

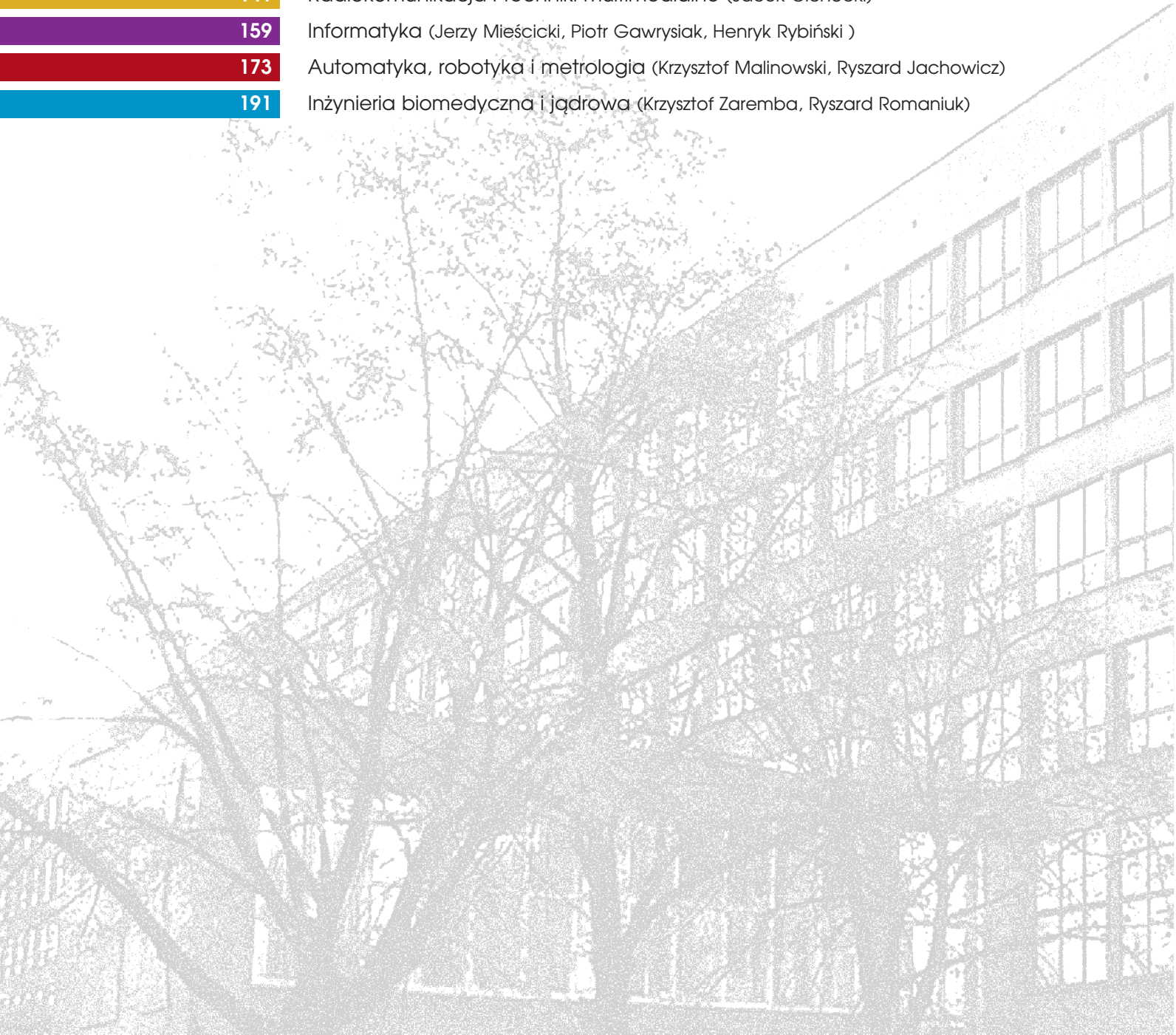
The background of the cover features a grayscale, semi-transparent image of a large, multi-story university building with many windows, and several leafless trees in the foreground. The text is overlaid on this background.

wydział elektroniki  
i technik informacyjnych  
politechniki warszawskiej  
na progu XXI wieku

**2001–2011**

Zbiór esejów pod redakcją Romana Z. Morawskiego  
wydany z okazji Jubileuszu Sześćdziesięciolecia  
Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

3	Słowo wstępne (Jan Szmidt)
5	Wydział w perspektywie historycznej (Roman Z. Morawski)
41	System kształcenia (Andrzej Kraśniewski, Dariusz Turlej)
99	Elektronika (Andrzej Jakubowski, Lidia Łukasiak)
131	Telekomunikacja (Józef Lubacz)
141	Radiokomunikacja i techniki multimedialne (Jacek Cichocki)
159	Informatyka (Jerzy Mieścicki, Piotr Gawrysiak, Henryk Rybiński)
173	Automatyka, robotyka i metrologia (Krzysztof Malinowski, Ryszard Jachowicz)
191	Inżynieria biomedyczna i jądrowa (Krzysztof Zaremba, Ryszard Romaniuk)



The background of the cover features a faded, grayscale image of a multi-story building with a grid of windows, partially obscured by the bare branches of trees in the foreground.

wydział elektroniki  
i technik informacyjnych  
politechniki warszawskiej  
na progu XXI wieku

**2001–2011**

Zbiór esejów pod redakcją Romana Z. Morawskiego  
wydany z okazji Jubileuszu Sześćdziesięciolecia  
Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej



# słowo wstępne

Drodzy Czytelnicy!

