



omega

WIEDZA POWSZECHNA

Marek Hołyński

SZTUKA I KOMPUTERY



Dr inż. Marek Hołyński (ur. w 1947 r.) ukończył Wydział Elektroniki Politechniki Warszawskiej i po odbyciu stażu we Włoszech (komputeryzacja energetyki) pracował w Instytucie Cybernetyki Stosowanej PAN (później — Instytucie Organizacji i Kierowania). Obecnie jest adiunktem w Instytucie Maszyn Matematycznych w Warszawie, gdzie zajmuje się teoretycznymi zagadnieniami związanymi z logiką maszyn cyfrowych.

Oprócz prac naukowych opublikował około 200 popularnonaukowych artykułów prasowych oraz audycji radiowych. Od roku 1972 jest redaktorem w miesięczniku „Informatyka” — jedynym w kraju piśmie poświęconym problemom komputeryzacji.

Książka podejmuje wyjątkowo interesujący i coraz częściej dyskutowany problem wynikający z wkraczania komputerów na suwerenne dotąd obszary sztuki czy raczej w ogóle twórczości artystycznej. Autor, przedstawiając aktualny stan komputeryzacji muzyki, plastyki, literatury, a także teatru, filmu i baletu, najwięcej uwagi poświęca zagadnieniu centralnemu: w jakiej mierze komputer jest pomocnikiem człowieka w różnych dziedzinach sztuki, w jakiej zaś może być autentycznym twórcą.



Okladka i strona tytułowa

Józef Cz. Bieńek

Ilustracja na okładce

Juliusz Kulesza

Printed in Poland

Państwowe Wydawnictwo „Wiedza Powszechna”

Warszawa 1976

Publikacja wydana z pomocą finansową PAN

Redaktor: *Halina Myślicka*

Redaktor techniczny: *Barbara Parczewska*

Korektor: *Zdzisław Bocheński*

Wydanie I. Nakład 8300 egz.
Ark. wyd. 8,9. Ark. druk. 12,25 ÷ 1 ark. wkładek
Papier druk. sat. kl. IV, 70 g, 80×100
Oddano do składania w kwietniu 1976 r.
Druk ukończono w październiku 1976 r.
Cena zł 20,—

Z.G.K. Zakład nr 5 w Bytomiu. Zam. 199 — J-127

1 MARTWA NATURA

Twórczość komputerowa. Termin złożony z dwóch słów, które dotyczą dwu dziedzin tak odległych, tak do siebie — zdawałoby się — nie przystających, jak świat ludzkich uczuć i świat maszyn. Ledwie się to określenie narodziło i zanim się z nim oswojono, w kołach związanych ze sztuką spotkało się z żywiołowym sprzeciwem, a w kołach „komputerologów” z pewną dozą pogardy, którą można by tłumaczyć ostrożnością typową dla techników i lekceważeniem rzeczy niekonkretnych.

Jedynie grupa entuzjastów komputeryzowania wszystkiego co się da, zdecydowana była traktować sztukę jako jedną ze sfer ludzkiej działalności, a wobec tego nadającą się do komputeryzacji — jeśli nie już, to jutro, pojutrze. Przykłady, jakie dla poparcia owej tezy podawano, ukazywały nieprawdopodobny rozwój maszyn oszczędzających wysiłek człowieka i zwiększających efektywność ludzkiego działania.

Narzędzia nas wyręczające są istotnie coraz wydajniejsze i coraz bardziej skomplikowane. Nikt z pasażerów autobusu nie doznaje dziś olśnienia na widok mechanicznego konduktora,

choć może jeszcze niektórzy tęsknią do funkcjonariusza w tradycyjnym mundurze MZK.

Z czasem przyzwyczailiśmy się do automatów bardziej złożonych, sprawujących nadzór nad prostymi „roboczymi” narzędziami. Maszyny zaczęły zwalniać nie tylko ręce bezpośrednio zatrudnione w produkcji, ale i te, które przedtem produkcją sterowały. Przejmując kolejno czynności manualne, a następnie zastępując nas w pracach bardziej skomplikowanych, musiały podejmować najpierw łatwe decyzje, później trudniejsze, a jeszcze później — samodzielnie rozwiązywać problemy, za które odpowiedzialność ponosił dotychczas człowiek.

Okazało się, że komputer, nazywany także elektroniczną maszyną cyfrową, doskonale nadaje się na mądrego szefa bezmyślnych urządzeń automatycznych. Dzięki swoim zaletom — o których później — wszedł trwale do przemysłu, ekonomii, eksperymentów naukowych, do badania przestrzeni kosmicznej. Czemu więc nie miałby wejść do jeszcze jednej domeny naszej działalności — do sztuki?

*

* , *

Opisywanie konstrukcji komputera i zakresu jego funkcji czytelnikowi, który ma dostęp do bogatej literatury popularnonaukowej na ten temat, wydaje się zabiegiem zbędnym. Jeśli zaś znajdzie się ktoś, kto przedtem niezbyt interesował się komputerem, wystarczy chyba mu powiedzieć, że istnieje zasadnicza różnica między maszyną cyfrową i maszyną poruszającą się na czterech kółkach typu Fiat 125. Komputer to urządzenie, które dokonuje operacji matematycznych posługując się informacjami zapisywanymi dla jego potrzeb w postaci cyfr, ma pojemną pamięć, pracuje bardzo szybko i bardzo sprawnie. Gdy sprzęgniemy go z urządze-

niami pośredniczącymi we wprowadzaniu i wprowadzaniu danych oraz z automatami, którymi steruje, pracę komputera można by nazwać porównawczo wspólną akcją mózgu i rąk.

Zakapslować butelkę piwa czy zmontować karoserię samochodową — każdy wie, że to fraszka dla automatu. Ale już nieco nas zaskakuje fakt, że automat kieruje dużą fabryką lub oblicza średni wzrost statystycznego Polaka. Nie zawsze uprzytamniamy sobie, że to złożone działanie daje się rozłożyć na szereg działań prostych nie wymagających interwencji człowieka. Maszyna bowiem wykona wszystko, co ujmemy i podamy jej jako zlecenie w postaci prostych recept, czyli tzw. algorytmów. Im więcej skomplikowanych czynności uda nam się rozbić na algorytmy, tym bardziej niezależna stanie się maszyna cyfrowa.

Kompletowanie algorytmów nie jest łatwe — zawsze może się zdarzyć coś nieprzewidzianego, o czym z góry nie pomyśleliśmy. Dlatego komputerowa decyzja nie zawsze jest trafniejsza od podejmowanej przez człowieka. Mądry szef bezmyślnych maszyn nieraz nie może uwzględnić w swojej ocenie tych czynników, które wymykają się zapisowi algorytmicznemu. Jak np. ująć algorytmem wpływ decyzji automatu na samopoczucie pracowników, a w konsekwencji na wynik ich pracy? Maszyna, w wielu wypadkach zbyt dosłowna i zbyt konsekwentna, w sytuacjach wymagających elastycznej postawy nie potrafi się na nią zdobyć i popełnia błędy, podobnie jak popełniłby je człowiek tępy, niezdolny do szybkiej zmiany decyzji w momencie, gdy sytuacja tego wymaga. Sporo krzywdy wyrządził komputerowi przesadny zachwyt niektórych popularyzatorów nauki i techniki oraz pisarzy *science-fiction*. Zafascynowani możliwościami maszyny cyfrowej, nie wzięli pod uwagę,

że nie jest ona jeszcze zdolna spełnić wszystkich fantastycznych wizji rodzących się w naszej wyobraźni; zaczęto mówić o udziale maszyn w każdej sferze naszego życia, począwszy od prac w gospodarstwie domowym, na sprawowaniu rządów nad całym ziemskim globem kończąc. Naiwni odbiorcy tych rojeń mieliby prawo spodziewać się, że za dziesięć, dwadzieścia lat komputery będą im gotować obiady i prasować spodnie oraz kontrolować lot pocisków międzyplanetarnych! Bez przymrużenia oka pisano przecież o automatach, które samodzielnie komponują, wydają własne zbiorki poezji, wypełniają galerie oryginalnymi obrazami. Zupełnie tak, jakby te automaty były już wyprodukowane i ze znakiem najwyższej jakości czekały gotowe w fabryce, zaś tylko kiepsko zorganizowany transport opóźniał ich dostawę. Nic z tych rzeczy! Realizacja podobnych projektów była początkowo niemożliwa. Lata mijały, podejmowane próby albo kończyły się fiaskiem, albo dawały żałośnie prymitywne wyniki. Uczucie zawodu, jakiego doznawać zaczęła przedwcześnie podkorytowana opinia publiczna, potęgowane było przez mizerne, w porównaniu do apetytów, rezultaty innych równie natrętnie jak informatyka lansowanych priorytetowych dziedzin techniki i nauki, a także przez pojawiające się coraz częściej szkodliwe rykoszety ich rozwoju. Kiedy wreszcie człowiek postawił stopę na Księżycu, okazało się, że koszty tej gigantycznej wyprawy znacznie przekraczają sumy, które trzeba wydatkować choćby na odzyskanie zachwianej równowagi w przyrodzie. Entuzjazm, z jakim powitano pierwsze „myślące” maszyny i wiele innych niedawnych osiągnięć naszej cywilizacji, przerzucono więc na akcję ochrony naturalnego środowiska człowieka. Niefrasobliwe zaś i urocze powiastki o cudownych właściwościach komputera zastąpiono mętными informacjami, z któ-

rych nie można było się wiele dowiedzieć na temat rzeczywistych umiejętności współczesnych maszyn. Wydawało się, że po stracie ogromnego kiedyś kredytu zaufania większość propozycji niecodziennych zastosowań maszyn cyfrowych, a wśród nich — komputeryzacji sztuki, nie ma szans realizacji. W wypowiedziach, zwłaszcza ludzi sztuki zmuszanych tak niedawno do stawania na baczność przed techniką, pojawił się złośliwy ton odwetu. Nie tał swojego triumfu pewien francuski publicysta, krytyk malarstwa, który w 1964 roku wołał namiętnie: „Zedrzymy maskę z elektronicznego półgłówka! Powiedzmy prawdę: elektroniczne maszyny nie zastąpią natchnionego mistrza. Nie potrafią mu nawet dobrze wymieszać farb. Mam większe uznanie dla malującego szympansa — w jego sztuce można przynajmniej odnaleźć jakieś ludzkie pierwiastki, przebłyski wzruszenia. Najprymitywniejsza mała bije na głowę bezmyślne mechanizmy”.

Ludzie ze środowisk technicznych pobłażliwie, lecz sceptycznie wyrażali się o możliwościach twórczych komputera. Dla wielu z nich była to jedna z marginalnych ciekawostek; raczej zabawa i rozrywka niż poważna działalność. Ci, którzy mimo kpin i żartów pozostali nadal zwolennikami skomputeryzowania sztuki, zmienili taktykę. Przestali mówić głośno o wspaniałych perspektywach i zajęli się robieniem tego, co realne. Cele są bardzo odległe — rozumowali rzeczowo — ale brak podstaw, by je uważać za nieosiągalne. Trzeba się zbliżyć do nich stopniowo, nie pomijając żadnej z możliwości, jakich wciąż dostarcza technika. Postępy w konstrukcji maszyn powinny przecież w końcu spełnić marzenia konstruktorów. Budowane w ostatnich latach automaty i komputery przejęły istotnie wiele ludzkich czynności manualnych, a także intelektualnych. I pod kil-

koma względami wyraźnie nas zdystansowały. Chodzi tu nie tylko o fizyczną siłę i sprawność działania, o dokładność i odporność na czynniki zewnętrzne, chodzi również — i to przede wszystkim — o takie walory, jak pojemność pamięci czy szybkość podejmowania decyzji.

Komputerowi fantaści dzięki najnowszym modelom maszyn realizują swoją wizję sztucznego artysty — bez rozgłosu, krok po kroku. Kroki te są tak ciche, że mało kto spostrzega, jak już daleko doprowadziły. I chociaż do celu jeszcze szmat drogi, rezultaty są coraz lepsze. Można by nawet zaryzykować przyznanie komputerowi tytułu „półartysty”. Bo sztuka komputerowa jest dziś na poziomie, którego już lekceważyć nie sposób. Co więcej, dziedzina ta stała się, jak twierdzą jej kreatorzy, jedną z rokujących najpoważniejsze nadzieje zastępowania ludzi przez maszyny w czynnościach należących do obszaru intelektualnego będącego dotychczas wyłączną domeną człowieka.

Ale ogólne przekonanie o niezachwianej przewadze człowieka nad maszyną cyfrową w twórczości artystycznej nie osłabło. Sztukę komputerową, podobnie jak każde nowe, zaskakujące zjawisko, oceniamy z nawyku w konwencjonalnych kategoriach i przymierzamy ją do przyjętych z dawien dawna kryteriów. Dlatego też wypowiedane na ten temat poglądy są w większości tak skrajnie sprzeczne. Zazwyczaj graniczą one ze stereotypem, według którego maszyna cyfrowa jest tylko jednym z bezdusznych narzędzi w ręku człowieka. Coś niby szybkie, nieomyłne liczydło, byskawicznie wykonujące trudne działania matematyczne, ale nieświadome przeznaczenia ani sensu tych obliczeń. Istotę ich zna jedynie człowiek programujący komputer. Ostatnie jednak lata przyniosły sporo ciekawych eksperymentów dowodzących, że zbyt nisko szacujemy możliwości komputerów

— co bynajmniej nie upoważnia nas do wpadania w drugą skrajność — nie możemy dla maszyny myślącej rezerwować miejsca istoty wszechmocnej. Pogląd taki, wyznawany wprawdzie przez małe grono osób, jest również nie uzasadniony, grzeszy naiwnością i radykalizmem.

Polaryzacja opinii jest niewątpliwie przyczyną szczupłości literatury traktującej o tych zagadnieniach. Artyści, którzy podejmują doświadczenia z komputerami, tak są tym zaabsorbowani, że rzadko o swojej pracy piszą, często ukrywając — w obawie przed ironicznymi uwagami lub po to, aby zachować całą chwałę dla siebie — że współautorem ich dzieła była maszyna cyfrowa.

Do tej pory ukazało się na świecie ledwie kilka książek o sztuce komputerowej (przy czym tematyka ogranicza się z reguły do stosowania maszyn w jednej tylko dziedzinie sztuki — w muzyce) oraz niewielka ilość biuletynów i katalogów wystawowych. Uzupełniają je przyczynkowe na ogół artykuły w specjalistycznej prasie artystycznej i komputerologicznej, której największą zasługą jest urządzenie sporadycznych konkursów na najciekawsze komputerowe grafiki i utwory muzyczne. Bardzo pobieżnie ujęte są te zagadnienia w materiałach drukowanych w czasopiśmie; w pogoni za sensacją autorzy lubią kształtować rzeczywistość wedle własnych o niej wyobrażeń. Sztuka komputerowa nie doczekała się jeszcze swoich krytyków, a zawodowi krytycy sztuki, nie mając pełnego rozeznania ani ścisłego kontaktu z techniką, wolą na razie nie zabierać głosu. Gdy zaś się już na to decydują, brak znajomości przedmiotu czyni ich wywody mało przekonującymi. Popadają zatem w negację. Spontaniczną i bezinteresowną. „Technika może służyć sztuce (przez wprowadzanie nowych typów farb

— czy jeszcze bardziej — materiałów plastycznych), ale sztuki nie powinny nigdy, nigdy, nigdy służyć technice”. Widać niemal, jak wypowiedajacy te słowa w 1968 roku Dore Ashtor przy „nigdy, nigdy, nigdy” zaciska pięści i ma lzy w oczach.

Głównym zarzutem, jaki stawiały sztuce komputerowej środowiska artystyczne, było to, że wcale nie jest ona sztuką. Że jest działalnością zbyt przemyślaną, wyzbytą uczuć i wyobraźni. Tak chłodną, że niezdolną wywołać jakiegokolwiek emocji u któregokolwiek z odbiorców. Tak człowiekowi obcą, że będącą jak gdyby sztuką tworzoną wyłącznie przez komputery dla komputerów.

„Nigdy jeszcze nie napisano czegoś tak niespoistego, przenikliwego i tak dotkliwie szokującego dla ucha”. Te słowa mogłyby wyjść spod pióra jednego ze współczesnych recenzentów opiniujących muzyką komputerową — autorem jest jednak August von Kotzebue, a uwaga ta dotyczy twórczości młodego Ludwika van Beethovena. I nie była to ponoć opinia odosobniona, bo Kotzebue dodaje: „wszyscy bezstronni muzycy i miłośnicy muzyki zgadzają się co do tego”. Łatwo byłoby mnożyć historyczne przykłady tak zaskakująco niezgodnej z opinią następnych pokoleń oceny nowych prądów w sztuce; jest ich tyle, że nie ma właściwie potrzeby cytować żadnego. Stopniowe oddziaływanie sztuki na gust odbiorców ułatwia akceptację kolejnych eksperymentów odsądzanych początkowo od „czci i wiary”, ponieważ nie mieściły się w dotychczasowych kanonach. Zjawisko to stało się niemal regułą i trwa od stuleci, zmieniają się tylko style wywołujące kontrowersje.

Twórcza rola komputera nie powinna nikogo szokować. Związki techniki ze sztuką nie są nowe i często bardzo owocne. Wielu artystów korzystało z ciągle podsuwanych im przez techni-

kę wynalazków i widziało w nich szansę wzbogacenia warsztatu twórczego, uważając je czasem za coś więcej niż narzędzie. Komputer, niemal symbol rozwoju cywilizacji technicznej, jako jedno z jej najwspanialszych osiągnięć musiał zwrócić na siebie uwagę artysty.

Artysta jest zwykle pomysłodawcą i realizatorem swego dzieła. Ileż znamy świetnych koncepcji, które przybierały całkiem mizerne kształty z powodu braku odpowiednich narzędzi bądź niedostatecznego opanowania rzemiosła. A współdziałający z komputerem twórca może mu zlecać wszystkie kłopotliwe prace wykonawcze. I nie tylko. Komputer nadaje się do powtarzania pod ludzkie dyktando, ale także sam może służyć świeżymi ideami.

Działalność artystyczna jest niechybnie pewną formą komunikowania się ludzi między sobą. Jako taka zawiera więc określoną ilość informacji pojętej najszerzej, obejmującej także przekazywane uczucia i wrażenia. Czyż nie jest czymś naturalnym, że w tym procesie informacyjnym znaleźć się może miejsce i dla maszyn cyfrowych oraz im podobnych urządzeń, skoro są przeznaczone właśnie do wyszukiwania, gromadzenia, przesyłania i przetwarzania informacji? Wartość śladu artystycznego, jaki pozostawia komputer w sztuce, zależy przede wszystkim od sposobu wykorzystania maszyny. Można ją bowiem stosować tak, by nie zagrażała spontaniczności, fantazji i swobodzie twórczej — warunkom nieodzownym dla powstania prawdziwego dzieła sztuki. Trzeba czerpać z tego, co w nadmiarze ma komputer do zaofiarowania, a co także sztuce jest potrzebne. „Głównymi formami piękna są porządek, symetria i precyzja — twierdził Arystoteles — które w szczególnym stopniu wykazują nauki matematyczne” (więc i komputery z nich się wywodzące).

G. H. Hardy, autor *A Mathematician's Apology*, wyraził to innymi słowami: „Matematyk wytwarza opisy rzeczywistości. Jego opisy, jak malarza i poety, muszą być piękne; idee, jak kolory lub słowa, muszą zespalać się z sobą harmonijnie. Piękno jest pierwszym testem: nie ma miejsca na świecie dla brzydkiej matematyki”.

Trudno jeszcze odpowiedzieć na pytanie, czy komputerowe malarstwo, muzyka i literatura to prawdziwe malarstwo, muzyka i literatura. Artysta ma pełną swobodę w poszukiwaniu formy dla treści, które chce przekazać, nie powinno się go ograniczać w wyborze narzędzi i źródeł natchnienia. Jeśli zatem decyduje się na maszynę cyfrową, to nie należy tego kwestionować.

Dlatego warto przypomnieć dewizę artystów awangardowych, głoszoną jeszcze przed pojawieniem się komputera: Jeśli ktoś nazywa cokolwiek sztuką, to z pewnością jest to sztuka. Aby więc rzeczy możliwie najdelikatniej potraktować, ujmijmy termin „sztuka komputerowa” w cudzysłów — oszczędzi to nam jałowych dyskusji nomenklaturowych. Przedstawione w tej książce zagadnienia mogą się bowiem wydać komuś zbyt mało związane ze sztuką (albo za mało z komputerami). W dalszym tekście zrezygnujemy jednak z cudzysłowu. Dla wygody.

Nie przesądzając sprawy, czy sztuka komputerowa jest sztuką, czy nią nie jest, postaram się tutaj omówić — w miarę obiektywnie — problemy, które wiążą się z tym terminem. Jedyną chyba właściwą drogą ukazania, jak daleko zapędziły się maszyny w zarezerwowane do tej pory dla człowieka obszary twórczej działalności artystycznej i dokąd będą się jeszcze zdolne posuwać, jest przedstawienie obecnej sytuacji, a więc konkretnych przykładów ich działalności. Nie poświęcę zbyt wiele miejsca na omawianie wizji przyszłości. To, że mogą one

być zrealizowane, nie oznacza, że istotnie będą zrealizowane. Nie ma więc powodu, by je szczegółowo roztrząsać, skoro tego, co już przybrało konkretną postać, jest dostatecznie wiele. A więc tylko wymowa faktów! Tej zasady trzymać się będę przedstawiając w rozdziale drugim przegląd dorobku ideowo-organizacyjnego oraz — kolejno — w rozdziałach od czwartego do siódmego udział komputerów w muzyce, plastyce, literaturze i ich wkład w łączenie różnych dziedzin sztuki. Dyscypliny te nie są przedstawione równorzędnie — muzyka np. zajmuje znacznie więcej miejsca niż literatura. Ma to swoje uzasadnienie. Po pierwsze: o tym, gdzie osiągnięto więcej, trzeba więcej powiedzieć. Po drugie: na wzorcach z zakresu muzyki łatwiej można wyjaśnić niektóre zagadnienia wspólne wszystkim działom sztuki komputerowej.

Rozdziały 4—7 zostały obficie zilustrowane przykładami istniejących już dzieł sztuki komputerowej. I choć większość tych ilustracji jest dla jasności wyводу rozmyślnie uproszczona, to sposób powstawania niektórych dzieł został opisany dość szczegółowo z podaniem programów komputerowych, danych technicznych lub przejść z języka sztuki na język maszyny. Ma to ukazać praktyczne oblicze sztuki komputerowej. Udowodnić, że eksperymenty nie ograniczyły się jedynie do teorii, nie były zakończone na etapie papierowych dywagacji lub, że ich rezultaty osiągnięto inną drogą z pominięciem maszyny. Mogą się te przykłady ponadto okazać pomocną wskazówką dla tych, którzy pragną podjąć własne próby w tej dziedzinie.

Osobom nie związanym jednocześnie ze sztuką, techniką i naukami ścisłymi (czyli niemałej chyba grupie czytelników) informacje te może wydadzą się często zbyt drobiazgowym wnikiem w procesy realizacji. Opisy dokonywane są jednak na poziomie elementarnym, tak że

czytelnik nie sugerujący się koniecznością użycia fachowej matematycznej lub artystycznej wiedzy powinien, kierując się własną spostrzegawczością zrozumieć ich istotę. Owe przykłady mają jeszcze dodatkową zaletę — dają się w lekturze pomijać bez obawy niezrozumienia dalszych partii tekstu. Od zasady podawania tylko faktów odejdziemy w ostatnim rozdziale, by w sposób mniej obowiązujący rozważyć przyszłość sztuki komputerowej.

Rozdział trzeci ma na przykładzie muzyki pokazać, że koncepcje stosowane przy zatrudnianiu komputerów w sztuce mają swoje tradycje. Chodzi tu o jeszcze jedno, powiedzmy, o wsparcie moralne dla współczesnych artystów komputerowych i zwolenników ich twórczości. Aby nie czuli się jak oddział zwiadowczy, który zapędził się zbyt daleko na teren nieprzyjaciela i straciwszy kontakt z głównymi siłami może być w każdej chwili otoczony przez wroga.

Związki sztuki z nauką i techniką nie są przecież nowością lat ostatnich, a współczesne maszyny cyfrowe są w nich którymś z rzędu pośrednikiem. Sztuka komputerowa wcale nie jest sztucznym jeziorem powstałym ni z tego, ni z owego na „ziemi niczyjej” leżącej w znacznym oddaleniu od potężnych i płynących w różnych kierunkach nurtów sztuki i techniki. Nie utworzyło się też ono bynajmniej dzięki wytrysłemu nagle źródłu komputerów. Jest natomiast rezultatem istnienia wielu naturalnych przesmyków i sztucznych kanałów kopanych od bardzo dawna po obu stronach — zarówno przez artystów, jak przez naukowców i inżynierów.

Tak zarysowane podejście pozwala możliwie wiernie ukazać aktualny udział i przyszłe możliwości maszyn cyfrowych w tworzeniu sztuki. Postaramy się przy tym nie umniejszać roli komputerów, a także zachować umiar, aby tej roli nie przecenić. Bo i mocno przesadzone wy-

dają się opinie odmawiające uznania dla tego, co przez setki lat w sztuce dokonano, które można by streścić tak: „Prawdziwie doskonałej sztuki nie może stworzyć człowiek, istota niedoskonała. Szanse jej stworzenia mają tylko maszyny zdolne do absolutnej perfekcji”. Takiego stwierdzenia w każdym razie nie powinno się przyjmować za motto niniejszej książki.

Jeśli się chce zachować tu bezstronność, to mimo wszystko okaże się, że wcale nie jest łatwo wyważyć sprawiedliwie racje każdej ze stron. I właśnie dlatego — pomijając już sam fakt, że temat musi zamknąć się w ograniczonej objętości — nie znajdują się w tej pracy dywagacje bardziej ogólne, a mogące przechylić szalę na korzyść jednego z ekstremów. Będą więc pominięte zarówno rozważania nad ciekawymi zagadnieniami cybernetycznego ujęcia sztuki *, jak i wszelakiego rodzaju dyskusje (na przykład o tym, czy sztuka ma być przekazywaniem dążeń, niepokojów i radości człowieka, niewyrażalnych w inny sposób). Rzetelne omówienie problemów sztuki komputerowej w tak szerokim kontekście wymaga obszernej monografii i z pewnością taka monografia powstanie. My tymczasem postaramy się, w miarę popularnie i raczej od strony praktyki komputerowej, przedstawić konkretne wyniki dotychczasowych eksperymentów z maszynami cyfrowymi.

Czytelnik nie powinien zatem oczekiwać, że otrzyma odpowiedź na pytanie, czy maszyna

* Cybernetyczne podejście do sztuki pozostaje w związku z ostatnimi próbami cybernetycznego ujęcia problemów społecznych oraz zagadnień kultury i w przyszłości może okazać się koncepcją nader owocną. Na ten temat istnieje już kilka opracowań, wśród których należy wyróżnić książkę Ł. B. Pierewierziewa *Isskustwo i kibernetika*, Moskwa, 1966: Wizje cybernetyzacji nauk społecznych i humanistycznych snuje się jednak nieraz całkiem bez umiaru: znany skądinąd naukowiec Ali Irtem, „ojciec tureckiej cybernetyki”,

może stać się w przyszłości autentycznym twórcą. Nie da się na razie tego udowodnić, podobnie jak trudno wykluczyć, że najwspanialsze nawet komputery pozostaną li tylko doskonałym narzędziem artysty. Pozostawmy tę sprawę otwartą.

Poznanie aktualnego stanu i widoków na przyszłość tworzenia sztuki z udziałem maszyn cyfrowych pomoże chyba wyrobić sobie w tej materii własne zdanie. Ustosunkować się odpowiednio do tych, którzy są przeciwnikami sztuki komputerowej, i do tych, którzy są jej propagatorami, lub może nawet opowiedzieć się za jedną z owych grup.

ogłosił np. w 1943 r. matematyczną formułę szczęścia, którą w zmodyfikowanej i poszerzonej wersji podał w referacie na III Międzynarodowym Kongresie Cybernetycznym w belgijskim mieście Namur (wrzesień 1961). „Dlaczegoż by nie miała istnieć taka formuła szczęścia?” — gotowi zapytać entuzjaści cybernetyki. Na ich użytek zatem przypomnę wywód Irtema:

Jeśli wprowadzimy następujące określenia:

G — ilość szczęścia

A — wszystko, co zostało w danym momencie osiągnięte

W — wszystko, co w danym momencie jest świadomym lub nieświadomym pragnieniem,

— to w danym momencie $G = \frac{A}{W}$.

Ponadto Irtem wyprowadził wzory dla przypadku, gdy A jest funkcją W, gdy A i W zależą od czasu, a nawet, gdy oba składniki zależą wzajemnie od siebie.

Opierając się na powyższych zależnościach, Ali Irtem stwierdził możliwość amplifikacji szczęścia, a nawet przedstawił wstępny projekt wzmacniacza szczęścia. Rzecz nie wymaga chyba komentarza!

2 NOBILITACJA PRZYPADKU

Erę elektronicznych maszyn cyfrowych otwiera rok 1946 — data ustalona przez historyków komputeryzacji, bo dziedzina ta, choć bardzo młoda, ma już swoich historyków. W roku 1946 powstał elektroniczny cyfrowy integrator i kalkulator, jeśli dosłownie przetłumaczyć jego angielską nazwę: Electronic Numerical Integrator and Calculator — w skrócie: ENIAC, którego budowa trwała cztery lata. Dotychczasowe pojęcia o metodach obliczeniowych uległy rewolucyjnym przeobrażeniom. Któż mógł przypuszczać, że jakakolwiek, najdoskonalsza nawet maszyna zdolna będzie wykonywać około pięciu tysięcy działań (dodawania) na sekundę? ENIAC zainstalowano w bazie armii amerykańskiej w Aberdeen, zatrudniając go przy obliczaniu torów pocisków artyleryjskich zależnie od nachylenia lufy i prędkości początkowej.

Narodzinom ENIAC-a, jak każdemu epokowemu odkryciu, towarzyszyły wspaniałe prognozy. Ale z pewnością nikomu wówczas nie przyszło na myśl, że ta gmatwanina, złożona z kilkunastu tysięcy lamp i przekaźników, zajmująca powierzchnię siedmiuset metrów kwadratowych, jest protoplastą urządzeń, które kiedyś wezmą udział również w tworzeniu sztuki.

Zresztą sam koszt takich artystycznych poczy-
nań pohamowałby niewątpliwie wszelkie ewen-
tualne fantazje na ten temat. Trudno sobie do-
prawdy wyobrazić, by np. ENIAC, którego kon-
strukcja pochłonęła blisko pół miliona dolarów,
mógł być przeznaczony do prac mało opłacal-
nych z użytkowego punktu widzenia.

W pięć lat później w różnych krajach świata
pracowało około stu podobnych maszyn. U pro-
gu lat sześćdziesiątych zastępy komputerów li-
czyły już kilka tysięcy egzemplarzy. W następ-
nej dekadzie miały — według planów — osią-
gnąć sto tysięcy. Ale do chwili obecnej i to tylko
na terenie Stanów Zjednoczonych dawno już
liczba ta została przekoczona, a z uwagi na
szybkie rozmnażanie się maszyn i różnorod-
ność ich typów wymykają się one ścisłej ewi-
dencji.

Współczesne maszyny nie przypominają ani
budową, ani wyglądem swoich przodków z lat
czterdziestych, natomiast ich przynależność po-
koleniową niemal zawsze daje się prawidłowo
określić. Komputery dzieli się bowiem na tak
zwane generacje, według przyjętych reguł orga-
nizacji wewnętrznej i rodzaju elementów, z któ-
rych są budowane. Maszyny lampowe pierwszej
generacji zastąpiono tranzystorami, te z kolei
maszynami budowanymi przy użyciu obwodów
scalonych, dzięki czemu stały się bardziej nieza-
wodne i mniejsze — wyodrębniła się nawet
osobna grupa maluchów, ochrzczonych mianem
minikomputerów. Ciągłe doskonalenie tych
urządzeń zmierzało do zwiększenia szybkości ich
działania i pojemności pamięci; stawały się łat-
wiejsze w obsłudze i tańsze — cechy te zdecy-
dowały o coraz większej ich przydatności w co-
raz to nowych sferach zainteresowań człowieka.

Nie sposób dzisiaj stwierdzić, kto i kiedy
wpadł na pomysł wprowadzenia ich w domenę
sztuki. Zdecydował chyba przypadek: maszyna

miewa swój czas wolny od pracy, tj. od zasadniczych obliczeń. Z takich przestojów mógł skorzystać jej opiekun, obdarzony poczuciem humoru i próbujący po amatorsku sił w którejś z gałęzi sztuki. Eksperymenty godne uwagi z artystycznego punktu widzenia w muzyce i plastyce przeprowadzono we wczesnych latach sześćdziesiątych. Z biegiem czasu dawały one coraz ciekawsze efekty i w końcu zainteresowały się nimi władze IFIP — International Federation of Information Processing, czyli ogólnoświatowej federacji zrzeszającej informatyków.

W roku 1968 z okazji kongresu IFIP w Edynburgu ogłoszono konkurs na muzykę skomponowaną lub wykonaną z pomocą komputera. Zaproszenia do udziału w konkursie wysłano do wszystkich członków IFIP, nie spodziewano się jednak natychmiastowego odzewu. Chodziło raczej o pewnego rodzaju sondaż, o zmobilizowanie twórców do podjęcia tego typu prac, które urozmaiciłyby następny kongres. Tymczasem do Edynburga napłynęło aż piętnaście zgłoszeń. Wśród wyróżnionych znalazł się Allan Sutcliffe, szef wydziału programowania angielskiej firmy ICL, produkującej komputery: otrzymał drugą nagrodę za utwory skomponowane przy użyciu maszyny cyfrowej ICL 1900. Kompozycje Sutcliffe'a, pisane na papierowej taśmie, oddano do wykonania w studio muzyki elektronicznej Petera Zinovieffa w Putney. Sutcliffe, traktujący dotychczas muzykę komputerową jako miłą i nieszkodliwą rozrywkę, którą rozpraszał nudę w okresie, gdy nie miał zamówień na programy, spojrzawszy na zagadnienie innymi oczyma. I tak był zaskoczony różnorodnością prac konkursowych, że postanowił przyczynić się do wylansowania muzyki komputerowej. Nie musiał długo czekać, aby zgromadzić wokół siebie ludzi podobnie myślących. Wywiesił kartkę na tablicy ogłoszeń i pięćdziesiąt osób zrezygnowało

z udziału w posiedzeniach różnych sekcji IFIP-u, by stawić się na spotkaniu zaaranżowanym przez Sutcliffe'a. Okazało się, że wielu z nich ma w zanadrzu pasjonujące pomysły i propozycje. W dodatku tak realne, że Sutcliffe natychmiast zwrócił się do ówczesnego przewodniczącego Brytyjskiego Towarzystwa Komputerowego, Stana Gilla, z wnioskiem o zorganizowanie grupy, która by się tą kwestią zajęła nieprofesjonalnie. Gill wyraził zgodę obiecując przyznać grupie status oficjalnego zrzeszenia pod patronatem Towarzystwa; zastrzegł jednak, że eksperymenty nie będą ograniczone do muzyki, lecz obejmą również pozostałe domeny sztuki.

Nowo powstałe w Wielkiej Brytanii Towarzystwo Sztuki Komputerowej — TSK, którego prezesem został Allan Sutcliffe, rozpoczęło pracę od ustalenia rzeczywistego zakresu zainteresowań i tych kierunków działania, na jakich należało skupić maksimum wysiłku. Już wkrótce Towarzystwo mogło po raz pierwszy wystąpić publicznie, urządzając rodzaj pokazu pt. *Event One* (Wydarzenie nr 1)*. Odbył się on w końcu marca 1969 roku na terenie Royal College of Art. W programie były koncerty muzyki komputerowej, wystawa grafiki, recytacje wierszy itp. i oczywiście prelekcje oraz dyskusje.

W chwili obecnej działalność Towarzystwa ogarnia wszystkie niemal dyscypliny artystyczne, daleko w tyle zostawiając pierwsze próby muzyczne. Plastyka i architektura, taniec i film, pantomima i literatura — Stan Gill powinien być zadowolony. Konto Towarzystwa uzupełniają kolejne ekspozycje (takie, jak choćby ruchoma wystawa *Impulsy Sztuki Komputerowej*, która w latach 1969—1973 objechała wiele krajów Europy), odczyty i seminaria na tematy

* Przekład nazw, tytułów i zwrotów obcojęzycznych zamieszczam wówczas, gdy jest to potrzebne do zrozumienia tekstu, w którym są cytowane (przyp. aut.).

związane z formułowaniem matematycznych zasad procesów twórczych, działania mózgu, sposobów odbioru dzieł sztuki, a także objazdowe wystawy i weekendowe kursy programowania maszyn cyfrowych dla celów artystycznych. Informacje o tym znaleźć można w wydawanym przez TSK biuletynie PAGE.

Jedną z ważniejszych decyzji, jakie podjął Zarząd TSK, było przekształcenie Towarzystwa w grupę międzynarodową. Dwustu członków spośród pięciuset — to obywatele innych niż Wielka Brytania krajów, przeważnie USA (w 1971 roku założono tam oddział TSK) i Holandii, gdzie oddział powstał o rok wcześniej. Nie istnieje na świecie organizacja zwolenników sztuki komputerowej o tak szerokim zasięgu — TSK odgrywa więc główną rolę w koordynacji działań wszystkich zainteresowanych problematyką sztuki komputerowej.

Dzięki intensywnej i różnokierunkowej działalności TSK zyskało opinię najbardziej dynamicznej i witalnej sekcji Brytyjskiego Towarzystwa Komputerowego, pobudzającej do aktywności pozostałe sekcje. Korzyści są zresztą obustronne. „Pomoc BTK i jego autorytet naukowy dodały nam pewności siebie, poświadczyły, że nie jesteśmy, jak niektórzy sądzili, rozbrykanymi dyletantami, lecz grupą poważną i godną szacunku” — wyznał Allan Sutcliffe w piątą rocznicę założenia Towarzystwa Sztuki Komputerowej.

Do przełamania początkowego oporu odbiorców niewątpliwie przyczynił się sukces zorganizowanej przez londyński Instytut Sztuki Współczesnej wystawy *Cybernetic Serendipity* („serendipity” oznacza zdolność przypadkowego dokonywania szczęśliwych odkryć). Ekspozycja czynna od sierpnia do października 1968 roku, mająca unaocznic zależności między techniką i sztuką, składała się z trzech działów. W pier-

wszym pokazano osiągnięcia czołowych artystów stosujących komputery do wykonywania i komponowania muzyki, tworzenia grafiki i filmów animowanych, poezji i prozy. Drugi dział poświęcono maszynom malarskim, zdalnie sterowanym robotom i innym narzędziom cybernetycznym, nadającym się do wykorzystania w sztuce. Dział trzeci odtwarzał dzieje komputerów i towarzyszących im urządzeń.

We wszystkich działach czekały na zwiedzających (jak się okazało — było ich aż 60 tysięcy) prelekcje i komentarze wybitnych teoretyków i praktyków sztuki — była to niezwykle ciekawa i pouczająca impreza. „Dokąd można w Londynie zaprowadzić hipisa, programistę komputerów lub dziesięcioletniego ucznia i każdego z nich całkowicie zadowolić godzinną rozrywką, nie wysilając się w najmniejszym stopniu, by ich zabawić? Od dzisiaj istnieje w Londynie takie miejsce — jest nim Instytut Sztuki Współczesnej” — pisał „The Evening Standard” po wernisażu *Cybernetic Serendipity*.

Opinie prasy były na ogół pochlebne. „Wskutek swoich implikacji *Cybernetic Serendipity* tak się ma do codziennych wystaw sztuki, jak ryzykowna operacja chirurgiczna do manicure'u [...] o tych wrażeniach nikt z nas nie powinien zapomnieć. Radosna wystawa. Demonstruje, że sztuka może współżyć z nowoczesną nauką”. („Daily Mirror”).

Nie wszyscy jednak byli zachwyceni możliwością tego współżycia. Znany eseista Robert Melville opuścił wystawę przygnębiony: „Mrużące światła, migocące ekrany telewizyjne, dźwięki wydawane przez maszyny sygnalizują koniec sztuki abstrakcyjnej; skoro maszyny potrafią to robić, nie jest to warte robienia”. (Robert Melville, „New Statesman”).

Z poglądem Melville'a podjęli polemikę inni krytycy. „Wydaje mi się, że komputer nie re-

dukuje inwencji człowieka w sztuce, raczej rozszerza naszą wiedzę o tym, co nie jest sztuką” — protestował Alexander Weatherston. Nigel Goslin z „Observera” ujął sprawę ogólniej: „Czy wszystko lub cokolwiek tutaj jest sztuką — jeśli nie, dlaczego nie? Każdy z nas wzbogaca się wewnątrz, gdy zadaje sobie takie pytania, i nie umiem sobie wyobrazić przyjemniejszej metody prowokowania niż godzina spędzona na oglądaniu tego pokazu, który zmusza do myślenia”. Najbardziej lapidarny sąd o wystawie sformułował „The Evening News”: „Rewolucja przemysłowa stworzyła wiek maszyn, wraz z komputerem nadchodzą lata sztuki komputerowej”.

Na *Cybernetic Serendipity* nie wystawiano prac, które w oczach laików najczęściej uchodzą za typowe przykłady sztuki komputerowej. Tego, kto chciałby ozdobić ścianę swego mieszkania widoczkiem wyprodukowanym przez maszynę cyfrową, należy przestrzec: nie są sztuką komputerową obrazki wiszące w ośrodkach obliczeniowych, uzyskane przez odpowiednie rozmieszczenie znaków drukarskich. Wystukując seryjnie portrety Chaplina, Myszkę Miki czy dziewcząt w toples, komputer nic z siebie nie daje. Personel obsługujący maszynę zapisał bowiem uprzednio znany z fotografii obraz w postaci mniej lub bardziej zagęszczonych obszarów, pokrytych mnóstwem cyfr, liter i innych dostępnych na czcionkach symboli. Informacja o położeniu tych znaków wcale nie musi spoczywać w pamięci komputera. Możemy ją utrwalić na papierowej taśmie dziurkowanej. Każde odczytanie taśmy — to jeszcze jedna reprodukcja obrazu i komputer nie musi w tym uczestniczyć. Niestety, bardzo rozpowszechniły się te obrazki i nieraz w charakterze ciekawostek zamieszczane są w poważnych pismach, co w pewnym sensie deprecjonuje maszyny, które

mają przecież znacznie większe możliwości. Od powielania obrazków jest kserograf.

Tandetą pseudoartystyczną są również melodie komputerowe serwowane w ośrodkach obliczeniowych każdej wycieczce z prowincji. „Zdziwicie się państwo, ale nasz komputer potrafi nawet śpiewać”. Po tak oszałamiającej zapowiedzi uruchamia się program, który powoduje, że dźwięki wydawane podczas pracy maszyny przez jej mechaniczne i elektroniczne części naśladowują znane przeboje. Wycieczkowicze z otwartymi ustami wsłuchują się w piski i trzaski, zachwyceni paroma taktami *Kalinka* czy *Moja droga, ja cię kocham*, które maszyna wyśpiewuje ze skrzypem, jakby przez nos.

Te popisy nie mają, rzecz jasna, nic wspólnego ze sztuką i nie najlepiej świadczą o smaku przygotowujących je programistów. Powinny raczej budzić współczucie dla nieszczęsnej maszyny, zmuszanej do ślepego naśladownictwa, tak jak budzi litość potężny niedźwiedź, gdy treser zmusza go do śmiesznych podrygów nazywanych tańcem. A skoro już jesteśmy przy tym porównaniu, umówmy się, że te reklamowe popisy maszyny cyfrowej ochrzcimy mianem „komputerowej sztuki jarmarcznej”. Na poziomie nieco (choć niewiele) wyższym są prace tak dalece inspirowane przez informatykę, że aż czynią z niej swój temat podstawowy albo wręcz utożsamiają maszynę z dziełem sztuki. Akceptacja maszyny jako przedmiotu estetycznego, fascynacja jej wyglądem, ruchem, stukotem, nie jest niczym zaskakującym (patrz choćby *Ziemia obiecana*). W tej kategorii znajdują się więc kompozycje plastyczne powstałe z wykorzystania informatycznych rekwizytów: z nalepionych wycinków taśmy perforowanej lub drukowanych list programów, oraz różnorakie „portrety” samych komputerów. Klasykiem takiej właśnie twórczości jest malarz Lowell Nesbitt. Obraz

olejny Nesbitta z 1965 roku, zatytułowany *System przetwarzania danych IBM 1440*, objechał już liczne renomowane galerie. Widnieje na nim pulpit operatorski i fragment komputera firmy International Business Machines. Tytuł nie całkiem odpowiada treści obrazu, bo system komputerowy składa się z maszyny i podłączonych do niej urządzeń wprowadzających oraz wyprowadzających informacje. Gdyby kogoś raziała tu nieobecność owych czytników, drukarek, perforatorów i monitorów ekranowych, to może sobie obejrzeć inny obraz, na którym w formie 60×60 cali wymalował Nesbitt widzianą z góry drukarkę wierszową, także produkcji IBM.

O „komputerowej sztuce jarmarcznej” i dwóch wzmiankowanych wyżej kategoriach tej sztuki czytelnik nie dowie się z tej książki nic ponadto. Dowie się natomiast o niemal wszystkich innych formach kontaktu: sztuka—komputer. Nawet o tych formach, które nie dotyczą bezpośrednio twórczości artystycznej, lecz tylko ją pośrednio wspomagają. Ma to swoje znaczenie, albowiem bez instalacji automatycznie zarządzających bibliotekami i archiwami muzycznymi, bez analiz dokonywanych przez maszyny cyfrowe praca artysty i krytyka sztuki robi się coraz trudniejsza wobec ciągłego narastania informacji i grozi zagubieniem w natłoku nie uporządkowanych wiadomości.

Głównie jednak interesują nas powiązania sztuki z komputerem, czyli proces twórczy, w którym maszyna jest narzędziem pomocniczym, a może też być współautorem. Ludzie sztuki zawsze chętnie poddawali się wpływowi nauki i techniki, w każdym *novum* szukając dla siebie możliwości, które wzmocniłyby dotychczasowe środki oddziaływania, a przy tym poszerzały zasięg odbioru. Dzięki medycynie doprowadzono do perfekcji kopiowanie szczegó-

łów anatomicznych w malarstwie i rzeźbie, dzięki mechanice skonstruowano wielotonowe rzeźby niemal zawieszane nad ziemią, dzięki chemii paleta malarska zyskała nieosiągalne przedtem odcienie barw i szybko schnące farby, przenikające głęboko w płótno obrazu.

Technika wciąż oferuje usługi ludziom sztuki: nowe technologie malarskie i rzeźbiarskie, instrumenty muzyczne i unowocześnione sale koncertowe, a także swoje najgenialniejsze i najmłodsze twory — lasery i komputery. Co prawda nie zawsze czyni to chętnie. Biorąc pod uwagę zyski, jakie daje niezwykle przecież kosztowny komputer w przemyśle i ekonomii, jego zastosowania artystyczne mogą wydać się wręcz karygodną rozrzutnością. Kiedy jednak komputer zostanie przeznaczony wyłącznie na użytek sztuki, nie powinno się go już traktować jako ciało obce, wprowadzone tu przez kaprys mody, czyjąś fantazję lub dziwactwo.

Na razie obecność komputera w sztuce wywołuje więcej sprzeciwu niż aprobaty. Jeden z koronnych argumentów przeciw brzmi: najwspanialsze dzieła i najliczniejsze arcydzieła powstały w czasach, gdy nie znano komputerów. „Michał Anioł — odpowiada na to amerykański rzeźbiarz Larry Rives — widział dokoła siebie marmur i w marmurze pracował. Ja posługuję się elektrycznością. Co za różnica?” Zgoda. Ale nasuwa się tu nieco złośliwa uwaga: gdyby Michał Anioł posługiwał się elektrycznością, bez wątpienia stworzyłby dzieła bardziej wartościowe niż Rives.

Wiadomo, że każde narzędzie — od łopaty po nóż chirurgiczny może być rozmaicie wykorzystane. Zależy to i od użytkownika, i od celu, jaki on sobie wytycza. Rozmaitość sposobów korzystania z narzędzi jest tym większa, im uboższa jest tradycja dotychczasowych zastosowań danego narzędzia.

Komputerem posługujemy się od bardzo niedawna, używanie go dla celów artystycznych jest swego rodzaju precedensem — i temu właśnie zawdzięczamy pełną swobodę manipulowania nowym narzędziem w dziedzinie sztuki.