Z jubileuszami w świecie akademickim nierozłącznie wiążą się wydawnictwa okolicznościowe. Nic w tym zaskakującego: operowanie słowem, upowszechnianie myśli za pośrednictwem słowa, to nasze *emploi*. Zawsze jednak sprawą otwartą pozostaje wybór formy literackiej i dobór treści. Dziesięć lat temu, z okazji pięćdziesięciolecia Wydziału, zdecydowaliśmy się na opracowanie zbioru esejów pt. *Wczoraj, dziś i jutro Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, 1951–2001*. Przesłanki tej decyzji były następujące:

- Z wielu powodów historii nauki — a dzieje Wydziału są w części fragmentem tej historii — nie sposób dobrze napisać za życia jej twórców.
- W ciągu pierwszych 40 lat istnienia Wydziału nie powstało archiwum, w którym byłyby przechowywane dokumenty istotne dla systematycznej realizacji tego zadania. Dopiero w latach dziewięćdziesiątych minionego stulecia rozpoczęliśmy systematyczne publikowanie względnie jednolitych w formie dokumentów informacyjno-sprawozdawczych, prezentujących dorobek Wydziału w kolejnych latach. To wprawdzie ułatwiłoby syntezę informacji sprawozdawczej za ostatnie lata, ale jednocześnie postawiło pod znakiem zapytania celowość tworzenia dokumentów redundantnych.
- Rozwój komputerowych technik edytorskich, niezwykle ułatwiający redagowanie nowych dokumentów, nierzadko bardzo eleganckich pod względem formy, doprowadził do ich zalewu, a zalew dokumentów spowodował wzrost naszego względem tych dokumentów krytycyzmu: staliśmy się bardziej wybredni i mniej odporni na sprawozdawczą nudę...

Nie widząc możliwości sprostania wymogom warsztatu profesjonalnego historyka, zdecydowaliśmy się na niezobowiązującą formę eseju, jako że esej to *szkic literacki, krótka rozprawa, ujmująca określony temat w sposób subiektywny, zespalająca elementy prozy artystycznej, naukowej i publicystycznej* (*Słownik języka polskiego*, PWN, 1978). Taki też charakter mają poszczególne rozdziały niniejszego zbioru, stanowiącego — zarówno pod względem treści, jak i układu — ekstrapolację tomu *Wczoraj, dziś i jutro...* na dekadę 2001–2011. Zbiór otwiera esej przedstawiający, w porządku chronologicznym (kadencyjnym), najważniejsze wydarzenia, które miały miejsce na Wydziale w ciągu ostatniej dekady. Ewolucja systemu kształcenia na Wydziale zarysowana jest w rozdziale drugim. Pozostałe eseje natomiast poświęcone są najważniejszym obszarom badań naukowych prowadzonych na Wydziale. Na płycie CD, oprócz esejów dotyczących ostatniego dziesięciolecia, znajdują się eseje opracowane z okazji pięćdziesięciolecia Wydziału oraz biogramy nauczycieli akademickich związanych z Wydziałem w latach 1951–2011.

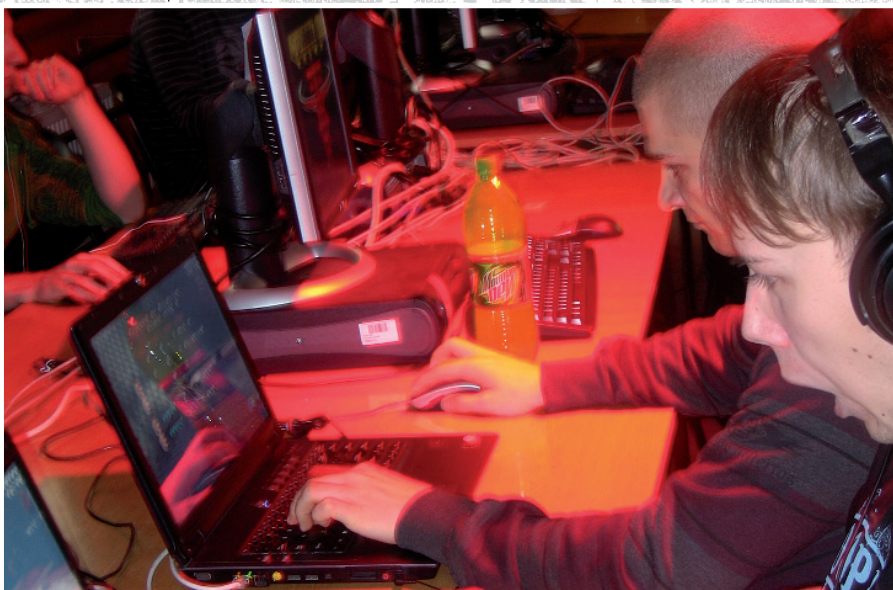
Pragnę podkreślić ogromny wkład pracy całego Zespołu Redakcyjnego opracowującego materiały, a w szczególności prof. dr. hab. Romana Z. Morawskiego, który podjął się koordynacji prac związanych z opracowaniem i redakcją całości materiałów. Jego ciągła, ponad roczna praca, stanowcza, ale jednocześnie pełna kultury i zrozumienia wielu trudnych sytuacji postawa, to główne czynniki, które doprowadziły w efekcie do powstania tych materiałów. Sądzę, że wszyscy powinniśmy złożyć mu za to gorące podziękowania, co niniejszym w naszym wspólnym imieniu czynię.