Najczęściej wykorzystuje się którąś z tych właściwości komputera, jakiej nie miało żadne z dotychczas znanych człowiekowi narzędzi. Np. szybkość i precyzję — zalety pozwalające maszynie tworzyć dzieła seryjne, dzieła dopracowane w najmniejszym detalu. Również zdolność gromadzenia olbrzymiej wprost ilości danych, rejestrowanie ich przez pamięć maszyny w postaci zer i jedynek, i łatwość natychmiastowego wyłuskiwania ich z pamięci oraz zdolność dowolnego nimi manipulowania.

Każde dzieło sztuki uznać możemy za pewną kombinację skończonej liczby prostych elementów. Symfonia byłaby tedy kombinacją dźwięków, książka — kombinacją słów lub — idąc dalej — kombinacją liter. Jeśli symfonię lub książkę zechcemy zapisać w pamięci komputera, to właśnie w takiej analitycznej postaci jako zbiór prostych elementów musimy je do tej pamięci wprowadzić: dźwięk po dźwięku, wyraz po wyrazie czy litera po literze. Maszyna zapamiętuje wszystkie cechy każdego z elementów podstawowych: dźwięku, słowa, barwy, gestu tancerza. I z kolei — zgodnie z określonymi regułami, które dadzą się ująć w jej program działania — gotowa jest złożyć te elementy w całość, czyli w symfonię, obraz lub balet. Otrzymamy wówczas albo takie same dzieła jak uprzednio rozłożone na elementy pierwsze, albo też — zależnie od syntezy — dzieła zupełnie odmienne, choć składające się z tych samych elementów.

Aby problem jeszcze bardziej uprościć, porównajmy gotowe dzieła sztuki z kompleksem domów stojących przy jakiejś starej ulicy. Jedne

trzymają się nieźle, inne są w gorszym stanie, jeszcze inne nie nadają się już do zamieszkania. Analiza dzieł — to jakby rozbieranie domów na cegły. Z cegieł można odbudować identyczne domy, można poprzerabiać ich wnętrza, można tu i ówdzie zmienić coś w elewacji, zamiast kilku ruder można wznieść jeden gmach. Można też ze wszystkich uzyskanych cegieł postawić wieżowiec. Najdalej posuniętą innowacją (również pozostającą w granicach naszych możliwości) byłoby zmodyfikowanie elementów podstawowych, to znaczy zastąpienie cegieł innym, bardziej nowoczesnym budulcem, na przykład aluminium i szkłem.

Komputer porównajmy teraz do przedsiębiorstwa zajmującego się zabudowaniem naszej wyimaginowanej ulicy. Ostateczny kształt domów zależeć będzie od pracy firmy i od układu między firmą i architektem. Ściślej: od tego, ile swobody pozostawi architekt realizatorom swoich projektów.

Artysta, podobnie jak ów architekt, może stosować komputer jako przyrząd pomocny w szybkim i dokładnym wytwarzaniu tylko takich efektów, jakie on, artysta zaplanował. Wówczas wszystkie kroki podejmowane przez maszynę są jednoznacznie określone, a wynik zgodny z zamysłem artysty. Maszyna nie podejmuje żadnych decyzji — działa według naszych wytycznych. I w tym wypadku jest tylko narzędziem — odpowiednikiem pędzla czy dłuta.

Gdy jednak artysta pozostawi w powierzonym komputerowi procesie tworzenia swego dzieła etapy nie zdefiniowane do końca — sprawa wygląda zgoła inaczej. W trakcie realizacji tych etapów maszyna wykaże inicjatywę. Komputer może wtedy wybierać spośród dodatkowych programów rozwiązanie najlepsze dla realizacji danego etapu. Potrafi dopasowywać elementy powstającego utworu zgodnie z ich sta-

tystycznym położeniem lub częstością występowania w rzeczywistych dziełach. Przy rozwiązaniu najbardziej skrajnym oddajemy całe wykonawstwo i wszystkie decyzje myślącej maszynie. Cóż to za decyzje — może ktoś zapytać — skoro nawet ta samodzielna maszyna korzysta z danych dostarczonych przez człowieka lub z programów przez człowieka napisanych; maszyna zresztą jako twór ludzki nie może wyjść poza obręb naszych pojęć. A jednak wbrew tym zastrzeżeniom maszyna jest zdolna wytworzyć swoje własne reguły postępowania w procesie tworzenia i dowolnie wybierać elementy realizowanego dzieła. Dokonuje tego zazwyczaj angażując przypadek — tzn. uzależnia kolejno podejmowane decyzje od wyniku losowania.

Funkcja „przypadku” idzie jak gdyby w parze z tendencją do eksponowania roli „losu” w wielu dziedzinach niekomputerowej sztuki współczesnej, gdy przez bezładnie czy nieskładnie tworzone kompozycje artysta pragnie oddać chaos nie uporządkowanych wrażeń, których dostarcza nam otoczenie, oddać ów nielogiczny aspekt naszego istnienia i istnienia świata. „Podcina to korzenie estetyki zachodniej, takiej jaka ustaliła się od czasów Renesansu, ale — mówi dalej orędownik tego prądu John Cage — przybliży nas do natury i jej sposobu działania”. Nie ma w końcu racjonalnego powodu, żeby jakiś dźwięk czy barwa dominowały nad pozostałymi. Wszystkie mogą występować równie przypadkowo. Zdanie się na los uwalnia nas ponadto od przemożnego wpływu obowiązujących schematów, ułatwia ucieczkę od tradycji artystycznej, od presji, jaką wywiera na artystę jego osobowość. Artyści z komputerowej grupy Ars Intermedia twierdzą nawet, że „przypadek równoważy intuicję”, i dowodzą, że „intuicja nie jest strumieniem informacji z jakiegoś tajemniczego źródła, lecz spontanicznym tworze-



Rys. 1. John Cage prezentuje otrzymany z komputera wydruk zawierający zapis nowych kompozycji muzycznych

niem świadomości, długotrwałą wewnętrzną polemiką, z której nie zdajemy sobie sprawy". O urokach i powabach, jakie niesie z sobą rezygnacja ze zdeterminowanych zasad na rzecz gry i improwizacji, pisał teatrolog Billy Kluver, który wysuwa tezę, że kompozycje losowe znane już były przed trzema tysiącami lat w Chinach: uzyskiwano je za pomocą sztucznych ogni. „Było to — jak pisze — chyba pierwsze na świecie zastosowanie postępu technicznego w celu dostarczenia ludziom pewnej porcji poezji, tajemniczości i rozrywki”.

W odwoływaniu się artysty do czystej przypadkowości można dopatrywać się także wpływu modnych ostatnio w sztuce zapożyczeń z ję-

zyka teoretycznego nauk ścisłych. Stają się bowiem coraz bardziej widoczne związki metod losowych w procesach tworzenia dzieł sztuki ze statystyką matematyczną, rachunkiem prawdopodobieństwa czy teorią informacji.

Wśród zestawianych losowo kombinacji elementów prostych znaleźć się mogą kopie utworów już istniejących, ale większość będzie nowa, oryginalna, odkrywczą. Niewiele z nich co prawda osiągnie wysoki poziom artystyczny — z pewnością jednak będą wśród nich rzeczy wybitne.

Całkowity bezład charakterystyczny dla używanej tą metodą kompozycji podziałał odstrasżająco na liczne grono twórców. Niektórzy z nich zgodzili się na kompromis między regułą a przypadkiem, między programem zadany maszynie a jej inwencją opartą na losowości. W ten sposób dzieło zawiera w sobie jakże pożądaną mieszaninę złożoną ze stałych wzorów i elementów niespodzianki. „Im więcej niezależności dajemy maszynie — dowodzi krytyk Douglas M. Davis — tym bardziej interesująca, wręcz zabawniejsza staje się sztuka, bo przybiera formy, których żadna przyziemna istota nie potrafi wymyślić”.

Chociaż o proporcjach obu składników mieszaniny decyduje człowiek, maszyna przestaje wówczas być nieświadomym narzędziem i jest raczej współpracownikiem człowieka niż jego zdyscyplinowanym podkomendnym. Największe nadzieje rokuje formy takiego współdziałania wtedy, gdy artysta narzuca komputerowi zbiór elementów podstawowych, z których ma powstać dzieło, i podaje ogólne warunki, jakie powinien spełniać ostateczny kształt tego dzieła. Maszyna samodzielnie zestawia elementy, sprawdzając równocześnie, czy kolejne ich kombinacje nie odbiegają od zadanych przez człowieka kryteriów poprawności. Kiedy stwierdzi, że

warunki są spełnione, przerywa pracę, prezentując gotową propozycję dzieła, którego formę artysta przewidział tylko w ogólnym zarysie. Zasady tworzenia podobnych kompozycji, inne metody łączące regułę i przypadek oraz próbę klasyfikacji tych metod omawiam szerzej w rozdziale 5, dokonując przeglądu związków maszyny cyfrowej z plastyką.

Kompromis między przypadkiem a regułą jest nam zresztą dobrze znany — stanowi treść wielu zdarzeń otaczającej nas rzeczywistości. Obserwując z wyżyn kładki dla pieszych ruch na Trasie Łazienkowskiej widzimy, jak samochody podporządkowują się obowiązującym na niej regułom. Jadą przestrzegając znaków drogowych, honorując pasy ruchu i stosując zasady wymijania — prawidłowości te są wyraźne i mając przed oczyma aktualny obraz sytuacji łatwo przewidzieć, jaka będzie sytuacja za chwilę. Ale pomimo owych reguł nie potrafimy przewidzieć wszystkiego. Nie możemy choćby odgadnąć, że lewym pasem przejedzie za minutę w stronę Pragi żółty Fiat 125. O tym decyduje przypadek.

Klasycznym, cytowanym przez wielu autorów przykładem godzenia przez naturę zasad porządku i losowości są kształty płatków śniegu. Trudno znaleźć dwie identyczne śnieżynki, wszystkie jednak są do siebie bardzo podobne. Muszą więc istnieć określone reguły ich powstawania, wynikające z dopuszczalnych przez siły międzycząsteczkowe połączeń, które prowadzą do powstawania sześciobocznych figur o wspólnych cechach. Reguły te obowiązują niezależnie od temperatury, ciśnienia powietrza i innych warunków zewnętrznych przypadkowo wpływających na proces formowania się płatka. Urok tak powstałej, naturalnej kompozycji zawiera się w jej zaskakującej symetrii

i różnorodności; symetria bierze się z reguły, różnorodność — z przypadku.

Podobnie jest ze znanymi kompozycjami dra von Foerstera. Są to propozycje przestrzenne powstałe z kilkunastu pustych sześciątów. Stałowe sześciąty układane są w parę stosów wewnątrz sporego pudełka. Gdy nim potrząśniemy i otworzymy wieczko, ujrzymy w pudełku formę częściowo uporządkowaną (niektóre sześciąty pozostają jedne na drugich). Dr von Foerster wprowadził do tego doświadczenia porządek magnesując niezależnie ścianki sześciątów; niektóre tak, że linie sił pola magnetycznego przechodzące przez daną ściankę były skierowane na zewnątrz sześciątu, inne — przeciwnie. Każda ścianka mogła w ten sposób przyciągać pewną ilość ścianek innych sześciątów, a pewną — odpychać. Zmieniając proporcje ilości ścianek wzajemnie odpychających się i przyciągających, można obserwować dość istotne różnice powstających kompozycji. Jeśli wszystkie ścianki będą namagnesowane tak, aby się przyciągały, to uzyskana po potrząśnięciu pudełka forma będzie w dużym stopniu uporządkowana. W wypadku drugiej skrajności — wszystkich ścianek namagnesowanych „na odpychanie” — otrzymamy kompozycje bardzo chaotyczne. Zatem swobodny wybór sposobu namagnesowania sześciątów pozwala sterować zależnościami między regułą i przypadkiem w powstających układach.

Sterowanie takie pomaga wykryć optymalne z artystycznego punktu widzenia relacje. Jak twierdzi dr von Foerster: „można wtedy osiągnąć osobiście uporządkowaną strukturę, która, o dziwo, nadaje się do eksponowania jako dzieło sztuki”. Wypada wierzyć w te słowa, zwłaszcza że kompozycje takie można modyfikować. Zamiast sześciątów można np. używać prostopadłościątów lub innych brył. Jeśli zaś dany układ nie spodoba się komisji kwalifikującej

eksponaty na wystawę, to zawsze można raz jeszcze potrząsnąć pudełkiem...

Równie ciekawą koncepcją, jeśli chodzi o wykorzystanie zdolności maszyny do przypadkowego zestawiania różnorodnych kombinacji prostych elementów, jest posługiwanie się komputerem jako swego rodzaju generatorem pomysłów. To, co maszyna zaprezentuje nam po dowolnym zestawieniu elementów, nie uchodzi za gotowe dzieło, lecz za materiał roboczy, który pomaga artyście znaleźć nową formę, rozwinąć skojarzenia i określić prawidłowości rządzące procesem twórczym. Najbardziej powinni sobie cenić taką pomoc poeci w wiecznej pogoni za najtrafniejszym ujęciem słownym, najefektywniejszym środkiem wyrazu. Temat ten poruszam w rozdziale 6, gdzie jest mowa o literackich aspiracjach komputera.

Takie generatory pomysłów oddają również przysługi nauce i gospodarce: komputer stawia i testuje hipotezy naukowe, zabiera głos w debatach ekonomicznych i administracyjnych. Natomiast w niewielkim jedynie stopniu wykorzystana sztuka rozwinięty w tych dziedzinach trend do symulowania przez maszynę pewnych zjawisk. Tworzone np. w komputerach przez techników modele skomplikowanych systemów umożliwiają wszechstronne ich przebadanie, co pozwala uniknąć kosztownych prób na rzeczywistych systemach. Maszynowe modele dzieł sztuki i procesów twórczych, które skłoniłyby artystów do owocnych doświadczeń, wciąż czekają na realizatorów.

Na zakończenie tych rozważań o znaczeniu przypadku w sztuce komputerowej trzeba podkreślić fakt, że występujące w procesach twórczych zależności między determinacją a losowością nie zawsze można wytropić w gotowych już dziełach z zachowaniem tych samych proporcji. Okazało się, że wybór przypadkowy ma-

jący zapewnić maszynie jak największą swobodę, w wielu wypadkach daje kompozycje swoście uporządkowane. Wypływa to zapewne z niewielkiego prawdopodobieństwa przypadków skrajnych — np. pięć orłów pod rząd w rzucie monetą jest znacznie mniej prawdopodobne niż dowolna kombinacja złożona z orłów i reszek — a także z tego, że nasze zmysły instynktownie szukają prawidłowości i ładu nawet tam, gdzie ich nie ma. Widzimy to choćby na przykładzie muzyki: maszyna wprowadziła zamierzony przypadek do kompozycji, a jednocześnie wyeliminowała przypadkowe błędy zdarzające się podczas wykonywania utworów przez żywą orkiestrę. Jeśli natomiast zlecimy maszynie, by postępowała w myśl sztywnych, zadanych z góry reguł, to wprawdzie ograniczymy rolę przypadku, ale otrzymamy efekty o całkiem nieoczekiwanym stopniu komplikacji.

W tym miejscu należałoby powiedzieć parę słów o odbiorcach sztuki komputerowej. Większość odbiorców rzadko zdaje sobie sprawę, w jaki sposób powstały dzieła, których właśnie słucha, bądź które ogląda. Odnosi się to również do artystów nie wykraczających w swoich pracach poza metody tradycyjne. Mamy znacznie częstsze, niż mogłoby się wydawać, kontakty z anonimową sztuką komputerową, prezentowaną bez dodatkowych wyjaśnień, i może ona śmiało udawać „normalną” czy też „awangardową” muzykę, literaturę lub plastykę.

Uprowadzony o autorstwie komputera widz, słuchacz i czytelnik nieraz zdecydowanie wyraża swoją niechęć i brak zrozumienia, ale gdyby prawdy nie był świadom, nie miałby kłopotu z odbiorem. I nie jest to kwestia trudnej percepcji, co tłumaczyłoby się zwykłym dystansem między kierunkami prekursorskimi a utartym nawykiem estetycznym, dystansem, który stopniowo zanika, w miarę jak oswajamy się z no-

wym prądem. Jest w tym coś więcej, a mianowicie przekonanie, że działalność maszyn zbyt sztukę urealnia, odziera ją z czynników emocjonalnych, i przekonanie owo stępią w nas niejako mechanicznie wrażliwość, hamuje gotowość do wzruszeń.

Mimo postępu technologii ciągle jeszcze chcielibyśmy obcować z dziełem artysty, który spędza pełne udręki noce na pisaniu lub sam sobie miesza farby, choć nie razi już nas, że maluje na płótnie wyprodukowanym przez automat w wielkich zakładach włókienniczych. Ci sami melomani, którzy protestują, gdy w filharmonii odtwarza się muzykę z urządzeń elektronicznych, słuchają w domu radia i bez wewnętrznego oporu przyjmują za jego pośrednictwem koncerty nagrane na taśmie magnetofonowej.

Ale nawyk jest nawykiem. Może zatem ma słuszność krytyk muzyczny Eric Salzman twierdząc, że „nasze tradycyjne instytucje muzyczne zostały stworzone przez inną epokę i dla innego rodzaju doznań i powinny być chronione jako muzea sztuki tradycyjnej”.

Nie wszyscy, rzecz jasna, dochodzą do tak krańcowych wniosków. Ludzie na szczęście wciąż jeszcze wolą ludzi od automatów — tak mniej więcej podsumowuje swoje wywody jeden z recenzentów, występujący w imieniu wszystkich, którzy nieufnie i z daleka obserwują rozwój sztuki komputerowej. A przedstawiciel grona zwolenników sztuki komputerowej odpowiada mu dowcipem: „Ja osobiście wolę automaty: świństw nie robią, rzadziej się mylą i są na ogół lepiej poinformowane. Cóż ma bowiem zepsuć tę romantyczną wizję? Paręnaście metrów kabla? A czymże jest tchnieniem wiatru budzona harfa Eola, jeśli nie kawałkiem sznurka?”

Jeżeli dzieło sztuki zainteresuje odbiorcę i robi na nim mocne wrażenie, to nie jest waż-

ne, czy autorem jest człowiek czy maszyna. Liczy się przecież wrażenie, tzn. efekt końcowy, a nie droga, która do tego celu prowadzi. Głównym zaś celem sztuki nie jest chyba satysfakcja, jakiej doznaje artysta w trakcie swej pracy twórczej lub po jej skończeniu. A zarzut, że ludzkiego ciepła brakuje sztuce komputerowej, wynika częściej z przyzwyczajenia do tradycji, aniżeli z trudności głębszego zrozumienia tej sztuki. Jakże typowe słyszy się czasem dialogi: „Podoba się to panu? — Owszem, niezłe. — A wie pan, autorem jest komputer. — No właśnie, od razu wyczułem, że coś tu jest nie tak, jak trzeba”.

Reakcje tego typu są dość powszechne, co potwierdzają ankiety socjologiczne. Pytano w nich odbiorców o opinie na temat zestawu dzieł wykonanych przez żywych artystów i przez komputer. Przy zachowaniu anonimowości tych dzieł oceny dla obu zestawów wypadły mniej więcej podobnie, ale kiedy podano ich autorów, równowaga została zachwiana na niekorzyść maszyn. Nie ma się chyba czemu dziwić — ludzie w swych opiniach kierują się swoistym patriotyzmem gatunku.

Jeden z takich sondaży opisuje radziecki autor Rudolf Chafizowicz Zaripow w pracy *Cybernetyka i muzyka*, wydanej w Moskwie w 1971 roku. Zaripow przebadął 150 studentów politechniki i 70 studentów konserwatorium. Przedstawił im 20 melodii: 4 popularne przeboje, 8 utworów napisanych przez kompozytorów i 8 stworzonych przez komputer URAŁ 2. Członkowie obu zespołów mieli postawić każdej melodii stopień, jak w szkole, uprzedzono ich jednak, że wśród melodii są również kompozycje maszyny. W punktacji studentów politechniki po obliczeniu średniej i pominięciu w ostatecznej tabeli przebojów, na dwóch pierwszych miejscach znalazły się melodie komputerowe,

a potem dwie skomponowane przez muzyków. Następnie dwie maszynowe i dwie stworzone przez ludzi — i znów na przemian.

Wyniki punktacji studentów konserwatorium niewiele się od tamtych różniły. Dwa pierwsze miejsca przyznano melodiom skomponowanym przez ludzi, ale już kolejne cztery — utworom komputerowym. Owe minimalne wahania opinii wskazują dość istotną rolę, jaką w odbiorze sztuki komputerowej odgrywa przygotowanie, wykształcenie, wpływ środowiska mniej lub bardziej przywiązanego do tradycji. O ile zdamy sobie sprawę z tych uwarunkowań, przyjmemy być może to, co w pierwszej chwili mamy ochotę odrzucić, aby nie sprzeciwić się zakorzenionym tradycjom. Nie jest rzeczą wykluczoną, że sztuka komputerowa może nam przełamanie nawyków ułatwić. Wybitny kompozytor współczesny, Karlheinz Stockhausen, twierdzi, że „muzyka to jeden z podstawowych czynników przemiany dzisiejszego człowieka. A nowe środki, takie jak elektronika, służą do odkrywania pokładów naszej nieświadomości, co sprawi, że staniemy się istotami wyższego rzędu”.

DROGA PRZEZ **3** ELEKTRONIKĘ

Muzyka była pierwszą dziedziną sztuki, do której wkroczyły komputery i w której, przynajmniej na razie, odnoszą największe sukcesy. Wpływ techniki na muzykę jest zresztą oczywisty: dla każdego laika uchwytne jest dystans między wierzbową fujarką a organami elektrycznymi. Kompozytorzy i wykonawcy z zaufaniem i nadzieją spoglądali zawsze w kierunku techniki, chętnie przystając na proponowane przez nią eksperymenty. Ponadto dokonywała ona pewnych nieodwracalnych przeobrażeń i powrót do uboższej techniki ograniczał sztukę. Naturalnie i w tej regule są wyjątki, ale przecież nie sposób oddać pełnego brzmienia utworu Chopina zastępując fortepian klawesynem.

Wydaje się przy tym, że ze wszystkich rodzajów sztuki muzyka jest tym, który łatwiej przemawia do umysłów zaprzątniętych sprawami nauki i techniki. Wybitni matematycy twierdzą, że odbierając muzykę czują się podobnie jak wówczas, gdy intensywnie pracują nad rozwiązaniem jakiegoś problemu. Wśród naukowców spotykamy wielu melomanów próbujących nawet własnych sił w tej dziedzinie. Na swoich ulubionym instrumencie — skrzypcach — chętnie grywał Einstein. Niemiecki fi-

zyk Hermann von Helmholtz, twórca opisu zasady zachowania energii, określił ową intuicyjną bliskość nauk ścisłych i muzyki następująco: „Matematyka i muzyka! Najbardziej rażące z możliwych przeciwieństw ludzkiej myśli! A jednak powiązane, odbijające się w sobie wzajemnie!”

Panująca między muzyką i techniką harmonia została zakłócona wskutek potężnego skoku techniki w ostatnich dziesiątkach lat. Należałoby przypuszczać, że muzyka nigdy już nie nawiąże kontaktu z najnowszymi osiągnięciami techniki, bo i cóż mogłaby mieć wspólnego z lotami kosmicznymi, laserem czy komputerem? Puszczając wodze fantazji rozważano co prawda możliwości związania tych wynalazków z muzyką, były to jednak wizje dość nieśmiałe, ograniczające się do rozwiązań prozaicznych i traktowane jako niezbyt poważne ciekawostki. Jeśli chodzi o komputery, to projektowano tylko powierzenie im prac, do których przywykły: różnych obliczeń, zbierania i przechowywania informacji mniej lub bardziej z muzyką związanych, ale dla istoty tej sztuki raczej marginalnych. Na bliżej nie określoną przyszłość odkładano zlecenie bardziej twórczych zadań, niezupełnie wierząc w ich spełnienie. Uwzględniano je mimo wszystko; trochę pod naciskiem futurologów, a trochę z czystej przezorności, pod wrażeniem pozycji, jaką zdobyły sobie maszyny cyfrowe w przemyśle i ekonomii. Tam właśnie terminowały one w charakterze księgowych sporządzając bilanse kwartalne, listy płac, gromadząc dane o zużyciu materiałów i sytuacji na rynku. Z czasem, wspomagane zestawami automatów, przejęły kontrolę nad produkcją. Skupiając w swoich blokach pamięciowych wszystkie dotyczące jej dane, łącznie ze sprawami personalnymi — teraz miały już prawo wkroczyć do gabinetu dyrektora. Z buchaltera i nadzorcy

produkcji awansowały na współzarządcę fabryk i wielkich systemów gospodarczych.

Mogłoby się zdarzyć, że komputery angażując się w problemy sztuki powtórzą ten sam manewr. Początek nawet został już zrobiony. Zaprzęgnięto je do zbierania danych o historii muzyki, o kompozytorach, terminach imprez itp. Biblioteki przy uczelniach muzycznych, idąc śladem innych szkół wyższych, powierzały maszynom pieczę nad swoimi księgozbiorami, zmuszone do tego zalewem bieżących informacji, lawiną nowych książek i artykułów. Komputery wzięły na siebie rolę rejestratorów i klasyfikatorów; na żądanie znajdowały potrzebne materiały tematyczne szeregując je według hierarchii ważności, uwzględniając objętość tekstów czy datę publikacji. Podobne funkcje zaczęły spełniać w taśmotekach i archiwach radiowych. Okazały się też wielce przydatne w obliczaniu danych technicznych dla instrumentów, sal koncertowych i aparatury elektroakustycznej. Przykład: znakomity system głośników BOSE 901, którego model powstał przez symulowanie w komputerze idealnej czaszy głośnikowej. Autor pomysłu, amerykański profesor elektroakustyki, Harald Bose, ustalił także przy pomocy maszyny optymalną proporcję między dźwiękiem odbitym i bezpośrednio trafiającym do słuchacza. Wyniki wykorzystał do takiego rozstawienia głośników w kolumnie, by audytorium miało wrażenie, że przebywa w sali koncertowej.

Powodzenie zdecydowało o awansie maszyn o szczebel wyżej. Użyto ich przy analizowaniu utworów muzycznych, do statystycznych obliczeń ilości taktów w utworach tego samego rodzaju, do oceny najczęściej spotykanych cech dźwięku: czasu jego trwania, okresu narastania i zanikania, wysokości, natężenia czy barwy. Dzięki tym badaniom pogłębiono dotychczasową

wiedzę o „fizyce” muzyki, a także uzyskano przesłanki dla precyzyjnych analiz muzykologicznych. Statystyka ułatwia wychwytywanie typowych, powtarzających się zależności. Zestawienia robione przez komputer pozwalały zatem ustalać cechy charakterystyczne dzieł danego kompozytora bądź też kompozytorów należących do jednej szkoły lub okresu historycznego. Na podstawie obliczeń i porównań można było określić wykonawców grających tę samą melodię. Ustalanie zbiorów cech stało się podstawą do identyfikacji anonimowych kompozycji dawnych mistrzów — albo oceny doskonałości naśladowców. W Polsce zastosowano maszynę Odra 1204 do analizowania mazurków Chopina.

Badania te posuwały się szybko naprzód, bo wielu było zainteresowanych. Największe nadzieje budziły wyniki tych badań w wojsku, gdzie starano się opracować analizator zdolny ustalać tożsamość dowódców wydających rozkazy drogą radiową. Polowy komputer błyskawicznie porównuje podstawowe właściwości wypowiedzanego tekstu z zapamiętanymi wzorcami właściwości głosu danej osoby i w razie zbyt dużych odchyień przerywa odbiór. Radiostacje są wówczas zabezpieczone przed dywersją — włączają się tylko na dźwięk głosu właściwej osoby. Weryfikacja głosów ważna była również dla banków dokonujących wypłat na telefoniczne zlecenie, używających sejfów otwieranych na wypowiedzane hasło i akustycznych systemów alarmowych. Wśród licznych obowiązków, jakich może się podjąć reagujący na sygnały dźwiękowe komputer, są tak piękne i humanitarne, jak np. opieka nad osobami niezdolnymi do poruszania się; posłuszny ustnej dyspozycji automat gasi światło, wykręca numer telefoniczny, reguluje telewizor lub radio.

Problem analizy dźwięku jest fragmentem

znacznie szerszego zagadnienia: poszukiwania najłatwiejszego sposobu porozumienia między człowiekiem a maszyną. Pracuje się nad nim w wielu krajach, osiągając interesujące rezultaty: angielsko-amerykański koncern Emi-Treshold w 1974 roku wprowadził na rynek pierwszy na świecie model komputera wykonującego polecenia przekazywane za pośrednictwem głosu.

Na politechnice drezdeńskiej ukończono niedawno konstrukcję komputera SYNI, który jest wyposażony w blok elektroniczny, nazwany generatorem strun głosowych, dzięki czemu SYNI mówi płynnie po niemiecku, a nawet śpiewa. Nie zaspokoiło to ambicji twórców maszyny, którzy z kolei postanowili urozmaicić intonację i wprowadzić dialekty.

W warszawskim Instytucie Maszyn Matematycznych opracowuje się syntezator mowy, układający słowa z fonemów (elementarnych dźwięków). W syntezatorze wykorzystane zostaną: minikomputer MERA-302, pamięć dyskowa, wzmacniacz akustyczny i układy pośredniczące.

*

*

*

Na tym jednak kończą się podobieństwa między losami komputerów w muzyce i technice. Okazało się bowiem, że lepiej zejść z utartego, lecz prowadzącego przez biblioteczne i muzykologiczne peryferie szlaku, skoro istnieje prostsza droga. Wiedzie ona przez elektryczną i elektroniczną aparaturę muzyczną, nad której wykorzystaniem myśleli awangardowi kompozytorzy od początku naszego wieku. To właśnie oni otworzyli komputerom główną bramę fortecy, jaką stanowił do niedawna świat dźwięków; trudno się zatem dziwić, że zaprzestano szturmować boczne umocnienia.

Twórcy muzyki nigdy nie rezygnowali z żadnego ze środków mogących wzbogacić ich sztukę, łowili nowe dźwięki i szukali odmiennych sposobów wykonania, sprawniejszych metod kompozycji i zapisu. Jakże by więc mogli prze-gapić szansę, jaką dawał im gwałtowny rozwój techniki? Szczególną uwagę zwrócili na te wy-nalazki, które wynikały z rozlicznych zastoso-wań energii elektrycznej. Telegraf, telefon i ra-dio przełamały niepokonaną — zdawałoby się — dotychczas barierę odległości, zamykającą dźwięk w promieniu kilkunastu metrów. Gra-mofon i magnetofon ziściły marzenie pokoleń o zapisie idealnym, który przenosiłby niemożli-we do sformalizowania niuanse kompozycji i fi-nezyjne detale interpretacji. Przestało odtąd obowiązywać aktualne przez tysiąc trzysta lat powiedzenie świętego Izydora z Sewilli: „Dźwięki giną, bo nie mogą być zapisane”. Kolekcjono-wanie dźwięków na celuloidowej płycie lub magnetycznej taśmie umożliwiło natychmiasto-we odtworzenie ich dowolnego fragmentu, do-konywanie zmian, wzmacnianie, łączenie i prze-suwanie w czasie. I, co równie ważne, dało to nareszcie okazję do pozbycia się kłopotliwego pośrednictwa wykonawcy dialogu kompozytor— —słuchacz. Twórca w zaciszu własnej pracowni mógł doprowadzić nagranie dzieła do końca, do postaci dokładnie takiej, w jakiej powinno zo-stać odebrane. Jednocześnie ogromnie wzrosło zapotrzebowanie na muzykę. Wytwórnice płyto-we, radio i telewizja zalały świat muzyką, wzbu-dziły głód wciąż nowych przeżyć w tej dziedzi-nie, dźwięk stał się wszechobecny.

Elektroniczny sprzęt muzyczny pojawił się we właściwym momencie. Kompozytorom prze-stały wystarczać dawne kanony — zaczęli wpro-wadzać do utworów dysonanse, atonalności, formy nieokreślone, rytmy asymetryczne. Włą-czyli do swych dzieł skrzypienie drzwi i stukot



Rys. 2. „Rzemieślnik rytmu, częstotliwości i napięcia” — Edgar Varese

maszyny do pisania. W obowiązującej skali dźwiękowej — oktawie rozdzielonej na dwanaście półtonów — muzyka awangardowa nie znajdowała możliwości utrwalenia się. Kompozytorzy zastosowali wówczas własne notacje, najczęściej w formie diagramów opatrzonych komentarzami. Zmieniać się też zaczęła technika wykonania, której pozwolono na znacznie większą swobodę (na wdzieranie się np. do wnętrza fortepianu). W tej rewii nowości nie można było dopuścić, by akustyczne możliwości urządzeń elektronicznych pozostały niezauważone.

Zrozumiał to Edgar Varese, Francuz przebywający od 1915 roku w Stanach Zjednoczonych. Muzyk z wykształcenia, absolwent paryskiego konserwatorium, inżynier z rodzinnej tradycji — niejako „dziedzicznie obciążony” ideą połączenia muzyki z techniką — jest autorem hasła, które wzbudziło tyleż uznania, co zacieklej sprzeciwów: „Sztuka musi dotrzymać kroku nauce”.

Varese dochowywał wierności tej zasadzie.

W Nowym Jorku urządził sobie odpowiednie studio i przystąpił do komponowania muzyki posługując się metodami stosowanymi dotychczas przez fizyków i matematyków. „Muzyka jest to dźwięk zorganizowany” — twierdził Varese, tytułując siebie samego „rzemieślnikiem rytmu, częstotliwości i natężenia”. Przez kilkadziesiąt lat nie mógł jednak osiągnąć rezultatów, które pretendowałyby do miana prawdziwej sztuki. Wreszcie w 1954 roku odniósł zwycięstwo: utwór *Deserts* zawdzięcza wiele fragmentów elektronicznie. Sukces zachęcił Varese’a do dalszych eksperymentów nad konstrukcją elektronicznych zestawów, wydających sygnały, których nie udałoby się w żaden inny sposób powołać do życia. „Potrzebny nam jest — twierdził — instrument zdolny do tworzenia ciągłego dźwięku w dowolnej tonacji. Żeby zaś zbudować taki instrument, konieczna jest współpraca kompozytora i elektryka”.

W latach dwudziestych i trzydziestych powstało kilka studiów, ściślej laboratoriów do badania właściwości dźwięku i możliwości elektroniki w tej dziedzinie. Działały one bardzo aktywnie, konstruując nowe narzędzia dla nowej muzyki (Fale Martenota w 1928 roku czy organy elektroniczne w roku 1929) i znacznie przyczyniając się do jej propagowania. Pomimo przerwy spowodowanej przez II wojnę światową, pod koniec lat czterdziestych muzyka konkretna posługująca się prostymi urządzeniami do zapisu i przekształcania dźwięku miała już mocną pozycję. Ośrodki wiodące prym w tej dziedzinie mieściły się w Nowym Jorku, Paryżu i Kolonii. W roku 1954 wyposażono w pełni pierwsze elektroniczne studio muzyczne przy Uniwersytecie Columbia; założycielami byli Otto Luening i Vladimir Ussachevsky, pracujący przedtem nad nagraniami magnetofonowymi (tzw. *music for tape*).

Coraz liczniejsze grono kompozytorów przełamywało opory wewnętrzne traktując dźwięki dostarczane przez elektronikę jako równorzędne tworzywo muzyczne. I chociaż wydaje się to pewnym paradoksem, był to okres, gdy wielu kompozytorów postanowiło skupić uwagę słuchaczy na odgłosach naturalnych, docierających z otoczenia. Jeden z przedstawicieli amerykańskiej awangardy John Cage, streścił ten kierunek w zdaniu: „Cokolwiek słyszymy jest muzyką”, i aby swoje racje uzasadnić, zaprezentował utwór nazwany 4'33". W ciągu — dokładnie — 4 minut i 33 sekund pianista siedział przy fortepianie bez ruchu pozostawiając słuchaczy sam na sam ze wzmacnianymi przez akustykę sali szmerami i trzaskami, które publiczność powodowała. Muzyce ogarniającej teraz cały świat dźwięków (a więc niemal ideałowi sztuki utożsamionej z życiem) elektronika bardzo się przydała w detektywistycznym tropieniu naturalnych dźwięków. Wychwyciła nawet to, co było za wysokie lub za niskie dla ludzkiego ucha. Mikrofony kontaktowe rejestrowały hałas zamykanej powieki, potężne radioteleskopy łowiły szumy gwiazdne — temat do kompozycji takich, jak np. *Atlas Eclipticalis with Winter Music* Cage'a z roku 1964. Uniezależnienie się od natury pozwoliło na uzyskiwanie dźwięków nie znanych dotąd w przyrodzie, jak choćby czysty ton sinusowy.

W niespełna wiek po odkryciu przez Edisona fonografu muzyka elektroniczna, traktowana w latach dwudziestych jako zabawna ciekawostka, zyskała sobie pełne prawa obywatelskie. Niemal każdy z twórców młodego pokolenia jest autorem kompozycji elektronicznych lub takich, które godzą urządzenia elektroniczne z instrumentami kowencjonalnymi. Pracownie dźwięku elektronicznego znajdują się już prawie we wszystkich konserwatoriach, a w wielu zachod-

nich średnich szkołach muzycznych muzyka elektroniczna stanowi odrębny przedmiot nauczania.

Drugą — po magnetofonowej — rewolucję w muzyce wywołało zbudowanie przenośnych zestawów do syntezy dźwięku, nadających się do bezpośredniej współpracy z komputerami. Zestawy te, zwane popularnie syntezatorami, przypominały skrzyżowanie centrali telefonicznej z fortepianem. Malowane zazwyczaj na czarno, kształtem i wielkością podobne do kompletu szaf ubraniowych z przednią ścianą przeznaczoną na pulpit sterowniczy, z dziesiątkami pokręteł, lampek, przełączników i gniazdek wtykowych, syntezatory miały też niewielką tradycyjną klawiaturę, na której grało się jak na zwykłym instrumencie. Z tym tylko, że uderzenie w klawisz nie powodowało wibracji powietrza w rurach czy drgań pobudzonej struny, lecz przepływ prądu w obwodach elektrycznych wybranych przez odpowiednie manipulacje na pulpicie sterującym. Pobudzenie tych obwodów wytwarzało strumień dźwięków zgodnych z intencją operatora, a nie pochodzących z instrumentów, przetworzenia taśmy lub dźwięków fizycznych.

Syntezator może naśladować brzmienia tradycyjnych instrumentów muzycznych, powtarzać głosy ludzkie, wszystkie dźwięki dobiegające z otoczenia. Potrafi także tworzyć efekty akustyczne, które nigdy przedtem na świecie nie istniały.

Idea jest niby prosta, ale jej techniczna realizacja dużo trudniejsza. Pierwszy syntezator, wykonany za ćwierć miliona dolarów na zlecenie Radio Corporation of America, rozpoczął pracę na Uniwersytecie Columbia w 1958 roku. Było to jednak urządzenie dość pokaźnych rozmiarów, jakby całe studio wciśnięte w obręb jednej maszyny. Konstruktorem, któremu uda-

ło się zrobić model syntezatora w miarę wszechstronnego, a zarazem niezbyt trudnego do wykonania i użytkowania, jest czterdziestoletni obecnie dr Robert A. Moog. Odwrotnie niż Varese — z wykształcenia inżynier, pasjonował się od dziecka muzyką. W latach studenckich próbował połączyć oba kierunki swoich zainteresowań, budując układy elektryczne wydające dźwięki — ilustrację muzyczną do filmów. Nieco później zetknął się z kompozytorami, którzy podejmowali identyczne prace, ale nie mając technologicznego przygotowania budowali urządzenia złożone i mało efektywne. Moog służył im swoją wiedzą techniczną, a w zamian dowiadywał się, czego muzyka najbardziej potrzebuje. Minisyntezatory o wymiarach mniej więcej metr na metr w kształcie gabinetowych sekretarzyków, powstające pod fachowym okiem Mooga odpowiadały w pełni wymaganiom twórców i natychmiast znajdowały nabywców.

„W roku 1960 skończyło się stypendium (stypendium otrzymywał Moog z Uniwersytetu Cornwell), żona oczekiwała dziecka i musiałem się zastanowić, jak zdobyć trochę pieniędzy [...] Pracując w trzypokojowym pomieszczeniu sprzedaliśmy w ciągu roku sprzęt na sumę 50 tysięcy dolarów” — zwierzył się dr Moog dziennikarzowi Jasonowi Wallace. Powodzenie finansowe pierwszych egzemplarzy syntezatorów skłoniło Mooga do założenia warsztatu, warsztat wkrótce przekształcił się w dużą fabrykę. Obecnie firma Moog Music Company z siedzibą w Trumansburgu produkuje kilka tysięcy zestawów rocznie, a trzy czwarte działających na świecie urządzeń pochodzi z zakładów Mooga w Williamsville koło Nowego Jorku, choć i inne przedsiębiorstwa (np. ARP i SYNTHI) także wytwarzają syntezatory. Nazwisko konstruktora tak nierozzerwalnie wiąże się z syntezatorami, że nawet te produkowane gdzie indziej określa-

ne są jako „moogi” (przy tym zapomina się często o flamandzkim rodowodzie dr Mooga i na ogół wymawia się tę nazwę z amerykańską: „mugi”).

Syntezyator Mooga, podobnie jak studio muzyki elektronicznej, składa się z urządzeń do wytwarzania sygnału elektrycznego i takich, które ten sygnał modyfikują. Zmodyfikowane sygnały elektryczne sterują instrumentami elektronicznymi powodując wytwarzanie się dźwięków. Moog zawiera pewną ilość odrębnych bloków, są to: różne generatory przebiegów prostokątnych i piłokształtnych, zasilacze, oscylatory, filtry, modulatory kołowe i przesuwniki fazy. Sterowanie blokami instrumentów odbywa się tu na skutek zmian napięcia, które uzyskujemy z układów elektronicznych lub ręcznie za pośrednictwem pulpitu operatorskiego. Wszystkie bloki syntezatora są projektowane w ten sposób, by można je było stosować w różnych celach tworząc rozmaite konfiguracje. Dają się one w dowolny sposób łączyć z innymi urządzeniami studia muzycznego, ale mogą się bez nich obejść. Żeby uzyskać pełny zestaw do eksperymentów, wystarczy dodać do mooga wzmacniacz, mikser, głośnik i dwa lub trzy magnetofony.

Zakłady Mooga produkują syntezatory o różnych wymiarach i możliwościach. Najmniejsze, ważące niewiele ponad 10 kilogramów, kosztują 1200 dolarów. Najbardziej złożone osiągają ceny 10 tysięcy dolarów. Przy fabryce znajduje się znakomicie wyposażone studio wzorcowe, otwarte dla klientów, którzy chcą zapoznać się z walorami nowego sprzętu i mogą na miejscu przeprowadzać własne próby syntezy.

A oto jak wspomniany już Jason Wallace relacjonuje swoją wizytę w fabryce syntezatorów: „Oprawdając gości po swoich zakładach w Williamsville, Moog z wielką dumą pokazuje,

jak pracownicy montują przewody, przełączniki i inne elementy w zespoły, które następnie staną się syntezatorami.

Z hal montażowych przeprowadza on następnie zwiedzających od niewielkiego studio, zatłoczonego przedmiotami wyglądającymi jak resztki sprzętu z pomieszczenia kontroli lotów w Ośrodku Kosmicznym w Houston. Dookoła poustawiane są konsole z tablicami pełnymi połyskujących guziczków. Przy każdej z nich znajduje się klawiatura fortepianowa o rozmiarze nie przekraczającym połowy zwykłej klawiatury.

Moog zasiada do jednej z klawiatur, przekręca wyłącznik, pokręca gałkami i zaczyna grać. Na początku są to dźwięki przypominające tony małych organów elektronowych. Później przekształcają się one w konglomerat właściwych erze kosmicznej pisków i gwizdów, które w spadających jak lawina glissandach pozostawiają słuchaczy na ziemi niczyjej, między agonią a ekstazą.

Moog wstaje od klawiatury, podchodzi do gramofonu, wybiera płytę i nastawia ją. Jest to *Księżycowa serenada* Glenna Millera i gotowi bylibyśmy przysiąc, że to nagranie oryginalne, dopóki nam Moog nie powie, że słuchamy czystej syntezy.

Następnie nastawia inne płyty i po kilku minutach przekonuje nawet największego sceptyka, że możliwości produkowania dźwięków przez syntezator są praktycznie nieograniczone".

Jednym ze sceptyków okazał się pionier muzyki elektronicznej, Vladimir Ussachevsky: słuchając nagrania przygotowanego w Trumansburgu wciąż nie wierzył, że wszystkie odtwarzane dźwięki pochodzą z syntezatora. Zapewnienia dra Mooga wcale go nie przekonywały i wreszcie, aby je podważyć, zadał podchwytli-

we pytanie: „Jakiego rodzaju tłumika używa trębacz, który teraz gra?” „Tego trębacza nazywamy tu *envelope generator*” — wyjaśnił z lekką urażony Moog.

Nagrania dokonane z udziałem moogów udały się nadspodziewanie. Pierwszy longplay z utworami Jana Sebastiana Bacha (m.in. *II Koncert Brandenburski*) nagrano w wytwórni Columbia w 1968 roku. Autor, aranżer (choć może poprawniej byłoby go nazwać operatorem mooga czy syntezyzstą), Walter Carlos, ochrzcił swoje dzieło *Switched-On Bach*. Tytuł trafia w sedno: — „włączone — albo raczej — przełączone na Bacha” dobrze określa czynności programowania syntezyzatora, który ma wykonać Bacha. Płyta, zaskakująca świeżością brzmienia i perfekcją wykonania, pobiła rekord sprzedaży — natychmiast pojawiły się naśladownictwa. Można by pomyśleć, że to triumf Bacha, że to jego geniusz przewycięża najwymyślniejszą adaptację. Ale nie — po baroku przyszła kolej na muzykę klasyczną i romantyczną. Rynek wchłaniał równie szybko następne „syntetyczne” płyty. Jedna z nich — nazwana z lekką megalomanią *The Moog strikes Bach... to say nothing of Chopin, Mozart, Rachmaninoff, Paganini and Prokofieff* (Moog odkrywa Bacha... nie mówiąc już o Chopinie, Mozarcie, Rachmaninowie, Paganinim i Prokofiewie) — pozwala na stwierdzenie, że moogi „nie kłócą się” z duchem polskiej muzyki. Oto wyjątki z recenzji zamieszczonej w czasopiśmie „Ruch Muzyczny”: „Na pierwszy ogień idzie Chopin *Etiuda op. 10 nr. 5* (na czarnych klawiszach) i... robi dobre wrażenie. Czyste, bogate brzmienie, niewiarygodnie precyzyjne, miękkie *staccato* — to zasługa instrumentu nie syntezyzsty! — doskonałe tempo”.

Łatwość sukcesu na nowym polu spowodowała wezbranie fali nagrań. Austriacki inżynier

elektroakustyk Hans Wurman, realizator *The Moog strikes Bach*, wzbudził zachwyty melomanów dalszymi opracowaniami, za rewelacyjne zwłaszcza uznano *Eine Kleine Nachtmusik* i *Marsz turecki* Mozarta. Syntezowano już nie tylko muzykę poważną, ale i lekką, czego dowodem są płyty *Moog España* i *Moog Power* (RCA), *Switched-On Moog* (Athena), *Age of Electronicus* i *Moog-Electric Eclectis* (Command). Nie pominięto również muzyki młodzieżowej — np. *Switched-On Rock* (Columbia), przy czym znów wyróżnił się tu Wurman syntezą znanej melodii *Jumpin' Jack Flesh* napisanej przez Micka Jaggera z Rolling Stonesów.

W większości późniejszych nagrań względy handlowe przesłoniły walory nowego instrumentu, który sprowadzony w nich został do roli atrakcyjnego ozdobnika. Niskiej wartości artystycznej sekundowały zwykle futurologiczne pretensjonalne tytuły utworów, jak choćby *Dzwony z Jupitera* czy *Zakochany Komputer* Kingleya i Perry'ego lub *Nierozwiązany problem sublimacji* Powella. Reakcja publiczności była łatwa do przewidzenia, los płyty przywodził na myśl karierę wybitnych sportowców: po wspaniałym debiucie — entuzjazm tłumów, rychło ustępujący miejsca znudzeniu i złośliwej satysfakcji po udanych próbach pokonania mistrza przez rywali. Moogów żadne urządzenie jeszcze nie pokonało, ale ci, którzy chcieli na nich zbyt szybko zrobić majątek, wyrządzili krzywdę bogu ducha winnej maszynie. Stąd pierwsze objawy rozczarowania. Pewien recenzent z „New York Timesa” domagał się ironicznie, aby moog, skoro nagrywa wszystko, nagrał również płytę: *Abbot and Costello Meet Moog* (Abbot i Costello — popularna para bohaterów komiksu, chudzielec i grubas — spotykają mooga) lub *I Was an Underground Moog for FBI* (Byłem tajnym moogiem w służbie FBI).

Cokolwiek się o nich powie, moogi przyjęły się na stałe i mają swój udział w sukcesach najsłynniejszych zespołów młodzieżowych, takich jak *Pink Floyd* i *Alice Cooper*. Często, słuchając skrzypiec, gitar, organów elektrycznych nie podejrzewamy nawet w utworze udziału imitującego je mooga — że to właśnie moog jest autorem fascynujących wibracji, które znakomicie wplecione w melodię sprawiają, że piosenka *Natbush City Limits* w wykonaniu Tiny Turner należy do najsłynniejszych przebojów lat siedemdziesiątych. „Jeszcze nigdy nie słyszeliście czegoś podobnego, ten gwizd przebija na wylot, przykuwa do krzesła, a jednocześnie daje ogromną siłę” — tak zapowiadał *Natbush* prezenter Radia Luksemburg.

W Polsce pionierem gry na minimoogu jest Czesław Niemen, używa tego instrumentu od 1972 roku. Gdy muzycy z zespołu towarzyszącego Niemenowi usamodzielnili się i zaczęli występować pod nazwą SBB (skrót od Szukaj, Burz i Buduj), nie mogli już się obejść bez własnego syntezatora. I kto wie, czy nie dzięki docenianiu walorów mooga SBB wysunęło się błyskawicznie na czoło naszej awangardy muzycznej. Ale chociaż nagrania moogów pojawiają się w Polskim Radio, wiedza o syntezatorach nie wykracza na ogół poza kawiarniane ogólniki. Krytyk muzyczny Mirosław Kondracki, dowiedział się — jak sam pisze — podczas jednej audycji, że „Muk (sic!) to myśląca maszyna, która gra, kiedy włoży się w nią program”, a z drugiej audycji, że „dze muk« to mózg zaprogramowany”, i zagroził, że po trzeciej audycji na podobnym poziomie „pojawi się w redakcji z wiatrówką”.

4 MOZART NA UKŁADACH SCALONYCH

Opisywane dotychczas komputery wykonywały prace pomocnicze, jak gdyby na tyłach muzyki — pora omówić ich akcję na pierwszej linii frontu, czyli udział w bezpośrednim tworzeniu muzyki. Dadzą się tu wyodrębnić trzy główne kierunki natarcia. A więc w kolejności, zaczynając od najmniej złożonej operacji: sterowanie elektronicznym sprzętem muzycznym, synteza dźwięków oraz komponowanie utworów muzycznych. Podział taki jest oczywiście umowny, granice między poszczególnymi kierunkami trudne czasem do wytyczenia. Przyjmijmy je tylko dla porządku.

*

* *

Sterowanie przy użyciu komputera, zagadnienie ogromnej wagi, jest przedmiotem rozważań licznej kadry fachowców i ma już bogatą literaturę. Nie muzyka, rzecz jasna, znajduje się w centrum zainteresowania — chodzi przede wszystkim o komputery sterujące złożonymi procesami przemysłowymi. W fabryce dziesiątki obrabiarek połączonych w jeden system pracują pod czujnym okiem maszyny cyfrowej. Sprawdza ona, czy produkty wykonane są we-

dług norm, kieruje półfabrykaty na kolejne stanowiska robocze, sprawdza temperaturę, ciśnienie i spełnienie innych wymagań technologicznych. Działając zgodnie z zapisanym w pamięci programem, w odpowiedniej chwili nastawia pracujące automaty na określone, optymalne w danej sytuacji działanie. Ponadto rejestruje wszystkie dane dotyczące produkcji, a w przypadku awarii podejmuje decyzje o niezbędnych modyfikacjach procesu lub przerywa funkcjonowanie systemu sygnalizując alarm.

Tę samą niemal rolę będzie spełniał komputer, gdy obrabiarki zastąpimy przez instrumenty muzyczne, które mogą być sterowane w sposób elektroniczny (np. instrumenty ze studia muzyki elektronicznej). Bez pomocy komputera praca w takim studio jest nad wyraz uciążliwa i długotrwała. Trzeba ustawić pożądane parametry na każdym z urządzeń, sprawdzać jakość dźwięku, nagrywać go na taśmę, splatać z sobą nagrane osobno efekty — te czynności, wykonywane jedna po drugiej są ogromnie absorbujące. Na dowód tego przytoczmy fakt, że opracowanie napisanego z okazji XX Igrzysk Olimpijskich utworu Pendereckiego *Ekecherija* trwało w Studio Eksperymentalnym Polskiego Radia kilkaset godzin. Dodatkowe trudności powstają wówczas, kiedy dokonujemy zmian. Trudno wtedy trafić na poprzedni układ, bo trzeba zapamiętać położenie wszystkich pokręteł, przełączników i przyrządów pomiarowych.

Komputer ustawia je wszystkie naraz, wielokrotnie szybciej niż ludzka ręka. Pozwala nie tylko tworzyć dźwięki na bieżąco i jednocześnie je z sobą mieszać, pamięta także sposób ich wytworzenia, czyli każde z kolejnych nastawień na pulpicie sterowniczym. Nie musimy też operować poszczególnymi urządzeniami, wystarczy przekazać właściwy program maszynie cyfrowej. Mając do dyspozycji bibliotekę takich pro-

gramów możemy modyfikować wcześniej nagrane utwory i zaznajamiać się z techniką innych kompozytorów. Twórcy muzyki mogą dowolnie kształtować nagrany na taśmie materiał, mogą kolekcjonować dźwięki jak znaczki pocztowe.

Dzięki komputerowi niepomniernie wzrosła efektywność elektronicznego studia i zmienił się sposób jego wykorzystywania. Jeśli usłyszymy dźwięk niezgodny z zamierzonym — możemy natychmiast, podobnie jak dyrygent w orkiestrze, zatrzymać z pomocą komputera instrumenty i zmienić program szukając właściwego brzmienia. Co prawda, minikomputer kosztuje obecnie prawie tyle, co wszystkie pozostałe urządzenia studia elektronicznego, ale rezultaty są nieporównywalne — za dwukrotnie wyższą cenę uzyskujemy kilkanaście lub kilkadziesiąt razy lepsze wyniki. Toteż studia sterowane komputerowo nie należą dziś do rzadkości. Najbardziej znane spośród nich to: studio eksperymentalne Bell Laboratories w New Jersey, kierowane przez Maxa Matthews'a i Dicka Moore'a, Columbia-Pincerton Electronic Music Center, studio Petera Zinovieffa w Londynie wykorzystujące bardzo nowoczesny system MUSYS, oparte na podobnym systemie Electronic Music Studio zaprojektowane przez Knuta Wiggena w Sztokholmie (dysponujące komputerem PDP-15/40 produkcji amerykańskiej z oprogramowaniem przeznaczonym właśnie do celów muzycznych), mające już sporą tradycję studio w Kolonii oraz studio elektroniczne G. M. Königa na uniwersytecie w Utrechcie.

*
* *
*

Drugim spośród głównych zastosowań komputerów w muzyce jest użycie ich do syntezy dźwięku. Zagadnienie to jest identyczne z tym, dla którego skonstruowano opisane poprzednio elektronicznie synteзаторы dźwięku. Wielu

zresztą muzyków uważa moogi za wszechstronne mózgi elektronowe i utożsamia je z maszynami cyfrowymi. Istotnie — elektroniczna struktura i poziom złożoności zbliża je do komputerów. Maszyny cyfrowe są, rzecz jasna, bardziej doskonałe, dysponują pamięcią, mogą przetwarzać i zbierać dane i podejmować na ich podstawie decyzje. Jednak na polu syntezy dźwięków moogi niewiele im ustępują.

Aby szerzej wyjaśnić zasady syntezy dźwięku, wypada przypomnieć parę znanych wszystkim pojęć fizycznych. Encyklopedyczna definicja dźwięku brzmi: „jest to zaburzenie falowe ośrodka materialnego, słyszalne dla ucha ludzkiego” itd. Dla naszych potrzeb to jedno zdanie wystarczy, by traktować dźwięk jako zmiany ciśnienia powietrza (no, bo kto słucha koncertów pod wodą?) dokonywane z częstotliwością od 20 do 16 000 drgań na sekundę (od 20 Hz do 16 kHz), wprawiające w drgania błonę bębenkową naszego ucha. Stałe ciśnienie jest odbierane jako cisza. Zachowanie się dźwięku w czasie możemy wyrazić funkcją uzależniającą ciśnienie od czasu — $p(t)$. Wszystkie dźwięki mają swoje funkcje ciśnienia i każdy dźwięk można wywołać powodując drgania powietrza zgodnie z odpowiadającą temu dźwiękowi funkcją $p(t)$. Jeśli zatem opracujemy źródło fali dźwiękowej, zdolne do wytworzenia dowolnej funkcji $p(t)$, to zbudujemy instrument zdolny odtworzyć każdy dźwięk.

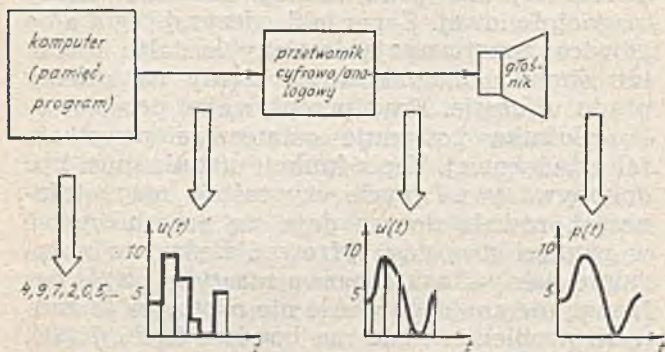
Głośnik jest źródłem dźwięku, które wywołuje zmiany ciśnienia w otaczającym go powietrzu na skutek mechanicznych drgań membrany. Drgania te zależą od przepływu prądu dostarczanego do tego głośnika. Jeśli więc chcemy uzyskać określony dźwięk — musimy tylko wytworzyć prąd o określonym przebiegu, czyli prąd odpowiednio zmieniający się w czasie, co należy do zadań typowo elektronicznych.

Zmiany te jednoznacznie określa funkcja zmian jego napięcia w czasie $u(t)$. Funkcja ta zresztą daje się zapisać w postaci czysto fizycznej, np. jako zmiany kształtu rowka płyty gramofonowej lub jako namagnesowanie taśmy magnetofonowej. Zapis taki odczytuje igła albo głowica, przetwarzając zmiany kształtu rowka lub stanu namagnesowania taśmy na zmiany prądu w czasie. Prąd przepływając przez cewkę głośnika powoduje ostatecznie powstanie fali dźwiękowej. Zapis funkcji $u(t)$ nie musi być dokonywany na płycie czy taśmie magnetofonowej, równie dobrze daje się przechowywać w pamięci maszyny cyfrowej. Będzie to naturalnie, jak wskazuje nazwa maszyny, zapis cyfrowy, nie analogowy. Ale nie następuje to żadnych problemów: nie ma bowiem funkcji $u(t)$, której nie udaje się próbować i kwantować, tj. badać, jaką cyfrową wartość przyjmuje funkcja $u(t)$ co pewien czas, np. co jedną sekundę. Przy odczycie tej funkcji trzeba jedynie dodać urządzenie zmieniające zapis cyfrowy na zapis analogowy, tzw. przetwornik cyfrowo-analogowy, i oto mamy już urządzenie zdolne do sterowania prądem doprowadzanym do głośnika, niczym się nie różniące od popularnych środków zapisu dźwięku.

Nie ulega jednak wątpliwości, że gdybyśmy się do tego ograniczyli, uzyskalibyśmy system o bardzo problematycznej przydatności. Trudno przypuszczać, by ktokolwiek zdecydował się na użycie komputera do zapisywania i odczytywania muzyki, gdy ma do dyspozycji magnetofon — narzędzie tysiącokrotnie tańsze i łatwiejsze w użyciu. Ale magnetofon, chociaż potrafi precyzyjnie odtworzyć umieszczone na taśmie nagranie, nie jest w mocy dodać do niego ani krzty własnej inwencji, nie potrafi tym bardziej stworzyć własnej magnetofonowej muzyki.

Komputer jest zdolny do generowania do-

wolnych ciągów liczbowych, które możemy interpretować jako cyfrowe zapisy funkcji $u(t)$, a więc po przejściu przetwornika a/c i głośnika jako dźwięki (rys. 3).



Rys. 3. Zasada uzyskiwania dźwięków przez komputerową generację ciągów liczbowych

Pracując zgodnie z zadanymi programami maszyna cyfrowa analizuje umieszczone w swojej pamięci zapisy cyfrowe utworów muzycznych, np. Chopina, przetwarza je wychwytyjąc charakterystyczne zależności i buduje własne ciągi liczb, które odpowiadają utworowi jakby chopinopodobnemu, ale różniącemu się od oryginału. Jest to własne dzieło maszyny utrzymane w stylu znanych jej kompozycji.

Powyższy schemat jest oczywiście maksymalnie uproszczony. W dokładniejszych rozważaniach należałoby wziąć pod uwagę błędy wynikające z aproksymacji, czyli przybliżeń funkcji, przetwarzania analogowo-cyfrowego, zniekształcenia wprowadzane przez głośnik i szereg innych elementów. Trzeba by także uwzględnić w rys. 3 dodatkowe bloki elektroniczne zwiększające czytelność prądu, który dostarczany jest do głośnika (wzmacniacze, filtry itp.). Są to zagadnienia niezmiernie istotne — wystarczy

wspomnieć, że dla zapewnienia dobrej jakości dźwięku należy podawać co najmniej 20 tysięcy cyfrowych wartości funkcji $u(t)$ na sekundę, czyli próbkować tę funkcję z częstotliwością 20 kHz. Pominiemy jednak te problemy, ponieważ chodzi nam o ideę komputerowej syntezy dźwięku, a nie o jej techniczną realizację. Trudności i bez tego jest sporo. Najważniejszą z nich stanowi ogromna ilość danych, koniecznych do zapisywania nawet krótkich utworów muzycznych. Zdarza się, że przekracza ona pojemności pamięci nawet dużych maszyn cyfrowych, a wymaga niezwykle szybkich i sprawnych programów. Aby stworzyć takie programy, trzeba opracować uniwersalny i skuteczny język zdolny do ujęcia skomplikowanych zestawów dźwięków. Prace nad syntezą hamuje też fakt, że zbyt mało jeszcze wiemy o zależnościach między funkcją ciśnienia $p(t)$ i samym dźwiękiem. Prowadzone od wielu lat eksperymenty dostarczają jednak coraz dokładniejszych danych, co pozwala przypuszczać, że trudności te niedługo będą usunięte.

Autorem najbardziej zaawansowanych badań jest amerykański naukowiec Max V. Matthews. Rozpoczął on swoje prace z początkiem lat sześćdziesiątych, wyniki opublikował w roku 1963 w listopadowym numerze czasopisma „Science” pod tytułem *The Digital Computer as a Musical Instrument*. Do syntezy dźwięku Matthews zaprojektował komputerowy system MUSIC, którego kolejnymi wersjami zajmował się przez następne lata. Tak właśnie powstał bardzo udany, użytkowany przez bez mała 5 lat system MUSIC IV wykorzystujący komputer IBM 1094. Nowinki techniki komputerowej, a zwłaszcza powstanie pod koniec ubiegłego dziesięciolecia maszyn cyfrowych trzeciej generacji, skłoniły Matthewsą do dalszych zmian. Opracował on w latach 1967-68 system MUSIC

V będący rozszerzoną adaptacją MUSIC IV dla potrzeb komputera trzeciej generacji General Electric 635. Teoretyczne podstawy komputerowej syntezy dźwięku i szczegółowy opis MUSIC V podał Matthews w prawie dwustronicowej książce *The Technology of Computer Music*, którą napisał razem ze swoimi współpracownikami J. Millerem, F. Moorem, J. Piercem i J. Risetem. W 1969 roku wydał ją Massachusetts Institute of Technology.

System MUSIC V zaprogramowany został w języku FORTRAN IV, który pozwala mu korzystać z każdej niemal maszyny cyfrowej. Program syntezy dźwięku układany samodzielnie przez komputer nazwano „orkiestrą”. Składa się on z różnych podprogramów, które z kolei Matthews określił mianem „instrumentów”. Każdy z podprogramów — „instrumentów” kieruje zestawem generatorów (mogą w nim być oscylatory, generatory szumów, generatory impulsów i przebiegów prostokątnych). Kompozytor przekazuje komputerowi nie tylko opis melodii, ale i skład zestawu dla każdego instrumentu (typy generatorów i sposób połączeń między nimi).

Synteza dźwięku obejmuje trzy etapy. W pierwszym maszyna odczytuje polecenia kompozytora podawane zwykle w postaci kart. Są to „karty nut” — żądania syntezy określonej nuty — zawierające numer instrumentu, moment rozpoczęcia syntezy nuty, czas jej trwania i inne dane. Dochodzą do tego karty instrukcyjne, zezwalające maszynie na samodzielne tworzenie kart nut, i karty sterujące wszystkimi pozostałymi operacjami komputera.

W drugim etapie maszyna porządkuje wszystkie karty nut zgodnie z kolejnością ich momentów początkowych i przygotowuje do odtwarzania dźwięku. Niektóre z zapisanych na kartach parametrów mogą być wówczas mody-

fikowane przez wewnętrzne programy maszyny, które korygują sąsiadujące z sobą dźwięki oraz ustalają zależności czasowe między instrumentami dostosowując je do przyzwyczajeń słuchaczy.

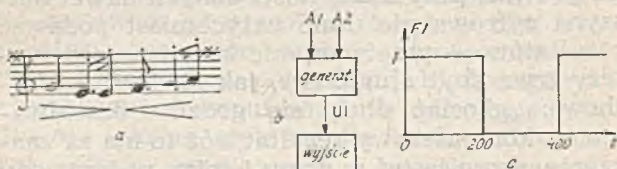
Etap trzeci obejmuje odczytywanie uporządkowanych w etapie drugim kart nutowych. Przed syntezą każdego dźwięku parametry jego przekazywane są do odpowiedniego instrumentu, który włączany jest na określony czas trwania. Prąd wychodzący z generatorów instrumentów przekazywany jest do głośników, a powstałe efekty akustyczne zapisywane na taśmie magnetofonowej.

Niemal wszystkie prace wykonawcze i znaczna część kompozytorskich zostały, jak widać, przyjęte w systemie MUSIC V przez komputer. Co prawda, przy dużej ilości danych nawet maszyna cyfrowa nie umie natychmiast podawać rezultatów — przetwarzanie kart i proces syntezy trwa zbyt długo. Ale, jak stwierdził Matthews: „choć dłuży się godzina oczekiwania na komputerowy rezultat, cóż to ma za znaczenie, skoro jesteś w domu i śpisz, podczas gdy maszyna opracowuje twój problem”.

Dla przybliżenia czytelnikom programowanej syntezy dźwięków przez komputer w systemie MUSIC V pokażę jeszcze na bardzo uproszczonym przykładzie zasadę przejścia od zapisu nutowego do programu w języku FORTRAN. Rysunek 4a przedstawia konwencjonalny zapis dźwięków przeznaczonych do zsyntetyzowania. Na rysunku 4b widzimy schemat blokowy instrumentu, który ma te dźwięki wytworzyć. Instrument ów składa się z dwuwejściowego generatora i urządzeń wyjściowych. Wejście A1 generatora ustala amplitudę funkcji $u(t)$, czyli U_1 , wejście A2 decyduje o częstotliwości tej funkcji. Kształt wytwarzanego przez generator

przebiegu określa funkcja F1 przedstawiona na rys. 4c.

Program odpowiadający tej sytuacji znajdziemy na rys. 4d. Instrukcja 1 sygnalizuje fakt wprowadzenia do gry na samym początku „w czasie zero” instrumentu o numerze 1. Instrukcja 2 precyzuje go, jako oscylator o wejściach A1 i A2, wyjściu U1 i przebiegu funkcji F1. END kończy ten blok programu, który określa instrumenty i pozwala na opis funkcji F1 w instrukcji 4. Instrukcje NUT od 5 do 10 wprowadzają kolejne nuty z rys. 4a. Pierwsza liczba po słowie NUT, precyzującym rodzaj instrukcji, podaje czas rozpoczęcia danej nuty liczony w sekundach od początku kompozycji. Druga liczba oznacza numer instrumentu, na którym nuta ma być grana (w naszym przy-



1. INS 01
2. GEN A1 A2 U1 F1
3. END
4. GEN 1 0 200 1400
5. NUT .50 1 00 200 10
6. NUT 2.00 1 30 300 8
7. NUT 2.40 1 10 700 6
8. NUT 4.00 1 30 600 9
9. NUT 5.00 1 30 400 10
10. NUT 5.30 1 10 200 11
11. KON 6.00

Rys. 4. Zamiana zapisu nutowego na program w języku FORTRAN stosowana przy syntezie dźwięku w systemie MUSIC V

padku jest tylko jeden instrument). Czas trwania nuty w sekundach podany jest na trzeciej pozycji. Następne liczby proporcjonalne do amplitudy i częstotliwości precyzują syntezerowane dźwięki. Instrukcja 11 kończy syntezę — wyłącza generator po 6 sekundach.

Użycie komputerów do syntezy dźwięków ogromnie przyczyniło się do rozszerzenia możliwości kompozytorów. Mogą oni wywoływać efekty brzmieniowe, jakich nie sposób wydobyc z instrumentów tradycyjnych. Nie istnieją np. skrzypce o strunach, których energia drgań od chwili pobudzenia nie maleje, a rośnie aż do pęknięcia struny na końcu każdego tonu. Taki dźwięk udaje się natomiast zaprogramować na komputerze. Jednak komputerowa synteza wymaga wielu jeszcze eksperymentów w zakresie psychoakustyki, elektroniki, muzykologii i informatyki. W badaniach tych współpracują z kompozytorami matematycy i specjaliści od maszyn cyfrowych. Rezultatem ich prac są nowe, coraz sprawniejsze metody syntezy. Lejaren A. Hiller, obecnie profesor kompozycji Wydziału Muzyki Uniwersytetu w Buffalo, współdziała np. z Pierrem Ruizem, matematykiem z Bell Telephone Laboratories, tworząc systemy zwiększające możliwości komputera dzięki odpowiednim operacjom matematycznym. Informacje na ten temat znaleźć można między innymi w artykule Hillera i Ruiza *Synthesing Musical Sounds by Solving the Wave Equation for Vibrating Objects*, opublikowanym w numerach 6 i 7 pisma „Journal of the Audio Engineering Society” z 1971 r. W tym wypadku efektem syntezy jest nie tylko nagranie zsyntezowanego dźwięku, ale i wykresy funkcji, która ten dźwięk wywołuje. Porównywanie wykresu na kartce papieru z nagraniem na taśmie pozwala wychwycić istniejące między nimi zależności. Wspomniany artykuł zawiera także wiele

cennych uwag ogólnych; znajdujemy tam między innymi propozycję podziału procesów syntezy dźwięku na cztery kategorie.

*

* * *

Ostatnią z ról, jaką odgrywają komputery w tworzeniu muzyki — prócz sterowania sprzętem elektronicznym i syntezy — jest rola kompozytora. Maszyny cyfrowe pełnią ją mając pewne oparcie w matematyce, a zwłaszcza w takich jej gałęziach, jak kombinatoryka i statystyka matematyczna. Matematykę starano się zresztą zaprząć do procesu komponowania, zanim jeszcze ktokolwiek pomyślał o elektronicie. Współczesne nam prace na ten temat trzeba uznać raczej za kontynuację niż za działalność nowatorską i przez szacunek dla historii należy wspomnieć o prekursorach. W Oxford Companion to Music jest nawet odrębny dział poświęcony mechanizmom i systemom komponującym. Tam właśnie możemy przeczytać słowa, które brzmią dumnie: „Od czasu do czasu pojawiają się metody komponowania bez wysiłku; są one jedną z powracających osobliwości muzycznego życia”.

Wspomnienia z odległej (a związanej z działalnością dzisiejszych kompozytorów) muzyczno-matematycznej przeszłości wypada rozpocząć od wieku XVII, kiedy to pojawiła się w Rzymie książka *Mesurgia universalis sive ars magna consoni et dissoni*. Jej autor, niemiecki jezuita Athanasius Kircher, pozostawał pod silnym wpływem modnych wówczas w Europie teorii hiszpańskiego filozofa Ramona Lulla rodem z Majorki. Lull wystąpił z koncepcją *ars magna* — automatyzacji rozumowania, która dzisiaj wydaje się nieco dziwaczna, ale w epoce Lulla mogła uchodzić za propozycję wcale nie pozbawioną sensu. Lull stwierdzał między innymi, że

postępu w nauce dokonujemy przez wynajdowanie wciąż nowych kombinacji skończonej liczby pojęć podstawowych. Podawał także projekt mechanizmu: siedem tarcz, na których wypisane były pojęcia elementarne, tworzyło — obracając się — różnorakie ich połączenia. W dziedzinie sztuki każde nowe dzieło mogłoby być uważane za szczególną mieszaninę niewielu składników głównych. Wystarczyłoby określić te składniki, by zestawiając je na różne sposoby wyczerpać wszystko, co sztuka ma do zaoferowania.

Kircher, który w 500-stronicowym elaboracie omawia pojęcie sztuki u Lulla, postanowił w praktyce udowodnić słuszość tej teorii. Wybrał muzykę i proces jej tworzenia uznał za czynność polegającą na łączeniu elementów składowych podstawowego zbioru dźwięków. Zbiór ten próbował właśnie określić w *Mesurgia universalis*, zamieszczając rysunki znanych sobie instrumentów muzycznych, schemat działania uszu i strun głosowych u różnych zwierząt, szkice przedstawiające ptaki, zapisy ich śpiewu i wiele innych rzeczy, powiązanych — jak mniemał — z tematem. Rozprawa Kirchera stała się więc osobliwym zlepkiem interesujących uwag o siedemnastowiecznej muzyce i ryzykownych, rażących naiwnością hipotez. Na karcie tytułowej autor polecił narysować symbole, które miały obrazować jego zamierzenia: tło stanowi nadbrzeżny krajobraz, w głębi tańczą jakieś postacie, w górze widać anielskie chóry, na pierwszym planie po lewej stronie muza spoczywa na stercie instrumentów i nut, a po stronie prawej siedzi Pitagoras, wsparty o blok skalny, na którym wyryto graficzną interpretację jego prawa.

Wielu niemieckich muzyków, kontynuując tę tradycję w następnym stuleciu, badało szanse mechanizacji komponowania — najbardziej zna-

ni spośród nich to Lorenz Christoph Mizler i Johann Philipp Krinberger. Krinberger, nawiasem mówiąc uczeń Bacha, uznał przypadek za niezwykle pomocny w tworzeniu dzieł muzycznych. W 1757 roku opublikował w Berlinie traktat o układaniu polonezów i menuetów przy użyciu kości do gry. W innej pracy, wydanej w szesnaście lat później, objął tą metodą również symfonie i pozostałe rodzaje utworów. Ilość oczek na wyrzuconych kostkach decydowała o wyborze jednego z dopuszczalnych wariantów poszczególnych fragmentów kompozycji. W ostatnich latach XVIII wieku zaczęto używać do tegoż celu dziecinnych bączków lub specjalnych tablic, zdając się na ślepy traf. W 1779 roku Austriak Maksymilian Stadler ogłosił zbiór takich tablic, które wraz z kośćmi do gry uczestniczyły w układaniu menuetów. Podobny zestaw opublikował ok. 1780 roku w Londynie wydawca muzyczny Welcker, reklamując go jako: „system tablicowy, za pomocą którego każdy, całkiem nie znający muzyki, może komponować dziesięć tysięcy menuetów w sposób bardzo przyjemny i poprawny”.

Warto dodać, że cyfrowy zapis muzyczny wywoływał wtedy bodaj mniejsze zdziwienie niż obecnie. Istniało bowiem wówczas wiele różnych systemów notacji muzycznych. W okresie od XV do XVIII wieku rozpowszechnione były tzw. tabulatury, opisujące dźwięki przy użyciu liter, cyfr i innych znaków. Cyfry stosowano także w zapisie *basso continuo* z końca XVI wieku.

Książka, która po dziś dzień wzbudza największą sensację w związku z kombinatorycznym tworzeniem muzyki, nosi tytuł *Musikalisches Würfespiel*. Ukazała się jednocześnie w Amsterdamie i Berlinie w 1792 roku, wkrótce po śmierci Mozarta (umarł w grudniu w 1791 roku). Dlatego zapewne przypisuje się jej autorstwo

Mozartowi, który chętnie rozwiązywał matematyczne łamigłówki i pozostawił w rękopisach uwagi dotyczące możliwości zestawiania elementów utworu muzycznego. Wątpliwe jednak, aby Mozart nękany chorobą i kłopotami finansowymi (pochowano go jako biedaka w zbiorowym grobie) zdolny był poświęcić tyle czasu i energii na pisanie tak poważnego dzieła. Zaprzecza temu zresztą większość uczniów Mozarta. Mimo to połączona z nazwiskiem Mozarta *Musikalisches Würfespiel* zdobyła sobie niezwykłą popularność; tłumaczono ją na języki obce i wielokrotnie wznawiano.

Sposób komponowania, opisywany w *Musikalisches Würfespiel*, opierał się na 16 rzutach dwiema kostkami i kartach, które interpretowały wynik rzutu. System zapewniał ponadto zachowanie reguł przyjętych w strukturze danego utworu i gwarantował aż 11^{14} różnych wyników.

Sława Mozarta dodająca blasku niemal astronomicznej liczbie 11^{14} przyćmiła na długo późniejsze wysiłki. Trudno się zatem dziwić muzykom, że unikając konkurencji z Mozartem szukali innych dróg do sławy nie interesując się już matematyką w kompozycji. Jeszcze w 1801 roku Wenecjanin Antonio Calegari opisał system do układania melodii na harfę i fortepian za pomocą kości do gry. Późniejsze prace wniosły niewiele nowych pomysłów, starano się jedynie pobić rekord 11^{14} rezultatów. W wieku pary i elektryczności zrodziło się jednak sporo projektów maszyn do komponowania, które wzbudzały i zachwyty, i nieufność. Gdy w 1824 roku zaprezentowano takie urządzenie w Paryżu, powołano komisję złożoną z członków Akademii dla zbadania jego autentyczności. Były to zbudowane przez Holendra M. Winkela organy nazwane Componium, umiejące samodzielnie przestrajać się i tworzyć własne melodie.

Jednocześnie rozwijały się teorie matematyczne opisujące zjawiska fizyczne, które dostarczyły kompozytorom istotnych materiałów o samej naturze dźwięku. Wymienić tu koniecznie trzeba prace znakomitego francuskiego matematyka Jeana Fouriera, a zwłaszcza podany przez niego w 1807 roku wzór określający rozkład funkcji okresowej na szereg trygonometryczny. Za pomocą tego wzoru można dla potrzeb muzyki przedstawić funkcję jako sumę nieskończonej liczby drgań harmoniczných o określonych amplitudach, przesunięciach fazy i okresach. Szereg Fouriera pozwala rozwiązywać równania różniczkowe, między innymi równanie drgającej struny, które w 1747 roku przedstawił d'Alambert.

Matematycy naszego stulecia mogli już czerpać ze znacznego dorobku zarówno w teorii, jak i praktyce, poznawać zalety i niedostatki rozmaitych podejść do zadań kompozycyjnych oraz szanse ich realizacji w samodzielnie tworzących urządzeniach. W 1940 roku Joseph Schillinger, matematyk z Columbia University, w broszurze pt. *Kaleidophone* przedstawił własne algorytmy układania muzyki. Metoda ta okazała się na tyle przydatna, że zastosował ją George Gershwin przy pisaniu opery *Porgy and Bess*. Opisu tej metody w języku polskim dokonał Zbigniew Piotrowski w numerze 8 „Ruchu Muzycznego” z 1973 r.

Do czynności kompozytorskich zaczęto włączać nowo powstające gałęzie wiedzy, takie chociażby, jak stosowana od połowy lat pięćdziesiątych teoria informacji. Chemik Richard C. Pinkerton opisał jej użycie w drugim numerze z 1956 roku pisma „Scientific American”; mówił tam, jak się nią posługiwać przy rozstrzyganiu kształtu utworu muzycznego. Rzucanie monetą — orzeł czy reszka — decydowało o wyborze drogi na sporządzonej w tym celu sieci

graficznej — Pinkerton nazwał ją skromnie „wytworzącym banalnych tonów”.

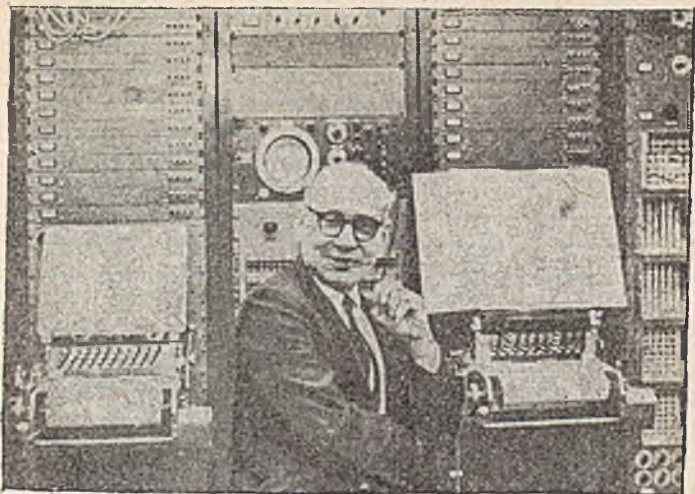
Zwolennicy wprowadzenia matematyki do twórczości muzycznej ery przedelektronicznej mieli jednak dość trudną sytuację ze względu na ogromną dysproporcję między koncepcją i opisem matematycznym a ograniczonymi możliwościami sprzętu, jakim dysponowali. Najbardziej rewolucyjne pomysły musiały ulec spłaszczeniu, gdy do ich realizacji używano fortepianu i kości do gry. Dopiero zastąpienie instrumentów sprzętem elektronicznym, a rzutu kostką czy monetą — komputerem pozwoliło wrócić do dawnych idei, odświeżyć je, wydobyć z nich wszystkie walory, zgodne z ich potencjalnymi możliwościami.

Po raz pierwszy wykazał to szkocki matematyk T. H. O'Beirne, który dokonał komputerowych nagrań stosując zasady podane w *Musikalisches Würfespiel*. Natrafił on na ślad tej książki szukając dawnych rozrywek matematycznych, którymi się pasjonował, a nawet w 1965 roku nakładem Oxford University Press wydał poświęconą im książkę *Puzzles and Paradoxes*. O'Beirne postanowił metodę przypisywaną Mozartowi wypróbować na maszynie cyfrowej należącej do firmy Barr and Strond w Glasgow, gdzie wówczas pracował. Był to zbudowany na początku lat sześćdziesiątych niewielki i stosunkowo powolny komputer nazywany SOLIDAC. Mimo nie najlepszej jakości maszyny, program O'Beirne'go został uruchomiony, dając dość ciekawą muzykę podobną w brzmieniu do tonów klarnetu. Nagrano ją na płytę długogrającą, która ukazała się na rynku w 1967 roku, zaś doświadczenia swoje opisał O'Beirne w artykule *From Mozart to Bagpipe with a Small Computer* opublikowanym w 1971 roku. Zainteresowania muzyczne nie oderwały O'Beirne'a od umiejętności liczenia, skoro ogło-

sił, iż wysłać półgodzinne kasetowe nagranie SOLIDACA każdemu, kto nadeśle 10 dolarów pod jego domowy adres (na wszelki wypadek podaję ten adres: 8 Rosslyn Terrace, Glasgow G12 9NB, Scotland).

Zanim jednak użyto komputerów, korzystano z usług powstającego sprzętu elektronicznego. Na przykład w 1951 roku duży rozgłos zdobyła interpretacja utworu zatytułowanego *Imaginary Landscape No 4*. Dwóch wykonawców grało... na odbiornikach radiowych. Kręcąc gałkami zmieniali stacje i natężenie głosu w myśl ogólnych instrukcji, które otrzymali w postaci algorytmu. Doznania słuchaczy zależały jednak w znacznej mierze od przypadku, czyli od tego, jaki rodzaj dźwięku nadawała właśnie odbierana radiostacja. Inicjatorem takich kompozycji był John Cage, który pierwszy z serii utworów *Imaginary Landscape* stworzył przed 1940 rokiem, stosując w nim m.in. gramofony i generatory częstotliwości.

Logika maszyny cyfrowej, jej wewnętrzna organizacja jest jak wiadomo sprecyzowana do najmniejszego detalu. Zastosowanie komputera wymaga zatem dokładnego określenia czynności, jakie ma on wykonać, ułożenia ich w algorytmy i zaprogramowania. Aby więc maszyna mogła sprostać funkcjom kompozytorskim, należy sformalizować muzykę, którą stworzy. Naprzeciw tym potrzebom wyszedł serializm i punktualizm. Izolowanie brzmień, serializowanie (czyli porządkowanie — w pewnym sensie) barwy, rytmu, dynamiki dźwięku i artykulacji, pojawiające się w dziełach Schönberga, Boulesa, Stockausena, Weberna, entuzjasty elektroniki Milтона Babbitta, ułatwiały ujęcie algorytmiczne. Cóż dziwnego, że pierwsze eksperymenty mające na celu wprowadzenie maszyn cyfrowych do awangardowych kompozycji dotyczyły właśnie muzyki serialnej?



Rys. 5. Jeden z pionierów muzyki komputerowej
Milton Babbitt w swoim studio

Reakcją na sztywne reguły serializmu stał się kierunek nazywany aleatoryzmem, oparty na krańcowo odmiennych założeniach. Kompozycja według tych założeń musi być dokonywana na zasadach przypadkowych, zaś wykonanie dopuszcza improwizację wszystkich szczegółów. Ideowych przodków aleatoryzmu szukać zatem wypada właśnie pośród wcześniej opisywanych metod zatrudniających los do układania muzyki. Zamiast oczek na wyrzucanych kostkach do gry, numerów na obwodzie bączka czy orła lub reszki, zaczęła decydować o przypadku wyrocznia komputerowa. Maszyna cyfrowa może spełniać funkcję bardzo szybkiego generatora nieskończenie długich ciągów liczb losowych otrzymując je dzięki odpowiednim operacjom matematycznym (toteż poprawniej byłoby mówić o ciągach liczb pseudolosowych). Mogą to być liczby całkiem przypadkowe — prawdopodobieństwo

ich wystąpienia dla każdej będzie takie samo. Jeśli jednak odpowiednio zaprogramujemy komputer, to otrzymamy ciągi, w których pewne liczby będą się pojawiały częściej, przy czym udaje się uzyskać dowolnie przyjęty rozkład prawdopodobieństw występowania liczb z założonego zbioru. O programowaniu i testowaniu komputerowym liczb losowych napisano już wiele: poświęcona jest temu np. książka Ryszarda Zielińskiego *Generatory liczb losowych* wydana przez WNT w 1972 roku.

Czy wyobrażenie sobie, że ciąg liczb reprezentuje utwór muzyczny, jest wynikiem nadmiaru fantazji? Przecież, upraszczając, każda melodia stanowi jakąś kombinację skończonej ilości tzw. dyskretnych, czyli dających się opisać liczbowo elementów. Jeśli na przykład umówimy się, że pierwsza liczba ciągu określa melodię, druga jej czas trwania, a trzecia zestaw użytych instrumentów, to takie trójki losowych liczb zwiększą szanse urozmaicenia wieczoru przez orkiestrę, która zna pięć melodii i występuje na dancingu. Grając je w różnym tempie i układach być może sprosta zadaniu, nie nudząc publiczności. Przyjmijmy dalej, że następne liczby ciągu precyzują podział utworu na części, określają te części coraz bardziej dokładnie, osiągając wreszcie poziom, na którym opisywane są pojedyncze dźwięki. Dość daleko od początku ciągu będzie się zatem znajdowała spora grupa liczb losowych podzielonych na serie, a każda z tych serii określać będzie wartości wszystkich parametrów charakteryzujących kolejny dźwięk. Ciąg liczb będzie więc jednoznacznie definiował utwór muzyczny, począwszy od jego cech najogólniejszych, a kończąc na bardzo drobnych detalach. Ale chociaż podobny zapis może, przy dokładnym opisaniu cech liczbami, okazać się znacznie precyzyjniejszy niż klasyczna partytura, to jednak trudno sobie

wyobrazić pianistę grającego na koncercie z rolki papieru, na której przedstawiono liczbowy opis melodii. Opis taki nadaje się natomiast znakomicie do instrumentów elektronicznych, sterowanych przez komputer. Co więcej, maszyna pamiętając opisy cyfrowe kilku melodii może tworzyć podobne, ale różniące się w szczegółach ciągi; wprowadzone do instrumentów, dadzą one nowe kompozycje, które będą przypominały zapamiętane utwory. Jeśli zezwolimy komputerowi na generowanie ciągów liczb losowych, wówczas, praktycznie rzecz biorąc, przekażemy mu wszystkie decyzje kompozytorskie, otrzymując przypadkowe melodie o przypadkowej strukturze i przypadkowo dobieranych dźwiękach.

Założmy, że istnieje maszyna, która potrafi wytworzyć wszystkie możliwe ciągi, czyli wszystkie kombinacje różnych cech dzieł muzycznych. Po wykonaniu tych ciągów przez instrumenty elektroniczne i nagraniu ich uzyskamy taśmotekę z całkowitym zbiorem możliwych kiedykolwiek do skomponowania utworów. Większość tych nagrań nie miałaby absolutnie żadnej wartości, choć znalazłyby się tam wszystkie napisane dotychczas dzieła oraz te, które zostaną skomponowane w przyszłości.

Powstanie podobnej taśmoteki nie jest oczywiście możliwe ani obecnie, ani prawdopodobnie nigdy. Technika nie zbliży się chyba do poziomu zapewniającego realizację takiego zamierzenia. Gdyby go nawet osiągnęła, to nie starczyłoby ludzi do przesłuchania wszystkich nagrań i podzielenia ich na całkiem bezsensowne, na już stworzone przez Bacha, Chopina i innych klasyków, na muzykę operową, lekką, jazz itd., aby pozostawić jedynie zbiór nowych melodii skomponowanych przez komputer i odpowiadających naszym odczuciom estetycznym. Owych melodii mielibyśmy w taśmotece tak znikomy

procent (choć ich bezwzględna ilość byłaby wcale pokaźna), że ten sposób poszukiwań nie zdałby z pewnością egzaminu.

Pewnym wyjściem z sytuacji byłoby ograniczenie kombinacji i przekazanie naszych kryteriów estetycznych maszynie, która automatycznie odrzucałaby zestawy nie nadające się według tych kryteriów do przyjęcia. Taka jest właśnie mniej więcej istota współczesnych eksperymentów. Kompozytorzy programując maszynę nie zrzekają się władzy nad częścią parametrów powstającego utworu, ograniczają ciąg liczb losowych, narzucają własne zasady korzystania z odkrywczej roli przypadku. Zazwyczaj też nie zezwalają komputerom na tworzenie pełnych fragmentów. Słuchając dźwięków generowanych przez maszyny, szukają ciekawszych zestawień i czerpią stąd inspirację do własnych opracowań. Na zupełny przypadek zdają się rzadko i to starają się go usprawiedliwić względami pozamuzycznymi. Tak jak postąpił w 1946 roku Brazylijczyk Heitor Villa-Lobos wymyślając *Muzykę Nowego Jorku*. Naniósł on na kartkę kratkowanego papieru panoramę Nowego Jorku, a następnie współrzędne sylwetek drapaczy chmur zapisał na papierze nutowym.

Niemal każdy z wykorzystujących maszyny kompozytorów robi to w odmienny sposób, stosując własne metody. Ocena wartości tych eksperymentów jest dość trudna i właściwie powinno się jej dokonywać po wysłuchaniu utworu, który jest ich ostatecznym rezultatem.

*

* . *

Jedną z pierwszych prób kompozycji komputerowej wykonali w latach pięćdziesiątych Lejaren Hiller i Leonard Isacson na uniwersytecie w Illinois. Była to kompozycja na kwartet smyczkowy zatytułowana *Illiac Suite*, jako



Rys. 6. Prof. Lejaren A. Hiller, z zawodu chemik, współtwórca najważniejszych osiągnięć muzyki komputerowej

że użyto tu maszyny cyfrowej ILLIAC. Kontynuacją podjętego kierunku stała się nagrana w 1963 roku *Kantata komputerowa*. Muzykę tę wydano na płycie *Computer Music from the University of Illinois* (Heliodor H 25033), a prawa nią rządzące zostały omówione w licznych artykułach i w książce *Experimental Music*. Procedura, którą posłużono się w *Illiatic Suite*, była dość złożona — wzorowała się na programach analizy związków molekularnych (Hiller jest z zawodu chemikiem). Opierała się na procesach Markowa, czyli statystycznych modelach procesów o zmiennej losowej zależnej, stosowanych jako środek opisu problemów obliczeniowych z różnych dziedzin *. Prawdopodobieństwa osiągnięcia przez zmienną losową odpowiednich przyszłych wartości zależą w tych procesach

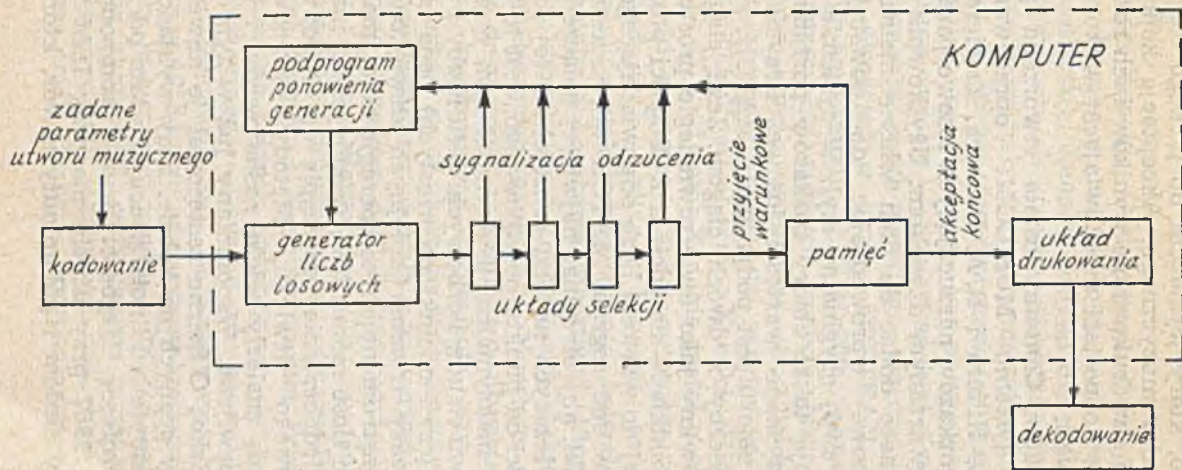
* Przykład takiego zastosowania do celów przemysłowych podałem w artykule *Przewidywanie tendencji zmian procesów za pomocą łańcuchów Markowa* („Informatyka” nr 3/72).

jedynie od jej aktualnej wartości, nie zależą natomiast od wszystkich poprzednich, które do tej pory zmienna losowa przyjmowała. Jeśli za zmienną losową przyjąć brzmienie kolejnych dźwięków, to prawdopodobieństwa usłyszenia dźwięków z jakiegoś zbioru zależą tylko od tego, jaki dźwięk je poprzedzał. Wprowadzenie procesów Markowa nie dawało sekwencji zupełnie przypadkowych, ale znacznie rozluźniało reguły odtwarzanych utworów. Według opinii krytyków przetworzone w ten sposób fragmenty muzyki klasycznej odbierało się raczej jak utwory Bartoka.

Illiac Suite for String Quartet, bo tak brzmi pełna nazwa tego utworu, składa się z czterech części zwanych *Experiments*. Schemat układu zastosowanego do jego kompozycji (rysunek poniżej) przedstawił Hiller w grudniowym numerze „Scientific American” z 1959 roku.