Równie gorąco dziękuję w imieniu całej społeczności akademickiej Wydziału wszystkim, którzy przyczynili się do powstania tych materiałów i podjęcia się tym samym zadania udokumentowania naszych osiągnięć oraz prezentacji sylwetek pracowników Wydziału.

Jan Szmidt  
Dziekan Wydziału

## Jan Szmidt

prof. dr hab.  
Instytut Mikroelektroniki  
i Optoelektroniki  
Gmach Radiotechniki,  
p. 338  
ul. Koszykowa 75  
00-662 Warszawa  
tel. +48-22-234-7599  
e-mail: j.szmidt@  
imio.pw.edu.pl



# informatyka

## WSTĘP

W niniejszym tekście skoncentrujemy się głównie na działalności Instytutu Informatyki w latach 2001–2011. Taką konwencję sugeruje organizacyjny podział Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych. Jednak informatyka, rozumiana jako dyscyplina naukowa, pole działalności badawczej, projektowej i dydaktycznej, jest od lat obecna w codziennej praktyce wszystkich instytutów Wydziału: od Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej, przez Instytut Mikroelektroniki i Optoelektroniki, Radioelektroniki, Systemów Elektronicznych, do Instytutu Telekomunikacji. Wszystkie te zespoły nie tylko od lat wykorzystują w badaniach i dydaktyce środki informatyki: komputery, specjalistyczne oprogramowanie itd., ale również opracowują i wykonują zaawansowane urządzenia cyfrowe i oryginalne oprogramowanie, znajdujące nowatorskie zastosowanie w uprawianych przez nie dziedzinach.

Potwierdzenie tych słów i liczne przykłady na nierozzerwalne związki uprawianych na Wydziale badań i nauczania z informatyką znajdzie Czytelnik z pewnością w podobnych opracowaniach innych Instytutów. My zaś pozostaniemy przy działalności Instytutu Informatyki.

O bieżącym stanie Instytutu i o jego działalności w ostatnim dziesięcioleciu trudno mówić w zupełnym oderwaniu od tego, co było ważne w jego wcześniejszych dziejach. Dlatego uznaliśmy za celowe poprzedzić refleksję o działalności Instytutu w ostatnich dziesięciu latach — przytoczeniem podstawowych faktów z jego wcześniejszej historii. Warto przypomnieć, że pierwsze półwiecze Instytutu, a więc jego losy w latach 1951–2001, doczekało się dość dokładnego opisu<sup>1</sup> przy okazji obchodów pięćdziesięciolecia Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych. Do tego opracowania odsyłamy Czytelnika zainteresowanego dokładniejszymi szczegółami historii Instytutu w tamtych latach, a także naukowym, politycznym, a zwłaszcza personalnym kontekstem tamtych wydarzeń.

## RZUT OKA NA LATA 1951–2001

Patrząc z dzisiejszej perspektywy, pierwsze pięćdziesięciolecie Instytutu Informatyki (choć pod tą nazwą działa dopiero od 1975 roku) można umownie podzielić na następujące trzy okresy:

- lata 1951–1981, które można nazwać trzydziestoleciem powstawania i kształtowania się oblicza Instytutu w ówczesnej rzeczywistości gospodarczej, politycznej i technicznej,

<sup>1</sup> R.Z. Morawski (red.), *Wczoraj, dziś i jutro Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych Politechniki Warszawskiej, 1951–2001. Zbiór esejów wydany z okazji Jubileuszu Pięćdziesięciolecia Wydziału*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2001.

### Jerzy Mieścicki

dr inż.  
e-mail: j.mieścicki@ii.pw.edu.pl

### Piotr Gawrysiak

dr hab.  
Instytut Informatyki  
Gmach Elektroniki, p. 204  
ul. Nowowiejska 15/19  
00-665 Warszawa  
tel. +48-22-234-7432  
e-mail: p.gawrysiak@ii.pw.edu.pl

### Henryk Rybiński

Prof. dr hab.  
Instytut Informatyki  
Gmach Elektroniki, p. 204  
ul. Nowowiejska 15/19  
00-665 Warszawa  
tel. +48-22-234-7432  
e-mail: h.rybiński@ii.pw.edu.pl

- lata 1982–1989, które stanowią najtrudniejszy, wręcz kryzysowy okres w historii Instytutu. Nieprzypadkowo zaczyna się on w dramatycznym dla Polski okresie stanu wojennego, a kończy wraz z początkiem zmianami ustrojowymi w Polsce,
- lata 1990–2001, w których podjęto trud zdefiniowania od nowa tematyki badań oraz działalności dydaktycznej Instytutu w nowej sytuacji społecznej i gospodarczej, a także zbudowania nowego modelu organizacyjnego Instytutu.

## LATA 1951–1981

Pierwszy okres wiąże się wyraźnie z osobą profesora Antoniego Kilińskiego. Został on w 1951 roku kierownikiem Katedry Radiofonii w nowo utworzonym wówczas Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej. Antoni Kiliński będzie potem przez następne 27 lat (a więc przez prawie połowę całego czasu istnienia Instytutu) kierował Katedrą i kolejnymi jednostkami, w jakie się przekształcała. Wywrze wyraźny, znaczący wpływ na kształt i organizacyjny rozwój nie tylko Instytutu, ale również na stan techniki komputerowej w Polsce i proces akademickiego nauczania w tej dziedzinie.