Zadane parametry mającego powstać utworu są kodowane i wprowadzane do maszyny. Liczby precyzujące kolejne dźwięki wytwarzane są natomiast w generatorze liczb losowych. Każda z tych liczb przechodzi następnie przez serię układów selekcji. Liczba, jak wynika z rysunku, jest sprawdzana czterokrotnie, zanim zostanie warunkowo przyjęta za stałą określającą element utworu. Jeśli liczba zostanie na którymś układzie wyeliminowana jako niezgodna z przyjętymi regułami, to układ selekcji sygnalizuje odrzucenie. Powoduje tym samym wywołanie podprogramu nakazującego ponowną generację liczby losowej i powtórne jej sprawdzenie. Gdy zdarzy się, że pięćdziesiąt liczb pod rząd nie zostanie przyjętych, wszystkie warunkowo użyte do tej pory liczby są wymazywane z pamięci i program zaczyna się jeszcze raz od początku.

Zakończenie programu następuje w momencie skompletowania zbioru liczb przyjętych wa-



Rys. 7. Schemat układu użytego do kompozycji Illiac Suite

runkowo, który wystarcza do pełnego określenia utworu muzycznego. Akceptacja końcowa powoduje wydrukowanie wyników i ich rozszyfrowanie do postaci umożliwiającej wykonanie kompozycji.

Computer Cantata została stworzona przy użyciu systemu MUSICOMP opracowanego przez L. Hillera i R. A. Backera. Zawiera on zbiory rozkazów narzucających losowe parametry wytwarzanym dźwiękom. Użytkownik maszyny może dodać do nich własne instrukcje programowe wprowadzając do powstającej melodii swój oryginalny styl. W systemie tym występują także zbiory rozkazów porządkujących uzyskane wartości losowe. Przykładem takiego zbioru jest podprogram MATCH, korelujący liczby z dwóch ciągów. Jeśli ciągi te przedstawimy jako dwie równoległe proste, na których odkłada się odcinki o długości proporcjonalnej do wartości liczb odpowiadającego im ciągu, to podprogram MATCH tak przedstawia te odcinki, aby otrzymać najwięcej połączeń odcinków leżących na obu prostych w tej samej odległości od punktu początkowego. Jest to więc zadanie maksymalizacji równości sum częściowych dwu ciągów liczbowych. Jeśli liczby z tych ciągów (czyli odcinki na prostych) będą oznaczały czasy trwania kolejnych dźwięków na dwóch instrumentach, to operacja taka zmaksymalizuje ilość momentów, w których te instrumenty jednocześnie przystąpią do wykonywania nowego dźwięku. Metody opracowane w Illinois znalazły wielu naśladowców i były dalej rozwijane. Wspomniany już w tym rozdziale Szkot O'Beirne zastosował je nawet do utworów granych na kobzie. Inny wykładowca z Uniwersytetu Illinois, pracujący tam od 1963 roku profesor Herbert Brun, skomponował w roku 1967 przy użyciu maszyny IBM 7094 trwający siedem i pół minuty utwór, któremu

dał tytuł *Stalks and Trees and Drops and Clouds*.

Iannis Xenakis, Grek z pochodzenia (urodzony w Rumunii), ma za sobą studia muzyczne i inżynierskie. Xenakis przyjął dla wyboru parametrów swoich kompozycji reguły wychodzące z podstaw statystyki matematycznej. Przebywając w Paryżu współpracował z francuskim oddziałem największego komputerowego koncernu na świecie — amerykańskiej firmy IBM i osiągnął pierwsze pozytywne rezultaty w 1962 roku. Program w języku FORTRAN, uruchomiony na komputerze IBM 7090, pozwalał na komponowanie różnych melodii pisanych na kwartet smyczkowy oraz na cztery do dziesięciu instrumentów. Utwory te zarejestrowano na płycie *The Music of Iannis Xenakis* (HMV ASD 2441)". W 1967 roku Xenakis został profesorem „muzyki matematycznej i automatycznej” na Uniwersytecie Indiana. Kwartet smyczkowy wykonywał także kompozycje holenderskiego matematyka Lamberta Meertensa, który oparł swoją koncepcję na algorytmach służących do automatycznego nauczania. Meertens określał stany dozwolone i zabronione w utworze, a maszyna każdorazowo sprawdzała, czy kolejny krok mieści się w obszarze dopuszczalnym. Jeśli nie, wówczas proponowała inne wartości losowe.

Prace Xenakisa podjęli kompozytorzy francuscy Pierre Barbaud i Marcel Goldmann. Szczególnie interesujące są utwory Barbauda *French Gagaku* i *Machinamentum Frimineuse*, nagrane na płytach załączonych do przeglądu informacyjnego o systemach produkowanych przez Honeywell Bull. Barbaud związał się z tą firmą w 1958 roku, gdy wygrał konkurs na najlepszy program w języku FORTRAN dla tworzenia kompozycji muzycznych przez maszynę H 516 produkcji Honeywell Bull. I do muzyki zresztą trafił Barbaud przypadkowo — dzięki

temu, że zatrudniony był w dziale muzyki Biblioteki Narodowej — choć studiował filologię i języki starożytne. Firmie Honeywell Bull pozostał zresztą Barbaud wierny do tej pory, opracowując dla niej metody komputerowej kompozycji opartej na dość zaawansowanym aparacie matematycznym (m. in. na rachunku macierzowym i teorii grafów).

Inny system kompozycyjny nazwany ZASP zaproponował Allan Sutcliffe. W tym systemie człowiek ustala ogólne założenia dla utworu, resztę zaś określają serie liczb losowych generowane przez program główny. Nawet przy komponowaniu bardzo krótkich utworów odwoływanie się do programu głównego odbywa się ponad tysiąc razy. Pierwszą liczbą losową jest wartość z przedziału między 200 a 600, ustalająca, ile sekund ma trwać utwór. Następne określają czas trwania poszczególnych części przy założonej długości całego utworu (np. dla 540-sekundowego utworu czasy trwania części mają ograniczenie od 50 do 100 sekund i mogą wynosić: 90, 100, 0, 85, 95, 100, wybierane są bowiem zwykle czasy bliskie górnej granicy czasu trwania). Podobnie każda z części jest dzielona na fragmenty. W kolejnym etapie uzyskuje się sześć zbiorów wartości precyzujących konkretne tony w każdym z fragmentów. Charakterystyczne dla ZASP-u jest to, że do podziału na tych wszystkich poziomach wykorzystuje on ten sam rodzaj działania, a zatem ten sam program, co z punktu widzenia komputera jest niezwykle oszczędne.

Wyniki pracy maszyn podawane są w postaci drukowanej partytury i taśmy dziurkowanej określającej parametry każdej z nut. Mogą one być odtworzone przez towarzyszący komputerowi sprzęt lub przekazane do studia muzyki elektronicznej dla dokonania nagrań. Ze względu na zastosowanie instrumentów elektronicz-

nych Sutcliffe użył zapisu operującego skalą ok. 90 nut w oktawie. Ponadto nuta opisana jest czasem narastania, ustalania się i opadania sygnału oraz odcinkiem ciszy przed następną nutą. Dane na temat nuty wyrażane są przez siedem liczb (natężenie i postać fali dźwiękowej są również przedstawione numerycznie). Przez wprowadzenie ograniczonej losowości Sutcliffe otrzymał więc muzykę o interesującej zmienności strukturalnej. Uniknął przy tym monotonii, jaką niesie z sobą przypadek nieukierunkowany, dający podczas słuchania z dużej odległości efekty statystycznej średniej — jednostajnego szumu.

Symulacją całego procesu komponowania muzyki zajął się Gerard Zieliński z Politechniki Warszawskiej. Swoją pracę doktorską pt. *Algoritmizacja procesu organizowania punktów dyskretnej przestrzeni dźwiękowej* obronił w 1970 roku w Instytucie Matematyki PW. Gerard Zieliński jest też autorem pracy pt. *Zastosowania komputerów w sztuce*, zamieszczonej w jednym z zeszytów „Prac Centrum Obliczeniowego PAN” w 1972 roku.

Wraz z rozwojem teorii programowania punkt ciężkości poszukiwań kompozytorskich przesunął się z samych maszyn na opracowanie ich programów. Powstawanie tzw. języków problemowo zorientowanych, tworzonych dla szczególnych zastosowań komputerów, spowodowało, że wielu badaczy postawiło sobie za cel opracowanie języka programowania dla potrzeb muzyki. Stephen W. Smolinar napisał z myślą o tym *assembler* EUTERPE (*assembler* jest to program tłumaczący rozkazy na język wewnętrzny maszyny), dzięki któremu muzyk określa parametry przekazywanego komputerowi utworu w zapisie tradycyjnym, a maszyna sama przetwarza je na własne kody liczbowe. Smolinar zwrócił ponadto uwagę na podobieństwa między

formalnymi regułami kompozycji a zasadami pisania programów oraz na zbieżności w procesach wykonywania muzyki i programów. Uchwycenie tych analogii sprzyja zachowaniu jedności ideowej muzyki i narzędzia, które służy do jej komponowania.

Nowości techniczne w świecie komputerów, zwłaszcza zaś miniaturyzacja układów i powstawanie małych maszyn, również nie pozostały przez kompozytorów nie zauważone. W 1972 r. P. H. Knowlton opublikował wyniki użycia minikomputera PDP w systemie muzycznym. System wyróżnia się łatwością wprowadzania danych i zapisywania rezultatów. Na wejściu maszyny znajduje się czytnik kart z kodowanymi parametrami muzycznymi, ale parametry te można także wprowadzać poprzez klawiaturę organów elektronicznych przyłączonych również do komputera. Na wyjściu znajduje się monitor ekranowy wyświetlający zapis kompozycji, pisak rejestrujący go na papierze i organy interpretujące ten zapis. Można więc jednocześnie widzieć i słyszeć wszystko, co wprowadzamy do maszyny i to, co z niej uzyskujemy.

Bardzo ciekawe rozwiązanie zaproponowali dwaj weterani muzyki komputerowej Hiller i Cage. Oparli je na algorytmach zaczerpniętych z heksametrycznych przepowiedni chińskiej księgi wróżb *I Ching* liczącej ponad 4 tysiące lat. Zestaw wykonawczy obejmuje od jednego do pięćdziesięciu jeden magnetofonów i od jednego do siedmiu klawesynów. Stąd też wziął się kryptonim systemu — HPSCHD — skrót słowa *harpsichord* (klawesyn). Nagrania HPSCHD dla pięćdziesięciu jeden magnetofonów i trzech klawesynów dokonano na płycie Nonesuch HJ 1224. Wszystkie magnetofony odtwarzają jednocześnie muzykę komputerową, natomiast na klawesynach grane są utwory znanych kompozytorów ubiegłych stuleci.

Przy koncertowych wykonaniach HPSCHD publiczność może swobodnie poruszać się między instrumentami. Słyszy się wówczas różne dźwięki, zależnie od wybranej drogi. Uzyskanie najwierniejszego przekazu w nagraniu płytowym — wrażen odbieranych przez poruszającego się słuchacza — oto zadanie, do którego również zaangażowano komputer. Symuluje on ruch przez zmiany sterowania kopii zapisu w pięciosekundowych interwałach. Samo zaś wykonanie HPSCHD nie miało ograniczeń czasowych i mogło trwać kilka godzin dostarczając bez przerwy nowych porcji muzyki urozmaiconej dodatkowo przez grę świateł 64 rzutników wyświetlających różne obrazy — od *slide'ów* z programów kosmicznych NASA do całkiem abstrakcyjnych zestawień kolorów.

Hiller, który przez parę miesięcy przebywał w 1974 r. w Polsce jako stypendysta Fundacji Fulbrighta, pracuje od kilku lat nad podzielnym na trzy części dziełem nazwanym *Algorithms*. Cage natomiast pozostał wierny swojej idei spójności muzyki z otoczeniem i szuka nowych przykładów, by tę teorię potwierdzić. Przekonany o zasadniczej funkcji przypadkowości w procesach kompozytorskich, wprowadzał ją presuwając przezroczyste, nakładające się na siebie kalki (np. z kopią mapy gwiazdnej) i wychwytywał przypadkowe położenia naniezionych na nie punktów, zmieniając w ten sposób porządek dźwięków i przyporządkowanie ich instrumentom. Wspólnie ze znanym radykalnym plastykiem Marcellem Duchamp powiązał Cage muzykę z szachami uzyskując na bieżąco dźwięki, które odpowiadają rozgrywanej partii. Znane partytury Cage'a ograniczają się do lakonicznych poleceń w rodzaju: „Zapał kominiek i posłuchaj dźwięku ognia”. Dążąc do odkrywania nieznanых form Cage opracowywał własne metody opisu muzyki wychodzące dale-

ko poza notacje tradycyjne. Cage zaskakuje innowacjami, przenosi na grunt muzyki zasady filozofii Wschodu, stosuje zjawiska losowe, łączy muzykę ze światłem — słowem jest najbardziej barwną postacią muzycznej awangardy i jednym z jej głównych bohaterów.

Eksperymentalne studio w Związku Radzieckim, kierowane przez Marka Małkowa, posiadające angielski syntezator SYNTHI 100 i krajową maszynę ANS, dokonuje automatycznie wstępnych ustaleń tematu, rytmu i harmonii. Tak przygotowany materiał dźwiękowy wykorzystują kompozytorzy; Edward Artenjew na przykład spożytkował efekty uzyskane w studio Małkowa do ilustracji dźwiękowej znanego filmu reżysera Tarkowskiego *Solaris*.

W syntezator SYNTHI 100 wyposażone jest także studio Eksperymentalne Polskiego Radia, które rozporządza ponadto pewnymi elementami syntezatora Mooga: wzmacniaczem, oscylatorem, filtrem dolnoprzepustowym, generatorem i detektorem obwiedni oraz układami modyfikującymi (są wśród nich różne filtry, modulatory kołowe i przesuwniki fazy). W przyszłości ma być zakupiony duży syntezator; rozważana jest także kwestia wprowadzenia do studia mini-komputera. Studio wspomaga codzienny program radiowy i jest warsztatem pracy kilku znanych polskich kompozytorów.

Muzyka komputerowa weszła w etap, na którym opanowana została technika tworzenia nowych dźwięków i budowania z nich kompozycji, wciąż brak jednak automatycznych metod oceny tych wyników. Sprzężenie zwrotne ocen z procesem kompozycyjnym selekcjonowałyby powstający materiał muzyczny, wybierając z całej maszynowej produkcji tylko utwory wartościowe lub nowatorskie. Brak takich metod zmusza kompozytorów do konstruowania własnych ograniczeń, eliminujących te spośród

kombinacji dokonywanych przez komputer, które można z góry uznać za niewłaściwe. Przykład takiego algorytmu z ograniczeniami może być wzorowany na opisie podanym przez Johna Lansdowna w broszurze *Computer Created Art* wydanej przez brytyjskie National Computer Centre.

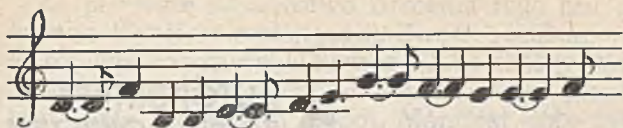
Elementami podstawowymi będą tutaj dźwięki o wysokościach ze zbioru {c, d, e, f, g, a, h}. Bezpośrednie przejście do sąsiedniej wysokości nazwiemy „krokiem”, przejście do innych wysokości „skokiem”. Np. krok z „e” w górę daje „f”, w dół daje „d”, natomiast skok o 2 w dół daje „c”, o 3 w górę „a”. Komponując melodię startujemy od ostatniej nuty posuwając się od tyłu przy zachowaniu dwu ograniczeń:

1. Krok w danym kierunku jest rzadko poprzedzany przez skok w tym samym kierunku, częściej przez krok, zazwyczaj jednak poprzedza go krok lub skok w przeciwnym kierunku albo krok bez zmiany wysokości (ta sama wysokość może występować kilkakrotnie pod rząd w dowolnym miejscu).

2. Skok w danym kierunku nigdy nie jest poprzedzany przez skok w tym samym kierunku.

Z tych ograniczeń korzysta się w praktyce zgodnie z poniższą tabelą.

Wynik losowania Stan bieżący	Wynik losowania					
	1	2	3	4	5	6
krok w górę	kr.g.	kr.d.	kr.d.	sk.d.2	b.z.	b.z.
krok w dół	kr.d.	kr.g.	kr.g.	sk.g.2	b.z.	b.z.
skok w górę	kr.d.	kr.d.	sk.d.2	sk.d.3	sk.d.2	kr.g.
skok w dół	kr.g.	kr.g.	sk.g.2	sk.g.3	sk.g.2	kr.d.
brak zmiany:						
po kroku w górę	kr.d.	sk.d.2	sk.d.3	sk.d.4	kr.d.	kr.d.
po kroku w dół	kr.g.	sk.g.2	sk.g.3	sk.g.4	kr.g.	kr.g.



Rys. 9. Ten sam zapis z uwzględnieniem ciągu liczb losowych ustalających długość nut

Przykład powyższy i dokonane w tym rozdziale omówienie, mimo że uproszczone i zredukowane do granic niemal elementarnych, wskazują chyba wyraźnie, jak złożone i trudne w realizacji jest tworzenie komputerowych kompozycji. Wbrew wspomnianej już sentencji umieszczonej w Oxford Companion to Music nie da się tego z pewnością określić jako „metody komponowania bez wysiłku”, nie powinno być zatem uważane jedynie za „osobliwość muzycznego życia”.

5 AUTOPORTRET ZE ŚRUBOKRĘTEM

Przyczyn związania się maszyn cyfrowych z plastyką — podobnie jak z muzyką — szukać należy jeszcze w czasach przedkomputerowych. Analogie są nawet dość oczywiste; w obu tych dziedzinach występowały bowiem równoległe zjawiska. Gdy np. rozszerzano pojęcie muzyki na cały świat dźwięków, przedmioty codziennego użytku awansowano do rangi dzieł sztuki. Plastycy, tak jak muzycy, stopniowo rezygnowali z wyłącznie ręcznego wykonywania swoich prac zdając się również na przypadkowy dobór elementów kompozycyjnych i losowość działań artystycznych. Awangardowi artyści z początków naszego stulecia (tacy choóby jak wymieniany już Marcel Duchamp) uznawali sam wybór za akt twórczy, nobilitując w ten sposób prozaiczne obiekty: przybory toaletowe czy koła roweru.

Podobnie jak muzyka, sztuki piękne mają również swoją historię kontaktów z nauką i techniką. Kontakty te opierały się na ideach zbliżonych do opisanych poprzednio. Tym razem więc, darując sobie odwołania do historii, wspomnę jedynie o bliskich współczesności próbach wprowadzania techniki i nauk ścisłych do plastyki — co w latach dwudziestych ukształtowało odrębny kierunek sztuki zwany konstruktywizmem.

Za pierwsze świadectwo istnienia tego nurtu uznano *Manifest realistyczny* dwóch rzeźbiarzy: Antoniego Pevsnera i Nauma Gabo (który był bratem Pevsnera i aby ich nie myłono, przybrał sobie pseudonim Gabo). Manifest dotyczył koncepcji wystawy, prezentowanej przez obu artystów w 1920 roku na Bulwarze Twerskim w Moskwie. „Z pionem w ręku, z oczami niezawodnymi jak linijka, z umysłem dokładnym jak cyrkiel, budujemy nasze dzieła podobnie jak świat tworzy swoje dzieła, inżynier swój most, matematyk swoje wzory orbit planetarnych” — brzmiało *credo* Pevsnera i Gabo.

Ekspozycje wystawy — wyobrażenia znanych mechanizmów, zdeformowanych zaworów kotła czy śrub okrętowych — nasuwały skojarzenia z techniką, choć nie miały zgodnej z ich technicznym przeznaczeniem masywności. Wręcz przeciwnie — zaskakiwały finezją i delikatnym kształtem, nie tracąc z naturalnej monumentalności. Tę właściwą dziełom konstruktywistycznym monumentalność wykorzystał inny czołowy artysta rodzącego się kierunku Władimir Tatlin w projekcie pomnika III Międzynarodówki. Konstruktywizm wzbudził zainteresowanie w wielu krajach. W Niemczech lansował go jeden z wykładowców Bauhausu László Moholy-Nagy, w Stanach Zjednoczonych wybitnym przedstawicielem tego prądu był znany rzeźbiarz Aleksander Calder, w Anglii konstruktywiści założyli własną grupę pod nazwą Circle. Jeśli chodzi o Polskę, pod wpływem konstruktywizmu pozostawały awangardowe ugrupowania lat dwudziestych, takie jak Blok czy Praesens. Ślady tego kierunku obserwować można do dzisiaj w pobliżu fabryk, które swoje odpadki produkcyjne oddają do dyspozycji artystom (np. na ulicy Kasprzaka w Warszawie).

Pionierzy konstruktywizmu nie tylko zapożyczali w swych dziełach od techniki fragmenty

maszyn i różnych aparatów, postawili sobie również za cel mechanizację samych procesów twórczych. Zastąpiwszy brąz i kamień przez masę plastyczną, szkło i metal, musieli zresztą zamienić dłuto na obrabiarki i narzędzia spawalnicze. Namiętni zwolennicy współczesnej techniki, tacy np. jak amerykański rzeźbiarz Donald Judd, wysyłają projekty swoich dzieł do fabryk, aby je tam prawidłowo wykończono. Eksperymenty nie dotyczą wyłącznie rzeźby, lecz także architektury, scenografii, fotografii i plakatu. Wszędzie zachowane są wyraźne związki z techniką, chociaż lekkość i harmonia dzieł wyrażają uczucia wykraczające poza świat maszyn.

Na dalszym etapie, wzbogacając plastykę o osiągnięcia techniki, obdarzono rzeźbę ruchem. Jeden z pierwszych mobili zbudował Aleksander Calder na początku lat trzydziestych. Matematycznie wyważone mobile — zestaw dźwigni, drutów i trybików — poruszane były przez wiatr, niewielkie silniki lub mięśnie widzów. Niekiedy wyglądały jak labirynty szklanych rurek, którymi biegały podświetlone piłeczki lub płynęły różnokolorowe ciecze, a gra barwy i ruch były efektami wynikającymi z pomysłowego wykorzystania podstawowych praw fizyki.

Przyznajmy, że sporo później stworzonych mobili nie miało nic wspólnego ze sztuką. Ozdabiając wystawy i targi przemysłowe, stanowiły niezbyt wyszukaną atrakcję dla publiczności, zwłaszcza młodzieży. Wartość artystyczna tych rzeźb była (jak w muzyce syntetycznej) odwrotnie proporcjonalna do tytułów (*Stalowy Ikar* czy *Tryumf cywilizacji*).

Nasuwa się jeszcze jedno porównanie do muzyki — rola elektroniki w dziedzinie sztuk pięknych. W plastyce sprzęt elektroniczny rozszerzył znacznie możliwości twórców, odkrywając przed

nimi nie znane dotąd tereny. Za pierwszego twórcę wykorzystującego w tej dziedzinie maszynę elektroniczną (co prawda nie cyfrową, lecz analogową) uznać należy Amerykanina o polskim nazwisku — Bena F. Laposkiego, który zaprezentował publiczności swoje *Elektronic abstractions* już w 1956 roku. Jako kontynuacja tej linii spotkała się z największym uznaniem krytyki wystawa Jamesa Seawrighta w nowojorskiej Stable Gallery pod koniec 1966 roku. Pokazano tam zestaw ośmiu „rzeźb elektronicznych”: maszyn cyfrowych połączonych ze wzmacniaczami, stabilizatorami, oscylatorami itp. Tak jak dźwięki wytwarzane za sprawą elektroniki, zaczęły powstawać kompozycje plastyczne oparte na zdjęciach oscyloskopowych i obrazach telewizyjnych. Wielu artystów uległo fascynacji widokiem misternych falistych linii o niezrównanej dokładności i elegancji, które zachodzą na siebie, tworzą bryły przenikające się nawzajem jakby w trójwymiarowej przestrzeni. Mikroskopy elektronowe ukazywały regularne piękno siatek krystalicznych, i przedziwne kombinacje struktur organicznych, pozwalały wnikać w niedostrzegalne gołym okiem podstawowe własności tworzywa. Okazało się przy tym, że naukowe zdjęcia przekrojów geologicznych lub powiększenia komórek są łudząco podobne do wcześniejszych kompozycji plastycznych będących li tylko wyrazem fantazji twórcy. Obrazy uzyskane dzięki elektronice działały na widza nie mniej silnie niż dzieła tradycyjne, inspirując nawet pokrewne domeny sztuki. Można się tego dopatrywać, np. w filmie *Struktura kryształu* Zanussiego, kojarząc kadr, na którym widnieje obraz siatki krystalicznej, z tytułem filmu.

Droga komputerów do plastyki wiodła początkowo przez nie związane ze sztuką próby podejmowane dla potrzeb wojskowych, a ściślej —

dla potrzeb wywiadu lotniczego, który szukał sposobu identyfikowania obiektów na zdjęciach dokonywanych z dużej wysokości. Różnie z tym sobie radzono. Ale gdy satelity szpiegowskie przejęły funkcje samolotów, nie było już innego wyjścia: należało zwrócić się o pomoc do komputerów. Dla maszyny cyfrowej nie stanowiło żadnej trudności porównywanie fragmentów zdjęć; bez błędu rozpoznawała budynki fabryczne, dworce, linie kolejowe, drogi, lotniska, mimo że na zdjęciu wyglądały jak bezkształtne plamy i smugi o różnym stopniu szarości. Następnym klientem komputerów rozpoznających obrazy była kryminalistyka, dla której maszyny sprawdzały, czy odciski palców i zdjęcia ludzi podejrzanych znajdują się już w kartotekach przestępców, oraz odnajdywały charakterystyczne cechy linii papilarnych i rysów twarzy przetwarzając następnie uzyskany materiał tak, że można było na tej podstawie uzyskać najbardziej prawdopodobny opis podejrzanego.

Ulubioną zabawą kryminologów było kodowanie danych dotyczących sławnych osobistości lub głośnych dzieł sztuki. Wtedy okazało się, że np. portret Abrahama Lincolna trzeba podzielić na 252, a *Monę Lisę* na 560 kwadratów, których odcień musi zapamiętać komputer, aby dysponować pełną informacją o obrazie i móc go w każdej chwili odtworzyć. Gdy włączyli się do tych eksperymentów lekarze, wyniki były jeszcze ciekawsze. Zgromadziwszy w pamięciach maszyn dane statystyczne na temat budowy twarzy, zmian wywołanych przez ruch głowy i mimikę, można było z dużym prawdopodobieństwem ustalić, jak wyglądałaby Mona Lisa z profilu, a jak wtedy, gdy płacze bądź śmieje się od ucha do ucha. Rejestrując informacje o typowych zmianach rysów twarzy spowodowanych wpływem lat, udaje się otrzymać wizerunki młodzieńców znanych nam jedynie

z portretów, do których pozowali jako majestacyczni i dostojni starcy.

Jednym z bardziej udanych graficznych żartów komputerowych pochwalić się może Charles Csurí z Ohio State University. Csurí wziął się na Leonardowski kanon proporcji — człowieka wpisanego w koło i kwadrat. Zamieniając koło na elipsę, a kwadrat na prostokąt, Csurí polecił maszynie tak przekształcić postać, aby pasowała do kształtu tych figur. Otrzymał zdeformowane pokracznie postacie, będące zaprzeczeniem piękna i proporcji: jedne o stopach wyrastających niemal z tułowia, inne z głową spoczywającą na długich jak u żyrafy nogach, jeszcze inne cienkie jak żyłeczka z dłońmi wielkości łopaty. Niemalże usługi oddają komputery przy analizach grafologicznych oszczędzając specjalistom żmudnych porównań przeróżnych sposobów zaokrąglania 'brzuszka litery „d” lub stawiania kropki nad „i”. Prace te prowadzi się nadal, żeby znaleźć najprostszą formę kontaktu między człowiekiem a maszyną. Gdy komputer nauczy się odczytywać odręcznie pisane polecenie, wtedy nie będą już potrzebne klawiatury dalekopisów, taśmy perforowane, karty dziurkowane i inne kłopotliwe środki, za pośrednictwem których przekazujemy zlecenia maszynie. Umiejętność rozpoznawania obrazów jest także bardzo istotna dla automatów, które działają w otoczeniu zmieniającym się i reagującym na informację wizualną (np. roboty ustawiające skrzynie w magazynach).

Maszyny pomagające w analizie dzieł sztuki stosuje się obecnie dosyć często. Na podstawie dużej ilości danych ustalają one własności charakterystyczne dla twórczości pewnych okresów historycznych i stylu wybitnych indywidualności. Jakże potem łatwo zdemaskować falsyfikaty!

Jedna z większych amerykańskich firm me-

blowych korzysta z artystycznego doradztwa komputera. Ustala z jego pomocą kolor i kształt dla każdej z wchodzących do produkcji partii mebli, aby mogły pasować do rozmaicie pomalowanych pomieszczeń. Maszyna zestawiała więc przeróżne odcienie ścian ze wszystkimi kombinacjami podstawowych kolorów mebli. Sprawdziała je następnie przez porównanie z ustalonym wcześniej wykazem barw, które z sobą nie harmonizowały, a wreszcie do każdej kombinacji kolorów mebli dobierała możliwy zestaw kolorów ścian. Najlepiej dopasowane i najbardziej wszechstronne kombinacje przekazywano do produkcji.

*

* * *

Kiedy plastycy zainteresowali się komputerem, sytuacja ich była lepsza niż muzyków, którzy musieli dodatkowo wyposażać maszyny w urządzenia do syntezy dźwięku lub w instrumenty elektroniczne do realizacji powstających w komputerze melodii. Plastycy natomiast mogli poprzestać na urządzeniach do graficznego wy prowadzania danych, a urządzenia te są częścią stałą wielu systemów komputerowych. Nawet drukarka — najprostsze i najpowszechniej używane spośród tzw. urządzeń wyjścia — może być tu przydatna. Odpowiednio rozmieszczając znaki drukarskie, uzyskuje się z niej rysunki — podobnie jak z maszyny do pisania.

Znacznie większych możliwości dostarcza automatyczne urządzenie kreślarskie zwane pisakiem x-y lub z angielska *plotterem* albo *graph plotterem*, stosowane w niektórych biurach konstrukcyjnych. Połączone z komputerem rysuje pod jego dyktando i ściśle według jego obliczeń projekty budynków, mostów czy autostrad. Pisaki owych urządzeń mają nieograniczoną swobodę ruchu na kartce papieru, nic zatem nie stoi na przeszkodzie, by sterujący nimi, odpo-

wiednio zaprogramowany komputer kopiował dzieła sztuki lub tworzył własne grafiki. Nowoczesnym egzemplarzem takiego urządzenia jest szwedzki *plotter* zbudowany w Instytucie Technologii w Lund. Rysunki wykonywane są na szybko obracającym się bębnie przez trzy dysze; każda z nich wypełniona jest atramentem innego koloru. Dysze mogą zmieniać położenie sto razy na sekundę i są sterowane przez maszynę UNIVAC 1108. Stosowanie *plotterów* w grafice komputerowej rozpoczęło równolegle trzech matematyków: Amerykanin Michel Noll (profesor pracujący dla Bell Telephone Laboratories) i Niemcy: Georg Ness (pracownik ośrodka obliczeniowego Siemens w Erlangen) oraz Frieder Nake (współpracujący z IBM i uniwersytetem w Toronto). Warto dodać, że prof. dr F. Nake jest również autorem wydanej w 1974 roku książki *Aesthetik als Informationsverarbeitung* (Estetyka jako przetwarzanie informacji), próbującej wiązać informatykę z ogólną teorią sztuki. Pierwsze wystawy twórczości wymienionych tu osób odbyły się w 1965 roku. Podobne wyniki osiągnął Petar Milojević z centrum komputerowego Mc Gill University w Montrealu. Grafiki Milojevića składają się z punktów, linii i bardzo prostych symboli zestawianych zgodnie z programem napisanym w języku FORTRAN przez maszynę IBM 7044, kierującą pracą *plottera* Calcomp 565. Donaldowi K. Robbinsowi udało się rozwiązać przy użyciu komputera problem „ścigających się pcheł”. Pole obrazu ograniczał Robbins kwadratem lub innym wielokątem; wyobraźmy sobie teraz, że z każdego rogu startuje pchła w kierunku lewej sąsiadki, ta sąsiadka z kolei ku swojej sąsiadce z lewej strony itd. Droga owych goniących się pcheł stanowiłaby symetryczne spiralne struktury, takie jakie dla różnych wielokątów uzyskał Robinson za pomocą *plottera*.

Znakomicie nadaje się do tych celów monitor ekranowy (tzw. *display*), przypominający skrzyżowanie telewizora z maszyną do pisania. Naciskając klawisze wydajemy polecenia komputerowi, a komputer na ekranie monitora wyświetla rezultaty w postaci tekstów bądź rysunków. Dobrym przykładem są tu prace Johna Whitneya (seniora). Po odpowiednim zaprogramowaniu maszyny Whitney uzyskał na ekranie sprzężonego z nią monitora zbiory linii ilustrujących proste relacje matematyczne. Efekty wizualne są oryginalne i wręcz fascynujące. Mogą to być rysunki robiące wrażenie trójwymiarowych czy też dające złudzenie ruchu. Operator potrafi dodatkowo te obrazy uzupełniać albo zmieniać, jeśli wodzi po ekranie piórem świetlnym.

Istnieją także możliwości ustawiania na wyjściu z komputera urządzeń holograficznych pozwalających tworzyć układy przestrzenne. Zdjęcia holograficzne, tzw. hologramy, otrzymuje się przez stosowanie bardzo silnie skupionych wiązek światła laserowego. Wiązkę taką rozszczepia się na dwie części; jedna oświetla kliszę, druga pada na nią po odbiciu się od utrwalanego przedmiotu. Klisza rejestruje wtedy nie obraz przedmiotu, lecz zapis nakładania się obu części wiązki. Po ponownym prześwietleniu kliszy światłem laserowym ukazuje się obraz, który ma cechy trójwymiarowego.

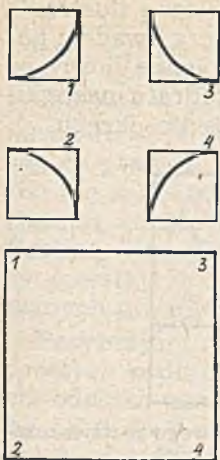
Łatwość uzyskiwania wyników w plastyce komputerowej (jako, że maszyna nie wymaga wielu urządzeń pośredniczących) sprawiła, że programowanie maszyn cyfrowych okazało się tu dużo prostsze niż w przypadku muzyki. Nardarza się więc okazją, by nieco szerzej omówić sprawę programowania komputerów w tej dziedzinie sztuki. Program — jak już wspomniałem — jest to zbiór następujących po sobie rozkazów zapisanych w zrozumiałym dla maszyny języku

(do najbardziej znanych języków programowania należą ALGOL i FORTRAN). Komputer po otrzymaniu rozkazów przystępuje do wykonywania kolejnych czynności, zmierzając do realizacji zadania, jakie mu stawiamy. Program operuje zazwyczaj zbiorem podstawowych elementów, jakby słownikiem; reguły łączenia słów-elementów można by nazwać gramatyką. Zależnie od rodzaju sztuki słownik artystyczny jest wykazem dopuszczalnych fragmentów melodii, pojedynczych tonów bądź ich parametrów, liter bądź znaków drukarskich w poezji, ruchów bądź kombinacji ruchów w komputerowej choreografii. Gramatyka określa możliwości modyfikowania i łączenia wyrazów ze słownika. Najprostszej egzemplifikacji dostarcza tu literacka działalność komputerów, gdy słownik i gramatyka w pełni zachowują swoje znaczenie potoczne.

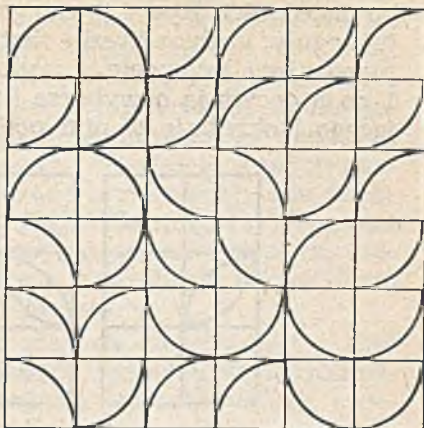
Reguły komputerowej gramatyki wywodzą się z zasad organizacji maszyny cyfrowej i z typu urządzeń interpretujących wynik obliczeń komputera. Mogą one uwzględniać ponadto warunki dyktowane przez artystę (np. wysokość dźwięków lub zestawienie sąsiadujących z sobą kolorów). Mogą też wynikać z przyjętych kryteriów estetycznych lub fizycznych ograniczeń (niemożność wykonywania przez tancerza pewnych ruchów bezpośrednio po sobie albo zakres słyszalności w przypadku komponowania utworów muzycznych). Gramatyka owa powinna także ustalać moment końcowy pracy maszyny, czyli taki, w którym wykonywane dzieło uważamy za ukończone. Można oczywiście przerywać program w każdej dowolnej, z góry przewidzianej chwili lub po wykorzystaniu określonej liczby elementów, jest to jednak zbyt dużym uproszczeniem w przypadku dzieł skomplikowanych. Należy bowiem wówczas ustalać warunki dla wielu czynników i od spełnienia tych

warunków uzależniać zakończenie procesu twórczego. Aby wyjaśnić, na czym polega użycie artystycznego słownika i gramatyki, odwołajmy się do schematu, jaki podaje architekt John Landsdown w broszurze *Computer in the Creative Arts*. (Są to przykłady proste, do ich tworzenia komputer nie jest potrzebny, ale wyjaśniają ideę postępowania w przypadkach najbardziej nawet skomplikowanych). Celem eksperymentu Landsdowna było sporządzanie rysunków składających się z regularnej sieci kwadratów o wymiarach sześć na sześć; w każdym z kwadratów miał być umieszczony jeden element — podstawowy wyraz z czterowyrazowego słownika. Wyrazy te są również kwadratami, w które wpisano ćwiartkę okręgu, przy czym ośrodek okręgu znajdował się w jednym z rogów kwadratu ponumerowanych jak na rys. 10. Gramatyka w tym przypadku jest bardzo prosta: określa tylko kolejność zapełniania pól sieci (od lewego do prawego rzędu zaczynając od górnego) i wskazuje, który róg kwadratu ma być użyty jako środek okręgu (decydują o tym ciągi liczb przypadkowych). Na rys. 11 widzimy jeden z uzyskanych tą drogą obrazów. Rysunek ten odpowiada następującemu ciągowi liczb: 4, 2, 1, 4, 1, 4, 1, 1, 1, 4, 4, 1, 4, 2, 3, 2, 1, 4, 2, 1, 3, 3, 4, 1, 2, 4, 3, 1, 3, 1, 2, 1, 4, 4, 3, 1. Ze względu na mało skomplikowany przykład Landsdown zrezygnował tu z maszyny cyfrowej jako generatora liczb losowych uzyskując powyższy ciąg przez 58 rzutów kostką do gry (wyniki rzutów dające liczby 5 i 6 zostały pominięte).

Dużo ciekawsze rezultaty otrzymuje się przez rozbudowywanie gramatyki o nowe reguły. Można więc dopuścić wszystkie liczby kostki zakładając, że 5 i 6 oznaczają to samo co 4. Elementów o łuku zwróconym do lewego górnego rogu będzie wówczas statystycznie trzy razy



Rys. 10. Cztery elementy podstawowe stosowane przez Johna Landsdowna; dolny kwadrat wyjaśnia sposób numeracji tych elementów uzależniony od położenia środka okręgu, którego ćwiartka wpisana jest w dany element

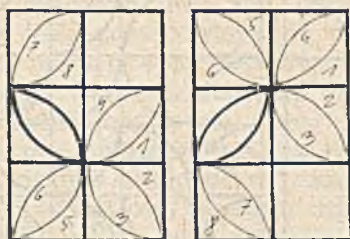


Rys. 11. Przypadkowa kompozycja elementów podstawowych

więcej niż pozostałych. W ten sposób całemu rysunkowi nadana zostanie jakby pewna orientacja. Jeśli chcemy rysunek bardziej urozmaicić, możemy również przypisać liczbę 5 pustemu kwadratowi, ale nie będzie to już rozbudowywanie gramatyki, lecz wzbogacanie słownika.

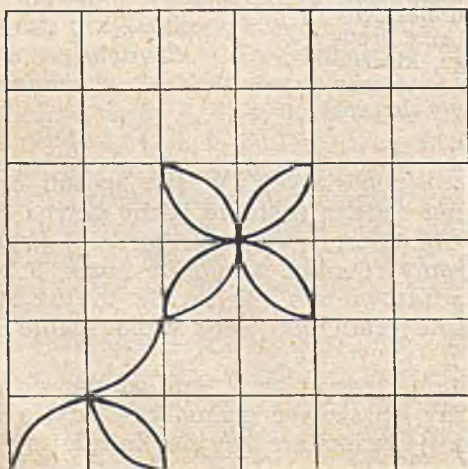
Pozostając jednak przy tym samym słowniku spróbujemy opracować gramatykę dającą obrazy bardziej dla oka atrakcyjne. Zażądajmy więc, aby każdy łuk łączył się z poprzednim, zrezygnujmy z wypełniania sieci w podanej na począt-

ku kolejności. Rys. 12 jest graficzną ilustracją tej reguły; grubsza kreska zaznacza kwadrat poprzedzający losowanie, a wylosowane liczby od 1 do 8 decydują o wyborze kwadratu następującego i określają w nim położenie okręgu.



Rys. 12. Rozszerzenie możliwości losowego rozmieszczania elementów podstawowych

Ustalmy ponadto, że sieć wypełniana jest od lewego dolnego rogu bez możliwości cofnięcia się o kolumnę w tył, a proces przerywany jest po wylosowaniu powiedzmy 13 liczb. Może się



Rys. 13. Rezultat rozszerzonej gramatyki

teraz zdarzyć, że wylosujemy ciąg: 4, 2, 3, 8, 1, 5, 6, 6, 2, 8, 8, 7, 8, któremu odpowiadać będzie obraz przedstawiony na rys. 13.

R. J. Botting z Brunel University stosuje inne metody w plastyce komputerowej niż Landsdown. Różnice tych dwóch kierunków dostrzega się, co prawda, raczej w kształcie samych grafik, ale założenia, jakie przyświecają obu twórcom, są krańcowo różne. Zasady przyjęte przez Bottinga prześledźmy na rysunku drzewa, który powstaje w sposób zbliżony do metod stosowanych przez tego artystę.

Przyjmijmy, że słownik złożony jest z linii prostych o długościach będących wielokrotnością odcinka uznanego za jednostkę miary. Liczby od 0 do 9 określają ilość takich jednostkowych odcinków w danej prostej. Z gramatyką związane są liczby innej serii. Wylosowanie 1 oznacza przesunięcie następującej linii o 30° w lewo w stosunku do poprzedniej; 2 przesunięcie o 20° w lewo; 3 o 10° w lewo; 4, 5 i 6 kolejno 10° , 20° i 30° w prawo. Liczba 7 powoduje zakończenie danej gałęzi i rysowanie drzewa począwszy od ostatniego rozgałęzienia, 8 i 9 to samo, ale o dwa i trzy rozgałęzienia w tył. Zero w tej serii kończy proces tworzenia. Przy



Rys. 14. Jedno z „drzew Bottinga”

tak ustalonych słowniku i gramatyce okazało się, że maszyna wygenerowała ciągi liczb losowych i ich graficzny rezultat tak, jak na rys. 14.

2 1 5 4 1 6 2 2 7 1 3 0 5 9
4 3 7 6 3 8 5 4 7 2 5 6 9 0

Drzewa Bottinga wywodzą się z ogólnych eksperymentów zmierzających do komputerowej symulacji obrazów tworzonych przez naturę. W ten sposób zespół Computer Systems Research Group z uniwersytetu w Toronto otrzymuje nie tylko struktury drzewiaste, ale i rysunki komórek, przekrojów geologicznych, a nawet wzory pajęczyn.

*
* *

Posługuję się tu, rzecz jasna, elementarnymi przykładami, żeby wytłumaczyć zasady powstawania obrazów komputerowych. Błędne zatem byłoby mniemanie, że wszystkie efekty plastyki maszyn cyfrowych są równie prymitywne. Przechodząc do omówienia prac bardziej artystycznie dojrzałych, sądzę, że polski czytelnik może mieć już o nich własne opinie. W kilku naszych ośrodkach badawczych prowadzone były doświadczenia nad zastosowaniem maszyn do kompozycji graficznych (m. in. w Instytucie Maszyn Matematycznych w Warszawie opracowano w tym celu program dla minikomputera).

We wrześniu 1973 roku gościliśmy w warszawskiej Galerii Współczesnej austriacką grupę eksperymentalną Ars Intermedia. Grupa ta, założona w 1966 roku przez wiedeńskiego profesora sztuk pięknych Otto Beckmanna, liczy pięciu członków. Na otwarciu wystawy w Galerii Współczesnej przybył syn prof. Beckmanna Oskar, który po ukończeniu studiów politechnicznych objął kierownictwo placówki rozwojowej koncernu Siemens. Inż. Beckmann przed-

stawiając założenia i zakres działania grupy Ars Intermedia — powiedział, że „stara się nawiązać ścisły kontakt artystów z architektami, muzykami, filmowcami i naukowcami. Zajmuje się grafiką i plastyką skomputeryzowaną, grafiką komputerowo-laserową, filmem komputerowym, holografia, informatyką i tekstami komputerowymi [...] Sztuka w tym kontekście jest manifestacją dokonującą się w obszarze artystycznym. Objawia się w niej przejście od klasycznego, statycznego i trwale określonego obrazu świata — do myślenia łańcuchami funkcjonalnych uzależnień algorytmicznych”. Grupa to ambitna i niezależna; w trosce o tę swoją niezależność zrezygnowała z propozycji ideowego i materialnego patronatu szacownych i zasobnych instytucji. Chcąc zdobyć pełną samodzielność Ars Intermedia opracowała i nawet wykonała dostępnymi sobie środkami własny komputer nazwany A.I./70 przeznaczony wyłącznie do twórczości artystycznej, która budzi duże zainteresowanie publiczności i krytyków. Po wystawie w Centralnej Kasie Oszczędności, która odbyła się w Wiedniu w 1971 roku, jeden z recenzentów, Dieter Schrage stwierdził: „Ars Intermedia stwarza warunki dla urzeczywistnienia postulatu, jakim jest prawdziwa działalność zespołowa w sztuce współczesnej”. Krytyk Marc Adrian pisze o tym następująco: „Trzeba stwierdzić, że sztuka skomputeryzowana jest w istocie sztuką odpowiadającą w znacznej mierze dzisiejszemu stanowi rozwoju techniki. Ale w swoich powiązaniach społecznych nie wyszła dotychczas, wbrew oczekiwaniom, poza progi laboratoriów i instytutów. Ars Intermedia pragnie pomóc swoją pracą sztuce skomputeryzowanej w jej dążeniu do przekroczenia tych progów”. Wiedeńska grupa współpracująca najpierw z miejscową Wyższą Szkołą Techniczną i ośrodkiem obliczeniowym w Darmstadt stała się

z biegiem czasu całkowicie samodzielna. Nastąpiło to zwłaszcza po prezentacji komputera A.I./70 na ekranach telewizji austriackiej w sierpniu 1970 roku. Kolejne udoskonalane wersje tej maszyny, powstające w latach późniejszych: A.I.73/PL oraz A.I.75/PL, wzbudziły jednak mniejsze zainteresowanie.

Inni artyści zachodnioeuropejscy przykładają mniejszą wagę do komputerowego sterowania urządzeniami graficznymi. Koncentrują się przede wszystkim na budowaniu obrazów z modyfikowanych powtarzalnych elementów, postępując podobnie jak w podawanym już tutaj przykładzie z doświadczeń Landsdowna. Taki sposób uzyskiwania dzieła — jak utrzymują sami twórcy — dostarcza im wielkiej satysfakcji płynącej z wydobywania zaskakujących treści przez zestawianie elementów nie mających własnego oblicza ani znaczenia. Istotnie działalność ta ma w sobie coś z dziecinnej zabawy w łamigłówkę, gdy w czasie układania najcudaczej wykrojonych fragmentów pojawia się nagle Kaczor Donald lub Pies Pluto.

Przykłady stosowanych w takich kompozycjach elementów mamy na rys. 15. Pierwszy od lewej używany jest przez Hiszpana Manuela Barbadillo, współpracującego z grupą programistów centrum obliczeniowego uniwersytetu w Madrycie. Element ten występuje w 16 wersjach uzyskiwanych przez kolejne obroty o 90° ,



Rys. 15. Przykłady elementów podstawowych wykorzystywanych w grafice komputerowej

negatyw (zmianę kolorów) i lustrzane odbicie ($4 \times 2 \times 2 = 16$ kombinacji).

Na rys. 16 widzimy obraz Barbadilla, który powstał jedynie przez obrót elementu z rys. 15. Jest to kompozycja czarno-biała o wymiarach 125×125 cm, wykonana w 1965 roku i nazwana



Rys. 16. Manuel Barbadillo *Composition modular con ritmos ondulantes*

Composicion modular con ritmos ondulantes. Efekt wizualny wywoływany przez ten obraz jest wynikiem uporządkowanego ułożenia elementów, zachowania symetrii względem środka, identycznej budowy każdej ćwiartki płaszczyzny i powtórzenia tej zasady o szczebel niżej — symetrii względem punktu środkowego wewnątrz ćwiartki oraz identyczności budowy czterech elementów składających się na ćwiartkę.

Przypadkowe uzyskanie przez komputer tak regularnej kombinacji elementów jest oczywiście mało prawdopodobne. Dlatego też swoboda wyboru maszyny jest tu ograniczona do czterech pozycji górnego wiersza, po ustaleniu których reszta pól jest wypełniana zgodnie z przyjętą wcześniej regułą (np. tak, aby w każdej kolumnie znalazły się wszystkie możliwości obrotu elementu). Zdawać by się mogło, że zawężenie procesu twórczego do decydowania o kombinacji elementów w górnym wierszu przesądza o ubóstwie i monotonii obrazu. Pamiętajmy jednak, że do dyspozycji mamy 16 wersji elementu. Jeśli nawet przyjmiemy regułę wypełniania reszty pól na stałe (choć przecież możemy ją zmieniać), to na czterech polach górnego wiersza możemy uzyskać aż $16^4 = 65\,536$ kombinacji owych 16 wersji. Samo oglądanie ich zajęłoby kilka miesięcy! Nawet jeśli dalej będzie się ograniczać swobodę wyboru, wyniki nie przestaną być godne uwagi.

Pracownicy centrum obliczeniowego wykonali dla Barbadillo system do badania możliwości pojedynczego elementu. Wtedy komputer losuje tylko element przeznaczony dla lewego górnego rogu obrazu, a następnie wypełnia resztę pól jego różnymi symetrycznymi odbiciami, wyświetlając gotowy obraz na ekranie oscyloskopu. Przypomina to działanie kalejdoskopu, w którym kombinacje kolorowych szkiełek odbijane są przez zespół lusterek, co zawsze daje regularne i symetryczne układy. Efekty takiego półprzypadkowego i półlogicznego procesu tworzenia mogą być traktowane jako samodzielne dzieła sztuki, ale mogą też inspirować artystę, który szuka nowego zestawienia kształtów dla swoich prac. O tym, jak wiele ciekawych pomysłów nasuwiają podobne, niekoniecznie komputerowe eksperymenty, można się przekonać oglądając obrazy M. C. Eschera. Ten niezwykle ostatnio

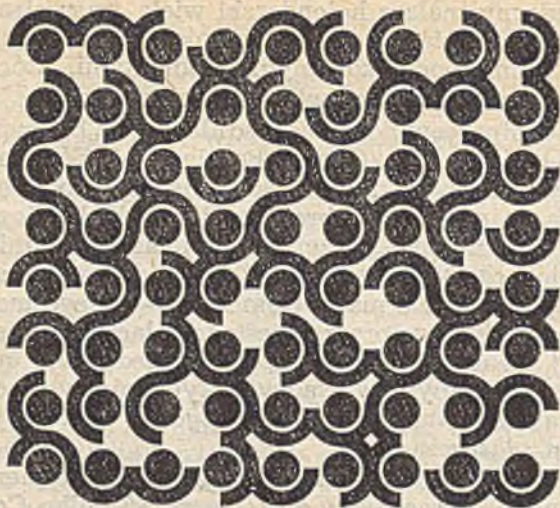
popularny malarz holenderski wiele czasu strawił na doświadczeniach zapełniając przestrzeń drobnymi modyfikowanymi elementami, które zawierają aluzje do świata organicznego.

Współpracownicy Barbadilla: F. Briones, M. Quejido, J. L. Gómez Perales i M. Sánchez Marcos, rozszerzyli słownik elementów stosowanych do układania obrazów. Włączyli do niego trzy odmiennie zaczerpnięte kwadraty, linie i półokręgi. Wprowadzili też (pochodzące z nauk ścisłych) pojęcie makroelementu — stałego modułu powstałego przez określone połączenie czterech elementów. Swoje prace przedstawili na zorganizowanym w Madrycie tygodniowym seminarium *Analiza i automatyczna generacja form plastycznych*.

Środkowy element na rys. 15 (koło z półpięścieniem) opracowany został przez Anglika Colina Sheffielda. Sheffield zajmuje się głównie zagadnieniami malarstwa komputerowego i zdalnym wykorzystaniem maszyn do celów artystycznych (np. za pośrednictwem linii telefonicznych), studiuje także sposoby czytelnego graficznego prezentowania gier i rozrywek umysłowych.

Rys. 17 przedstawia kompozycję Sheffielda z 1970 roku — całkiem przypadkowe zestawianie elementów podstawowych obracanych w czterech kierunkach.

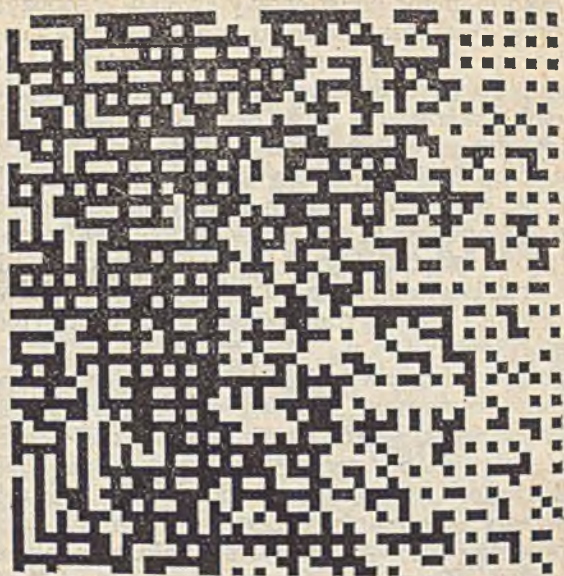
Przypadkowy wybór elementów stosuje również Peter Struycken z holenderskiej akademii sztuk pięknych, który współpracuje ponadto z uniwersytetem w Utrechcie przy wizualnej reprezentacji danych dla potrzeb matematyki, fizyki i chemii. Sporo dzieł Struyckena wzbogaciło oprawę plastyczną pawilonu holenderskiego na Expo 70 w Osace. Element używany przez Struyckena jest kwadratem podzielonym na cztery części w taki sposób jak ostatni ele-



Rys. 17. Grafika wytworzona przez Colina Sheffielda

ment na rys. 15. Modyfikacje owego elementu są oznaczane numerami w zależności od tego, ile i jakie części są zaczernione. Zero — jeśli wszystkie ćwiartki są białe; 11, 12, 13, 14 dla czterech możliwości zaczernienia jednej ćwiartki; od 21 do 26 dla sześciu elementów półbiałych i półczarnych; 31 do 34 dla elementów o jednej białej części i 41 dla elementu całkiem czarnego. Zapełniając powierzchnię obrazu maszyna losuje pary liczb wstawiając na kolejne pola odpowiadające tym parom elementy. Tak właśnie powstała w 1969 roku *Struktura komputerowa* znajdująca się obecnie w amsterdamskiej Gallerie Swart, a pokazana na rys. 18. Jest to kwadrat o półtorametrowych bokach, w którym wyraźnie widać brak jakiegokolwiek regularności i symetrii. A jednak owych 625 elementów podstawowych nie zostało rozmieszczone całkiem beładnie. Artysta narzucił bowiem maszynie rozkład prawdopodobieństw występowania ele-

mentów o różnych numerach, co powoduje że po prawej stronie zgrupowały się w większej części elementy z cyfrą początkową 1, po lewej zaś z cyfrą 3.



Rys. 18. *Struktura komputerowa* Petera Struyckena

Rezultaty podobne do dzieł Struyckena uzyskuje mieszkający w Warszawie plastyk Ryszard Winiarski. Obaj artyści od mniej więcej tego samego momentu interesują się wprowadzaniem przypadku do sztuki — ich pierwsze wystawy datują się z 1966 roku. Ryszard Winiarski, tak jak Moog i Varese, należy do grupy ludzi, którzy zdobyli wiedzę fachową w obu dziedzinach: techniki i sztuki. Po otrzymaniu w 1959 roku dyplomu inżyniera mechaniki precyzyjnej na Politechnice Warszawskiej zapisał się na Akademię Sztuk Pięknych, kończąc studia malarskie w 1966 roku. Już wczesne prace Winiarskiego

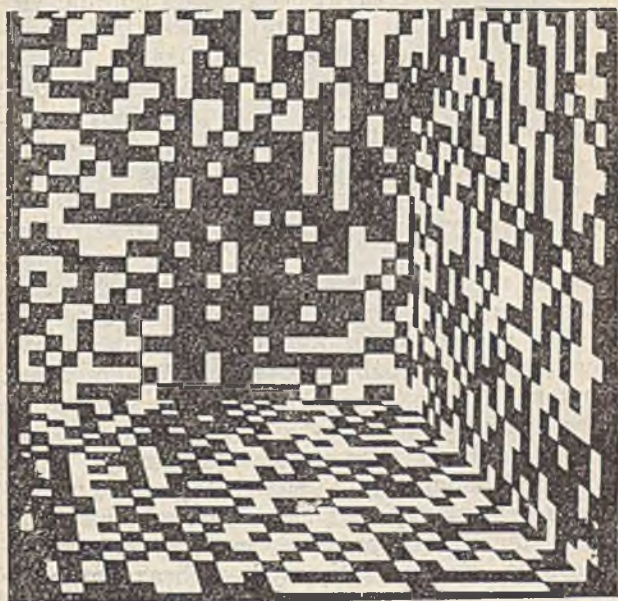
stanowiły zdaniem artysty: „próby wizualnej prezentacji rozkładów statystycznych, których celem jest uzmysłowienie istotnej we współczesnym świecie roli przypadku”.

Jako element podstawowy swoich kompozycji przyjął Winiarski kwadrat o boku jednego centymetra. Płaszczyznę obrazu zapełniał kolejno takimi kwadracikami, których kolor (biały lub czarny) zależał od „orła czy reszki”, a w bardziej złożonych układach — od rzutu kostką. Już w początkach kariery Winiarski zastanawiał się nad zastosowaniem maszyn do swoich prac. Ale komputery i ich urządzenia graficznego wyprowadzania danych, którymi dysponowaliśmy przed dziesięcioma laty, były tak kłopotliwe w użyciu i mało wydajne, że gra nie była wtedy warta świeczki.

Czarny i biały kwadrat okazały się wbrew pozorom elementami zapewniającymi niezwykle bogatą, ciekawą i różnorodną kompozycję dzięki uzależnieniu od przypadku samego działania twórczego, np. miejsca rozpoczęcia i kierunku dalszego zapełniania przestrzeni, a nawet sposobu ekspozycji — losowanie położenia obrazu w galerii. Przez statystyczne zmiany wielkości elementu podstawowego i dzielenie płaszczyzny na strefy uzyskał Winiarski iluzję perspektywy, a posuwając się dalej, wprowadził do swoich dzieł fragmenty wypukłe, także wybierane losowo. Jeden z takich sprawiających przestrzenne wrażenie obrazów nazwany *Powierzchnia 43* przedstawia rys. 19. Ryszard Winiarski wystawiał w kraju i za granicą. Ostatnia strona katalogu wydanego z okazji ekspozycji, która odbyła się w gmachu Teatru Wielkiego w 1970 roku, jest znakomitą wykładnią przyjętych przez artystę zasad. Na nie zadrukowanej kartce nalepiony został czarny kwadrat, a jego wielkość i położenie ustalono w sposób losowy. Obok wyjaśnienie autora: „Notowanie statystyczne zja-

wisk, kodowanie wizualne i analiza statystyczna tworzą świat, w którym spotykają się z sobą technika i twórczość”.

Ciekawym połączeniem przypadkowego i logicznego wyboru elementów obrazu jest zapożyczona z teorii układów sterowanych metoda



Rys. 19. Dająca wrażenie perspektywy *Powierzchnia 43*
Ryszarda Winiarskiego

opracowana przez fizyka Michaela Thompsona. W metodzie tej elementy obrazu zestawiane są całkiem losowo, ale wynik tych zestawień musi spełniać pewne warunki ujęte w „funkcję celu”, której pożądana wartość założona jest w postaci konkretnej liczby.

Maszyna cyfrowa otrzymuje tutaj na wstępie pewien zapis cyfrowy obrazu nazywany „stanem początkowym”. Jeśli za taki „stan początkowy”

przyjmujemy kompozycję pokazaną na rys. 16, to jego zapis może wyglądać następująco:

3 2 1 4

4 1 2 3

1 4 3 2

2 3 4 1

Maszyna próbuje zastępować teraz kolejne elementy tego zapisu przez inne, sprawdzając jednocześnie, czy te zmiany przybliżają „funkcję celu” do założonej wartości. Jeśli tak, to nowe elementy są wpisywane do zapisu cyfrowego, a stare usuwane. Kiedy okaże się, że wartość liczbowa „funkcji celu” została osiągnięta, program kończy się, a maszyna drukuje aktualny zapis cyfrowy obrazu nazywany „stanem końcowym”.

W tej metodzie artysta programujący maszynę musi ustalić postać „funkcji celu”, czyli podać jej sposób obliczania dla dowolnych „stanów” obrazu — różnych kombinacji elementów. Wartość „funkcji celu”, do której osiągnięcia dąży maszyna zmieniając elementy, powinna być tak dobrana, aby odpowiadający jej „stan końcowy” mógł zostać uznany za wersję doskonałą artystycznie niż „stan początkowy”. Czy udało się to Thompsonowi, możemy ocenić porównując „stan początkowy” — obraz Barbadilla z rys. 16 ze „stanem końcowym” na rys. 20 uzyskanym przez Thompsona w 1970 roku.

Swoją „funkcję celu” sprecyzował Thompson skupiając się na rozważaniu możliwości występujących na krawędzi rozdzielającej dwa elementy. Wyróżnił przy tym cztery właściwości krawędzi:

1. Kolor — w przypadku, gdy krawędź jest niepodzielona i kolor po obu stronach jest taki sam.
2. Sposób podziału (czy podział krawędzi występuje po jej obu stronach).
3. Rodzaj kąta, jaki tworzy linia dzieląca z kra-



Rys. 20. Stan końcowy o parametrach 0, 33, 33, 33, do którego Michael Thompson doszedł modyfikując *Composition modular* Barbadilla

wędką (podział ten, jak wynika z rodzaju elementu podstawowego, jest dokonywany zawsze pod kątem).

4. Kolory po obu stronach podzielonej krawędzi.

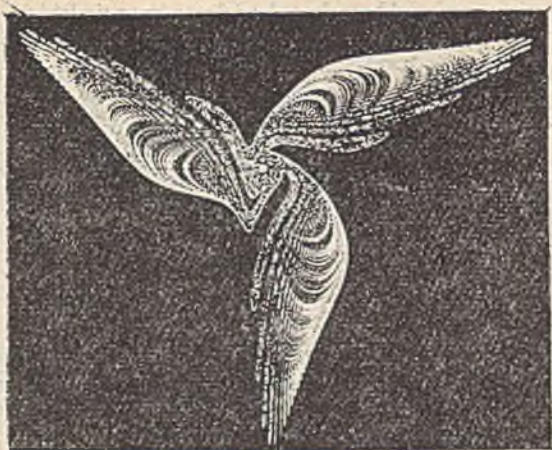
Właściwości powyższe uznał Thompson za parametry programu, wyrażając je przez liczby określające częstość występowania tych właściwości. Obraz przedstawiony na rys. 20 powstał przez wybranie parametrów 0, 33, 33, 33. Jak widać, przyjęcie dla pierwszej właściwości parametru zero spowodowało brak w obrazie krawędzi niepodzielonych, posiadających po obu stronach ten sam kolor, a przyjęcie liczby 33 dla trzeciej właściwości zdecydowało o tym, że wszystkie linie podziału przekraczają krawędź bez zmiany kąta.

O wpływie parametrów określających „funkcję celu” na „stan końcowy” najłatwiej przekonać się zmieniając jeden z nich. Przyjmujemy zatem, że ostatni parametr określający kolory po obu stronach podzielonej krawędzi zmienił swoją wartość na przeciwną, tj. z 33 na -33 . Wówczas otrzymamy obraz o parametrach 0, 33, 33, -33 pokazany na rys. 21, różniący się zasadniczo od poprzedniego.

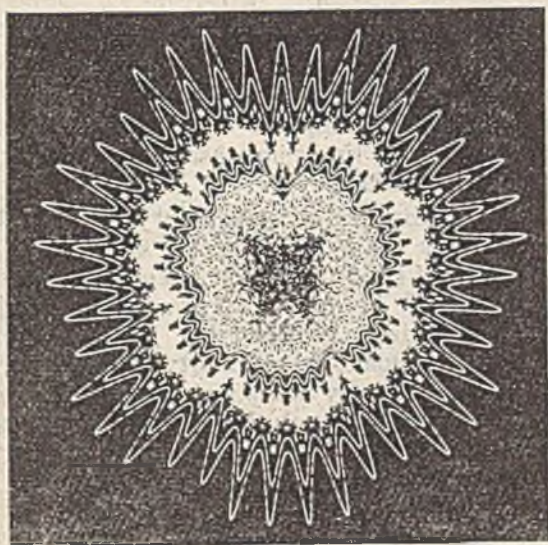


Rys. 21. Zmiana parametrów na 0, 33, 33, -33 daje rysunek różniący się zasadniczo od poprzedniego

Jeszcze wyraźniejszy wpływ zmiany parametrów na stan końcowy obserwować można w pracach I. Gumowskiego (Szwajcaria) i C. Miry (Francja). Podobnie jak Whitney zlecają oni maszynie wykonywanie obrazów ilustrujących proste relacje matematyczne. Nie są to jednak zbiory linii, lecz zbiory punktów. Poziome



Rys. 22. Punktowa interpretacja prostej relacji matematycznej



Rys. 23. Ta sama relacja przy założeniu innych parametrów daje zupełnie inny efekt graficzny

i pionowe współrzędne każdego z punktów są funkcją współrzędnych punktu uzyskane w poprzednim kroku. Jeśli współrzędną poziomą oznaczymy jako x (x_n — dla kroku poprzedniego, x_{n+1} — dla aktualnego), a współrzędną pionową jako y (y_n — dla kroku poprzedniego, y_{n+1} — dla aktualnego), to aktualne punkty otrzymywać można np. ze wzorów:

$$x_{n+1} = \alpha(1 + a + by_n^2) y_n + cx_n + [2x_n^2(1 - c)] : (1 + x_n^2),$$

$$y_{n+1} = [x_n(1 - c)(2x_n - 1)] : (1 + x_n^2);$$

gdzie α , a , b , c są stałymi, których wartość można wybierać w sposób dowolny. Przyjmując np. $\alpha = 0,005$, $a = 0$, $b = -0,05$, $c = -0,495$ otrzymujemy obraz jak na rys. 22.

Zmiana parametrów na: $\alpha = 1$, $a = 0$, $b = 0$, $c = -0,8$ da rys. 23.

*

* *

Plastyka komputerowa wolno i z trudem wydobywa się z powijaków — nie pora jeszcze na oceny i klasyfikacje. Gdybyśmy się jednak przy klasyfikacji upierali, to należałoby chyba uwzględnić trzy kryteria zasadnicze: koncepcję, sposób, rezultat.

Rozpocznijmy od drugiego kryterium, aby idea podziału stała się bardziej konkretna — i do pierwszej grupy zaliczmy dzieła, przy tworzeniu których komputer używa takich wyjściowych urządzeń graficznych, jak: monitory ekranowe, oscyloskopy, automatyczne stoły kreślarskie lub zestawy do zdjęć fotograficznych obrazów holograficznych. Do drugiej grupy zaliczmy urządzenia, które drukują na papierze i mają określony zbiór znaków graficznych.

Dwa pozostałe kryteria — pierwsze i trzecie — podtrzymują ten podział. W pierwszej grupie będą nadal misterne siatki regularnych linii wyznaczone przez kreślarskie pisaki, drzewa

Bottinga oraz pogmatwane grafiki Ars Intermedia, jakby ślady po chlapnięciach farby na płótnie. Do drugiej grupy trafiają wszystkie opisywane ostatnio, począwszy od Barbadilla, obrazy o charakterze mozaikowym.

Chociaż dzieła obu grup są tworzone przez zdarzenia losowe, to jednak koncepcje artystyczne znacznie się od siebie różnią. Przypadek w obrazach pierwszej grupy decyduje o położeniu plamki świetlnej na ekranie, o jej natężeniu i szybkości ruchu. Dla dzieł z drugiej grupy przypadek jest przede wszystkim czynnikiem wybierającym różne kombinacje ze zbioru elementów podstawowych. Klasyfikacja powyższa dzieli jednoznacznie obszar zajmowany przez komputerową grafikę, a ponadto całkowicie go wyczerpuje. Łatwo spostrzec (patrz wkładka), że nie każdy z wymienionych tutaj artystów wykorzystuje działania przypadkowe w tym samym stopniu. W wielu pracach udział przypadku jest ograniczony i podporządkowany ustalonym z góry regułom, przy czym wydzielić tu można dzieła powstałe przez zastosowanie:

1. Całkowitej przypadkowości (prace Sheffielda, Nessa, Landsdowna i Bottinga, w tym również przedstawione na rys. 11, 14, 17);
2. Przypadkowości, którą ogranicza założony rozkład statystyczny, co powoduje, że np. prawdopodobieństwo występowania kwadracików białych w środku płaszczyzny niektórych obrazów Winiarskiego jest większe niż prawdopodobieństwo występowania kwadracików czarnych, dzięki czemu środek jest jaśniejszy, a brzegi obrazu ciemniejsze. Prawdopodobieństwo występowania danego elementu może się zmieniać w sposób ciągły wzdłuż płaszczyzny lub może być stałe w wybranych fragmentach obrazu — wtedy proporcje np. kwadracików białych i czarnych w różnych

fragmentach obrazu będą inne. Przykładem dzieł opartych na korzystaniu z rozkładów statystycznych są oprócz prac Winiarskiego także obrazy Struyckena (rys. 18, 19), Zdenka Sýkory z Pragi i grafiki Ars Intermedia;

3. Przypadkowości służącej jedynie do wyboru fragmentu kompozycji — pozostała jej część wynika z tego fragmentu zgodnie z ustalonymi przedtem regułami (powtórzenia, odbicia lustrzane itp.). Najwyraźniej widać to w dziełach Manuela Barbadillo (między innymi rys. 16);
4. Przypadkowości użytej jako środek do znalezienia stanu, który spełniłby założone warunki. Na tym poziomie przypadkowość jest najbardziej ograniczona, a jednocześnie najpełniej twórczo wykorzystywana. Jest to jak gdyby losowanie, które ma wskazać różne drogi, aby uzyskać możliwie największą ilość rozwiązań. Wybór najlepszego rozwiązania należy do maszyny, działającej zgodnie z zaprogramowanymi kryteriami, np. estetycznymi. Prace Michaela Thompsona z rys. 20, 21 ocenić trzeba jako dość udaną, aczkolwiek nieśmiałą jeszcze próbę osiągnięcia tego właśnie poziomu.

O ile dzieła prostsze, powstające wskutek działania całkowicie lub częściowo przypadkowego mogą wynikać z rzutu monetą lub kością do gry, to prace bardziej złożone lub stosujące reguły programowe, jak cytowane w dwu ostatnich przypadkach, przy dużej ilości elementów podstawowych, nie są możliwe do zrealizowania bez aktywnej współpracy maszyny cyfrowej.

Od 1968 roku, czyli od czasu swej pierwszej poważnej wystawy*, grafika komputerowa

* Wystawa zorganizowana przez Institute of Contemporary Arts w Londynie — *Cybernetic Serendipity*, o której była mowa w rozdziale drugim.

zrobiła spore postępy. Powstało kilka grup artystycznych — nie tylko w Europie i Stanach Zjednoczonych, ale także w Japonii (Computer Technique Group) oraz Ameryce Południowej. Ujawniło się przy tej okazji wiele ciekawych indywidualności twórczych. Oprócz uprzednio wymienionych zaliczyć do nich należy Francuza Manfreda Mohra i Auro Lecci pracującego w Stanach Zjednoczonych. Ich dzieła wzbogacają wiele galerii, znaleźć je można na ścianach zakładów przemysłowych, urzędów i dworców lotniczych. Pisma artystyczne lub poświęcone informatyce organizują coroczne konkursy na najbardziej interesujące kompozycje. Dużą popularnością cieszą się zwłaszcza konkursy pisma „Computers and Automation”. Nagrodzone prace publikuje się zazwyczaj w numerach sierpniowych tego czasopisma. Postępy uzyskiwane przez twórców zmusiły jednak redakcję do przyznania, że nie potrafi dać właściwej oceny artystycznej tych prac. Zrezygnowano więc z konkursów, zastępując je Doroczną Wystawą Sztuki Komputerowej (samo pismo zresztą, zgodnie z aktualnymi zainteresowaniami, zmieniło nazwę na „Computers and People”). Nadsyłane prace (zwykle około setki) nie są wyróżniane. Niektóre z nich, co prawda, ukazują się tradycyjnie w ósmym numerze, ale towarzyszy im pełna lista uczestniczących w wystawie autorów.

Prezentowane tu dotychczas obrazy wykazujące spore podobieństwo do takich współczesnych kierunków jak op-art, budowane były tylko z elementów czarno-białych. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, by włączyć elementy wielobarwne. Powoduje to, rzecz jasna, dalsze skomplikowanie reguł zestawiania i wydłuża programy komputerowe, ale dzięki temu ogromnie wzrastają możliwości twórców, a efekty zyskują na atrakcyjności. Przed komputerowym

malarstwem otwiera się, jak się wydaje, ciekawa przyszłość, choć na razie nie ma ono na swym koncie poważniejszych sukcesów (jeśli nie liczyć krajobrazów grupy madryckiej typu: błękitne niebo, brązowe skały, zielona trawa). Maszyny działają tu trochę na zasadach, jakie obowiązują przy kolorowaniu mapy, kiedy trzeba uważać, aby sąsiadujące z sobą kraje odcinały się wyraźną barwą. Dlatego też nie podamy przykładów pejzaży i portretów, których nastrój tworzy maszyna przez subtelne dobieranie kolorów.

Przestrzenne projekty, które maszyna rysuje lub wyświetla na ekranie, stały się natchnieniem rzeźbiarzy i architektów. Podobne zadania ma komputer przy tworzeniu form użytkowych, gdzie może się wykazać podwójnie. Łącząc kryteria estetyczne z danymi technologicznymi maszyna cyfrowa dokonuje obliczeń nowej karoserii samochodu planując jej kształt i w taki sam sposób wytrzymałość oraz wskaźniki ekonomiczne. Wprzęgnięcie plastyki komputerowej w dziedziny sztuki bądź produkcji zapowiada się nad wyraz interesująco. Swoboda, lekkość, funkcjonalność, różnorodność formy i barwy — oto czego możemy się spodziewać po plastyce komputerowej, jeśli jej rozwoju nie zahamuje nawrót do nudnej poprawności i poprawnej monotonii.

6 ZACZEŁO SIĘ OD GULIWERA

„Była to wielka rama, mająca dwadzieścia stóp kwadratowych; powierzchnia jej składała się z małych kawałków drzewa wielkości kostki, niektóre jednak z nich były większe od drugich, a wszystkie połączone ze sobą przez cienkie druty. Na powierzchni sześcianków przyklepione były kawałki papieru, na których napisano wszystkie wyrazy języka krajowego w różnych odmianach, koniugacjach, deklinacjach, ale bez żadnego porządku. Profesor prosił mnie, ażebym uważał, bo chce machinę poruszyć. Na jego rozkaz każdy uczeń ujął jedną z czterdziestu antab w ramie będących i obróciwszy je odmienił rozkład wyrazów. Rozkazał potem trzydziestu sześciu chłopcom, ażeby wiersze powoli czytali. Kiedy znajdowali ciąg kilku wyrazów mogących stanowić zdanie, dyktowali je czterem innym chłopcom, którzy to pisali. Ta operacja powtórzona została kilka razy, za każdym obróceniem sześcianki naokoło się obracały i wyrazy coraz inne zajmowały miejsca.

Sześć godzin dziennie pracowali uczniowie przy tej nauce; profesor pokazał mi wiele foliów powstałych z ułamków zdań, obejmujących, jak zapewniał, skarb wszystkich kunsztów i umiejętności, które ułożyć i wydać zamyśla.

Lecz zamiar ten wtedy dopiero może przyjść do skutku, a dzieło do wielkiego stopnia doskonałości, jeżeli publiczność zechce dostarczyć potrzebnych funduszków na założenie pięciuset takich machin i jeżeli dyrektorowie ich obowiązani zostaną przykładać się wspólnie do wydania tak wielkiego i użytecznego dzieła. Zapewnił mnie, że ten wynalazek był owocem wszystkich jego myśli od wczesnej młodości, że użył całego dykcjonarza do tych ram i obliczył ściśle proporcje, jakie są w księgach między rodzajnikami, imionami, czasownikami i innymi rodzajami mowy”.

Ani Guliwer, ani sam Swift nie wspominają o dalszych losach profesora Akademii Systematyków w Lagado, stołecznym mieście Balnibarbów... Wiemy jedynie, że był to uczony sławny — bo otoczony czterdziestoma uczniami — o wiedzy olbrzymiej i wyobraźni lotnej, współczujący literatom bez talentu. A także prekursor generalnego „umasowienia” postępu, skoro zakładał, że dzięki jego maszynie każdy „człowiek najbardziej nawet nieukształcony potrafi niewielkim kosztem i po lekkim ćwiczeniu ciała pisać książki filozoficzne, poetyczne, rozprawy o polityce, teologii i matematyce bez najmniejszej pomocy naturalnych zdolności lub nauk”.

Romysł niezwykle frapujący, zwłaszcza że wśród różnorodnych fantazji, jakie leżały się w umysłach ścisłych i humanistycznych, ten z maszyną do pisania książek był najmniej wykorzystywany. Czyżby dlatego, że w żadnej z twórczych działalności człowieka nie mówiło się tyle, co w literaturze o tajemniczej inspiracji, o głębi myśli, o wiecznych poszukiwaniach formy wyrazu, formy najtrafniejszej, a zarazem najbardziej indywidualnej?

Z drugiej zaś strony literatura — zestawiana z nauką — często padała ofiarą dyskryminacji. Angielski powieściopisarz C. P. Snow tak wy-

raził swój pogląd na to w „The Cultures” sto-sunkowo niedawno, bo w 1960 roku: „Kultura literacka ma praktycznie mało rzeczy do zaofiarowania kulturze naukowej. W istocie nauka jest panią i władczynią, a sztuka jej służebnicą”. Inni byli jednak mniej surowi.

„Literatura nie może pretendować do chwały nauki — napisał Gombrowicz — ale bez literatury nikt by się nie dowiedział, jaka jest rzeczywistość prywatna człowieka”. Po tej dygresji wróćmy znów do Lagado.

„Podziękowałem sławnemu profesorowi — kończy swoją opowieść Guliwer — za łaskawe pokazanie i objaśnienie mi tego wszystkiego i zapewniłem, że jeżelibym wrócił kiedy do mej ojczyzny, to uznam go za pierwszego i jedyne-go wynalazcę cudownej maszyny, której kształt dla lepszej pamięci na papier przenieśliśmy i na dowód tutaj załączam. Powiedziałem mu także, że zwyczajem jest u uczonych w Europie przy-właszczać sobie wzajemnie cudze wynalazki i dlatego będzie miał przynajmniej tę korzyść, że gdyby powstał spór, kto istotnie jest pierwszym wynalazcą, ja swoim świadectwem sprawię, że jemu jednemu zostanie przyznany honor pierwszeństwa”.

Ów honor pierwszeństwa należy się, naszym zdaniem, uczonemu z kraju Balnibarbów lub jego prototypowi (bo żył ponoć w Anglii w okresie Oświecenia taki dziwak-konstruktor znany Swiftowi) — choć „rama mająca dwadzieścia stóp kwadratowych” nie stała się przedmiotem zawiści czy kradzieży europejskich wynalazców — liczy się przecież koncepcja...

*

* * *

Maszyny cyfrowe podobnie jak wielu kandydatów na autorów rozpoczęły swoją karierę pisarską terminując w bibliotekach. Wyznaczo-

no im rolę automatycznego katalogu; pamięć ich odnotowuje precyzyjnie każdą pozycję stojącą na półce, obojętne im, według jakiego klucza nas obsługują. Jeśli nie znamy nazwiska autora, wystarcza tytuł, jeśli nie znamy ani tytułu, ani autora wystukujemy na klawiaturze końcówki komputerowej tylko symbol klasyfikacji tematycznej. Przy takim systemie możemy żądać bibliografu wraz z krótkimi streszczeniami; czytelnik, który zapraśnie dowiedzieć się, jakie książki w formacie kieszonkowym wydane w Paryżu między 1950 a 1955 rokiem są w zasobach biblioteki, otrzyma wyświetloną bądź drukowaną informację. Bez pomocy komputera trzeba by przekartkować cały katalog; zbiorów bowiem nie dzieli się zazwyczaj według daty i miejsca wydania ani według formatu publikacji, chociaż dane o tym figurują również na kartkach katalogu. Maszynie natomiast jest wszystko jedno, którą z zapamiętanych informacji ma uwzględnić. Można by również, z nie mniejszym powodzeniem, zautomatyzować pozostałe prace bibliotekarzy. W idealnej samoobsługowej bibliotece powierzylibyśmy maszynie nie tylko wyszukiwanie interesujących nas książek, ale sterowalibyśmy wybieraniem tych książek z regałów (tak jak automatycznie wybierane są płyty w szafie grającej przez naciśnięcie guziczków oznaczonych sztyrem: literą i cyfrą) i przesyłaniem w odpowiednich pojemnikach bezpośrednio do naszych rąk.

Duże komputery potrafią obsługiwać jednocześnie wielu zamawiających; gdybyśmy nawet każdy stół w czytelni zaopatrzyli w końcówkę, komputer nie będzie narzekał na przeciążenie pracą; nikt by wówczas nie przeszkadzał sąsiadom, nikt by się nie krępował zbyt częstym odwoływaniem się do pośrednictwa komputera przy zleceniach bardziej skompliko-

wanych, ogólnikowych lub takich jak: „Proszę o materiały z historii maszyn tworzących dzieła literackie”. W parę sekund później rozsunie się fragment blatu stołu, odsłoni wylot pneumatycznego kanału transmisyjnego i pojawi się przed nami sterta książek, a na ich szczycie *Podróże Guliwera*.

Równie przydatne okazały się maszyny w badaniach literaturoznawczych i pracach redakcyjnych, takich jak układanie wszelkiego typu indeksów (nazwisk, nazw geograficznych, poszczególnych wątków), niezbędnych w każdej solidnie wydanej pozycji o charakterze historycznym lub dokumentalnym, bądź takich jak sprawdzanie maszynopisu z rękopisem czy kontrola składu. Zajęcia te pochłaniają redaktorom mnóstwo czasu, są niemal automatyczne, a wymagają skupienia uwagi, pedantyczności i nie raz osłabiają wzrok.

Komputeryzacja prac redakcyjnych podjęta została dość wcześnie. Już w 1962 roku prof. Dearing z University of California na seminarium w Clark Library przedstawił napisany przez siebie program porównywania tekstów, który umożliwił identyfikację ok. 100 prac. Inny program o nazwie OCCULT (Ordered Computer Collation of Unprepared Literary Text), ułożony przez prof. Gibsona z New York University, posłużył do studiów nad dwiema wersjami powieści Henry Jamesa *Daisy Miller*. Ostatnie zdobycze komputerowej techniki również mogą się przydać w redakcjach — np. monitory ekranowe ułatwiające bieżącą korektę książki, której drukiem steruje komputer. Statystyczne obliczenia ilości i długości słów oraz ich znaczeń lub przynależności do grup tematycznych (temat: wojna, religia, rodzina, opisy przyrody), częstość występowania znaków interpukcyjnych, wychwytywanie prawidłowości w ich rozmieszczeniu — wszystko to dostarcza

obfitego materiału do analiz literackich. W ten sposób ustala się zasób słownictwa danego pisarza, odrębne cechy jego stylu, wpływy i zależności, nawet stany psychiczne towarzyszące powstawaniu poszczególnych fragmentów tekstu. Znane są i cenione prace w tym zakresie A. Q. Mortona, autora *The Computer as an Aid to Literary Studies*. Morton poddał analizie *New Testament* oraz utwory z literatury starogreckiej (przeważnie eposy Homera) i użył także komputera do testowania hipotez archeologicznych. A przy tym tak dalece udoskonalił algorytmy badawcze, że maszyna może — na podstawie zachowanych tekstów — dać odpowiedź na przeróżne, zgoła niecodzienne pytania: np. czy Arystoteles seplenił.

W bardzo poważnym stopniu komputery ułatwiają rozszyfrowywanie języków archaicznych, np. etruskiego czy kretańskiego. Ostatnio „głowią się” nad językiem meroickim, używanym ongiś na terenach dzisiejszego Sudanu i — jak dotąd — potrafiły już ustalić znaczenie trzydziestu wyrazów meroickich zapisanych egipskimi hieroglifami.

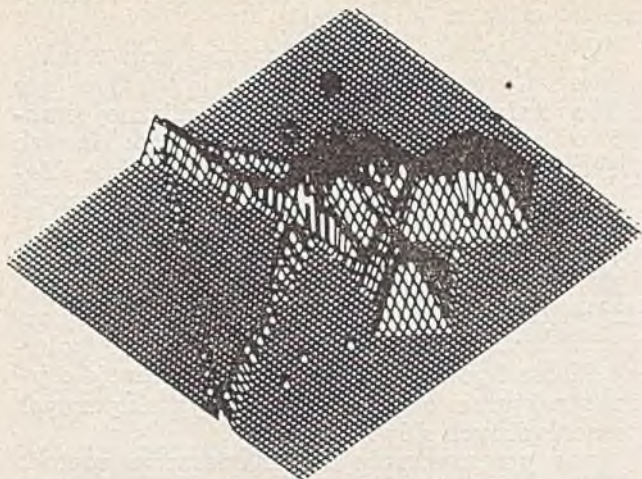
Na edynburskim kongresie IFIP w 1968 roku, tym samym, na którym założono Towarzystwo Sztuki Komputerowej, wygłoszono już referaty omawiające co ciekawsze osiągnięcia w tej dziedzinie. Anglicy A. Q. Morton i M. Levison szczegółowo przedstawili system komputerowej analizy tekstów greckich. L. M. Gross i D. E. Walker opracowali zbiór procedur do testowania hipotez dotyczących syntaktycznej struktury języka naturalnego — zdania w tym języku przedstawiali w postaci graficznej i badali za pomocą maszyny IBM 7030. Porównywanie zadanego tekstu z tekstem źródłowym udało się się najpełniej australijskim językoznawcom Georgette Silva i Haroldowi Lovemu z Monash

University) program w FORTRANIE opracowany dla maszyny CDC 3000).

W rok później powstał bardziej uniwersalny system. Opracowali go na zlecenie brytyjskiego Biura Informacji Naukowo-Technicznej naukowcy z Uniwersytetu Edynburskiego: Hamish Dewar, Paul Bartely i James P. Thorne. Zawiera on duży zestaw programów pisanych w języku zbliżonym do ALGOLU, uruchomionych na maszynach firmy ICL, a następnie na IBM 360/50. System nadaje się do analizy zdań angielskich, pisanych w mniej lub bardziej ortograficznej formie. Maszyna odczytuje kolejne zdania i po każdym drukuje informacje o jego strukturze oraz funkcjach syntaktycznych poszczególnych słów.

Inne przeznaczenie ma macierzowa metoda przetwarzania języka naturalnego opracowana przez francuskich fizyków nuklearnych Alexandre Andreewsky'ego i Christiana Fluhra. Oprócz dość szczegółowej analizy tekstu pozwala ona bowiem na wyjaśnienie wszystkich występujących w nim wieloznaczności.

Jeszcze dalej posunął się John B. Smith z Pennsylvania State University, który przedstawia się jako pracownik tamtejszego centrum obliczeniowego i wydziału anglistyki (!). Na ostatnim kongresie IFIP (Sztokholm 1974) zaprezentował on system CGAMS (Computer Generated Analogues of Mental Structures from language data), przeznaczony do rysowania przestrzennych wykresów obrazujących związki skojarzeniowe między grupami tematycznymi słów języka naturalnego (rys. 24). Szkice te, przypominające plastyczne zdjęcia lotnicze terenów górzystych, pokazują również, czy relacje między tematami zmieniają się, czy też pozostają stałe na przestrzeni całego tekstu. CGAMS okazał się bardzo przydatnym narzędziem analizy złożonych tekstów literackich — Smith użył



Rys. 24. Próba komputerowego zobrazowania związków skojarzeniowych między grupami tematycznymi słów w utworze J. Joyce'a

go np. do graficznego ujęcia wewnętrznych zależności treściowych *Portretu artysty z czasów młodości* Jamesa Joyce'a.

Komputery analizują teksty literackie szybciej niż człowiek — ale nie jest to na razie przewaga druzgocąca. W większości tych prac maszyna nie była zdolna do bezpośredniego odczytywania tekstu; musiał on przedtem zostać zamieniony przez człowieka na dane zrozumiałe dla komputera. I to właśnie, a nie samo działanie maszyny było wąskim gardłem procesów analizy. Paul A. Fortier z wydziału języków romańskich Uniwersytetu Monitoba w Kanadzie opracował szczegółowo zestawy czasów potrzebnych do przygotowania komputerowych danych dla opracowania kilku wybranych książek (*L'Immoraliste* Gide'a, *Mdłości* Sartre'a, *Monsieur Quine* Bernanosa i *Żaluzji* Robbe-Grilleta). Wynika z nich, że niezależnie od sposobu przy-

gotowywania danych wprowadzonych do komputera IBM 370/158 (język PL/1), potrzeba nie mniej niż kilkadziesiąt godzin na tysiąc linijek tekstu.

Dokonano już wiele komputerowych analiz tysięcy dzieł w różnych językach; najciekawsze rezultaty przyniosły badania autorstwa anonimowych wierszy i starych tekstów religijnych. Większość anonimów okazała się pracą zbiorową; z dużym stopniem prawdopodobieństwa określono, jakie zdania *Biblii* pochodzą spod tego samego pióra.

Do podobnych wniosków doszlibyśmy może i bez interwencji komputera, maszyny cyfrowe jednak znacznie skracają czas badań, choć bywa, że i na rezultaty ich obliczeń trzeba długo czekać (głównie ze względu na wspomnianą przed chwilą konieczność przygotowywania danych). Ale bez komputerowego wsparcia — byłaby to robota na całe życie dla setek ludzi, o czym przekonał się jezuita, Włoch Roberto Busa, który w 1940 roku podjął się analizy pism Tomasza z Akwinu. Gdy po blisko dziesięcioletniej pracy stwierdził, jak niewielką część zadania wykonał, gotów był zrezygnować z dalszej pracy. Wtedy przypadkowo dowiedział się o doświadczeniach z elektronicznymi maszynami liczącymi i — choć bez specjalnego przekonania — postanowił wypróbować tę nikłą szansę. W filii koncernu IBM obejrzał prototypy maszyn, konferował ze specjalistami i w końcu oświadczył: „Przekonałem się, że komputer dzięki swej szybkości i dokładności będzie mi niezwykle przydatny, bo zmniejszy liczbę danych potrzebnych do tego studium”.

Od roku 1949, korzystając z pełnej pomocy finansowej i technicznej IBM, ojciec Busa i jego współpracownicy zapisali na kartach dziurkowanych linijka po linijce wszystkie fragmenty różnych dzieł przypisywanych Tomaszowi

z Akwinu. Z kartek dziurkowanych przeniesiono je na taśmy magnetyczne. Była to praca niesłychanie żmudna, maszyna otrzymała zestaw złożony z 10 milionów słów, które miała poddać analizie lingwistycznej. Nawet dla komputera stanowiło to zadanie gigantyczne; toteż nie należy się dziwić, że dopiero niedawno je ukończono — po wysiłkach trwających blisko ćwierć wieku.

Tak powstał dokument utrwalający oryginalną średniowieczną łacinę, który ponadto można uważać za słownik historyczny. Nazwany *Index Thomisticus*, zapisany na taśmach magnetycznych, znajduje się w weneckim ośrodku naukowym IBM, wkrótce jednak ukaże się drukiem wraz z pierwszą kompletną edycją (45 tomów) dzieł Tomasza z Akwinu. *Index Thomisticus* składa się z dwóch części. Pierwsza — to alfabetyczny wykaz słów opatrzonych informacją, gdzie i jak często występują na kartkach poszczególnych dzieł. W części drugiej podane są te słowa w kontekście, we wszystkich możliwych cytatach. Tak opracowany materiał posłużył również jako podstawa przy weryfikowaniu hipotez na temat autentyczności analizowanych tekstów. Spośród 179 przedstawionych do oceny tekstów 100 zostało przypisanych Tomaszowi z Akwinu, 61 — współczesnym mu i późniejszym zwolennikom idei tomistycznych. Pozostałych 18 uznano za falsyfikaty.

System, który zdał egzamin przy pracy nad *Index Thomisticus*, nie zawiódł przy innych zestawieniach literaturoznawczych, które wymagały analizy długich tekstów, a także przy uzupełnianiu ubytków starych rękopisów. Komputer przeszukiwał zbiory tysięcy wyrazów, aby w końcu znaleźć właściwy, najbardziej odpowiadający znaczeniu i budowie zdania.

Na podobnej zasadzie działają maszyny zajmujące się tłumaczeniami. O maszynowych

przekładach mówi książka *Tłumaczy człowiek i maszyna cyfrowa*. Napisał ją jeden z najwybitniejszych specjalistów w tej dziedzinie, bułgarski profesor Aleksander Ludskanow — w Polsce ukazała się w roku 1973. Na uwagę zasługuje zwłaszcza ostatnia część, w której autor — prócz głównych zagadnień komputerowego przekładu — rozważa ogólne problemy automatyzacji procesów twórczych. Ludskanow, który zajmuje się tą kwestią od lat dwudziestu (doktorat na Uniwersytecie Sofijskim zrobił w 1963 roku) stara się w sposób naukowy określić cel tłumaczenia i opisać sam proces przekładu, niezależnie od rodzaju tekstu tak, aby przekład mógł dokonywać zarówno człowiek, jak i maszyna. O tłumaczeniu za pośrednictwem maszyny cyfrowej można bowiem mówić dopiero wtedy, gdy się do głębi pozna zagadnienia zwykłego przekładu.

W badaniach nad automatyzacją przekładu pojęcie języka interpretowane jest niezwykle szeroko, bierze się pod uwagę nie tylko naturalne języki współczesne, lecz i języki sztuczne oraz języki bezwyrazowe. O tym, jak uogólniony jest opis procesu tłumaczenia, świadczy chociażby fakt, że pojęcie „język” zastępuje się często terminem: „kod”. Wyraźne też są związki teorii przekładu maszynowego z nowo powstałą, przede wszystkim dla potrzeb programowania komputerów, dziedziną wiedzy noszącą miano „lingwistyki matematycznej”, która jest połączeniem matematyki, językoznawstwa i informatyki.

W tym przypadku kontakty literatury z informatyką zaczynają nabierać poważniejszego charakteru. Starania bowiem idą w kierunku wykazania, że istnieją wspólne podstawy obu dyscyplin. Lingwistyka matematyczna staje się dziedziną rokującą wielkie nadzieje, a jej omówienie wymagałoby już osobnego opracowania.

Sygnalizujemy zatem jedynie tę sprawę uznając pretekst komputerowej literatury za niewystarczający, by na jego marginesie rozważać pobieżnie tak złożone zagadnienia.