Warto przypomnieć, że w uznaniu zasług Antoni Kiliński został (niestety już pośmiertnie, zmarł bowiem w 1989 roku) uhonorowany w 1997 roku prestiżowym medalem Pioniera Informatyki (*Computer Pioneer*), nadanym mu przez IEEE Computer Society, największe międzynarodowe stowarzyszenie informatyków.

Kierowana przez Antoniego Kilińskiego Katedra Radiofonii przekształca się w 1953 roku w Katedrę Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii. Potem, w 1963 roku Katedra zmienia nazwę na Katedrę i Zakład Budowy Maszyn Matematycznych (KBMM i ZBMM). W 1970 roku stanie się Instytutem Budowy Maszyn Matematycznych, a w 1975 roku — Instytutem Informatyki. Pod tą nazwą funkcjonuje do dziś.

Przez cały omawiany okres (a nawet dłużej, do 1991 roku) charakterystyczną cechą Instytutu było posiadanie dużego Zakładu Doświadczalnego, ukierunkowanego na konstruowanie prototypów, a nawet na małoseryjną produkcję zaawansowanej aparatury cyfrowej. Istnienie Zakładu Doświadczalnego determinowało w znacznym stopniu zarówno proces dydaktyczny, jak tematykę prac badawczych. Profesor Kiliński kładł wielki nacisk na praktyczny, inżynierski charakter prowadzonych w Instytucie prac. Nauczyciele akademicy uczestniczyli w projektach B+R na równych prawach z kolegami z Zakładu Doświadczalnego, a inżynierowie z Zakładu prowadzili niektóre zajęcia dydaktyczne. Realizowane w ten sposób konstrukcje (zarówno sprzętowe, jak i programowe) były przez wiele lat źródłem prestiżu i pozycji Instytutu w naszej Uczelni i w całej polskiej informatyce.

Zespół profesora Kilińskiego rozpoczął własny projekt budowy komputera równoległe i niezależnie od specjalistów z PAN, którzy w owym czasie również pracowali nad pierwszymi projektami maszyn cyfrowych (EMAL, XYZ, potem ZAM). W rezultacie, w drugiej połowie lat pięćdziesiątych w Katedrze i Zakładzie KTiR powstał najpierw model laboratoryjny EMC (po prostu: *Elektroniczna Maszyna Cyfrowa*), a następnie prototyp (1960) i pięć egzemplarzy maszyny UMC 1 (*Uniwersalna Maszyna Cyfrowa*). Był to komputer lampowy, z pamięcią operacyjną o pojemności 4K słów (36-bitowych), zrealizowaną w postaci bębna magnetycznego. UMC 1 programowano w oryginalnym (niskopoziomowym) języku programowania o nazwie W-20. Projekt organizacji maszyny był autorstwa Zdzisława Pawlaka. Wszystkie podzespoły maszyny, począwszy od kilkuset pakietów zawierających układy logiczne, przez głowice magnetyczne, mechanikę i pokrycie samego bębna, aż do konstrukcji mechanicznej całości, układu zasilania i chłodzenia — wykonano w warsztatach Zakładu Doświadczalnego.

Maszyna UMC 1 okazała się urządzeniem na tyle udanym i niezawodnym, że władze polskiego przemysłu elektronicznego zdecydowały o podjęciu przemysłowej produkcji tych maszyn we wrocławskich zakładach ELWRO. W rezultacie, w latach 1962–1964, w ELWRO wyprodukowano serię (aż!) 25 sztuk maszyn UMC 1. Był to więc pierwszy komputer wytwarzany w Polsce na (ówczesną) skalę przemysłową.

Po UMC 1 przyszły projekty innych uniwersalnych maszyn cyfrowych, jak UMC 10 oraz AMC 1, i później, już w latach siedemdziesiątych — minikomputer UMC 20 (KRTM). Pierwsza z nich była udoskonaloną wersją UMC 1, już z pamięcią ferrytową. Wykorzystywano ją (powieloną w trzech egzemplarzach) na potrzeby obliczeń w polskiej geodezji. Maszynę AMC 1 zrealizowano w przestarzałej technice lampowej i projekt nie miał kontynuacji.



Budowę systemu UMC 20 rozpoczęto w 1972 roku. Maszyna UMC 20 była uniwersalnym systemem minikomputerowym, wyposażonym w 16 terminali (z klawiaturą i monitorem ekranowym), posiadającym system operacyjny wzorowany na UNIXie. Zarówno zasady organizacji, jak i cały hardware i cały software systemu były oryginalnymi projektami Instytutu. Całkowicie ukończony, sprawny prototyp systemu powstał w roku akademickim 1974/1975.

Oprogramowanie aplikacyjne przystosowywało system do jego podstawowej przewidywanej funkcji — wstępnej edycji danych w ośrodkach obliczeniowych. Przewidywano znaczne zapotrzebowanie na systemy tego typu i zakładano przekazanie UMC 20 do seryjnej produkcji w warszawskich zakładach MERAMAT.

Niestety, przewidywany producent zerwał porozumienie i zakupił licencję na funkcjonalnie podobny system brytyjski. Wówczas dla UMC 20 wykonano kompilator pełnego ANSI FORTRAN IV oraz bibliotekę funkcji do obliczeń geodezyjnych, a następnie zbudowano w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu w sumie siedem egzemplarzy systemu. Zainstalowane w latach 1979–1983 (pod nazwą GEO 20) w siedmiu (**wszystkich siedmiu**) okręgowych przedsiębiorstwach geodezyjnych i kartograficznych w Polsce stanowiły aż do końca lat osiemdziesiątych podstawowe komputery obliczeniowe dla tej dziedziny w naszym kraju.