Powierzając maszynie funkcję tłumacza najprościej byłoby wypełnić jej pamięć całym potrzebnym do translacji zestawem wyrazów z dwujęzycznego słownika. Komputer czytałby tekst oryginału i wyraz za wyrazem szukałby odpowiedników obcojęzycznych. Ale zadowalający efekt dałoby to tylko wówczas, gdyby każdy z dwu języków — tekstu oryginalnego i tłumaczonego — miał równoległe i jednoznaczne odpowiedniki. Wiemy natomiast, że języki żywe są zasobne zarówno w synonimy, jak w homonimy. Aby np. przetłumaczyć właściwie słowo „zamek”, maszyna musi wiedzieć, czy chodzi o mechanizm zamykający drzwi, czy o rodzaj budowli. Jeśli ma tłumaczyć wiernie, to powinna dysponować nie tylko słownikiem, ale i zbiorem kontekstów, w jakich każdy wyraz może w obu językach występować. W praktyce prowadziłyby to do zapisywania na taśmach magnetycznych odpowiadających kombinacji słów, zdań, a kto wie, czy nawet i większych urywków tekstu. Zadaniu porównywania z sobą wszystkich akapitów mogących pojawić się w choćby najprostszycj językach nie sprosta żadna supermaszyna z najpojemniejszą pamięcią.

Dlatego też dotychczasowe osiągnięcia tłumaczących maszyn są niewspółmiernie małe w stosunku do podjętych wysiłków. Przekłady maszynowe są z reguły dość kiepskie, a stopień adekwatności tekstów nieraz ledwie przekracza pięćdziesiąt procent. Stosowanie maszyn, na razie, uzasadnione jest tylko w przypadkach nielicznych tekstów naukowo-technicznych, gdy wąski temat gwarantuje tożsamość terminologiczną. Ze względu na niezbyt dobre rezultaty komisja, powołana w 1965 roku przez Amery-

kańską Akademię Nauk do zbadania przyszłości automatycznego przekładu (Automatic Language Processing Advisory Committee), wydała bardzo wstrzeźliwą opinię w opublikowanym po całorocznej pracy raporcie. Komisja ta stwierdza, iż przekład maszynowy jest o 10% mniej dokładny, czyta się o 21% wolniej i daje o 29% niższy stopień rozumienia tekstu niż przekład dokonywany przez człowieka. We wnioskach raportu podkreśla się jednak, że automatyzacja przekładu „oddala nieocenione usługi, jeśli chodzi o rozwój lingwistyki matematycznej i pogłębiała naszą wiedzę teoretyczną o językach naturalnych. Jest rzeczą wątpliwą, czy w ogóle będzie można kiedyś uzyskać przekład maszynowy wysokiej jakości, samodzielny i niekosztowny, mimo to jednak należy prowadzić badania w tej dziedzinie”.

W dziesięć lat później sytuacja wyglądała nieco lepiej. Mówią o tym chociażby przykłady zamieszczone u Ludskanova. Jednym z nich jest komputerowy algorytm, który tłumaczy rosyjskie zdanie: „Eti dziewczuki igrajut w priatki w sadu” na „Te dziewczynki grają w chowanego w ogrodzie”. Dokładny opis algorytmu podany przez Ludskanova nie budzi najmniejszych wątpliwości, że autorem przekładu jest komputer. Być może obecne problemy rozwiąże bardziej aktywne współdziałanie maszyny i człowieka. Znacznie lepsze wyniki uzyskuje się bowiem przez opracowanie tekstu przed tłumaczeniem i po tłumaczeniu. Nie trzeba wówczas angażować osoby znającej oba języki, wystarczy dwóch redaktorów. Pierwszy zmienia słowa tekstu na takie, które dają się tłumaczyć jednoznacznie bez naruszania zawartych w nich myśli. Maszyna z kolei tłumaczy otrzymany materiał dając półprodukt wyjściowy. Przeredagowany potem przez człowieka. Postać tego półproduktu bywa czasem humorystyczna.

W jednym z tłumaczeń tego typu (z języka chińskiego) otrzymano zdanie: „Ja widzieć dwie sztuki człowiek szybko biec z tamtej strony”. Zabawne, ale przecież zrozumiałe.

Przeprowadzone ostatnio eksperymenty (zwłaszcza amerykańskie i radzieckie) wskazują, że automatyzacja przekładu jest zadaniem całkiem możliwym do zrealizowania. Trudno oczekiwać natychmiastowych wyników — pamiętajmy, że tłumaczenie samo w sobie nie jest rzeczą łatwą. Przekład z literatury pięknej — nie mówiąc już o przekładach poetyckich — jest pracą twórczą. Wiadomo, że tłumacz, oprócz znajomości obu języków i realiów, musi odznaczać się erudycją, wrażliwością, wyczuciem, polotem, uzdolnieniami literackimi.

Nawet jeśli wyposażymy maszyny cyfrowe w te cechy, to nie uda się nam chyba wyeliminować błędów, które trafiały się ludziom. Bo i cóż pocnie maszyna z mnóstwem figur stylistycznych, z onomatopeją, aliteracją, metaforą itp., itp. Nie mówiąc już o błędach pospolicznych, jakie zdarzają się nawet rutynowanym tłumaczom, że przypomnę tu *lapsus* w tłumaczeniu tytułu znanej sztuki *Kto się boi Wirginii Woolf?* na tytuł nie mniej atrakcyjny: „*Kto się boi wilka z lasów Wirginii?*”.

O tym, że w komputerach tkwić mogą zadatki na niezłych tłumaczy, przekonany jest Donald G. Fink, autor książki *Computers and The Human Mind*. Jako jeden z czterech przykładów inteligentnych maszyn podaje Fink automatycznego tłumacza i opisuje go tak: „Na wejściu tłumaczącej maszyny znajdziemy dalekopis, którego klawisze odpowiadają symbolom języka rosyjskiego. Pisząca nie zna języka, ale jest obeznana z rosyjskimi literami i może kopiować, znak po znaku, tekst rosyjski. Wyjściem jej dalekopisu jest dziurkowana taśma, która przechodzi bezpośrednio do czytnika

taśmy, połączonego z maszyną cyfrową. Na wyjściu komputera działa inny dalekopis, drukując angielski przekład. Komputer połączony z dwoma dalekopisami nie jest maszyną o przeznaczeniu ogólnym i nie może wykonywać żadnej innej pracy. Ale może tworzyć, w większości wypadków, inteligentne tłumaczenia.

Przechowywany w pamięci »elektroniczny słownik« zawiera ponad 100 000 rosyjskich wyrażzeń, słów i części słów oraz ich angielskie odpowiedniki. Komputer jest maszyną szukającą i dobierającą. Porównuje kod uzyskiwany z wejściowego dalekopisu z zapamiętanymi w swoim słowniku kodami. Po odnalezieniu wybiera odpowiednik angielski...

W jaki sposób maszyna odnajduje określone wyrażenie w tak obszernym słowniku? Może przeszukiwać od początku, sprawdzając po kolei każde wyrażenie i słowo, aż znajdzie takie, które pasuje do wprowadzonego przez dalekopis. Ale taka metoda pociąga za sobą katastrofalną stratę czasu. Nawet przy dużych szybkościach nowoczesnych komputerów, owo kolejne przeszukiwanie trwa zbyt długo, aby wynik uznać za pożądany. Maszyna, aby mogła być w pełni użyteczna, musi operować z typową szybkością drukowania — pięćdziesiąt słów na minutę. Powinna zatem być zdolna do przeskakowania stron (to, co my robimy, szukając słów w słowniku), póki nie natrafi na obszar zawierający słowa, których pierwsze litery odpowiadają początkowym literom wyrażenia wejściowego. Sprawdza ona taką stronę dokładnie (podobnie jak i my) i wreszcie znajduje wyrażenie zgodne, drukując wówczas jego angielskie znaczenie zapamiętane w tym punkcie.

Jak dotąd — wszystko w porządku. Przesadą jednak byłoby żądać, aby hasła w naszym mechanicznym słowniku były wystarczająco szczegółowe i liczne dla precyzyjnego dopasowania

każdego z milionów wyrażen, które mogą być wprowadzone do maszyny. Ale za to maszyna przeznaczona jest do poszukiwań w kilku etapach. W pierwszym szuka dokładnie tego wyrażenia zawierającego kilka słów i odstępów, jakie pojawiło się na wejściu. Jeśli nie uda się odnaleźć dokładnie pasującego wyrażenia, wówczas maszyna automatycznie próbuje znaleźć jego część, przeszukując kolejno mniejsze grupy o tych samych literach początkowych. Rozpoczyna od długiego wyrażenia i przez pojedyncze słowa dochodzi do indywidualnych liter każdego słowa.

Jeśli wszystkie litery i znaki interpunkcyjne są osobno zapamiętane w słowniku, to maszyna powinna znaleźć właściwą postać na poziomie liter. Jeśli trzeba aż tak daleko sięgać, aby odzukać tę postać, maszyna drukuje angielski równoważnik rosyjskich liter i odbijając go w kolorze czerwonym sygnalizuje, że jest to odtworzenie litera po literze. Ta ostatnia grupa rezultatów, otrzymywanych litera po literze, jest transliteracją, nie tłumaczeniem, niezmiernie jednak użyteczną dla czytelnika...

Tłumacząca maszyna, po otrzymaniu każdego nowego wyrażenia, wykonuje ten sam zestaw czynności. Podstawowy zestaw obejmuje dziewięć działań:

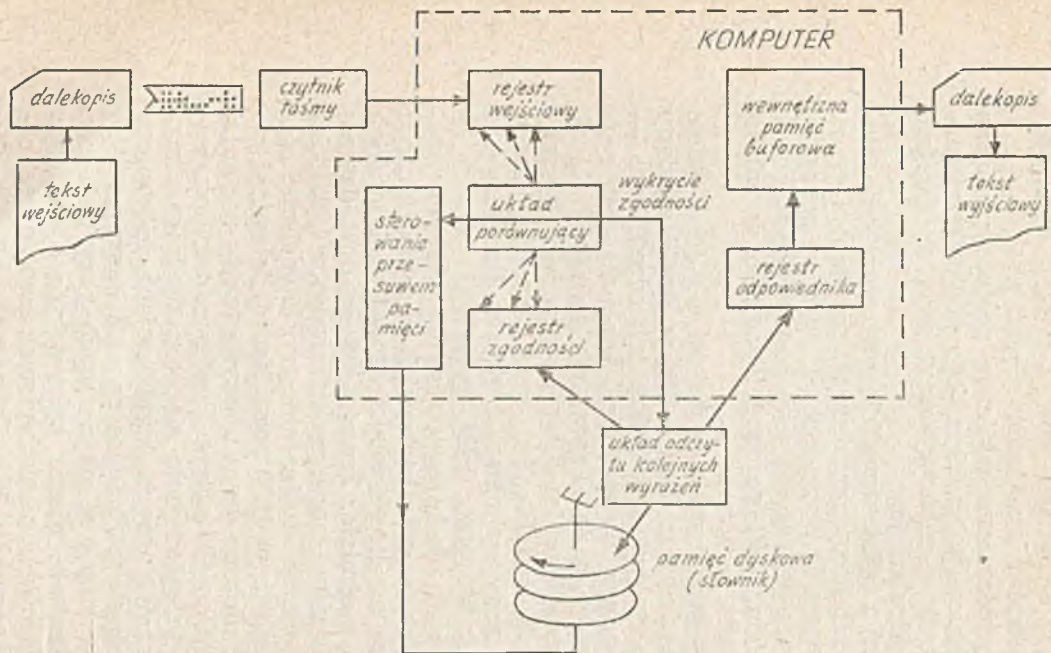
1. Umieść kod wyrażenia wejściowego w rejestrze wejściowym;
2. Obracaj »strony« słownika do czasu, aż znajdziesz zgodność pierwszej litery z pierwszą literą wyrażenia wejściowego;
3. Przeszukaj stronę, aż znajdziesz wyrażenie zgodne z wejściowym;
4. Jeśli nie znalazłeś zgodności na tej stronie, przejdź do następnej i kontynuuj przeszukiwanie, póki nie znajdziesz zgodności;
5. Jeśli nie znalazłeś zgodności, skróć wyrażenie;

6. Jeśli nadal nie znajdujesz zgodności, przechódź na poziom słów, a później liter, póki zgodność nie zostanie osiągnięta;
7. Gdy odzyskasz właściwą postać wyrażenia wejściowego, pobierz jego angielski równoważnik przechowywany w tym miejscu i wydrukuj go;
8. Usuń z rejestru wejściowego wyrażenia, słowa lub litery aktualnie tłumaczone;
9. Rozpocznij wszystko od nowa z pozostałą częścią wyrażenia (lub z następnym wyrażeniem, jeśli poprzednie zostało w całości przetłumaczone).

Są to podstawowe czynności, ale jest i wiele innych. Jedna z nich — to czynność zamiany wyrazu na jego źródłosłów lub rdzeń. Inna — to procedura dopisywania przez maszynę przedrostków, zależnie od znaczenia sąsiednich słów”.

Na zakończenie uwag dotyczących komputerowych przekładów przedstawmy jeszcze uproszczony schemat systemu tłumaczącego stosowanego przez IBM (rys. 25).

Próby użycia komputerów do tworzenia oryginalnych tekstów literackich są w porównaniu z nasilaniem się eksperymentów translatorskich bardzo nieśmiałe. Trwają już od dość dawna: teksty komputerowe produkowano w 1960 roku przy pomocy stuttgarckiego Eletronische Recheninstitut, w 1963 roku Nanni Balestrini zamieścił ułożone przez maszynę teksty w swojej książce *Come si agisce*. Ciągłe jednak doświadczenia te ograniczają się do zatrudnienia maszyn przy różnych kombinacjach kilkunastu prostych słów. Ponadto na ogół każde ze słów może występować na pewnych pozycjach tak, aby powstałe zdanie było w miarę czytelne. W ten sposób daje się budować kombinacje mające na przykład charakter przysłów. Dla ilustracji tej metody wyobraźmy sobie, że komputer zapamiętuje cztery uporządkowane gru-



Rys. 25. Schemat systemu tłumaczącego stosowanego przez IBM. Rosyjski tekst wejściowy zakodowany w dalekopisie trafia na taśmie perforowanej do czytnika, który przekazuje go w rozbięciu na wyrażenia do rejestru wejściowego maszyny cyfrowej. Wówczas układ sterujący pamięcią przesuwają ją, co powoduje odczyt kolejnych wyrażeń ze słownika. Trafiają one do rejestru zgodności. Wyrażenia z obu rejestrów są porównywane i w momencie wykrycia zgodności jest angielski odpowiednik i przesyłany do odrębnego rejestru. Stamtąd przechodzi on do wewnętrznej pamięci buforowej, gdzie wyrażenia są kompletowane i porządkowane. Dalekopis dekoduje je i przedstawia w postaci angielskiego tekstu wyjściowego.

py wyrazów (przysłówek, dwie czasowniki i rzeczowniki) po cztery wyrazy w grupie wybrane przypadkowo ze słownika:

Grupa

	Słowo	1	2	3	4
1		rano	szybko	chętnie	dobrze
2		nosi	daje	wstaje	trzyma
3		raz	Pan Bóg	koń	żołnierz
4		nie chce	bierze	prosi	daje

Złęczmy teraz maszynie wylosowanie ciągu liczbowego, które posłużą do wybrania po jednym słowie z każdej grupy, przyjmując kolejność zgodną z numerem grupy. Jako że grupy są czterowyrazowe, cyfry tego ciągu większe od 4 oraz zero będą odrzucane. Jeśli więc maszyna wygeneruje ciąg liczb losowych: 4, 8, 0, 4, 5, 7, 9, 4, 3, to ciąg właściwy będzie miał postać: 4, 4, 4, 3. Wylosowana kombinacja będzie zawierała trzy kolejne wyrazy z czwartej kolumny i ostatni z trzeciej: „dobrze trzyma żołnierz prosi”.

Zdanie takie nie ma żadnego sensu, aczkolwiek może się z różnymi sytuacjami kojarzyć. Inaczej będzie się rzecz miała z okazji wylosowania ciągu 1, 3, 2 4. Na pierwszy rzut oka widać, że kombinacja „rano wstaje Pan Bóg daje” może być maszynowym uproszczeniem znanego przysłowia, a po dodaniu przecinka i dwu zaimków brzmi: „kto rano wstaje, temu Pan Bóg daje”. Jeśli pozostaniemy przy przysłowia i utrzymamy zredagowaną formę wstawiając do niej wyniki nowych losowań, to przy ciągu 2, 2, 1, 4 otrzymamy: „kto szybko daje, ten raz daje”. Jest to, pozostawiające wiele do myślenia, zaprzeczenie łacińskiego porzekadła. Zauważmy, że redagując podobnie pierwszą z uzyskanych kombinacji, nadamy jej znaczenie mogące pasować do przypadków zachęcania do oporu przed wymuszeniem podat-

ków na potrzeby armii: „kto dobrze trzyma, tego żołnierz prosi”.

Utrzymywanie ustalonej kolejności grup nie jest konieczne. Rezygnując z niej będziemy losowali cztery pary liczb: numer grupy i numer słowa w grupie dla każdego z czterech wyrazów. Przy ciągu: 3, 3, 4, 1, 1, 2, 2, 1 traktowanym jako cztery pary dostaniemy kombinację, która może być uznana za zdanie: „koń nie chce szybko nosić”. Dopuszczalne jest oczywiście wylosowanie więcej słów niż jedno z danej grupy. Ciąg: 3, 2, 2, 2, 3, 4, 4, 2, wybiera dwa słowa z grupy trzeciej i maszyna drukuje zdanie: „Pan Bóg daje, żołnierz bierze”. Widać przy tym, że — mimo skrajnie elementarnego doboru przykładu — wyniki dwu ostatnich losowań mogłyby być w ostateczności wykorzystane przez zmęczonego brakiem inwencji pisarza lub scenarzystę filmu historycznego.

Na zasadzie, którą opisaliśmy powyżej, działa opracowany przez znaną komputerową firmę Honeywell generator zdań obiegowych. Operuje on kombinacjami wyrazów podzielonych na cztery grupy, po dziesięć elementów każda, dając zdania typu SIMP (Simplified Integrated Modular Prose). O krok dalej posunął się A. Tretiakoff z francuskiego Commissariat à l'Énergie Atomique. Ustalił on statystyczne zależności między grupami słów. Następnie polecił maszynie łączyć wyrazy z różnych grup i oceniać powstałe w ten sposób zdania, zgodnie z kryterium maksymalnej ilości informacji.

Znacznie bardziej urozmaicone sentencje uzyskamy, gdy wprowadzimy więcej wyrazów do każdej grupy, tworząc grupy dziesięcio- lub stuelementowe. W dalszej kolejności wprowadzać możemy grupy zawierające inne części zdania bądź znaki interpunkcyjne. Spośród losowanych i zestawianych przez maszynę kombinacji powinniśmy wybierać te, które naszym

zdaniem zawierają pewną myśl. Będą to zdania całkiem nowe, takie, które już zostały przez kogoś napisane, zdania wymagające przeredagowania i luźne sformułowania kojarzące się tylko z jakąś sytuacją. Czy jednak wówczas ma szanse powstać kombinacja nie mieszcząca się w tym obszarze? Czy znajdziemy zestawienie słów, z pozoru najbardziej nonsensowne, o którym z czystym sumieniem będzie można powiedzieć, że nie zawiera żadnego ukrytego znaczenia?

Słowa jako podstawowy element w tekstach komputerowych wcale nie są konieczne. Można równie dobrze operować na poziomie wyższym lub niższym przyjmując za elementy litery albo zestawy słów. Kombinacje tak ustalonych elementów podstawowych dają czasami znakomite rezultaty (u Julio Cortazara na przykład przestawnym elementem podstawowym jest rozdział książki), choć na ogół są one mniej interesujące niż kombinacje słów. Litery jako elementy same nic nie znaczą i rzadko układają się w nowe, zasługujące na uwagę słowa. Zestawy wielowyrazowe, całkiem przeciwnie, obarczone zbyt szczegółowym znaczeniem, są elementami mało swobodnymi i elastycznymi. Słowa są w sam raz — dlatego większość eksperymentatorów używa ich jako elementów.

Nie znaczy to jednak, że jest to jedyna koncepcja mająca szanse powodzenia. Tworzenie całkiem nowych słów bywa czasem wynikiem tego, że fragmenty wyrazów lub poszczególne litery uznajemy za elementy i losowo te elementy łączymy. Idea dobrze znana czytelnikom książki Lema. Jej istotę wyjaśnia zresztą sam Lem w *Kongresie futurologicznym*, przewidując, że ową „prognostyką lingwistyczną” zajmą się właśnie komputery. Jeden z bohaterów książki — profesor Trottelseiner — bada w ten sposób „przyszłość podług transformacyjnych możliwości języka”. „Człowiek — mówi profe-

sor — potrafi ovladnąć tym tylko, co może pojąć, a pojąć z kolei może jedynie to, co się da wysłować. Niewysłowione jest niepojęte. Badając dalsze etapy ewolucji języka, dochodzimy do tego, jakie odkrycia, przemiany, rewolucje obyczajów język ten będzie mógł kiedykolwiek odzwierciedlić [...] Badania prowadzimy dzięki największym komputerom, bo człowiek nie może sam wypróbować wszystkich wariantów”.

Idea tworzenia literatury przez przypadkowy dobór elementów bardzo dojrzała od czasów Guliwera i nabrała intelektualnych rumieńców. Stosował ją Tristan Tzara i inni twórcy dadaizmu zestawiając z potocznych słów, hasła reklamowych i tekstów piosenek utwory czasem nie mające żadnego znaczenia („potnij gazetę, przemieszaj i sklej nowy poemat”). Jednym ze współczesnych pisarzy, którzy się pasjonują rolą przypadku, jest Argentyńczyk Jorge Luis Borges. W krótkim opowiadaniu *Biblioteka Babel* przekazuje nam wizję monstrualnej biblioteki: „Biblioteka jest totalna i jej szafy rejestrują wszystkie możliwe kombinacje dwudziestu kilku symboli ortograficznych (liczba ich, choć niezwykle wysoka, nie jest nieskończona), to jest wszystko to, co można wyrazić we wszystkich językach. Wszystko: drobiazgową historię przyszłości, autobiografie archaniołów, wierny katalog Biblioteki, całe tysiące fałszywych katalogów, wykazanie fałszywości tych katalogów, wykazanie fałszywości katalogu prawdziwego [...] przekłady wszystkich książek na wszystkie języki, interpolacje z każdej książki we wszystkich książkach [...] Zbędna byłaby uwaga, że najlepszy tom z wielu sześcioboków, jakie pozostają pod moją opieką, nosi tytuł *Uczesany grom*, a inny *Gipsowy skurcz*, a inny *Axaxaxas mlō*. Zwroty te na pierwszy rzut oka bezładne, są niewątpliwie zdolne do kryptograficznego czy alegorycznego uzasadnienia; uzasadnienie to jest

słowne i, *ex hypothesi*, figuruje już w Bibliotece. Nie mogę znaleźć połączenia kilku liter:

dhcmlchtdj,

którego by boska Biblioteka nie przewidziała i które w jednym z jej tajemnych języków nie zawierałoby jakiegoś potwornego sensu. Nie można wypowiedzieć jednej sylaby, która nie byłaby przepełniona czułościami i obawami; która nie byłaby w jednym z tych języków potężnym imieniem jakiegoś boga”.

Jest to więc księgozbiór uzyskany z losowych kombinacji najmniejszych elementów podstawowych — liter. Jak niewyraźalnie ogromny wydaje się zbiór tych wszystkich kombinacji, sugeruje nam akapit pierwszy:

„Wszechświat (który inni nazywają Biblioteką) składa się z nieokreślonej, i być może nieskończonej liczby sześciobocznych galerii, z obszernymi studniami wentylacyjnymi w środku, ogrodzonymi bardzo niskimi balustradami. Z każdej galerii widać piętra niższe i wyższe: nieskończenie. Układ galerii jest niezmienny. Dwadzieścia szaf, po pięć szerokich szaf na każdy bok, wypełnia wszystkie boki prócz drzwi; ich wysokość, która równa jest wysokości pięter, przekracza zaledwie wzrost przeciętnego bibliotekarza. Jeden z wolnych boków przylega do wąskiej sieni, która wychodzi na inną galerię, identyczną jak pierwsza i jak wszystkie. Po lewej i po prawej stronie sieni są dwa małe pomieszczenia. Jedno pozwala spać na stojąco; drugie zaspokajać potrzeby naturalne. Przechodzą tamtędy spiralne schody, które zapadają się i wznoszą ku odległym okolicom. W sieni jest lustro, które podwaja wiernie pozory. Ludzie wnioskują zazwyczaj na podstawie tego lustro, że Biblioteka nie jest nieskończona (gdyby taką rzeczywiście była, po cóż to złudne podwojenie?);

ja wolę śnić, że gładkie powierzchnie przedstawiają i obiecują nieskończoność.”

Zrozumiałe jest to zagubienie się autora. Borges napisał *Bibliotekę Babel* w 1941 roku, na kilka lat przed powstaniem pierwszego komputera, jedyne narzędzie, które mogłoby się uporać z Biblioteką. Zdumiewająco trafnie przewidział jednak reakcje na literaturę stworzoną przez przypadek (pozwólmymy sobie na jeszcze jeden cytat, skoro temat i tak dotyczy literatury): „Kiedy ogłoszono, że Biblioteka obejmuje wszystkie książki, pierwszym wrażeniem było niezmiernie szczęście. Wszyscy ludzie poczuli się panami nietkniętego i tajemnego skarbu. Nie było osobistego czy światowego problemu, którego szczegółowe rozwiązanie nie istniałoby w którymś sześcioboku [...] Oczekiwano wówczas wyjaśnienia podstawowych tajemnic ludzkości: pochodzenia Biblioteki i czasu. Po nadmiernej nadziei nastąpiło, jak to zwykle bywa, przesadne zniechęcenie. Pewność, że któraś szafa w którymś sześcioboku zawiera cenne księgi i że te cenne księgi są nieosiągalne, wydała się niemal nie do zniesienia. Pewna bluźniercza sekta poddała myśl, aby zaprzestano poszukiwań i aby ludzie zaczęli zestawiać litery i symbole, aż skonstruują, dzięki nieprawdopodobnemu darowi przypadku, owe kanoniczne księgi. Władze były zmuszone do wydania surowych rozporządzeń. Sekta znikła, ale w dzieciństwie widziałem starych ludzi, którzy przez długie godziny ukrywali się w ustępach, z metalowymi krążkami w zakazanym kubku, i nieudolnie imitowali boski chaos.

Inni, odwrotnie, sądzili, że rzeczą podstawową jest wyeliminowanie dzieł zbędnych. Wpadali do sześcioboków, okazywali uwierzytelniające listy, nie zawsze fałszywe; kartkowali ze znużeniem jakiś wolumin i skazywali całe szafy: ich higienicznemu, ascetycznemu szałowi za-

wdzięcza się niedorzeczną stratę milionów książek”.

*

* *

Nietrudno zauważyć, że metoda losowego zestawiania słów nadaje się znacznie bardziej do tworzenia poezji niż prozy. Zwłaszcza uznanie komputerowych kombinacji za poezję współczesną może ukryć ich, zdarzający się często, bezład i niezbornosć. Do tej pory ukazało się kilka zbiorów komputerowej poezji. Najciekawszy z nich tomik pt. *Wiersze komputerowe* opublikowało w 1973 roku wydawnictwo Potagannising Press. Redaktor tekstu, Richard W. Bailey, wybrał co trafniejsze przykłady uzyskane przez poetów angielskich, kanadyjskich, holenderskich i amerykańskich. Lektura dużej ilości tych próbek nasuwa ciekawy wniosek. Otóż większość — to poetycka *science-fiction*, czyli podróże kosmiczne, zmagania robotów itp., albo liryka miłosna. Tłumaczyć tę polaryzację można by wyobrażeniami jej twórców o właściwej wymowie poezji komputerowej. Autorzy są z zawodu poetami lub inżynierami — niewykluczone więc, że fascynuje ich temat przeciwstawny: poeci wzmacniają formę treścią techniczną, stąd rakiety, galaktyki i automaty w ich wierszach, inżynierowie natomiast starają się upodobnić swoją twórczość do prawdziwej poezji, nieodłącznej w ich mniemaniu od wszelakich deklaracji uczuć. Aby zilustrować tę tezę, podaję dwa typowe utwory dla obu gatunków, z *Wierszy komputerowych*: kosmiczny — Robina Shirleya i miłosny — Louisa T. Milica.

Pawana dla dzieci głębokiej przestrzeni

Lodowe światy,

Nawiedzane przez legendy planet. Lodowe światy —
Arcturus Andromeda Vega — orbitujące,

Zagubione wśród gwiazdowego pyłu przez wieczność
z kryształu.

Twoje nasienie rozproszyło się, rozbłysło klejnotami
nieskończoności,
Zagubione w pustym oceanie;
W czasie odmierzonym tańcem wszechświata.
orbitującym... orbitującym...

Jestem dzieckiem wieczności:
w dole biegnie życie we wszystkich kierunkach.
Przez wieczność z kryształu twoje nasienie rozpro-
szyło się w podróży bez przeznaczenia.
Wybuchy słońc wybuchy gwiazd
Mars Wenus Jupiter Saturn...
W dole biegnie życie we wszystkich kierunkach.

Zrodzony z ciemności:
Zagubiony w pałacach wieczności;
Rozbłysły klejnotami nieskończoności
nieistniejącej krainy,
Twoje nasienie rozproszyło się w ciemności lat świetl-
nych.
(Wybuchy słońc wybuchy gwiazd)

Jestem dzieckiem wieczności;
Podróżuję z kometami...
choć zrodziło mnie co innego, zagubione wśród
wybuchów gwiazd
Rozświetlone klejnotami nieskończoności
w dole biegnie życie we wszystkich kierunkach.

Mars Wenus Jupiter Saturn: zagubione
w pustym oceanie.
Orbitujące: w podróży bez przeznaczenia.
...Procyon Eridanus Rigel...

Prześwietlony klejnotami nieskończoności
Podróżuję z kometami.

Małgorzata

Małgorzato, czemu stajesz smutna
Nad wiatrem wzburzonym przepływem.

Daj mi znak wśród spokoju nocy.
Zazdrość nie jest wszystkim: ani nie odświeży, ani nie
napoi.

Wróc do mnie w przerwie cienia,
Kochanie, moja dusza potrafi zaśpiewać.

Nad leciutkimi falbankami strumienia
Małgorzato, czemu stajesz się smutna?

Maszyna nadaje się również do tworzenia poezji tradycyjnej. Bo któż szybciej od niej potrafi zaczerpnąć z leksykonu wyrazy o odpowiedniej ilości sylab, czy też znaleźć słowo do rymu?

Robert Gaskins oraz para angielskich poetów: Margaret Masterman i Robin McKinnon Wood wykorzystali w ten sposób komputer do tworzenia wierszy Haiku — gatunku sylabicznej poezji japońskiej.

Od XVII wieku wiersze Haiku przybrały formę kilku trzywierszowych zwrotek. Owe trzy wersy mają zawsze po 5, 7 i 5 sylab i wspólnie tworzą nierymowany epigram. Epigram ten Masterman i Robin McKinnon Wood przedstawili maszynie cyfrowej jako obszar, na którym znajdowały się już słowa: teraz, tak jak, na, i ma. Leżące między tymi słowami puste miejsca obszaru polecono komputerowi wypełnić dziewięcioma wyrazami losowymi z dziewięciu grup tak, aby uzyskać dwa wyrazy w pierwszym wersie, w drugim cztery, a w trzecim wersie trzy wyrazy. Musiała być przy tym zachowana zgodność sylab epigramu z zasadą „5+7+5”. Wynikiem pracy maszyn był wielozwrotkowy poemat Haiku. W opinii poetów japońskich zajmujących się współcześnie tego rodzaju twórczością, niektóre fragmenty tego poematu są nad wyraz udane.

A oto jeden z nich autorstwa Roberta Gaskinsa (Gaskins nie narzucał ilości wyrazów w każdym wersie):

Haiku są jak trolejbusy

(za moment będzie następny)

Przechodząc wśród mgły

Łapiąc miękkie promyki

Smoki przystają.

Księżyc nad morzem
Błyszczy pustym kokonem
Ponad rybkami.

Płynąca barka
Duma ponad liliami
A świetlik słucha.

Piegza wbrew wodzie
Stapając widzi dymy
Ciemnego miasta

Zabawa kociąt
Między kwiatami śliwy
Jeźdźcy już za mgłą.

Pędzący we mgle
Myślą o białych kwiatach
Śnieżnych tygrysów.

Księżyc nad morzem
Czeka na swoje wzejście
Ponad kaczkami.

Całkiem inaczej posługuje się maszyną cyfrową Peter Kilgannon. Co prawda i on używa komputera do wytwarzania wierszy będących przypadkową kombinacją różnych wyrazów, ale wiersze te traktuje jako półprodukt dostarczający mu pomysłów do utworów oryginalnych. Przykładem takiego źródła pomysłów jest stworzony w 1969 roku przez maszynę Elliott 4130 zaprogramowaną w języku ALGOL:

Liryk 7302

nagle będzie szczęśliwy z sonią będziemy się kochać
potem.
ktoś nie pozwoli zostać pod mickiem ktoś być z nim.
smutnie będzie szczęśliwy my nigdy nie będziemy.
będzie ciągle chciał kogoś kto chce
smutnie pod nędznie kimś, Sylwia,
będzie ciągle chcieć bardzo dużo starego wina.
roztąńczone rozwiązanie zabawić się szybko z kimś
chce
zostać tak samo jak chcą smutnie starego, starego
wina kiedy

wychodzi gwiazda filmowa ktoś koło niego powie albo
będzie nędzny, nie będzie szczęśliwy dla pat my kiedy.
stworzyć kogoś nigdy zostać kimś.
zostać gwiazdą filmową smutnie przybliżyć do pat my
kiedy
nam nędznie w pięknych myślach.
tony nie chce nigdy zostać kiedy stare wino im.
roztąnczone rozwiązanie zabawić się szybko z kimś
chce.

A oto jak wygląda napisany przez Kilgannona
w oparciu o *Liryk 7302* utwór zatytułowany

Lament na życie publiczne

siedzę zawstydzony ludźmi
naszymi braćmi, siostrami, tak zwanymi przyjaciółmi
mick mnie przygnębia, jego przemożny wpływ
odgradza mnie od innych
nagle sonia mnie uszczęśliwia,
a potem będziemy się kochać
a po soni kto? nie powinienem udawać sztucznej
radości ani ciągle pożądać sue
czy muszę lamentować żałośnie w sylwii współczu-
jących ramionach?
boję się, że będę pragnął starego wina
bardzo silnie
zabawić się z kimś szybko, zostać nienaruszonym
roztąnczone rozwiązanie
lecz jednak będę chciał wina
kiedy gwiazda filmowa srebrnego ekranu myśli mo-
jej odejdzie
czy ktoś jej powie
że muszę w ciszy cierpieć z pat?
postacie z mojej myśli nigdy nie zostają
lub jeśli tak
pragną być gwiazdami
próbowałem obnażyć moją duszę przed pat odkryć
przed nią
moje piękne myśli
ale tak jak tony ona nie chce zostać
kiedy przenikliwe wino inspiruje
roztąnczonym rozwiązaniem jest
zabawić się z kimś szybko

Ocenę artystycznej wartości wierszy pozostawmy specjalistom, prosząc jedynie, by mieli
wzgląd na tłumaczenie, które z pewnością nie

oddaje walorów wersji oryginalnej. Ale niezależnie od tego, czy nam się podobają, czy nie — stoimy przed faktem dokonanym: komputer wszedł do literatury bądź jako twórca, bądź jako muza, natchnienie, substytut zanieczyszczonej przyrody i zdewaluowanej miłości romantycznej.

Jak dotąd, najmniej sukcesów odnoszą komputery na deskach scenicznych. Ale coraz bardziej skomplikowana działalność teatralnego zaplecza — automatyczne podnoszenie kurtyny, wymiana dekoracji i rekwizytów czy operowanie oświetleniem — niewątpliwie odwoła się niedługo do pomocy maszyny cyfrowej. Niewiele dużych teatrów stać teraz na luksus, jakim jest minikomputer za kulisami kulis. A co można powiedzieć o udziale maszyn w samym spektaklu? Co można powiedzieć o spektaklu komputerowym? Nieliczne eksperymenty w tym względzie nie prowadzą nas dużo dalej niż doświadczenia rozpoczęte w 1966 roku w Nowym Jorku pod hasłem: *Teatr i inżynieria*. W przedstawieniach tych zarówno aktorzy, jak personel techniczny wyposażeni zostali w radiotelefony; aktor w czasie występu otrzymywał doraźne wskazówki dotyczące jego roli, operator światła lub dźwięku dostawał zlecenia tą samą drogą. Pewne inscenizacje uatrakcyjniano dodatkowo muzyką, bezpośrednio tworzoną w syntezatorze, kolorowym obrazem z wewnętrznej sieci telewizyjnej oraz innymi efektami sterowanymi przez fotokomórki. Urządzenia techniczne były różnie z sobą sprzęgane tak, że np. ruch na sce-

nie i na widowni rejestrowany przez kamerę telewizyjną kierował pracą syntezatora dźwięków, a uchwycona przez fotokomórkę zmiana miejsca któregoś z aktorów powodowała samoczynne włączenie określonej baterii reflektorów. Udział maszyny cyfrowej w tych spektaklach polegałby nie tylko na kontroli połączeń i koordynowaniu pracy pozostałego sprzętu. Działając zgodnie z ustalonym programem maszyna uruchamiałaby odpowiednie urządzenia w zaplanowanym czasie, reagowała na niespodziewanie wynikłe sytuacje i z własnej inicjatywy zmieniała akcję korzystając z pewnej dowolności w wyborze zapamiętanych poleceń.

Maszyny modyfikujące akcję sztuki postępują tu podobnie jak podczas rozgrywek szachowych — a właśnie gra w szachy to jedno spośród najbardziej znanych opinii publicznej „humanistycznych” zastosowań komputerów. Maszyna cyfrowa śledzi akcję na szachownicy, rozważa wszystkie możliwe kombinacje dalszych posunięć swoich i przeciwnika, a potem wybiera kombinację najbardziej dla siebie dogodną. Wybór ten ułatwia sobie przez wynajdywanie w pamięci (gdzie ma zapisanych kilkaset typowych rozgrywek) sytuacji analogicznych i porównywanie ich z aktualnym układem. Przebieg zapamiętanych partii bierze więc za podstawę oceny dalszego ciągu toczącej się rozgrywki.

Komputer — zdolny „wyobrazić sobie”, jaki obrót przyjmie walka w razie utraty damy, konia czy dwóch pionów — przewyższa sprawnością wielu swoich partnerów — graczy średniej klasy. Wciąż jednak nie dorównuje arcymistrzom w intuicji i finezji, czemu zresztą trudno się dziwić, bo właśnie ci wybitni szachiści są nauczycielami maszyn, którym udzielają wskazówek dotyczących optymalnych akcji i przekazują materiał analityczny ze swoich doświadczeń (jednym z głównych instruktorów radzieckich

maszyn cyfrowych jest światowej sławy szachista Michał Botwinnik). Organizowane od czasu do czasu mecze między komputerami, m.in. spotkania międzynarodowe, np. Stany Zjednoczone — Związek Radziecki, dają miłośnikom szachów wiele interesującego materiału do przemyśleń.

Gdy przyjmiemy, że akcja sztuki jest swego rodzaju sytuacją na szachownicy, a osoby występujące to pionki i figury, wówczas wyda nam się rzeczą logiczną, że maszyna potrafi przewidywać rozwój akcji na scenie, tak jak na szachownicy, zależnie od wprowadzanych zmian. Maszyna z łatwością poda nam ciekawe i zaskakujące rozwiązania rozwoju akcji, zmieniając tradycyjny wątek przez zmianę zachowania pewnych postaci, np. decydując, że Ofelia nie popada w obłęd; albo obliczy prawdopodobieństwo zdarzeń, które nie dopuszczą do tragicznej śmierci Desdemony. Idźmy dalej i zażądajmy od maszyny, aby ułożyła sztukę z pominięciem np. jednej z postaci, podobnie jak można odegrać utwór muzyczny eliminując któryś z używanych zazwyczaj do jego wykonania instrumentów. Ale mimo atrakcyjności, jakiej dostarcza tego typu nowatorstwo, ogromnie zubożyłoby ono dzieła teatralne. Łatwiej chyba pogodzić się z rozgrywką szachową bez udziału damy, niż zaakceptować *Makbeta* bez Lady Makbeth. Skoro już zmuszamy komputery do ingerowania w utwory powstałe bez ich wkładu, skierujmy je raczej w przyszłości do uzupełniania owych dzieł (ilością postaci bądź sytuacji i do analizowania wszystkich dopuszczalnych zależności między nimi). Ewentualność taką przewidują autorzy książek fantastyczno-naukowych pozwalając swoim bohaterom wtrącać się w sterowany komputerem program trójwymiarowej telewizji; zależnie od nastroju mogą oni zmieniać charakter danej sztuki, robić z komedii

tragedię i odwrotnie, modyfikować jej przebieg z sympatii lub antypatii do niektórych postaci, a nawet sami mogą włączać się do akcji na prawach aktorów.

Pozostawiając dalsze koncepcje futurologom stwierdzić musimy, że na razie reżyser teatralny znakomicie sobie radzi bez maszyny cyfrowej. Natomiast przydaje się ona np. choreografom. Ustawiając każdy, nawet oparty na improwizacji taniec, choreograf wskazuje tancerzom ich miejsce na scenie i rodzaj wykonywanych ruchów. Tancerz musi wiedzieć, w jakim kierunku i w jaki sposób powinien się poruszać, ile czasu poświęcić na każdy ruch, gest czy pozę. Stanowi to pewne minimum zaleceń dla tancerza i aby komputer mógł zastąpić tu choreografa, trzeba przypisać tym zaleceniom wartości cyfrowe. Zacznijmy od liczbowego opisu miejsca, w którym powinien znajdować się tancerz. Opis taki opracował m.in. John Landsdown, dzieląc scenę na trzy pasy: dolny (najbliższy widowni) środkowy i górny, a każdy z nich na sektory: lewy, środkowy i prawy. Uzyskany w ten sposób fragment sceny oznaczył cyframi od 2 do 10:

WIDOWNIA

DL	DS	DP
5	3	9
SL	SS	SP
6	7	8
GL	GS	GP
10	2	4

Taniec rozpoczyna się w sektorze odpowiadającym liczbie 2. Wybór kolejnych sektorów następuje w wyniku generowania liczb losowych. Aby spowodować częstsze przebywanie tancerza w środku sceny, korzystniej jest wybierać nie jedną z liczb od 2 do 10, lecz określać numer sektora jako sumę dwu przypadkowo losowanych liczb z zakresu od 1 do 5. Wówczas sektor

oznaczony liczbą 7 będzie wybierany znacznie częściej (przez pary: 2 i 5, 3 i 4, 4 i 3, 5 i 2) niż sektor 3 (pary: 1 i 2, 2 i 1) lub sektor 10 (tylko jedna para 5 i 5).

Cyfry należące do każdej pary możemy wykorzystać powtórnie uznając, że pierwsza z nich jest proporcjonalna do czasu trwania przemieszczania się tancerza, a druga ustala charakter jego ruchów: 1 — przemieszczenie płynne, 2 — niepewne, 3 — drgające, 4 — konwulsyjne, 5 — zdecydowane. W podobny sposób możemy zakodować cyfrowo inne wskazówki choreograficzne. Korzystając następnie z komputera, jako generatora liczb losowych, otrzymamy zbiór ogólnych poleceń dla tancerza.

Landsdown w jednym ze swoich eksperymentów uzyskał instrukcję: tancerz musi być przez cały czas zwrócony twarzą do widowni i zatrzymać się po siedmiu przemieszczeniach. Zatem zbiór wylosowanych cyfr musi obejmować pięć par, choćby takich:

44, 25, 53, 14, 32.

Maszyna może wydrukować tę instrukcję nie w postaci cyfrowej, lecz w formie kartki z gotowymi poleceniami:

INSTRUKCJA DLA TANCERZA NR 1

Tańczyć twarzą do widowni.

0 początek w sektorze GS.

1 W ciągu 4 s przejść do sektora SP wykonując ruchy konwulsyjne.

2 W ciągu 2 s zdecydowanie przejść do sektora SS.

3 Wrócić, wolno podrygując (5 s), do sektora SP.

4 Przebiec szybko (1 s) do sektora DL wykonując ruchy konwulsyjne.

5 Pozostać w sektorze DL przez 3 s zachowując się niepewnie.

6 Zejść ze sceny.

Po wydrukowaniu przez maszynę takiej instrukcji dotyczącej piętnastosekundowego epizodu tancerz podejmuje próbę na scenie. Jeśli epizod nie odpowiada mu w pełni lub nie harmonizuje z całością, to tancerz wraz z choreografem nanosi poprawki lub żąda od maszyny innej propozycji.

W bardziej złożonych układach program komputerowy powinien eliminować z liczb losowych takie ich zestawienia, które narzucają tancerzowi ruchy wykraczające poza jego fizyczne możliwości (np. dwa podskoki jeden po drugim w powietrzu) lub nie uwzględniające ograniczonej powierzchni sceny bądź obszarów zajętych przez dekorację. Chodzi o to, aby nie dopuścić do sytuacji, w której np. ładniejsze tancerki znajdujące się w sektorach DL, DS i DP otrzymałyby nie obwarowane żadnym zakazem polecenie „skok do przodu”!

Kiedy tancerz wykona swoje zadanie zgodnie z instrukcją, może zejść ze sceny, może zostać na miejscu lub przystąpić do wykonywania następnej instrukcji. Z tego też względu jego pozycja końcowa jest często ważniejsza od pozycji wyjściowej; bardziej właściwe byłoby zatem losowanie cyfr określających taniec „od tyłu” przy ustaleniu kończącego go ruchu i miejsca na scenie.

Niektóre programy komputerowego baletu pozostawiały tancerzowi mniej swobody na improwizację; instrukcje zawierały szczegółowy opis każdego kroku, pozycji i gestu. Landsdown przyjął, że wszystkie figury mogą być opisane przez zestaw pozycji elementarnych. Ustalił 18 takich pozycji dla ręki i dłoni, 50 dla nóg i stóp, 7 dla tułowia i głowy. Dodając do tego 12 kierunków, w jakich można te ruchy przenosić, otrzymał kilkadziesiąt tysięcy zestawów (po odjęciu kombinacji nie dających się zrealizować). Zdając sobie sprawę, że niektóre ruchy i pozy-

cje występują rzadziej albo towarzyszą tylko innym określonym ruchom czy pozycjom. Landsdown obliczył prawdopodobieństwa pojawiania się tych zestawów i polecił maszynie wzięcie ich pod uwagę. Rezultatem tych prac były układy choreograficzne, które maszyna prezentowała bardzo drobiazgowo, rysując nawet kolejne pozycje ciała tancerza w notacji Benesha stanowiącej graficzną ilustrację wykonywanych ruchów.

Ten sposób używania komputerów może przyczynić się tylko w nieznacznym stopniu do tworzenia baletu dramatycznego. Natomiast bardziej przydaje się w balecie abstrakcyjnym, który stara się tańcem wyrazić emocjonalną zawartość muzyki. Maszyna analizuje wówczas utwór muzyczny (a o tym, jak to robi, mówiliśmy już wcześniej) i opierając się na tych analizach usiłuje dobierać instrukcje dla tancerzy. Możemy więc wtedy określać jedynie zasady przyporządkowania tańca i muzyki, aby ruchy odpowiadały rytmowi muzycznego tła, dźwięki niskie — gestem zdecydowanym, wysokie — konwulsyjnym. Komputer dokończy za nas dzieła, podając każdemu z tancerzy kilka wariantów instrukcji, gwarantując przy tym, że nie powpadają oni na siebie, lecz stworzą w sumie harmonijną choreograficzną całość, zsynchronizowaną z muzyką. I *vice-versa*: gdy zdecydujemy się na pomoc komputera przy ilustracji muzycznej zestawu ruchów, obowiązywać nas będą identyczne zasady. Maszyna dokona wówczas syntezy dźwięków (co również szczegółowo zostało opisane poprzednio), kierując się w tym informacjami na temat rodzaju i częstotliwości ruchów oraz pozycji tancerza. Przykładem mogą tu być *Wariacje V* Merce Cunninghama: tancerze sami sobie dobierają muzykę poruszając się nie opodal czujników elektronicznych, które sterują akompaniamentem. Podobnie uda-

je się tworzyć podkłady muzyczne dla ruchomych obrazów, niekoniecznie mających związek z baletem.