Znacznie większy praktyczny sukces odniosły budowane w ZBMM specjalizowane konstrukcje urządzeń cyfrowych. Większość z nich nazwalibyśmy dziś systemami wbudowanymi. Na pierwszym miejscu należy wymienić urządzenia ANOPS, służące do analizy przebiegów EEG. Zaprojektowane we współpracy z warszawską Akademią Medyczną, stały się one wyposażeniem wielu klinik i oddziałów neurologicznych Polsce i za granicą. Pierwsza wersja urządzenia (ANOPS 1) wykonana w latach 1967–1970, otrzymała I nagrodę w prestiżowym wówczas ogólnopolskim konkursie „Mistrz Techniki”. Potem produkowano ANOPS 10 (wersja tranzystorowa), wreszcie ANOPS 100 i 101, z coraz większym udziałem układów scalonych i o coraz bardziej rozbudowanych funkcjach. W sumie, przez dwudziestolecie wyprodukowano ponad 150 sztuk różnych urządzeń typu ANOPS, z czego ponad 80 sztuk na eksport.

W omawianym okresie zrealizowano także prototypy lub małe serie wielu innych specjalistycznych urządzeń, jak KARDIO 78 (do nieinwazyjnego badania układu przewodzącego serca), GEO 1 i GEO 2 (do obliczeń numerycznych w geodezji), UMB 1 i UMB 10 (Uniwersalny Moduł Biomedyczny, do rejestracji i przetwarzania sygnałów bioelektrycznych), WEGA (przetwarzania sygnałów geofizycznych w toku poszukiwań złóż ropy) i inne.

Oczywiście, Katedra Konstrukcji Telekomunikacyjnych i Radiofonii od początku była jednostką Uczelni, zobowiązana także do prowadzenia zajęć dydaktycznych. Już równoległe z konstruowaniem UMC 1, specjaliści z Katedry i Zakładu KTiR podejmują nauczanie studentów w dziedzinie programowania, projektowania układów logicznych, arytmetyki dwójkowej itp. Na Wydziale Łączności zostaje utworzona specjalność **Automatyka i Maszyny Matematyczne**. Pierwsi absolwenci tej specjalności uzyskują dyplomy w 1962 roku.

W drugiej połowie lat 60., pierwsi pracownicy Katedry uzyskują stopnie doktora i doktora habilitowanego, a Katedra zaczyna przypominać swą strukturą personalną typową akademicką „piramidę”, z profesorem, docentami, adiunktami, asystentami... Tematyka owych doktoratów i habilitacji dotyczy wówczas przede wszystkim zagadnień niezawodności systemów cyfrowych, ich projektowania z uwzględnieniem rozrzutu parametrów, testowania, diagnostyki itd., a także innych zagadnień ważnych dla tamtego etapu rozwoju informatyki — arytmetyki dwójkowej i mikroprogramowania.

Stopniowemu wzbogaceniu o nowe wykłady i laboratoria podlega także oferta dydaktyczna Instytutu. Wreszcie, w 1975 roku, gdy Instytut przekształcił się w Instytut Informatyki — został uruchomiony oddzielny kierunek studiów — **Informatyka**, trzeci w ramach Wydziału, obok **Elektroniki i Telekomunikacji**. Jego zorganizowanie jest zasługą Antoniego Kilińskiego, ale również Jana Zabrodzkiego, który był głównym autorem *curriculum* dla tego kierunku.

W latach siedemdziesiątych tematyka badawcza uprawiana w Instytucie wzbogaciła się o nowe zagadnienia o charakterze bardziej teoretycznym, dotyczące modelowania współbieżnych procesów, modelowania wydajności systemów, projektowania systemów operacyjnych i specyfikacji oraz weryfikacji mikroprogramów. Powstały liczne prace doktorskie, następnymi dwiema habilitacje, wartościowe podręczniki i publikacje.

W końcu lat siedemdziesiątych wydawało się więc, że Instytut ma już dobrze sprecyzowaną tematykę badawczą, konstrukcyjną i dydaktyczną, opiekuje się własnym kierunkiem

studiów, a proces rozwoju naukowego kadry Instytutu nabrał naturalnego tempa. W tej sytuacji, profesor Antoni Kiliński odszedł na emeryturę (1978), zostawiając Instytut Informatyki w rękach wypromowanych przez siebie współpracowników, którzy kontynuowali w zasadzie wypracowany kierunek działalności do 1981 roku.

## LATA 1982–1989

Jednak od paru lat w Polsce i w pozostałych krajach obozu komunistycznego narastały objawy kryzysu. Wiemy, do czego to doprowadziło: do wielkiego strajku w 1980 roku, powstania NSZZ Solidarność, miesięcy zmagania z „władzą” — wreszcie do ogłoszenia stanu wojennego w grudniu 1981 roku.

Po złączeniu restrykcji stanu wojennego, wiele osób zdecydowało się na emigrację. W pierwszej połowie lat 80 z Instytutu, którego kadra dydaktyczna liczyła około 30 osób — odchodzi kilkanaście osób, w tym około dziesięcioro ze stopniem doktorskim. Oznacza to nie tylko wielką stratę potencjału intelektualnego, ale również obciążenie ponad miarę tych, którzy pozostali, obowiązkami dydaktycznymi i organizacyjnymi.