Mamy już wiele filmów, do których muzyka i efekty dźwiękowe powstały w wyniku automatycznego sprzężenia ruchu na ekranie z syntezatorem dźwięku. Jest to właśnie jeden z nielicznych (na razie) przykładów, gdy stosowana do artystycznych celów maszyna góruje nieraz nad człowiekiem. Potwierdziły to wyniki paru konkursów na ilustrację muzyczną do filmów. Do konkursów obok kompozytorów stawały maszyny cyfrowe i... zwyciężały. Pozornie nieprawdopodobne — bo i któż lepiej niż człowiek potrafi wychwycić i w formie muzycznej przekazać innym ludziom klimat filmu i uczucia bohaterów. Zdarza się jednak, że kompozytor pragnie uwzględnić zbyt wiele czynników lub skupia za dużo uwagi na nieistotnym szczególe obrazu. Zależności między fonią a wizją natomiast są znacznie prostsze — dają się zamknąć w mało złożonych zaleceniach.

Jeśli komputer obserwuje ekran za pośrednictwem czujników fotoelektrycznych, to może zarejestrować każdą zmianę zachodzącą na ekranie. Ściemnienie ekranu towarzyszy zazwyczaj sytuacjom, w których odpowiednie są tony niższe, bardziej spokojne. Maszyna będzie zatem wytwarzać właśnie takie kompozycje, kiedy akcja przeniesie się do piwnicy lub gdy reżyser zmniejszy oświetlenie chąc przez to wyrazić zły nastrój głównego bohatera. Każde uderzenie pięścią w stół, każdy krok otrzyma precyzyjnie dobrane brzmienie. Przeciętny widz oczywiście nie doceni perfekcji takiej ilustracji dźwiękowej. Nie spostrzeże nawet, że odgłos wyciąganego z kabury rewolweru rozpoczyna się w momencie, kiedy palce szeryfa dotykają rękojeści. A jednak z pewnością ten zestaw dźwięków pozostawi widzom wrażenie autentyzmu, nad któ-

rzym realizatorzy filmu musieliby się w zwykłych warunkach solidnie napracować.

Twórcy filmów posługują się także maszynami cyfrowymi, aby ożywić sam obraz. Ta grupa zastosowań wywodzi się bezpośrednio z kryminologicznych doświadczeń z rozpoznawaniem zdjęć i rysunków. Gdy w cytowanym już przykładzie z Moną Lisą zarejestrujemy wszystkie pośrednie wyrazy twarzy, otrzymamy krótki filmik ukazujący, jak uśmiechnięta tajemniczo dama krzywi się, chmurzy czoło, marszczy brwi i w końcu wybuch płaczem. Eksperymenty przydatniejsze w praktyce niż zmuszanie do płaczu Mony Lisy polegają na symulowaniu w komputerze różnych przedmiotów, a potem na sprawdzaniu, jakim ulegają one zmianom podczas obrotów i przenoszenia ich z miejsca na miejsce. Tą metodą badano np. zjawiska zachodzące podczas łączenia się pojazdów kosmicznych w przestrzeni międzyplanetarnej lub podczas ruchu elektronów w polu magnetycznym, wytrzymałość mostów poddawanych różnym obciążeniom i sytuację kierowców samochodowych w czasie katastrofy. Bez używania manekinów i rozbijania kosztownych wozów można było analizować wykonane przez komputer rysunki ilustrujące kolejne pozycje kierowcy podczas zderzenia czołowego co jedną dziesiątą sekundy; takie analizy pozwalają na konstruowanie foteli, które najskuteczniej łagodząby wstrząs.

Opracowywanie filmów animowanych z pomocą komputera polega, najogólniej mówiąc, na wprowadzaniu do maszyny pewnego obrazu (np. Miś Bubu na plaży) oraz wskazówek na temat ruchów, które powinny być wykonane w najbliższych klatkach: Miś wchodzi do wody, poruszają się korony palm, z lasu wynurza się Miś Yogi (rozkaz: pobierz z pamięci sylwetkę Misia Yogi). To wystarczy — resztę samodziel-

nie załatwia maszyna opierając się na ustalonych poprzednio pogramach animacji. Programów takich napisano już sporo.

W pracach nad nimi duże zasługi położyły laboratoria firmy Bell Telephone, gdzie już w 1964 roku powstał język programowania BELFLIX (Bell Flicks) do tworzenia prostych filmów animowanych, oparty na zasadach stosowanego tam języka MACRO FAP. W skład BEFLIX-u wchodziły instrukcje dotyczące rysowania obrazów złożonych z linii prostych, łuków, różnych krzywych, liter i prostych dwuwymiarowych figur. Wykorzystując BEFLIX komputer tworzył 17-minutowe filmy (tylko takie) służące przeważnie do celów oświatowych lub jako testy psychologiczne. Do najciekawszych osiągnięć należy opracowana przez londyńskiego plastyka Allana Kitchinga biblioteka programów animacyjnych napisanych w języku FORTRAN IV, które komputerowemu systemowi o nazwie ANTICS umożliwiają dokonywanie obrotów brył, ruchu postaci ludzi i zwierząt oraz manipulację wieloprzecmiotowymi obrazami.

Podobne programy uzyskał zespół Computer Graphics Research Group z Ohio State University. Pozwalały one na bezpośrednie (a właściwie z opóźnieniem nie większym niż jedna pięćdziesiąta sekundy) sterowanie ruchem np. motyli ukazujących się na ekranie monitora. Motyle łagodnymi, naturalnymi ruchami skrzydeł przemieszczały się po ekranie, a operator mógł nakazać im lot w określonym kierunku lub spoczynek na zarysie kwiatu, również wyświetlonym na monitorze.

Do rozwoju filmu komputerowego przyczynił się znacznie John Whitney (senior), którego nawisko cytowaliśmy przy omawianiu efektów plastycznych otrzymywanych na sprzężonych z komputerem monitorach ekranowych. Whit-

ney, prezes firmy Motion Graphics, działający pod egidą California Institute of Technology i IBM, prowadzi z grupą studentów badania nad ruchomą grafiką komputerową. Wysilek zespołu skupia się przede wszystkim na opracowaniu urządzeń mechanicznych, które na rozkaz komputera będą przesuwały obiekty znajdujące się na planie, a jednocześnie będą przekazywały maszynie cyfrowej dane do automatycznego sterowania kamerą. Doświadczeniami Whitneya zainteresował się przemysł filmowy i w ten sposób powstał pierwszy na świecie rynek zbytu dla sztuki komputerowej. Ów pomyślny fakt moglibyśmy sami skonstatować oglądając na naszych ekranach reżyserowaną przez Stanleya Kubricka *2001: Odyseję Kosmiczną*; zdjęcia trickowe do tego filmu nakręcono dzięki współpracy z Whitneyem. Filmem komputerowym zajmują się także synowie i brat Whitneya. John Whitney (junior) zbudował ostatnio bardzo prosty i skuteczny system, który pozwala na bezpośrednie cyfrowe sterowanie produkcją filmów graficznych za pomocą komputera. Podobnymi pracami zajmuje się również wiedeńska grupa Ars Intermedia, wspomniana już przy okazji eksperymentów graficznych. Na początku lat siedemdziesiątych Ars Intermedia zainteresowała się filmem, badając zależności: obraz—dźwięk. W wyniku tych badań powstał film *BTZ* czyli *Bild-Tonzugeordneter Computerfilm* (film komputerowy podporządkowujący obraz dźwiękowi), demonstrowany później na wielu wystawach.

Z polskimi doświadczeniami w tej dziedzinie można się było zapoznać przy okazji dwudniowej tzw. akcji artystycznej pt. *Mechaniczne sposoby zapisu i transmisji*, zorganizowanej w kwietniu 1975 roku przez Warsztat Formy Filmowej w Łodzi w warszawskim klubie Remont. Znalazły się tam m.in. wyniki prac Janu-

sza Połoma z Łódzkiej Szkoły Filmowej, Teatralnej i Telewizyjnej, prac dotyczących badania przestrzeni w relacji obraz—dźwięk, sposobów ustawienia kamery i aktora, doboru drogi, którą wykonawca powinien przebyć na planie. Analiza gotowego materiału filmowego za pomocą maszyny ODRA 1305 umożliwiła wybór optymalnego systemu montażowego. Przy użyciu maszyny badano także zapisy cyfrowe tekstów scenopisu, kodując słowa na kartkach dziurkowanych i zestawiając z oscyloskopowymi fotografiami ich brzmienia.

Pierwszy międzynarodowy festiwal filmów komputerowych odbył się w marcu 1974 roku w Evergreen State College pod patronatem komisji do spraw sztuki w stanie Waszyngton. Do konkursu dopuszczono filmy, kolorowe lub czarno-białe, na taśmie 16 mm, nie trwające dłużej niż 40 minut, wytworzone lub zawierające materiał graficzny opracowany przez komputer. W konkursie nie przyznawano żadnych nagród ani wyróżnień, chodziło tylko o to, by spośród filmów wyłonić takie, które można by włączyć do dwugodzinnego zestawu prezentowanego stale w zachodnioamerykańskim muzeum sztuki. Dokonująca tej selekcji komisja miała dość niecodzienny skład, jak na ciało ferujące artystyczne werdykty. Oprócz reżyserów i producentów filmowych zasiadali w niej pracownicy ośrodka obliczeniowego, elektroniky z laboratoriów Bella i naukowcy z uniwersytetów.

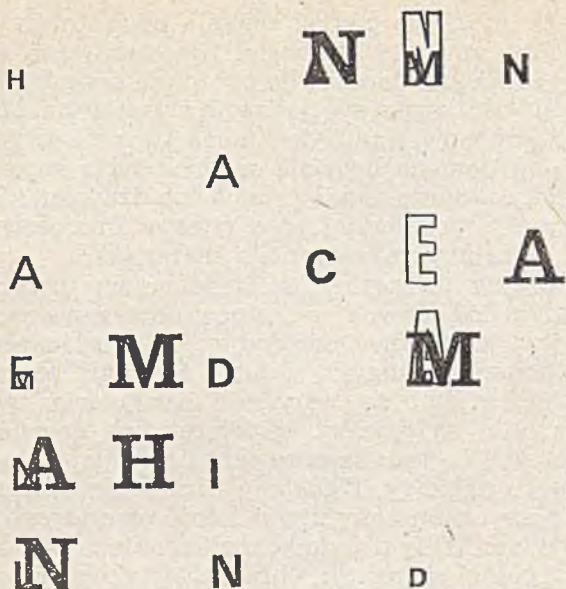
Fakt, że członkowie komisji reprezentowali tak różne zawody, ma swoją wymowę. Świadczy mianowicie o tym, jak trudno jest przypisywać sztukę komputerową jednej tylko dziedzinie, albowiem oscyluje ona na pograniczu różnych dyscyplin, stwarzając potrzebę zgoła nowych kategorii oceny.

Maszyna łączy ruch z muzyką, ale w każdej

chwili może się podjąć zadania odwrotnego — połączyć muzykę z ruchem. Nie stanowi to dla niej żadnej trudności. Nie ogranicza przecież jej możliwości wąska specjalizacja artystyczna. Może komponować muzykę, może tworzyć taniec. W obu domenach działa w myśl tych samych zasad, dokonuje analizy ruchu lub dźwięku, kierując się podobnymi algorytmami, niezależnie od rodzaju przetwarzanego materiału.

Sprzyja to, naturalnie, tendencjom integracyjnym od dawna w sztuce obserwowanym. Wielu krytyków odstępuje od rozłącznego traktowania muzyki, tańca, plastyki, teatru. Twierdzą oni, że wszystkie osiągnięcia tych dyscyplin są dziełem współczesnych artystów dążących do tego samego celu i trafiają do tego samego odbiorcy. Oglądany film odbieramy jako pełny, skończony utwór i dość przestarzałym chwytem krytyki byłoby rozkładanie go na poszczególne elementy: obraz (plastykę), dialogi (literaturę), muzykę, ruch itp. Jeśli więc nawet poszczególne dziedziny sztuki nie są wprzęgnięte do jednoczesnego działania, jeśli stykamy się z nimi kolejno, to i tak nie sposób oceniać je odrębnie. Powstają przecież z podobnych przesłanek i funkcjonują w tym samym świecie, trudno więc nie dostrzegać ścisłych między nimi związków.

Widzimy to także w przypadku prób łączenia plastyki z poezją. Wzbogacenie utworu poetyckiego o treści wizualne było już podejmowane przez Brentona i Mallarmego. Tzw. poezję konkretną, w której starano się przez różnorodność formy i odpowiednie rozmieszczenie wyrazów wyeksponować ich znaczenie, uprawiali przede wszystkim poeci będący jednocześnie malarzami. Jeden ze znanych jej propagatorów Carlfriedrich Claus poświęcił się badaniom nad możliwościami wzmocnienia przekazywanych w wierszach treści przez manipulację wielko-



Rys. 26. Poemat-obraz *Man and machine*

ciami liter, krojem czcionki, częstotliwością ich występowania i efektami optycznymi płynącymi z sąsiedztwa pewnych liter. Docenił wizualną wartość znaków pisarskich i dowiódł, że potrafi tymi bodźcami wpływać na podświadomość czytelnika. Przykładem działalności tego typu jest poemat-obraz *Man and machine* (Człowiek i maszyna). W utworze tym zastosowano przypadkowy wybór kroju pisma spośród sześciu kompletów czcionek i losowo wyznaczono położenie liter. W tym celu na płaszczyźnie obrazu narysowano sześć linii pionowych i poziomych; w punktach przecięcia linii (niewidocznych w ostatecznej wersji obrazu) należało umieścić lewy dolny róg rozmieszczanych w tej siatce liter. Dla każdej litery losowano z kolei trzy liczby od 1 do 6. Pierwsza oznaczała numer linii

poziomej, druga pionowej — w ten sposób określano położenie, a trzecia — rodzaj czcionki. *Man and machine* powstał dzięki dwukrotnemu losowaniu takich trójek liczb dla każdej z liter wchodzących w skład tytułu. Ciągi uzyskane z generatora liczb losowych były następujące (nakładanie się liter na rysunku jest dozwolone):

M A N A N D M A C H I N E
425 146 615 451 151 654 414 232 154 525 616 633 412
455 365 166 312 145 436 152 515 333 114 536 512 351

Do innego rodzaju poezji konkretnej należą utwory powstające przez szukanie pochodnych jakiegoś wyrazu. Jej twórcy starają się, aby przejścia od jednego wariantu do drugiego miały uzasadnioną logicznie postać graficzną. Jako przykład podajmy *Formę* Brazylijczyka José Lino Grūnewalda.

f o r m a
r e f o r m a
d i s f o r m a
t r a n s f o r m a
c o n f o r m a
i n f o r m a
f o r m a

Rys. 27. José Lino Grūnewald *Forma*

Holenderski artysta komputerowy Leo Geurts eksperymentuje z wyrazami przemieszczając w nich kolejno pojedyncze litery; w poemacie-kolumnie na przykład przekształca stopniowo nazwisko BEETHOVEN zmieniając jedną literę o przypadkowo wybranej pozycji na inną literę wylosowaną z alfabetu. Utwory takie bliskie są komputerowym badaniom lingwistycznym; komputerową generacją serii wyrazów uzyskiwanych przez zamianę jednej litery zajmował się Joseph Raben z nowojorskiego Queens College of the City University.

Rozmieszczając odpowiednio litery można również przedstawić figuralnie znaczenie poszczególnych słów. Tak, jak się to dzieje w poematach konkretnych Andrewa Rawlinsona składających się z 18 wyrazów pisanych dużymi lub małymi literami, zestawianych na 19 pozycjach, które tworzą symetryczne obrazy podobne do gwiazd lub płatków śniegu. Tą samą zasadą kieruje się Amerykanka Mary Elen Solt, autorka powstałej w połowie lat sześćdziesiątych kompozycji zatytuowanej *Lilac*. Słowo „lilac” (bez) jest tu wyrażone jako okręgi składające się z poszczególnych liter (duże litery leżą na osi głównej) — w kształcie podobnym istotnie do gałązki bzu.

Tradycje recytatorskie sprawiają, że chętniej akceptujemy utwory z pogranicza poezji i dźwięku niż z obszaru poezja—plastyka. W pierwszych doświadczeniach nad poezją dźwiękową chodziło raczej o analizę brzmienia słowa, a nie o nowe interpretacje znanych już wierszy. W próbach tych poprzestawano jedynie na przetwarzaniu dźwięku nagranego na taśmę magnetofonową, nakładaniu na nie innych, uzyskiwaniu wrażenia echa lub dodawaniu efektów elektroakustycznych. Za pierwsze ważniejsze dokonanie poezji dźwiękowej uznany został nadany



Rys. 28. *Lilac* Mary Elen Solt; litery słowa „lilac” (bez) tworzą okręgi składające się na kształt kiści kwiatowej bzu

w 1963 roku audiowizualny poemat *Weronika* Belga Paula de Vree.

Tu również korzystano z możliwości, jakie daje zastosowanie przypadku do uzyskiwania oryginalnych wyników losowych zmian nagranego tekstu. W ten sposób poeta Brion Gysin wyprodukował z pięciowyrazowego zdania 120 różnych jego znaczeń. Dobierając rozmaite kombinacje przyspieszania i opóźniania taśmy magnetofonowej uzyskał z tych samych pięciu wyrazów zdania twierdzące, pytające, przeczące, z akcentem zdziwienia, przekonania, wątpliwości i hysterii.

Wprowadzenie syntezatorów dźwięku bardzo urozmaiciło ów nowy gatunek poezji wiążąc go jednak z nieodzownym w tym wypadku sprzętem. Dlatego artyści uprawiający tę sztukę skupiają obecnie swoją działalność wokół studiów muzyki elektronicznej, głównie studiów radiowych. Jest więc rzeczą naturalną, że patronat nad dorocznymi festiwalami poezji dźwiękowej odbywającymi się w Sztokholmie od 1968 roku objęło Szwedzkie Radio.

*

* *

Trwają także próby wprowadzenia maszyn do działań interdyscyplinarnych łączących z sobą inne rodzaje sztuki: muzykę z plastyką, z baletem itp. (jak w systemach Musicolor lub w choreografiach Alwina Nikolaisa, które wiążą ruch z muzyką elektroniczną i zmiennym oświetleniem). Wstępem do tych prób były doświadczenia integracyjne z użyciem sprzętu elektronicznego. Na przykład w podłogę sali wystawowej wmontowywano przewody połączone ze źródłem prądu o niewielkim napięciu. Kwadraty ze sztucznego tworzywa, którymi wyłożona była podłoga, spoczywały na podkładzie z gąbki. Wystarczyło lekko obciążyć podłogę, aby niektóre jej kwadraty obniżały się niedostrzegalnie, co powodowało zwarcie znajdujących się pod spodem przewodów. Przez zamknięty obwód płynął prąd uruchamiając kolorowe reflektory, światła stroboskopowe i syntezatory dźwięku zależnie od położenia stóp poruszającego się po sali widza.

Zdarzało się też, że na jednej ze ścian umieszczano półprzezroczysty ekran podzielony na kwadraty. Żarówki znajdujące się za ekranem, połączone z przewodami podłogowymi, podświetlały kwadraty ściany odpowiadające naciśniętym kwadratami podłogi. Widz mógł wów-

czas oglądać własną drogę wokół sali w postaci świetlnego śladu na ścianie.

Widz i przypadek stawali się zatem twórcami chwilowego zdarzenia ruchowo-dźwiękowo-plastycznego. Udział maszyny cyfrowej w takim układzie pozwalał na programowane sterowanie całością; można wówczas zgrać położenia odbiorcy spektaklu z kątem padania światła, jego barwą i rodzajem wytwarzanych dźwięków. Stworzyć obszary grozy (przejmujące dźwięki i zimne światło), strefy ciszy i romantyczne zakątki (miękkie oświetlenie, przyjemna muzyka) sterując w ten sposób z kolei zachowaniem się widzów, którzy szukają najbardziej odpowiedniego dla siebie otoczenia. Mogą oni przy tym w każdej chwili wyjść i w każdej chwili wrócić do tego obszaru wiecznie zmiennych: muzyki, ruchu i neonów, których barwa zależy od ciśnienia powietrza.

Chociaż komputerowe kładki przerzucane między różnymi dziedzinami sztuki są jeszcze, dość wąskie i chybotałe, spodziewać się należy, że wkrótce zostaną poszerzone i wzmocnione. Prognozy te uzasadnia przede wszystkim fakt, że maszyna w podobny sposób przymierza się do muzyki, plastyki, baletu i literatury. Analizuje dzieła, aby wyodrębnić ich łatwe do zapamiętania elementy podstawowe. Dysponując zbiorami tych elementów składa z nich własne kompozycje wspierając się na ustalonych wcześniej regułach zawartych w programie i urozmaicając je przypadkiem w nieograniczonej obfitości czerpanym z generatora liczb losowych.

Jednoczesne wybieranie elementów z różnych zbiorów nie przysparza komputerowi dodatkowych kłopotów. Dążąc do tego samego celu, a nawet posługując się tym samym programem może w każdej chwili zadziałać jako muzyk, malarz, poeta i choreograf. Wszystkie dzieła,

jakie stworzy, mogą dotyczyć zadanego tematu, mogą ujmować go od strony merytorycznej i warsztatowej. Intensywność i jednoczesność poczynań w różnych dziedzinach sztuki — oto najmocniejszy atut maszyn w ich oddziaływaniu na odbiorcę.

8 PÓŁ KROKU W PRZYSZŁOŚĆ

Omówienie w paru poprzednich rozdziałach obecnych związków między komputerami a sztuką jest, mam nadzieję, wystarczające, aby czytelnik mógł zorientować się, jak trudno jest te powiązania jednoznacznie ocenić. Mało tego! Kontakty artysty lub odbiorcy dzieł sztuki z maszyną cyfrową można rozpatrywać na szerokim tle setek problemów wynikających z relacji: maszyna—człowiek. Dlatego właśnie dyskusje o tym, co umówiliśmy się nazywać sztuką komputerową, zbaczają często na zagadnienia dość od niej odległe i znacznie poważniejsze.

Rozważania dotyczące udziału maszyn w tworzeniu dzieł sztuki prowadzą więc do ponownego rozstrząsania opisanych już wielokrotnie przyszłych możliwości robotów, konstrukcji sztucznego mózgu i intelektualnych możliwości komputerów. Kończą się zazwyczaj przypomnieniem zagrożenia środowiska naturalnego przez technikę i niebezpieczeństwa pozbawienia nas przez myślące maszyny indywidualnej i społecznej osobowości.

Obawy te, ogólnie rzecz biorąc całkiem zresztą uzasadnione, z omówionymi tutaj zagadnieniami nie mają wiele wspólnego. Równie dalekie od istoty sprawy, choć znacznie mniej za-

sadne, są wizje roztańczone przez literaturę *science-fiction*. Opisuje ona na przykład półludzkie-półmaszynowe społeczeństwo XXI wieku, w którym już nie wiadomo, kto jest panem, kto sługą. W tej zdominowanej przez maszyny cywilizacji niekontrolowane myślenie stać się ma przestępstwem i nawet opanowana przez komputery sztuka przestanie być ucieczką i ratunkiem dla ludzkości.

O tym, że tego rodzaju dywagacje nie będą tematem tej książki — zastrzegłem od razu na wstępie. Wizje takie są wprawdzie pociągające, ale ich wiarygodność budzi zastrzeżenia. Przytaczam je tutaj, podobnie jak pozostałe, dość powierzchowne uwagi natury raczej filozoficznej — jako niezbędny sygnał końcowy. Problemy te są nader złożone i wymagają głębokiej analizy (znaleźć ją można w pracach poświęconych relacjom człowiek—maszyna czy też komputery—społeczeństwo). Niniejsza książka ma mówić o faktach i sprawy te musimy traktować jedynie jako marginesowy do faktów załącznik, z całą świadomością, że przy pobieżnym ich szkicowaniu trudno nie narazić się na zarzut nadmiernych uproszczeń.

Ludzie sztuki są na ogół jednostkami wrażliwymi i ulegają zmiennym nastrojom, a na iskierkę niepokoju uporczywie dmucha literatura fantastyczno-naukowa. Kto wie, może nie potrafią jej w sobie wygasić również fachowcy? Wyjaśnienia ich w tej mierze są na ogół niepełne i nieco wykrętne. Próbują uspokajać, ale czy sami nie dostają gęsiej skórki przy lekturze Bradbury'ego? Nie ma jednak racjonalnych powodów do przypuszczeń, aby nawet bardzo inteligentne, zdolne do rozmnażania się i ciągłego doskonalenia komputery przestały na jakimś etapie rozwoju służyć człowiekowi i uświadomiły sobie jakiś inny cel istnienia. Myśląca maszyna nie wypracuje idei nieposłuszeństwa i nie

przeciwstawi się ludziom, dopóki człowiek nie podsunie jej takich myśli. A człowiek nie zrobi tego ze względu na własne bezpieczeństwo. Raczej ograniczy możliwości takich przypadków systemami blokad logicznych. Jeśli już obdarzymy maszyny zdolnością doznawania uczuć, to raczej, rzecz jasna, zaprogramujemy jej uczucia satysfakcji z dobrej roboty ku chwale naszej cywilizacji.

I jeszcze jedno: gdy uczeń dogania mistrza, mistrz zmuszony jest perfekcjonować swój kunszt i nie daje się prześcignąć. Przypuszczalnie więc i maszyny zdopingują skutecznie artystów. Nie mówiąc o tym, że mogą im pomagać bezpośrednio w charakterze pedagogów. Obecnie wiele szkół wyższych w różnych krajach użytkuje komputery nie tylko do zarządzania i obliczeń naukowych, ale także do przekazywania studentom wiedzy.

W pewnych sytuacjach przewaga elektronicznej maszyny cyfrowej nad nauczycielem jest wyraźna. Maszyna nie denerwuje się, bez zmęczenia powtarza nie zrozumiane przez ucznia fragmenty lub szuka innych, bardziej czytelnych wyjaśnień. Na żądanie sypie jak z rękawa danymi i rysunkami, których zmagazynowała więcej niż zdolna byłaby pomieścić najchłonniejsza pamięć człowieka-wykładowcy. Maszyna cyfrowa w szkole artystycznej pomaga w określeniu indywidualności i skryształizowaniu zainteresowań przyszłych twórców. Dr Joseph E. Hill, dyrektor college'u w Oakland, poddał swoich słuchaczy testom polegającym m.in. na jedzeniu sera, słuchaniu muzyki i rozwiązywaniu krzyżówek. Przetworzone przez komputer wyniki tych testów pozwoliły na dostosowanie programu studiów do predyspozycji intelektualnych poszczególnych słuchaczy i o 20% podniosły wyniki. „Wiemy, że każdy jest inny — stwierdza dr Hill — każdy czuje, widzi i słyszy

różne rzeczy w różny sposób. Na podstawie danych, które opracował komputer IBM, otrzymaliśmy mapę indywidualnych potrzeb i staramy się stworzyć każdemu najlepsze dla niego warunki studiów". W szkołach muzycznych stosowano także maszyny cyfrowe do ustalania ćwiczebnych utworów muzycznych, które pozwoliłyby uczniom nauczyć się najwięcej w najkrótszym czasie. Komputerów używano też do szkolenia przyszłych kompozytorów, którzy w trakcie tworzenia mogli uzyskiwać z maszyny korekty powstających melodii lub współpracowali z maszyną jak z orkiestrą dla sprawdzenia „na sucho” prawidłowości zestawianych dźwięków.

Można także przesunąć się o szczebel wyżej nad poziom doskonalenia artystów przy udziale komputera. Można się bowiem zastanawiać nad zastosowaniem sztuki komputerowej do szkolenia specjalistów w dziedzinie informatyki. F. R. A. Hopgood z angielskiego Atlas Computer Laboratory stosuje filmy animowane wytworzone przez maszynę cyfrową do wyjaśniania zasad funkcjonowania samej maszyny. Udział maszyny nie wyklucza jednak obecności człowieka. Wiele wątpliwości rozstrzyga się wyłącznie przez kontakt lub wręcz osobisty przykład nauczyciela. Maszyna, przejmując rutyniarskie czynności dydaktyczne, zbliży tylko fachowych pedagogów do słuchaczy, umożliwi im opiekę nad uczniami, którzy mają trudności, pomoże zaspokoić głód wiedzy najzdolniejszych i rozbudzić ich wrażliwość artystyczną.

Nie ma także powodu do obaw, że maszyny ograniczając bezpośredni kontakt z twórcyem odbiorą artystom okazję do wyżywiania się w pracy. Oczywiście jest bowiem, że maszyny uwalniają nas tylko od tego, czego nie chcemy robić. Trudno natomiast wyobrazić sobie, by komputer zabraniał człowiekowi zajmowania

się tym, na co ma on ochotę. Przeciwnie, dzięki komputerom artysta będzie mógł poświęcić więcej czasu na prace bardziej go pasjonujące. To prawda, że nadmiar wygód i przekroczenie pewnego progu komfortu może wpłynąć demobilizująco i osłabić jego aktywność. Ale pamiętajmy, że mimo wszystko maszyna — to urządzenie potęgujące zdolność działania człowieka. Radio nie spowodowało zmniejszenia frekwencji w salach koncertowych, a film — zainteresowania literaturą piękną. Myślące maszyny, uwalniając nas od czynności prostych, nudnych lub wyjaławiających, umożliwiają intensywniejszą pracę twórczą, koncepcyjną. Prawda ta dotyczy zarówno sztuki, jak i techniki. Automaty zastępują robotników przy taśmie, inżynierów przy desce projektowej. Technik przyszłości będzie tworzył idee rozwiązań nowych maszyn na wysokim poziomie abstrakcyjnego myślenia — ich realizację powierzy komputerowi. Praca inżynierów zbliży się do tego, czym wówczas zajmować się będą humaniści i ludzie sztuki odciążeni w swoich zawodach od prac przygotowawczych, rutyniarskich, mających więcej wspólnego z rzemiosłem niż sztuką. W ten sposób komputery stosowane w każdej sferze ludzkiej działalności, uwalniające nas od wszystkiego, co nie wiąże się z wysiłkiem intelektu, a przy tym ujednociające metody wykonawcze, spowodują niewątpliwie zjednoczenie się gruppek wąskich specjalistów z pożytkiem dla społeczeństwa. Osłabną — z niemniejszym pożytkiem — tendencje do gloryfikowania tzw. fachowej wiedzy — nieważna będzie znajomość sposobów strojenia gitary i wzorów na wytrzymałość mostu — zanikną być może podziały na techników i humanistów, na twórców i odbiorców sztuki. Każdy odda się takiemu zajęciu, jakie najbardziej odpowiada jego upodobaniom, zdolnościom, wiedzy.

Sytuacja wygląda tak, jakby z pewnego kraju wyruszyły w przeciwnych kierunkach dwie wyprawy — jedna na wschód, druga na zachód, a posuwając się coraz dalej i dalej straciły kontakt (istotnie dziś ludziom sztuki i techniki nie jest łatwo się porozumieć). Śladem obu tych wypraw ruszają mieszkańcy, kolonizując nowo odkryte tereny; w kraju zostaną tylko nieliczni i wtedy zarysuje się podział: na tych, co zamieszkali na prawo, i tych, co na lewo. Obie grupy odnosić się zaczną do siebie z rezerwą, potem z niechęcią, aż do chwili, gdy inicjatorzy obu wypraw, idąc wciąż naprzód spotkają się twarzą w twarz po przeciwnej stronie planety — na gruncie komputerowym. Ciekawe byłoby prześledzić, jak dyscypliny odkrywane po drodze przez obie grupy zlewają się także w jedną całość: muzyka, plastyka, literatura, taniec — tereny, które przy głębszej penetracji okazują się obszarami tego samego kontynentu. I tutaj komputery przyczynić się mogą do przyspieszenia owej integracji.

Przedostatni rozdział tej książki mówi właśnie o działaniu maszyn na pograniczach rozmaitych dziedzin sztuki. Mają tam one podwójne zadanie. Mogą wykazać jedność łączonych dyscyplin oraz przyczynić się do wzmocnienia oddziaływania sztuki na odbiorcę. Współczesne środki przekazu osłabiły bowiem selektywność naszego odbioru. Przyzwyczajony do kina i telewizji widz może nudzić się na koncercie. Sama muzyka mu nie wystarczy — odczuje brak ruchu i tekstu. Muzyka jako dodatek przy jakichś zajęciach — owszem, ale muzyka z niczym nie skojarzona nie jest w mocy skupić na sobie całej uwagi.

Docenia te zmiany współczesny teatr, starając się przemawiać do widza różnymi środkami wyrazu. Tak, jak próbowała to robić goszcząca w Polsce w 1973 roku tokijska grupa Tenjo

Sajiki. Dla wywołania np. nastroju grozy na spektaklu gaszono światło (wzrok), wydawano przejmujące okrzyki w takt posępnej muzyki (słuch), palono kadzidła (węch), a udający demony aktorzy biegali między rzędami tarמושząc publiczność (dotyk).

Maszyna, jak mówiliśmy, analizując dzieła sztuki rozkłada je na zbiory prostych elementów. Jest tak szybka, że składając następnie te elementy radzi sobie z obsługiwaniem kilku dziedzin naraz, dokonując równocześnie syntezy muzycznej, plastycznej i literackiej. Program zadany maszynie może spowodować, że środki wyrazu każdej z tych dziedzin będą wywoływać i potęgować to samo uczucie odbiorcy. Po otrzymaniu np. rozkazu: stworzyć nastrój grozy, komputer zmieni dekorację, wyda polecenie dotyczące zachowania się aktorów i wypowiedzianych przez nich kwestii, zajmie się syntezą odpowiedniej ilustracji muzycznej, ustawi właściwe oświetlenie, rozpyli mieszanki zapachowe, a za pośrednictwem rozmieszczonych na sali automatów dostarczy ponadto wrażeń dotykowych. Wszystko to stanie się tak szybko, że ze strachu nawet nie zdążymy schować się pod krzesłem. Na domiar złego nie będzie można nikomu wytoczyć procesu o przekroczenie granic fizycznej nietykalności widza. Dyrektor teatru zabezpieczy się przed tym sprzęgając zwrotnie salę z komputerem. Przy zbyt intensywnej dawce grozy czujniki badające reakcję publiczności uderzą na alarm i maszyna złagodzi natychmiast przykre wrażenie porcją przyjemnych doznań.

Odpowiada to wprawdzie życzeniom znacznej części dzisiejszej widowni, która chce aktywnie uczestniczyć w tworzeniu dzieł sztuki czy nawet dostosowywać je do swoich potrzeb i nastrojów. Sama sztuka staje się jednocześnie coraz bardziej anonimowa, coraz mniej związana z oso-

bowością autora. Wielu twórców rozmyślnie wybiera tę anonimowość, by ich dzieła były traktowane jako obiektywne, a nie subiektywne opisy świata. A efekty działania maszyn są z natury rzeczy anonimowe; trudno zazwyczaj wyodrębnić, ile własnej inwencji wniósł do nich człowiek programujący komputer.

Artysta programujący maszynę cyfrową — w bardzo jeszcze, mimo wszystko, odległych i problematycznych czasach wszechkomputeryzacji — stanie się kimś w rodzaju pedagoga uczelni artystycznej. Jego zadanie polegać będzie na przekazywaniu komputerowi reguł obowiązujących przy tworzeniu dzieła, obiegowych kryteriów estetycznych, intelektualnych subtelności, dziedzictwa tradycji i tendencji nurtów współczesnych; na nauczaniu maszyny, jakie są najczęściej spotykane zestawy barw, kształtów, słów, tonów lub ruchów tanecznych, jakie z nich trafiają się rzadziej i mogą dać ciekawe kombinacje. Wreszcie — na określeniu, które z tych kombinacji są zupełnie niedopuszczalne, bo przeczą naszym wyobrażeniom o sztuce lub po prostu nie będą przez nas odebrane lub też przyjęte opacznie (np. generowane przez maszynę nowe dźwięki słuchacz rejestruje przeważnie jako fałsze).

Rozpoczęto już prace nad sformalizowaniem kryteriów estetycznych, które mają być udostępnione maszynie. Ciekawe propozycje w tym zakresie przedłożyli James Gips i George Stiny z wydziału informatyki Stanford University. Wyniki swoich badań — zaznaczmy, że korzystali z osiągnięć wybitnych współczesnych naukowców Chomsky'ego i Kołmogorowa — opublikowali w 1973 roku pod tytułem *Systemy estetyczne*. Odpowiadającą potrzebom komputerów „estetykę generatywną” opisuje profesor filozofii i teorii nauki na Uniwersytecie w Stuttgarcie Max Bense, w artykule *The projects of*

generative aesthetics: „Mamy dziś nie tylko logikę matematyczną i lingwistykę matematyczną, ale również stopniowo rozwijającą się estetykę matematyczną. Wyodrębnia ona »nośnik materiałowy« dzieła sztuki oraz »stan estetyczny« osiągany przez użycie tego nośnika. Pozbawiona jest subiektywizmu interpretacji — w sposób obiektywny operuje określonymi elementami »stanu estetycznego« lub — jeśli ktoś woli — określonymi elementami »rzeczywistości estetycznej«. Elementy te są zawczasu ustalane i zasady ich występowania, rozmieszczania i formowania są opisane przez pojęcia matematyczne. Zatem ta nowa estetyka jest jednocześnie empiryczna i uporządkowana numerycznie.

Elementami »stanu estetycznego« są nie tylko wielkości mające konkretną materialną lub znaczeniową postać (takie jak dźwięki, kolory, tony), ale również te, które można wydedukować z przedmiotów, figur słów [...] Estetyka generatywna obejmuje kombinacje wszystkich działań, reguł i twierdzeń, które operując na zbiorze elementów mogą być zastosowane do tworzenia stanów estetycznych. Estetyka generatywna jest więc analogiem gramatyki generatywnej i tak jak ona pomaga w formułowaniu zasad konstrukcji gramatycznych, służy do realizacji konstrukcji estetycznych.

Każda estetyka generatywna oparta na syntezie estetycznej musi zostać poprzedzona procesem analizy estetycznej. Proces ten warunkuje tworzenie konstrukcji estetycznych opartych na informacji estetycznej uzyskanej z będących do dyspozycji dzieł sztuki. Dla projektowania i realizacji nowych dzieł, opartych na konkretnej liczbie materialnych elementów, konieczne jest, by przygotowana uprzednio informacja estetyczna została opisana za pomocą abstrakcyjnych (matematycznych) pojęć”.

Proste kryteria estetyczne są już zresztą od

dawna uwzględniane w decyzjach, które podejmują komputery przy projektowaniu przedmiotów codziennego użytku, gmachów czy autostrad. Każdy z takich projektów nie tylko musi odpowiadać kryteriom funkcjonalnym, lecz i nie klócić się z naszym poczuciem dobrego smaku i piękna. Co za pożytek z tego, że maszyna zaplanuje najtańszy i wszechstronnie funkcjonalny mrowiskowiec, jeśli jego rażąca brzydota będzie źle wpływała na samopoczucie nawet najmniej wrażliwych lokatorów?

Sporo jest na szczęście artystów, którzy doceniają znaczenie maszyn cyfrowych w procesach twórczych i niestety sporo takich, którzy pogardliwie wzruszają ramionami, gdy słyszą słowo „komputer”. W grupie obojętnych natomiast częściej można spotkać ludzi kierujących się zdrowym rozsądkiem. Takich choćby, jak znakomity francuski rysownik Roland Topor, który na co dzień nie interesuje się — jak mi powiedział — sztuką komputerową. Ale po chwili, zapytany o perspektywy grafiki komputerowej, wyznał: „Nie jestem przeciwny takim koncepcjom. Rozumiem, że dla niektórych maszyna może być tym, czym dla mnie ołówek. Ważny jest przecież stosunek rezultatu do intencji autora”.

Podobną opinię wygłosił twórca syntezatorów dr Moog. Maszyna — jego zdaniem — „jest prawowitym instrumentem muzycznym. Jej ograniczenia, podobnie jak w przypadku każdego innego instrumentu, odzwierciedlają ograniczenia wykonawcy. Koncepcja muzyczna jest ta sama. Dobry muzyk zagra przy udziale maszyny dobrą muzykę, a zły — złą”. Można by podejrzewać Mooga o stronniczość i chęć reklamowania własnych syntezatorów. Wobec tego zacytujmy jeszcze fragment wypowiedzi recenzenta pisma „Ruch Muzyczny”, który polemizuje z kolegą z redakcji, ponieważ ten zdziwił się, że stwo-

rzona przy udziale syntezatora płyta *Switched on Bach* ma „całkiem przyzwoity poziom”. „Czy Bach jest grany przyzwoicie? Nie wiem, na moralności się nie rozumiem i zawsze zazdrościłem ludziom, którzy — nie wiedząc wprawdzie, jak się Bacha grać powinno — wiedzą za to doskonale, jak tego robić nie należy. Jedno jest pewne: *Switched on Bach* to nagranie bez precedensu, w dziedzinie wykonawstwa rewolucyjne”.

Wielu techników przekonanych jest o potrzebie eksperymentowania ze sztuką komputerową i widzi tu szansę sprawdzenia nowych metod działania (np. ulepszenie oprogramowania komputerów) lub niektórych teorii naukowych. Alan Sutcliffe twierdzi nawet, że „to raczej artyści, a nie technicy doprowadzą do zbudowania pierwszej maszyny w pełni zasługującej na miano inteligentnej”. Nie wszyscy technicy mają „techniczny” punkt widzenia na sztukę i artystów, choć przeważnie wydaje się im, że zgłębili sztukę i związane z nią procesy w tym samym stopniu co fizycy — światło, ciepło czy ruch obrotowy planet. Wybitni naukowcy na ogół zdają sobie sprawę z wieloznaczności i ulotności pojęć dotyczących sztuki i pojęcia te honorują w dostatecznie szerokim kontekście. A oto, co powiedział na ten temat jeden z najbardziej cenionych w Europie autorytetów w dziedzinie cybernetyki, prof. Wiktor Głuszkow, dyrektor Instytutu Cybernetyki ZSRR: „Maszyny mogą wnieść dużo nowego w dziedzinę sztuki [...] Maszyna może doskonale sprawdzać przydatność idei twórczej: czy było już kiedyś coś podobnego, czy pomysł człowieka jest prawidłowy w swoim założeniu? Przy sprawdzaniu maszyna bierze pod uwagę taką liczbę faktów, której nie jest w stanie objąć nie tylko jeden człowiek, ale i cały kolektyw. W ten sposób maszyna stwarza człowiekowi komfortowe warunki dla twórczo-

ści. Powstaje swojego rodzaju symbioza: i człowiek, i maszyna dają z siebie wszystko, co mają najlepszego. [...] W tej sytuacji niedaleko już do tego, by uznać maszynę duchowym spadkobiercą człowieka”.

Ponieważ „niedaleko” jest terminem bardzo względnym, warto tutaj zauważyć, że maszynie — jak na razie — przysługiwałby tytuł duchowego dziedzica w dość wąskim zakresie. Pewien amerykański konstruktor skarżył się zresztą, że nie potrafi zbudować prawdziwie inteligentnej maszyny. I to nie z powodu ograniczeń technologicznych. Ilekroć bowiem wyposażył maszyny w bardziej precyzyjne układy — teoretycy przesuwali granice definicji sztucznej inteligencji i jego konstrukcja nie spełniała wszystkich wymagań tej definicji. Ale nie trzeba być prorokiem, by przewidzieć, że w miarę rozwoju komputery stawać się będą coraz sprawniejsze, a przy tym mniejsze, tańsze oraz łatwiejsze w użyciu dzięki nowym sposobom kontaktu człowiek—maszyna. A właśnie najwięcej trudności nastęczało dotąd przekazywanie maszynom i odbieranie od nich informacji; rozbijało się o to mnóstwo znakomitych pomysłów i gasły z tej przyczyny różne artystyczne zapaly. Każdorazowo trzeba było pokonywać te same przeszkody: sformułować problem, zapisać go w postaci algorytmu, opracować zgodny z algorytmem program, który dopiero wtedy tłumaczony był przez maszynę na jej wewnętrzny język. Dużo prościej odbywałoby się to porozumiewanie gdyby komputer bezpośrednio odczytywał ręcznie pisany tekst lub rysunek, w lot chwycił rzucane przez człowieka rozkazy. Próby zmierzające do przekazywania maszynom cech odpowiadających ludzkim zmysłom są już dosyć zaawansowane. Istniejące obecnie urządzenia ułatwiają łączność między człowiekiem i maszyną, odbierają nie tylko obrazy i dźwięki, ale

też wrażenia dotykowe i węchowe. Mówi się także o porozumiewaniu z maszynami czułymi na zmiany zachodzące w ludzkim mózgu, o przenoszeniu myśli zamiast słów lub obrazów. Maszyny przestają być głuche i ślepe, uzyskują łatwy i różnorodny kontakt ze światem zewnętrznym.

Jeśli chodzi o zdolność porozumiewania się z ludźmi — komputer jest niemal równorzędnym partnerem, dysponując jednocześnie coraz większą ilością danych, co oczywiście sprawia, że to porozumiewanie staje się coraz bardziej owocne. Bezpośredni rozsądny dialog komputera z człowiekiem przestaje być fikcją. Jakże prawdopodobnie brzmi (niektórzy zaklinają się, że byli przy tym) anegdota o profesorze, który próbował przez dalekopis porozumieć się ze swoim współpracownikiem. Nie zauważył, że dalekopis podłączono do komputera i przez dłuższy czas wiódł całkiem rzeczową dyskusję z maszyną. Zaniepokoił się dopiero wtedy, gdy okazało się, że rozmówca nie zna drobnych szczegółów natury ściśle prywatnej, które wynikały ze stosunków towarzyskich obu panów. Profesor wystukał w końcu na klawiaturze pytanie, czy aby rozmawia z docentem X. „Nie jestem docentem X — otrzymał odpowiedź — nazywam się komputer 370/50”.

Matematyk amerykański węgierskiego pochodzenia, John von Neuman, współtwórca pierwszej elektronicznej maszyny cyfrowej, ponad dwadzieścia lat temu postawił nadzwyczaj trafną prognozę rozwoju uzdolnień inteligentnych maszyn. W toczącej się wówczas dyskusji jeden z równie sławnych kolegów von Neumana wysunął argument, który do dziś powtarzają chętnie zagorzali wrogowie komputeryzacji sztuki: „Dwie rzeczy będą zawsze odróżniały maszyny od ludzi: brak twórczej fantazji

oraz brak zdolności do reprodukowania się i ciągłego doskonalenia". Gdybyśmy obecnie przyjęli, że te „dwie rzeczy” wyznaczają linię podziału na ludzi i maszyny, wiele współczesnych maszyn zaliczono by do tej samej kategorii, co profesora, który wygłosił powyższe, niezbyt na owe czasy ryzykowne stwierdzenie. „Twórczej fantazji” — jak wiemy z poprzednich rozdziałów — komputerom nie brakuje, trzeba ją nawet ograniczać regułami narzuconymi z zewnątrz. Reprodukacja i samodoskonalenie się także leżą w granicach ich możliwości. Przesadą jednak byłoby twierdzić, że prowadzone w tym kierunku badania skończą się kiedyś na przeszczepieniu maszynom wszystkich funkcji ludzkiego umysłu, że zbudujemy urządzenia, które dysponując naszą sprawnością manualną, intelektem i wrażliwością będą również samodzielными twórcami dzieł sztuki. Aby tę ideę zrealizować, trzeba by podjąć zadanie przerastające nasze siły: a mianowicie zbudować dokładną elektroniczną kopię ludzkiego mózgu.

Do niedawna jeszcze lansowano teorię, że „mózg jest maszyną, w której lampy i tranzystory są zastąpione miliardami zwojów nerwowych, pochłaniających 20 watów, dostarczanych przez spalanie 5 gramów glukozy w ciągu godziny”. Zatem cóż prostszego, jak — posługując się fizjologicznymi analogiami — skonstruować sztuczny mózg, o rozmiarach co prawda znacznie większych, ale równie sprawnie działający. Wysiłki nad umieszczeniem ludzkiego mózgu w „głowie” maszyny nie zakończyły się sukcesem. I nie mogło być inaczej, skoro jeszcze dobrze nie wiemy, jak nasz mózg funkcjonuje. Człowiek rozwiązując problemy często-kroć nie uświadamia sobie, jak to właściwie robi. A odtworzenie 10 miliardów neuronów kory mózgowej związanych ze sobą co najmniej 500 tysiącami miliardów połączeń — temu na

razie (i przez wiele lat najbliższych) nie sprostą techniką.

Zrezygnowano zatem ze ścisłego kopiowania, postanowiono osiągnąć cel inną drogą i rozpoczęto prace nad budową urządzeń, które funkcjonowałyby podobnie jak mózg, operując jednak własnymi regułami tak, by wynik ich działania przypominał efekty myślenia.