Mimo tych trudności, Instytut kontynuuje swą misję. Tematyka badań rozszerza się o programowanie współbieżne, projektowanie systemów operacyjnych, modele współbieżności, grafikę komputerową. Powstaje modułowy system mikroprocesorowy (MSM), który stanie się podstawą laboratorium dydaktycznego oraz kilku projektów B + R. Ruszają prace nad maszyną GEO 3, nową wersją urządzenia WEGA, budową kilkunastu koncentratorów danych dla kopalni siarki w Tarnobrzegu...

Jednak otoczenie gospodarcze i polityczne nadal pogarsza się. Narasta inflacja, która szybko pożera środki na projekty badawcze i konstrukcyjne. Źródła zamówień wysychają. Ponadto, w połowie lat osiemdziesiątych do Polski dociera fala sprzętu komputerowego importowanego głównie z Dalekiego Wschodu. Oryginalne konstrukcje nie mogą sprostać tej konkurencji. Jednocześnie, polskie przedsiębiorstwa szybko komputeryzują się, wzrasta zapotrzebowanie na specjalistów z tej dziedziny. Z Instytutu znów odchodzi wiele znaczących osób.

W końcu lat osiemdziesiątych Instytut Informatyki właściwie staje na krawędzi istnienia. Posiada zaledwie dwóch samodzielnych pracowników naukowych, laboratoria są wyposażone w boleśnie przestarzałą aparaturę, zespół Zakładu Doświadczalnego pozbawiony jest zamówień, które pozwalałyby podtrzymać jego istnienie. Staje się oczywiste, że dotychczasowy model działania musi ulec zmianie.

W tej sytuacji, w 1989 roku kierownictwo Instytutu obejmuje profesor Zdzisław Pawlak. Trzydzieści lat wcześniej był głównym autorem koncepcji UMC 1, teraz wrócił do Instytutu już jako profesor o wielkim dorobku naukowym i autorytecie w środowisku informatyków.

## LATA 1990–2001

Początek lat dziewięćdziesiątych — to okres wypracowywania nowego modelu organizacyjnego, poszukiwania współczesnej tematyki naukowej i dydaktycznej, starań o lepsze wyposażenie instytutowych laboratoriów. W Instytucie powołano jeden zakład (Grafiki Komputerowej) oraz sześć pracowni. Jedną z nich podjęła badania w tematyce dla Instytutu nowej, którą przyniósł ze sobą profesor Pawlak: teorii zbiorów przybliżonych (*rough sets*, której profesor Pawlak był autorem) i metodom wnioskowania w warunkach niepełnej informacji.

W 1991 roku, po wielu próbach znalezienia nowego profilu produkcyjnego dla Zakładu Doświadczalnego Budowy Maszyn Matematycznych, podjęto decyzję o zlikwidowaniu tej jednostki. Duża grupa doświadczonych inżynierów, techników i robotników odchodzi z Uczelni lub przechodzi na wcześniejsze emerytury. Była to decyzja dla wszystkich trudna i bolesna, ale w tamtych warunkach nieunikniona.

Jednocześnie, zaczęto modernizować i rozbudowywać laboratoria Instytutu. Instytut wzbogaca się o dwa systemy komputerowe (Bull oraz IBM) oraz 32 stacje robocze SunSparc. Wzrasta liczba komputerów PC, w 1991 roku zostają one połączone siecią (Novell), a w 1992 roku powstaje instytutowa sieć LAN. Zakład Grafiki Komputerowej instaluje w swym Laboratorium dwie stacje robocze firmy Silicon Graphics z bogatym oprogramowaniem, a także inny specjalistyczny sprzęt.

Pracownie wypracowują sobie tematykę badawczą i podejmują udane starania o granty Stopniowo, ulega poprawie sytuacja personalna Instytutu. Jedna osoba (Janusz Sosnowski) uzyskuje habilitację, nagrodzoną przez Wydział IV Nauk Technicznych PAN. Dwóch profesorów (Henryk Rybiński, Mieczysław Muraszkiewicz) przenosi się do Instytutu na stałe.

Te wszystkie działania przynoszą wyraźne efekty. Wreszcie, w 1994 roku w Instytucie zostają powołane (w miejsce dotychczasowych pracowni) dwa nowe zakłady: Systemów Informatycznych oraz Oprogramowania i Architektury Komputerów. Wraz z istniejącym już Zakładem Grafiki Komputerowej stanowią one do dziś podstawowe jednostki, organizujące zarówno badania naukowe, jak i prowadzoną w Instytucie dydaktykę.

Zmianom podlegała także oferta dydaktyczna Instytutu. Już w 1989 roku Instytut współorganizuje studium podyplomowe teleinformatyki i zarządzania CITCOM. W 1994 roku zostają uruchomione studia wieczorowe na kierunku **Informatyka**, najpierw inżynierskie, potem również magisterskie.

Bardziej skomplikowane koleje losu przechodzi natomiast nauczanie na studiach dziennych. Wraz z reformą całego wydziału, istniejący od 1975 roku kierunek **Informatyka** przestaje istnieć w 1993 roku jako samodzielny byt i wtapia się w nową formę organizacyjną — makrokierunek. Instytut Informatyki prowadzi przez kilka lat starania o wznowienie nauczania na oddzielnym kierunku **Informatyka**, uzasadniając to zarówno względami merytorycznymi, jak i zrozumiałością i atrakcyjnością (dla potencjalnych studentów) terminu „informatyka” na dyplomie. Starania te przynoszą w końcu sukces i nauczanie na kierunku Informatyka na studiach dziennych rusza ponownie w 2001 roku.

Po tych kilku latach starań i pracy, nadszedł też czas na objawy uznania dla dokonania Instytutu w jego nowej formie tematycznej i organizacyjnej. Obok indywidualnych rektorskich i ministerialnych nagród za działalność naukową i dydaktyczną, należy do nich I Nagroda w konkursie Siemens (w 1996 roku, za zrealizowany wspólnie z Instytutem Techniki Ciepłej Politechniki Warszawskiej system nadzoru bloków energetycznych, wdrożony w pięciu polskich elektrowniach). Potwierdzeniem naukowej pozycji Instytutu może być także fakt, że ze znacznym udziałem jego pracowników i pod kierownictwem jego profesorów zorganizowano na Wydziale dwie duże naukowe konferencje o zasięgu międzynarodowym: RSCTC-98 (organizowaną wspólnie z Uniwersytetem Warszawskim) oraz EUROMICRO 2001 (wspólnie z Instytutem Telekomunikacji). Wspomniane na wstępie uhonorowanie przez IEEE założyciela Instytutu, profesora Kilińskiego, Medalem Pioniera Informatyki — zamknęło pierwsze pięćdziesięciolecie istnienia Instytutu Informatyki piękną, bardzo symboliczną klamrą.

## OSTATNIA DEKADA: LATA 2001–2011

### PERSONALIA

Model organizacyjny i tematyczny profil badań, jaki został wypracowany w ciągu poprzedniej dekady, sprawdził się i był z powodzeniem kontynuowany w Instytucie.

Po przejściu profesora Zdzisława Pawlaka na emeryturę w 1996 roku dyrektorem Instytutu został profesor Janusz Sosnowski i kierował nim przez 4 kolejne kadencje (do 2008 roku), następnie zaś stanowisko to objął profesor Henryk Rybiński. Jednym z priorytetów, konsekwentnie realizowane przez władze Instytutu, było poprawienie stanu kadry, przez zwiększenie liczby pracowników samodzielnych i uaktywnienie działalności naukowej pracowników (w tym w szczególności promowanie nowych doktorów), co poza oczywistymi skutkami w dziedzinie badań naukowych, zaowocowało także znaczącym poprawieniem stanu finansów Instytutu. Zatrudniono nowych pracowników samodzielnych (prof. Krzysztof Walczak, prof. Mieczysław Muraszkiewicz oraz prof. Bogdan Butkiewicz), ponadto czterech pracowników Instytutu habilitowało się (Przemysław Rokita w 2000 roku, Marzena Kryszkiewicz w 2003 roku oraz Paweł Kerntopf w 2006 i Piotr Gawrysiak w 2010 roku). Dwóch pracowników uzyskało tytuły profesora zwyczajnego (Henryk Rybiński w 2000 roku i Janusz Sosnowski w 2006 roku), a wielu pracowników doktoryzowało się.

Niestety, w omawianym okresie pracownikom Instytutu przyszło także pożegnać dwóch znamienitych członków zespołu — ciężka choroba zabrała 25 grudnia 2001 roku doktora J. Bieleckiego, zaś 7 kwietnia 2006 roku zmarł profesor Z. Pawlak.

## DZIAŁALNOŚĆ BADAWCZA ZAKŁADÓW INSTYTUTU

Tematyka badań prowadzonych przez trzy zakłady Instytutu rozwijana była w sposób ewolucyjny, stanowiąc w dużej mierze kontynuację prac rozpoczętych w latach ubiegłych.

**Zakładem Oprogramowania i Architektury Komputerów** kierował profesor Janusz Sosnowski. Badania prowadzone przez jego zespół, w zakresie szeroko rozumianej wiarygodności systemów komputerowych, doprowadziły do powstania uznanej nie tylko w kraju szkoły naukowej. Zaowocowały one nie tylko licznymi projektami, wartościowymi publikacjami, ale również stworzeniem unikatowego w kraju i liczącego się w środowisku światowym stanowiska do symulacji błędów (z udziałem m.in. dr. inż. Piotra Gawkowskiego). System ten, poza wykorzystaniem w projektach przemysłowych, jest także używany w dydaktyce. Zespół profesora Sosnowskiego kontynuuje także, rozpoczęte jeszcze w latach dziewięćdziesiątych, badania z zakresu zaawansowanej inżynierii programowania, a w tym modelowania i testowania programów, w tym tych, które stosowane są w tzw. systemach wbudowanych, a zatem sterownikach mikroprocesorowych oraz urządzeniach mobilnych, takich jak nowoczesne telefony komórkowe.

Pokrewne badania realizowane były także przez zespół Jerzego Mieścickiego. W ich wyniku zbudowano m.in. system modelowania i weryfikacji oprogramowania COSMA, oparty na oryginalnym modelu teoretycznym zwanym CSM (*Concurrent State Machines*). Rezultatem tych badań były m.in. prace doktorskie Wiktora Daszczuka (2003) i Artura Krystosika (2008). Ten sam zespół był (i jest nadal) zaangażowany w badania i prace badawczo-rozwojowe z dziedziny inżynierii systemowej (*System Engineering*). Tematyka ta była przedmiotem projektów realizowanych na zlecenie bądź też we współpracy z podmiotami zewnętrznymi. Wymienić tu w szczególności warto współpracę z Instytutem Technicznym Wojsk Lotniczych (m.in. w 2008 roku projekt poświęcony metodologii projektowania systemów awioniki w świetle współczesnej inżynierii systemowej) czy też udział pracowników Zakładu w projekcie programu ramowego Komisji Europejskiej związanym z sieciami transportowymi PRT (*Personal Rapid Transit*), koordynowanym przez Instytut Transportu Politechniki Warszawskiej (od 2009 roku).