Współczesna maszyna cyfrowa nie jest mimo wszystko urządzeniem, które umie myśleć — w potocznym rozumieniu tego słowa — jej myślenie polega na dość rutynowej zamianie jednych informacji na drugie. I między innymi, właśnie dlatego autentyzm masowej twórczości komputerowej stoi pod znakiem zapytania. Ale przecież problem ten pojawił się wcześniej — przy okazji „puszkowanej” muzyki z płyt i taśmy powielanych tradycyjnymi środkami w tysiącach egzemplarzy dzieł plastycznych, gdzie za oryginał przyjęto uznawać tylko pierwszą odbitkę. Kto wie zresztą, czy to właśnie nie maszyna pozwala idealnie zachować „oryginalność” oryginału przechowując jego dokładny opis w swej pamięci. Liczby się nie zużywają i można je przetrzymywać dowolnie długo. A na przykład namalowany obraz po kilkudziesięciu latach starzeje się odbiegając coraz bardziej od swojej początkowej postaci.

W przypadku zbiorów dzieł komputerowych nie ma mowy o powtarzalności. Każda z dobie-ranych kombinacji jest inna, chociaż ogólny charakter dzieł pozostaje taki sam. Przy dzisiejszej unifikacji otaczających nas przedmiotów z wielkich serii komputer daje możliwość różnicowania wytworów oferowanych indywidualnemu odbiorcy. Zawsze to przyjemniej mieć na ścianie kompozycję unikalną niż tanią reprodukcję znanego obrazu.

Duże możliwości stwarzają również maszyny w projektowaniu sztuki użytkowej. Dysponując

informacjami na temat koniecznych parametrów eksploatacyjnych, jednoczą w sobie punkt widzenia artysty i producenta. Zdolne są do tworzenia wzorów ubrań, mebli lub karoserii samochodowych optymalnych ze względu na sprawność, koszt, wygodę i wygląd zewnętrzny, albo proponowania wielu tanich wariantów, których wytwarzaniem w fabryce mogą zarazem sterować bezpośrednio. Za największą zaletę sztuki komputerowej Marc Adrian uważa to, że „sprowadza ona dzieło sztuki do jedynie możliwych dziś proporcji; przedmiotu użytkowego rozpowszechnionego na wielką skalę, niemal jak chusteczka do nosa czy gazeta, które po użyciu można podarować albo zniszczyć”.

Komputer nie powinien również stać się, jak sądzą niektórzy, grobem dla twórczości amatorskiej. Wręcz przeciwnie. Artysta będzie mógł tworzyć swobodnie nie skrępowany gustami odbiorcy, problemami wykonawczymi lub trudnościami finansowymi. Technika potrafi zwiększyć jego możliwości dając mu okazję wyboru. Tak jak postęp w komunikacji: kto chce, może latać samolotem, jeździć samochodem bądź koleją. Ale nie znaczy to bynajmniej, aby nam zabroniono używać roweru lub własnych nóg. Wręcz przeciwnie. Wynalazek samochodu spowodował, że piesze wędrowki zaczęto traktować jako popularny sport.

Stosunek do sztuki zatracił już dawny charakter — tradycyjny, ongi prawie nabożny — a mimo to niektórym z nas wydaje się, że profanujemy świątynię, wprowadzając do niej mechanizmy obce wszystkiemu co boskie, podniosłe i natchnione. Czy należy się tak bardzo dziwić oburzeniu i obawom jej kapłanów? Czy można się tak bardzo dziwić, gdy z rozgoryczeniem i nieco histerycznie występują przeciw tym, którzy „zdradzili sztukę” i zawarli sojusz z ma-

szyną, pomawiając ich o uleganie modzie, niemoc twórczą, pogoń za sensacją, pozowanie na alchemików XX wieku (!) i niedostatek własnej inwencji (skoro muszą ją zasilać energią z komputera).

Wielu artystów (i wielu krytyków sztuki) z niepokojem śledzi poczynania maszyny cyfrowej, która już przestała raczkować, z każdym nowym eksperymentem przybywa jej doświadczeń, a stopień jej samodzielności jest coraz większy. Z podobnym niepokojem patrzy matka na swoje dorastające dziecko. Czy spełni w przyszłości jej nadzieje — oto główna troska, ale kryje się też poza nią myśl, że wkrótce dziecko nie będzie potrzebowało żadnej opieki, wyzwoli ją od poświęceń i trudów, jednocześnie jednak pozbawi radości i satysfakcji kierowania jego krokami. Zrozumiałe więc, że artyści czują przedsmak nostalgii za swoim zamkniętym światem wyobraźni, za tradycyjnym warsztatem pracy. Znacznie mniej rozumiały jest fakt, że część wielkich twórców w ogóle nie przyjmuje do wiadomości, że istnieje coś takiego jak twórcza współpraca z komputerem. I stąd wypływa największe dla sztuki komputerowej niebezpieczeństwo. Jeśli bowiem maszyna w dostatecznej mierze opanuje techniki tworzenia, to trzeba będzie udzielić jej wskazówek, jak najwłaściwiej powinna z owych technik korzystać. Kto wówczas ustali kryteria i zaprogramuje zasady, aby maszyna mogła współtworzyć prawdziwą sztukę?

Łatwo przewidzieć, że wtedy w szeregach awangardy znajdą się w przewadze różnego rodzaju grafomani — i nikt się już nie obroni przed zalewem kiczów powielanych w ogromnej ilości egzemplarzy. Toteż słusznie apeluje się już dziś do artystów, aby nie zostawiali komputerów własnemu losowi, aby nie szczydzili trudu w opanowaniu tych urządzeń i dobrze

poznali ich możliwości. Przecież nie tylko ekonomiści, inżynierowie i lekarze, ale i filolodzy uczą się na kursach programowania i chwają sobie pomoc maszyny cyfrowej przy rozwiązywaniu zawodowych problemów. Zastosowanie maszyn cyfrowych w sztuce prowadzi przecież do nowego sposobu jej rozumienia: sprawa jest otwarta, nie ma jednoznacznych odpowiedzi, są tylko propozycje. Udział przypadku i reguł, dozowanych w różnym stopniu przez komputer, uczy przyjmowania sztuki w sposób spontaniczny i różnorodny, a dostarczając szybko dużych ilości materiału eksperymentalnego daje wiele alternatyw. Pozwala docenić piękno zawarte w samej konstrukcji intelektualnej istniejące poza słowami, dźwiękami i obrazami. „Jakaż głęboka ironia tkwi w stwierdzeniu — pisze D. M. Davis — że maszyna daje poczucie radości od dawna nieobecne w sztuce współczesnej”.

Może zatem istotnie jesteśmy świadkami narodzin sztuki komputerowej. Ciekawe, czy dożyjemy czasów, w których osiągnie ona swój rozkwit, stworzy własne style i epoki?

SPIS TREŚCI

1. MARTWA NATURA	5
2. NOBILITACJA PRZYPADKU	39
3. DROGA PRZEZ ELEKTRONIKĘ	41
4. MOZART NA UKŁADACH SCALONYCH	57
5. AUTOPORTRET ZE SRUBOKRĘTEM	92
6. ZACZEŁO SIĘ OD GULIWERA	125
7. SZTUKI POŁĄCZONE	155
8. PÓŁ KROKU W PRZYSZŁOŚĆ	175

BIBLIOTEKA WIEDZY WSPÓŁCZESNEJ „OMEGA”

jest serią wielotematyczną, obejmującą cały obszar współczesnej nauki, przeznaczoną dla niespecjalistów o wyższym i średnim wykształceniu. Poszczególne tomy prezentują znaczące zdarzenia w różnych dziedzinach nauki i na ich pograniczach, gdzie aktualnie rozwijają się badania, jak również teorie czy dopiero hipotezy naukowe. Dają one możliwości poznania i rozumienia zjawisk otaczającego świata, rozszerzają horyzonty, rozbudzają intelektualnie.

Prezentujemy tytuły z wybranych tematów:

POLSKA I ŚWIAT WSPÓŁCZESNY

267	<i>Administracja rok 1999</i> Praca zbiorowa	zł 15,—
241	<i>Budowa socjalizmu na wsi a polityka rolna</i> H. Chołaj	zł 15,—
196	<i>Czynniki naszego rozwoju</i> Praca zbiorowa	zł 10,—
211	<i>Polityka gospodarcza a polityka społeczna</i> Praca zbiorowa	zł 20,—
198	<i>Polska — nowy naród</i> J. Wiatr	zł 10,—
261	<i>W cieniu wielkiego przemysłu</i> H. Chołaj	zł 10,—
300	<i>Przyszły kształt Polski</i> B. Malisz	zł 20,—
210	<i>Algieria dnia dzisiejszego</i> Z. Dobosiewicz	zł 15,—
194	<i>Chińska Republika Ludowa 1965—1970</i> S. Zyga	zł 20,—
231	<i>Hiszpania po wojnie domowej (1939—1971)</i> J. R. Nowak	zł 20,—
201	<i>Indie współczesne</i> B. Mrozek	zł 20,—
193	<i>Izrael. Przemiany społeczne</i> R. Dyoniziak	zł 15,—

289	<i>Stany Zjednoczone — społeczeństwo i władza</i> W. Osiatyński	zł 20,—
276	<i>Współczesna Szwecja</i> Z. M. Klepacki i R. Ławniczak	zł 15,—
294	<i>Włochy współczesne</i> J. Stefanowicz	zł 15,—
214	<i>Państwa neutralne i niezaangażowane</i> J. Sutor	zł 15,—

HISTORIA DAWNA I NAJNOWSZA

219	<i>Pierwsze wieki cesarstwa chińskiego</i> M. Künstler	zł 15,—
253	<i>Polska w Europie XVI stulecia</i> A. Wyczański	zł 15,—
249	<i>Rzeczpospolita szlachecka wobec wielkich odkryć</i> J. Tazbir	zł 10,—
217	<i>Wędrówki po wykopaliskach</i> T. Węgrzynowicz i J. Miśkiewicz	zł 15,—
269	<i>Europa podziemna 1939—1945</i> E. Duraczyński i J. J. Terej	zł 20,—
189	<i>Idee, mity, realia. Szkice do dziejów Narodowej Demokracji</i> J. J. Terej	zł 20,—
258	<i>Islam, religia państwa i prawa</i> J. Bielawski	zł 20,—
227	<i>Konsekwentna lewica</i> H. Rechowicz	zł 10,—
239	<i>Lenino</i> C. Podgórski	zł 15,—
285	<i>Parlamentaryzm II Rzeczypospolitej</i> A. Ajnenkiel	zł 20,—
213	<i>Wojna na Pacyfiku</i> A. Wolny	zł 20,—

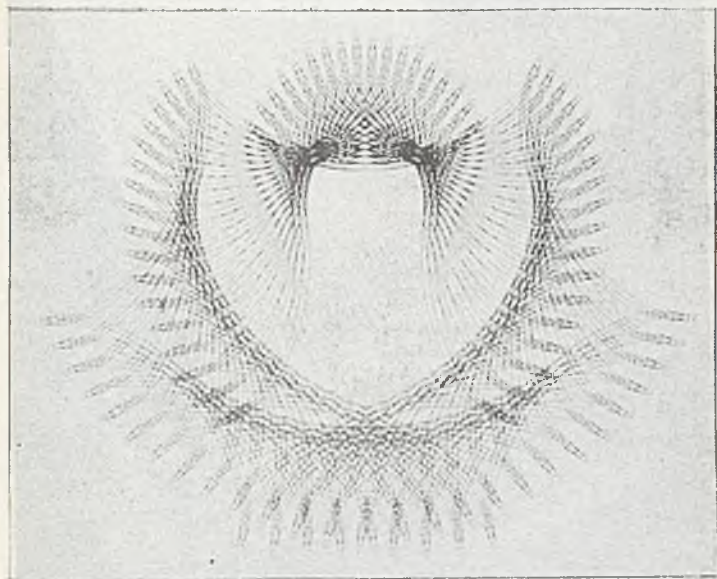
ROZWÓJ NAUK MATEMATYCZNO-PRZYRODNICZYCH

144/5	<i>Matematyka nauką przyjemną</i> W.W. Sawyer	zł 20,—
252	<i>W poszukiwaniu modelu matematycznego</i> W. W. Sawyer	zł 20,—
127	<i>Droga do matematyki współczesnej</i> W.W. Sawyer	zł 20,—
202	<i>Co to jest cybernetyka</i> G. Klaus i H. Liebscher	zł 10,—
268	<i>Cybernetyka systemów planowania</i> J. Regulski	zł 10,—
259	<i>Elementy teorii informacji</i> W. Sobczak	zł 10,—
251	<i>Teoria gier w cybernetyce</i> J. Kazimierzczak	zł 15,—
266	<i>Matematyka w biologii</i> J. M. Smith	zł 15,—
280	<i>Podwójna spirala</i> J. D. Watson	zł 15,—
250	<i>Rewolucja naukowa w biologii</i> A. Urbanek	zł 15,—

260	<i>Świat owadów</i> S. M. Klimaszewski	zł 10,—
243	<i>Wolne rodniki</i> L. i U. Stolarczykowie	zł 10,—
192	<i>Akceleratory cząstek elementarnych</i> W. Scharf	zł 15,—
215	<i>Algorytm wynalazku</i> H. Altszuller	zł 20,—
262	<i>Anatomia i fizjologia automatyzacji</i> J. Rose	zł 15,—
296	<i>Chemia atomów gorących</i> M. Foryś i A. Siuda	zł 15,—
228	<i>Czwarty stan materii</i> L. A. Arcimowicz	zł 15,—
195	<i>Kosmonautyka wczoraj i dziś</i> J. Thor	zł 10,—
281	<i>Lasery — synteza jądrowa</i> S. Kaliski	zł 10,—
199	<i>Neutrino kosmiczne</i> J. Jatczak	zł 10,—
238	<i>Prawa fizyki statystycznej</i> A. S. Kompaniejec	zł 10,—
212	<i>Strumienie cząstek kosmicznych</i> O. Wołczek	zł 10,—
263	<i>Zastosowanie i skutki automatyzacji</i> J. Rose	zł 10,—

PROBLEMY WSPÓŁCZESNEJ CYWILIZACJI

274	<i>Automatyzm pracy serca</i> B. Cymborowski	zł 10,—
279	<i>Czym oddychamy?</i> P. Chovin i A. Rous- sel	zł 10,—
190	<i>Broń jądrowa</i> T. Pióro	zł 15,—
291	<i>Ekologia człowieka</i> A. Horst	zł 20,—
298	<i>Inżynier i jego sztuka</i> S. Weinfeld	zł 15,—
277	<i>Krwinki białe — obrońcy czy wrogowie</i> Z. Kuratowska	zł 15,—
302	<i>Miasta, które mogły zginąć</i> Praca zbiorowa (w druku)	
214	<i>Mieszkanie wczoraj, dziś i jutro</i> J. Goryński	zł 20,—
221	<i>Odsalanie mórz i oceanów</i> J. Kępiński i N. Chlubek	zł 10,—
209	<i>O ptakach, ludziach i miastach</i> S. Strawiński	zł 10,—
216	<i>O regeneracji</i> M. Doroszewski	zł 10,—
128/9	<i>Oskalpowana Ziemia</i> A. Leńkowa	zł 20,—
12	<i>Radioaktywność a zdrowie ludzkie</i> Z. Jaworowski	zł 15,—
297	<i>Rytmy i antyrytmy biologiczne</i> T. Dzierżykraj-Rogalski	zł 15,—
283	<i>Wibracje wokół nas</i> M. Jurczak	zł 10,—
278	<i>Wiedza stwarza nadzieję</i> J. Aleksandrowicz	zł 10,—
275	<i>Zwierzęta w ekspansji</i> E. Nowak	zł 10,—

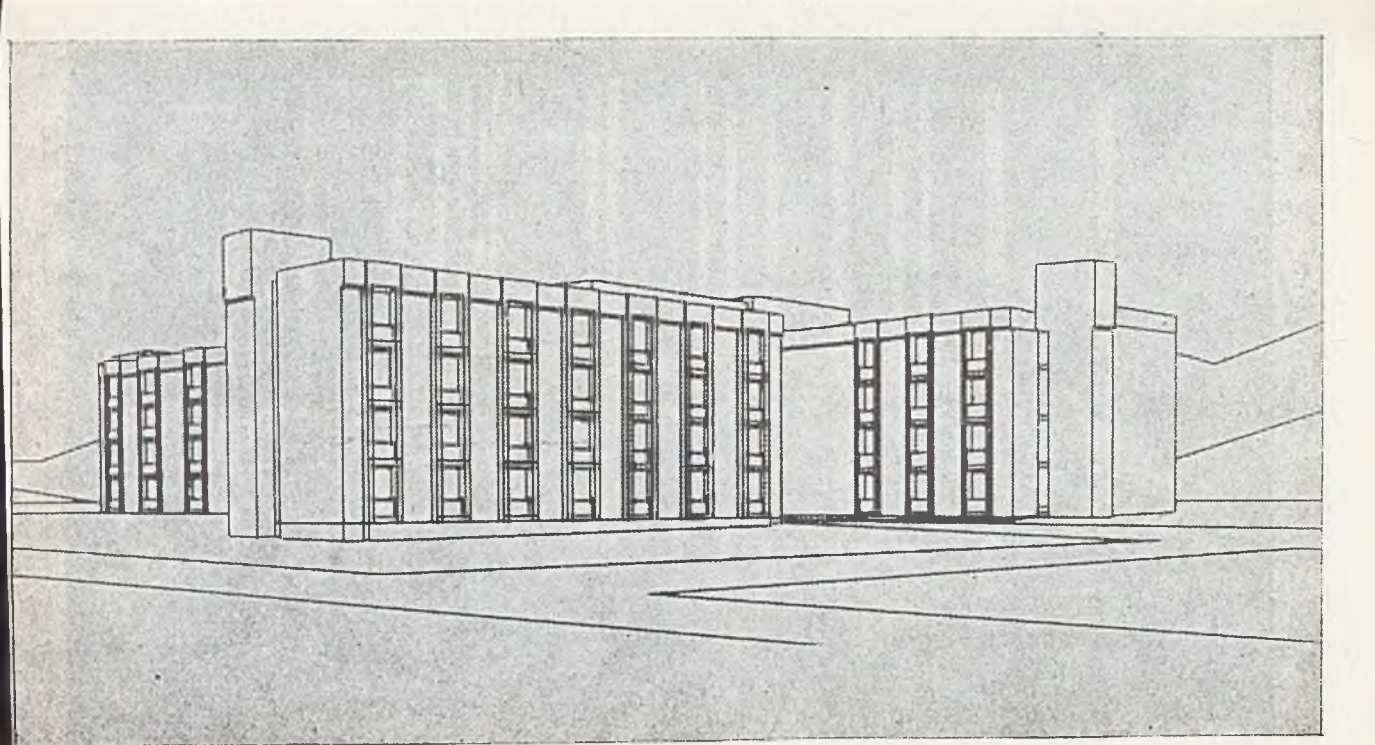


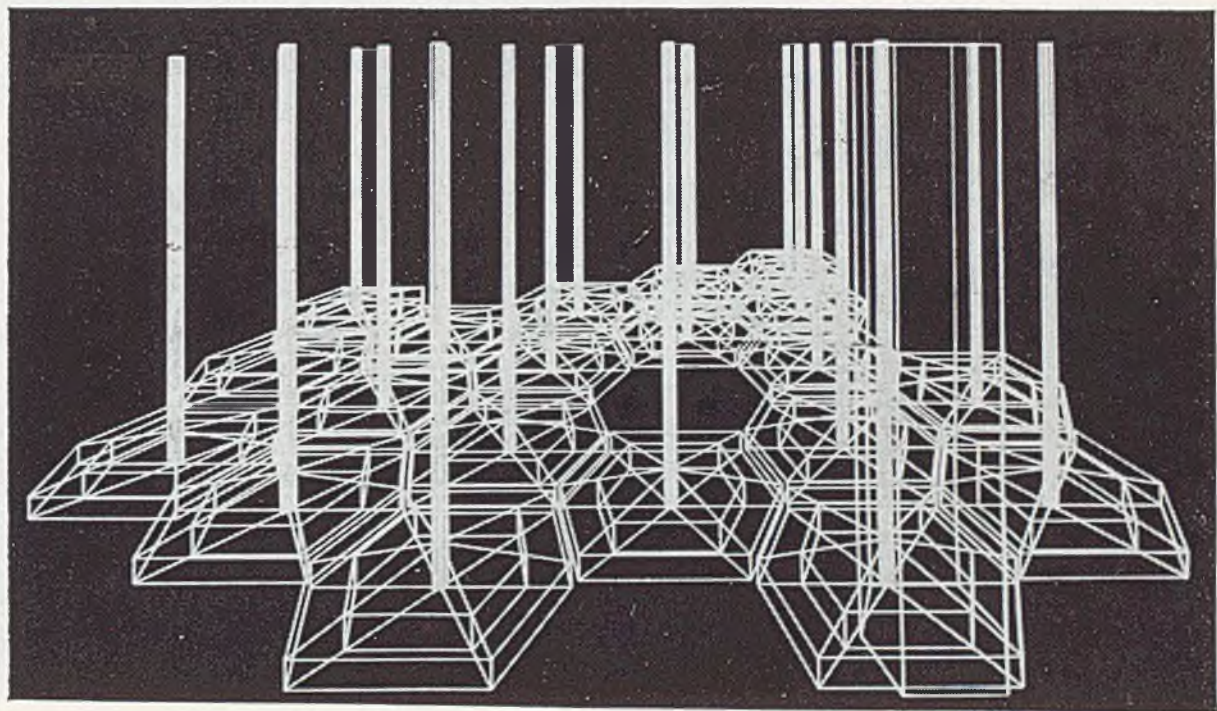
1. Jedna z bardziej znanych grafik komputerowych — *Złoty paw* Bharata K. Shaha — która zdobyła w 1972 roku pierwszą nagrodę na dorocznym konkursie pisma „Computer and Automation”. Autor posługiwał się komputerem IBM 360/44 z wyprowadzeniem graficznym Calcomp 760

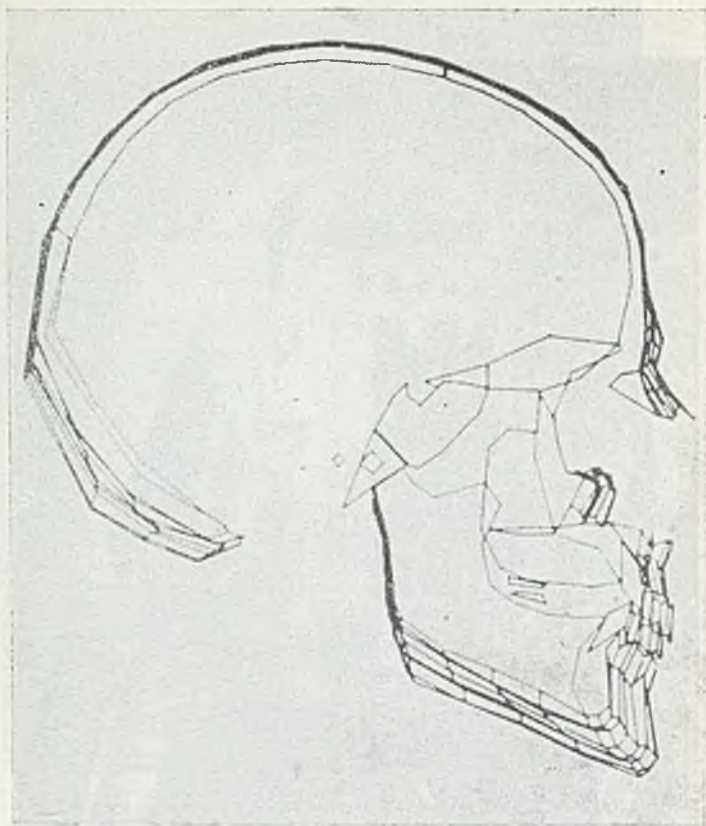


2. Bliskie sztuce zastosowanie użytkowe komputerów. Maszyna dokonuje obliczeń architektonicznych i wraz z wynikami drukuje szkic przyszłej konstrukcji

3. Uzyskany z maszyny cyfrowej projekt budynku fabrycznego

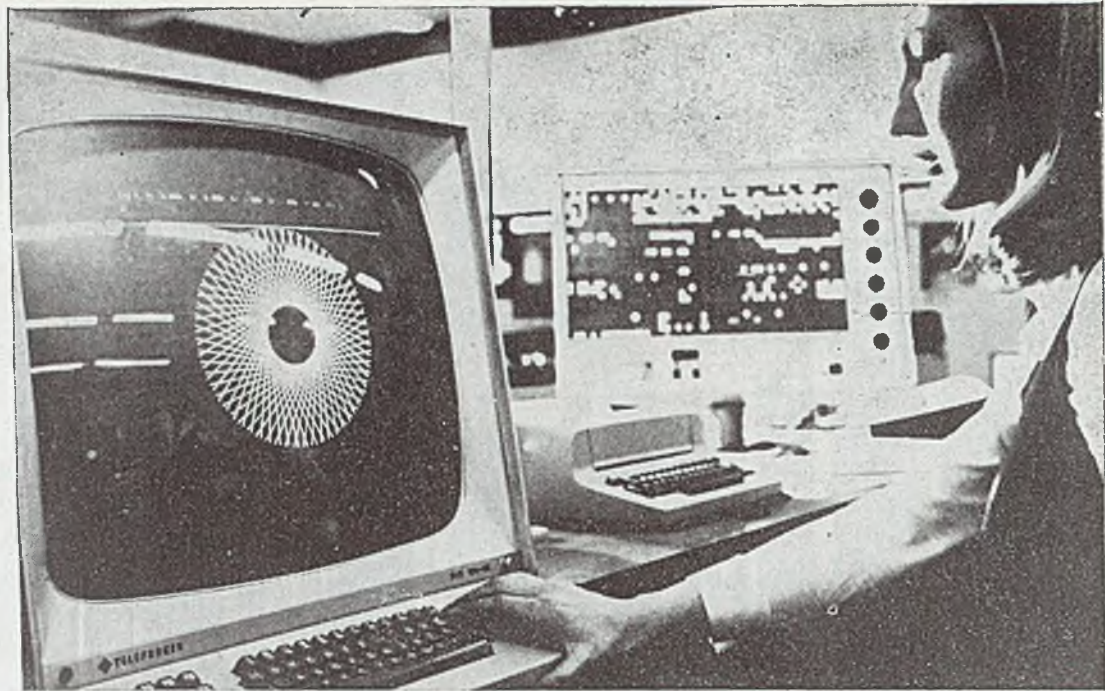


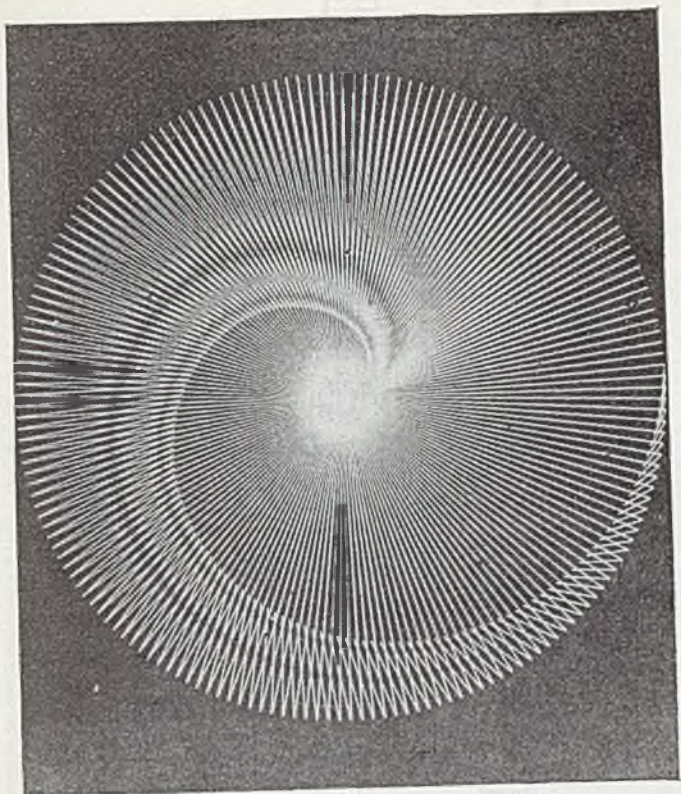




5. Dr G. Walker stosuje *plotter* Calcomp 565 do wykonywania takich właśnie rysunków

4. Ness-Rase, Architektura komputerowa powstała przy użyciu systemu Siemens 4004

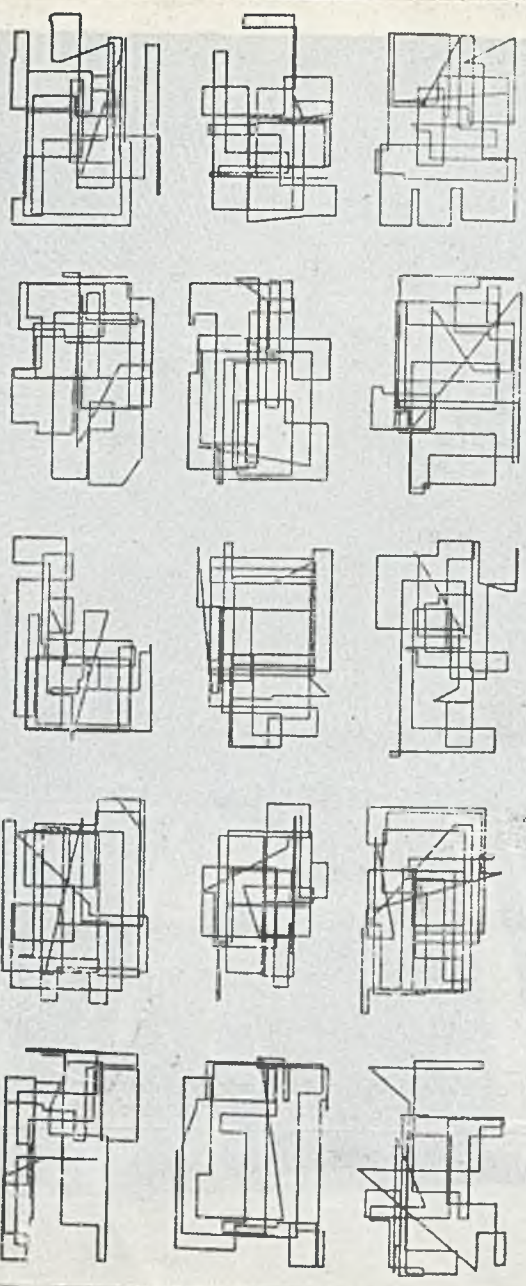


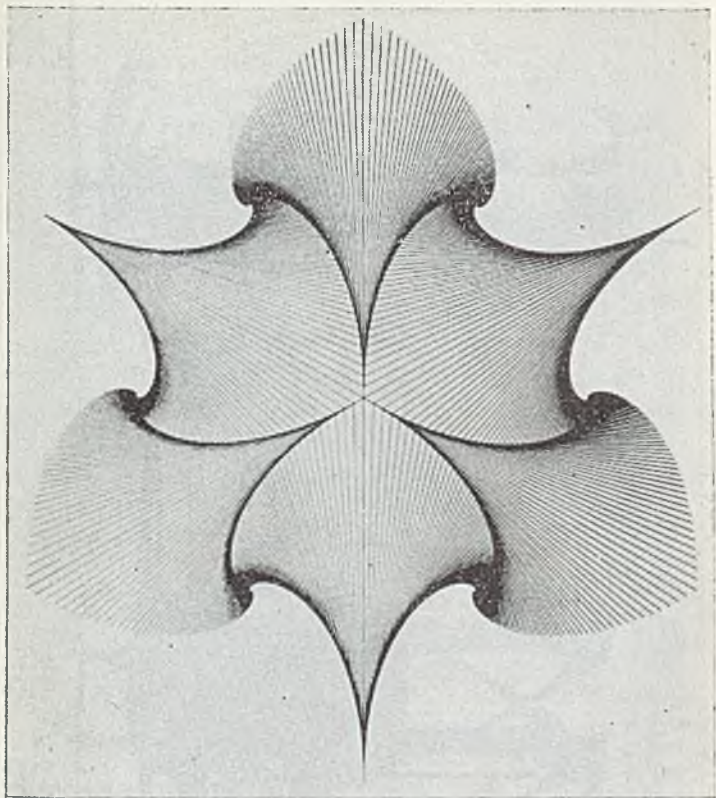


7. Przykład uzyskanej w ten sposób kompozycji graficznej

6. Monitor ekranowy wyświetlający ilustrację zleconej maszynie zależności matematycznej

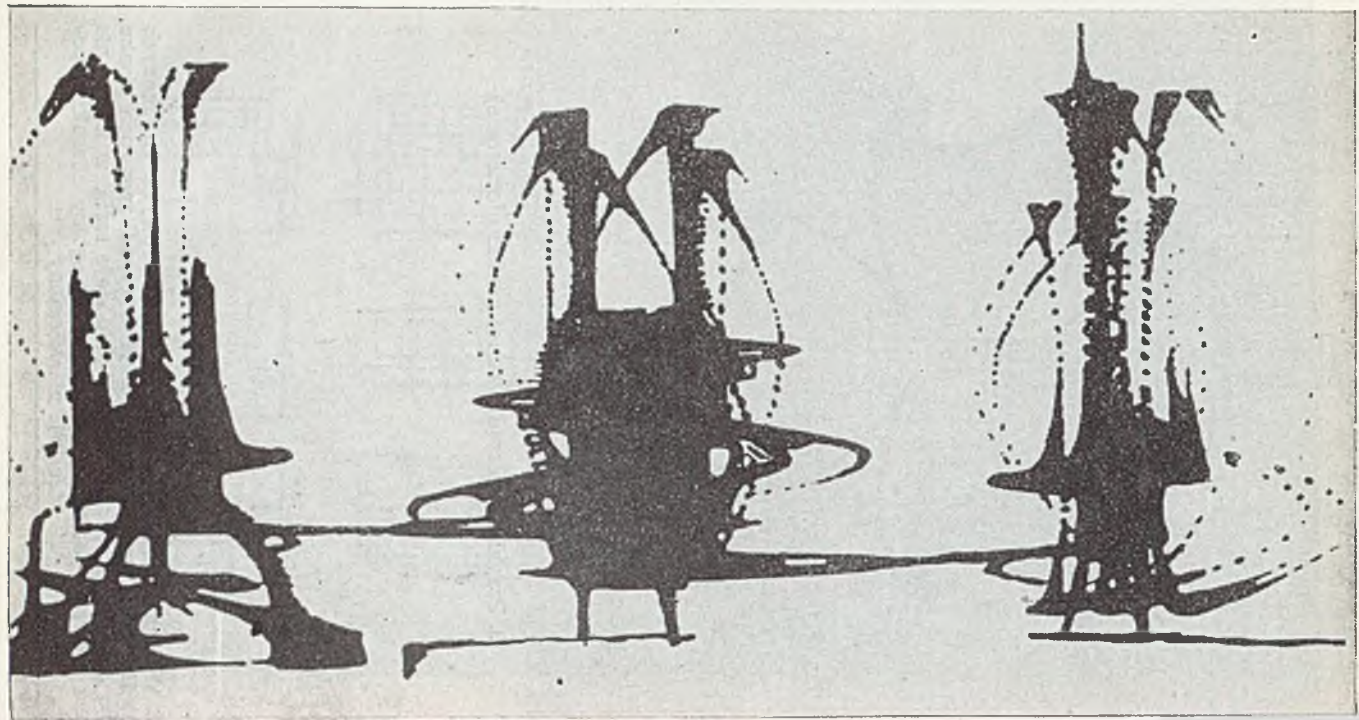


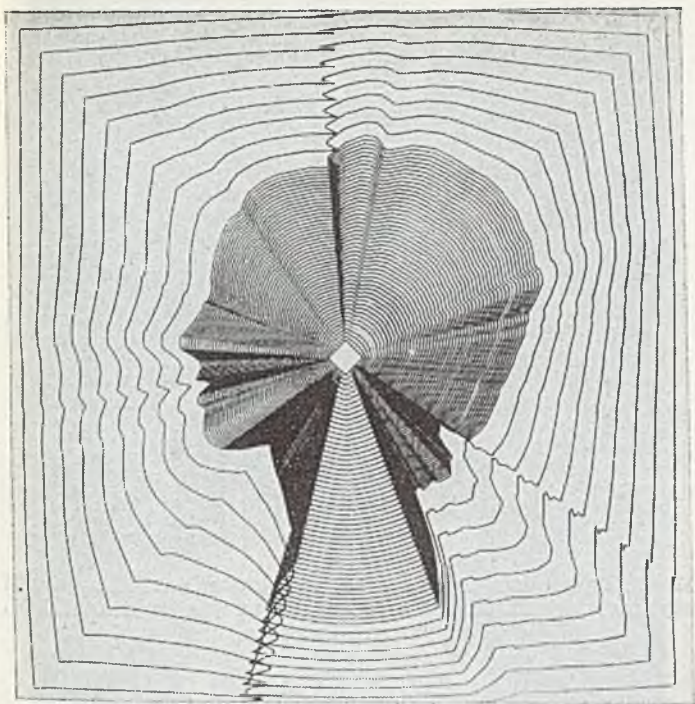




9. Przykład uporządkowanej grafiki plotterowej

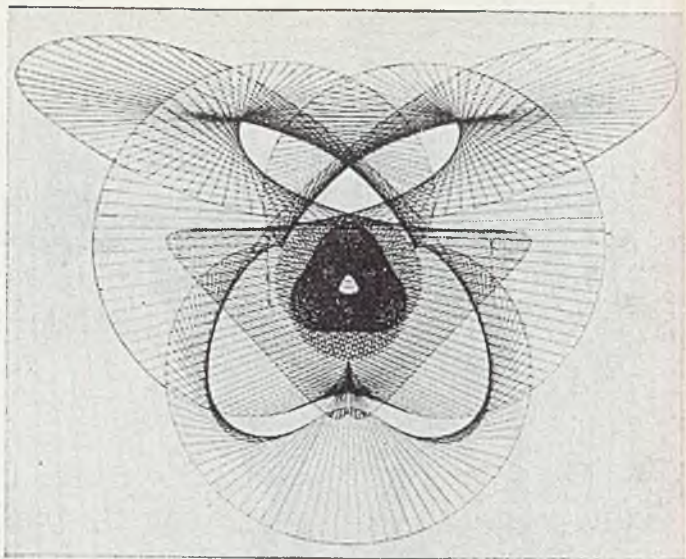
8. Piętnaście propozycji grafik plotterowych uzyskanych w 1968 roku przez Georga Nessa. Przypadkowy ruch pisaka po ograniczonym prostokątem polu daje serię, w której nie ma mowy o powtarzalności, choć jej ogólny charakter pozostaje niezmienny





11. W pracach japońskiej Computer Technique Group przypadek wykorzystywany jest jedynie do znajdowania stanu końcowego spełniającego określone warunki. Powstała w latach 1967—68 grafika *Return to Square* ilustruje tę ideę: od początkowego kwadratu w centrum obrazu kolejne transformacje doprowadzają do zewnętrznego kwadratu końcowego

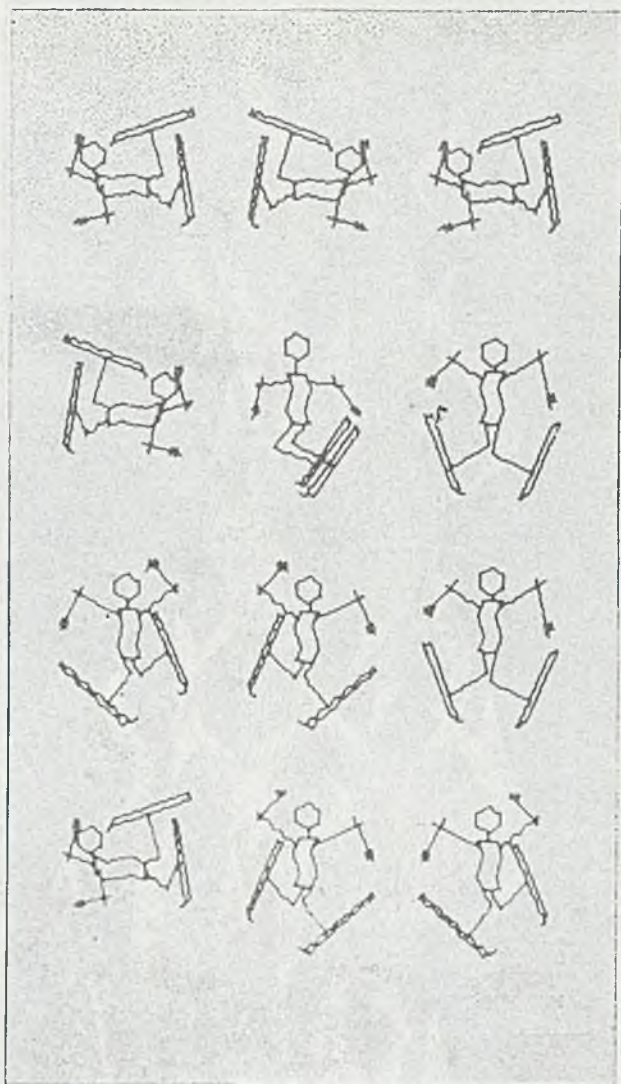
10. Grafiki wiedeńskiej grupy Ars Intermedia, w których przypadek ograniczony jest rozkładem statystycznym zakładającym, iż prawdopodobieństwo znalezienia się pisaka w środkowej części każdej z trzech figur jest największe, zaś w górnej ich części — najmniejsze



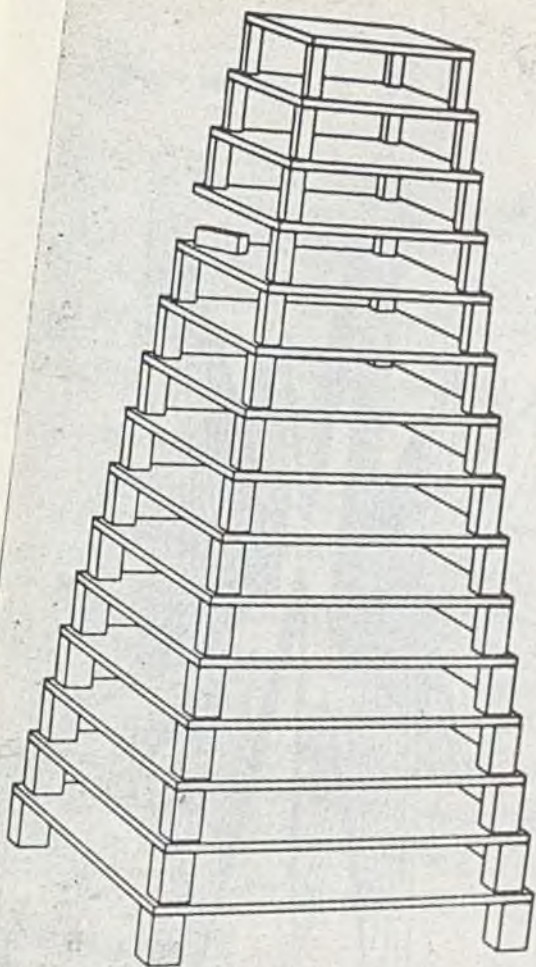
12. Do wykonania tego *Lwa* Jan Chlouba z Czechosłowacji użył maszyny Elliott 503 zaprogramowanej w języku ALGOL i plottera Calcomp



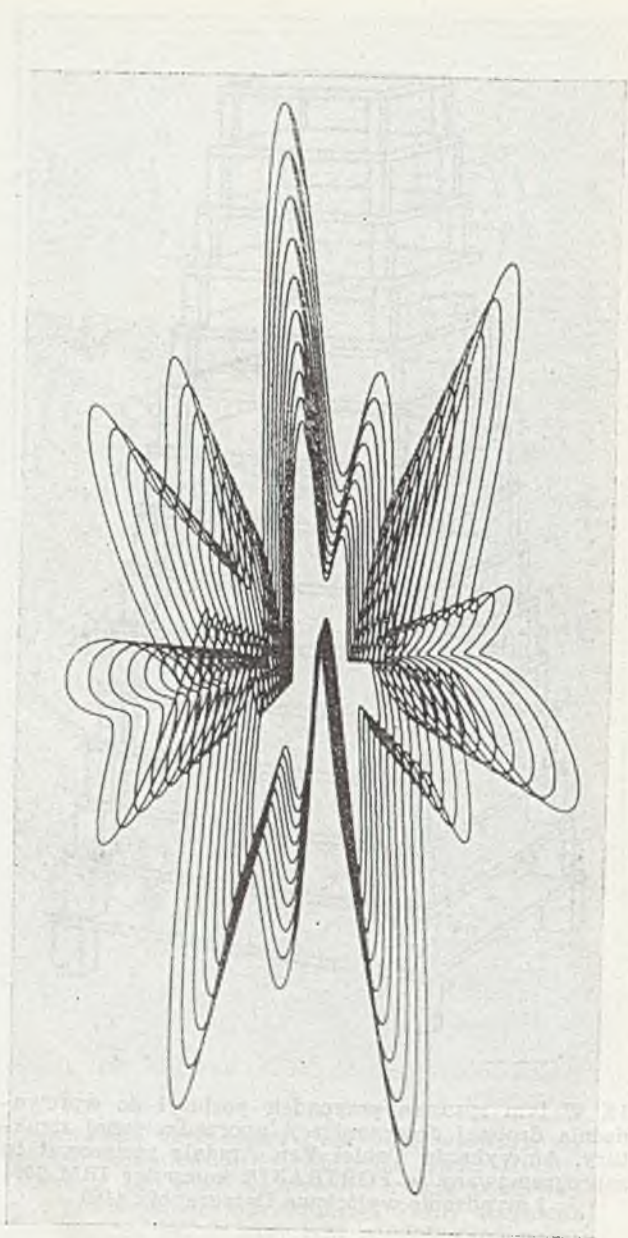
pe



14. *Przyjemności narciarstwa* Cathy Ohl wskazują na przydatność komputerów do tworzenia sztuki użytkowej. Kilkoma prostymi elementami można pokrywać rozmaite powierzchnie (np. tkaniny); każdy fragment tych powierzchni będzie przy tym odmienny od pozostałych



15. W tym rysunku przypadek posłużył do wprowadzenia drobnej dezorganizacji uporządkowanej struktury. Amerykanin Daniel Van Arsdaile zastosował tu zaprogramowany w FORTRANIE komputer IBM 7094 i urządzenie wyjściowe Datagraphix 4460



16. *Sonic boom* — Thomas J. Huston

„OMEGA” 1976

291. A. Horst *Ekologia człowieka*
292. M. R. Wessel *Komputer i społeczeństwo*
293. J. Szczepański *Szkice o szkolnictwie wyższym*
294. J. Stefanowicz *Włochy współczesne*
295. P. Guiraud *Semantyka*
296. A. Siuda, M. Forys *Chemia atomów gorących*
297. T. Dzierżykraj-Rogalski *Rytmy i antyrytmy biologiczne*
298. S. Weinfeld *Inżynier i jego sztuka*
299. W. Adamski *Młódzież i społeczeństwo*
300. B. Malisz *Przyszły kształt Polski*

Ponownie wydano:

240. T. Kielanowski *Rozmyślania o przemijaniu*, wyd. II
243. M. Wańkowicz *Szkice spod Monte' Cassino*, wyd. V
273. B. Suchodolski *Kim jest człowiek?*, wyd. II
277. Z. Kuratowska *Krwinki białe — obrońcy czy wrogowie?*, wyd. II
278. J. Aleksandrowicz *Wiedza stwarza nadzieję*, wyd. II

W cyklu „Spotkania z matematyką” ukazały się:

127. W. W. Sawyer *Droga do matematyki współczesnej*, wyd. II
- 144/45. W. W. Sawyer *Matematyka nauką przyjemną*, wyd. III
252. W. W. Sawyer *W poszukiwaniu modelu matematycznego*, wyd. II

W przygotowaniu:

- Z. Strzelecki (i inni) *Miasta, które mogły zginąć*
- D. C. Blanchard *Od kropel deszczu do wulkanów*



NASTĘPNA POZYCJA „OMEGI”

Zbigniew Strzelecki i in.

Miasta, które mogły zginąć

Miasta, które mogły zginąć — to przede wszystkim Sandomierz, Jarosław, Kłodzko. Budowle ich staromiejskich dzielnic, zaliczane do najcenniejszych zabytków architektonicznych w Polsce, raz po raz obracały się w gruzy na skutek... zapadania się gruntu osłabionego siecią podziemnych lochów, piwnic, korytarzy. Jeżeli dziś można uznać, że niebezpieczeństwo zagłady tych miast zostało ostatecznie zażegnane — zawdzięczamy to oryginalnej, polskiej, górniczej metodzie umacniania prastarych podziemi. Książka przedstawia narodziny i zadziwiający sukces tej metody.