**Zakładem Grafiki Komputerowej** kierował profesor Jan Zabrodzki. Tematyka badań, które były prowadzone przez zespół pracowników Zakładu, odzwierciedla w dużej mierze ewolucję systemów grafiki komputerowej, jaka dokonała się w ciągu ostatniej. Współczesne narzędzia graficzne osiągnęły już bowiem stopień rozwoju pozwalający na syntetyzowanie obrazów właściwie dowolnie wiernie odpowiadającym obrazom rzeczywistym. Wyzwaniem staje się obecnie zatem nie tyle tworzenie — to jest rysowanie — obrazu, co jego analiza i łączenie obrazów sztucznych z tymi naturalnymi. Problematyka ta, szczególnie w odniesieniu do systemów rzeczywistości wirtualnej i rzeczywistości rozszerzonej, jest przedmiotem badań zespołu pod kierunkiem P. Rokity. Podobnie istotną kwestią jest automatyzacja tworzenia elementów tak konstruowanych wirtualnych światów. W tym zakresie w zakładzie prowadzono badania dotyczące w szczególności symulacji zjawisk biologicznych, takich jak wzrost roślin, które prowadzone były m.in. przez C. Stępnia.

Nowym obszarem badań, jaki rozwijany jest w Zakładzie (m.in. projekt dla firmy Samsung Electronics, od 2010 roku realizowany przez zespół P. Rokity) jest automatyczna analiza wyników działania systemów tworzenia dokumentów, w tym w szczególności ocena jakości działania przeglądarek internetowych pracujących w środowiskach mobilnych.

W ciągu ostatnich lata zakład stał się jednym z najbardziej liczących się krajowych ośrodków prowadzących badania naukowe w dziedzinie grafiki komputerowej, nie tylko dzięki działalności *stricto* badawczej, lecz także m.in. organizacji cieszącego się dużą popularnością ogólnokrajowego seminarium „Grafika komputerowa, przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów” organizowanego we współpracy z komitetem Informatyki Polskiej Akademii Nauk, które prowadzone jest od 1993 roku.

**Zakładem Systemów Informacyjnych** kierował do 2008 roku profesor Henryk Rybiński, zaś po objęciu przez niego stanowiska Dyrektora Instytutu, kierownictwo zakładu przejęła Marzena Kryszkiewicz. Zakład kontynuował badania związane z — szeroko rozumianym — przetwarzaniem danych i systemami informacyjnymi. Badania te związane były początkowo przede wszystkim z wykorzystaniem metod automatycznej analizy dużych zbiorów danych, które były przedmiotem szczególnego zainteresowania Z. Pawlaka. Stworzona przezeń teoria

zbiorów przybliżonych (*rough sets*) należy współcześnie do zestawu standardowych metod eksploracji danych. Koncepcje opracowane przez Z. Pawlaka rozwijane były z sukcesem m.in. przez M. Kryszkiewicz i H. Rybińskiego, czego efektem stało się stworzenie uznanej w świecie szkoły naukowej eksploracji danych, w tym w szczególności z zastosowaniem reguł asocjacyjnych. Ponadto zagadnienia te wiązały się bezpośrednio z pracami dotyczącymi systemów baz danych (m.in. indeksy hurtowni danych, optymalizacja wyszukiwania) prowadzonymi pod kierunkiem H. Rybińskiego.

Prowadzone prace teoretyczne znalazły także zastosowanie w projektach przemysłowych. W naturalny sposób tematyka tych projektów odzwierciedlała rozwój przemysłu ICT, zarówno w Polsce, jak i w świecie. Nie jest zatem rzeczą zaskakującą, iż wiele z najbardziej interesujących projektów badawczych prowadzonych w Instytucie w ciągu ostatniej dekady związanych jest przede wszystkim z telekomunikacją. Początków tej współpracy upatrywać można w rozpoczętych na przełomie wieków projektach badawczych dla Polskiej Telefonii Cyfrowej (od 2000 roku), później zaś dla Polkomtel S.A. (w 2003 roku) i France Telecom (od 2009 roku).

O ile jednak klasyczna eksploracja danych stosowana bywa zwykle w odniesieniu do danych o charakterze jakościowym (w praktyce najczęściej do baz danych sprzedażowych czy też zawierających dane ekonomiczne), to w projektach realizowanych przez Instytut dla przemysłu telekomunikacyjnego nacisk położono na dane numeryczne, w tym w szczególności dane bezpośrednio zbierane w sposób automatyczny z infrastruktury sieci komórkowej. Dzięki temu możliwe było stworzenie pionierskich rozwiązań, wykorzystujących m.in. metody oparte na regułach asocjacyjnych i wzorce do predykcji zachowania sieci telekomunikacyjnej czy też optymalizacji jej parametrów.

Nie oznacza to oczywiście, iż zaniedbywana była „klasyczna” gałąź badań nad eksploracją danych, czego dowodem może być choćby zorganizowanie przez Instytut (we współpracy z Uniwersytetem Warszawskim) międzynarodowych konferencji naukowych poświęconych problematyce eksploracji danych i sztucznej inteligencji (patrz także poniżej).

Wspomniany projekt dla Polskiej Telefonii Cyfrowej okazał się pierwszym z serii kontynuowanych do dziś projektów badawczych dla przemysłu, związanych z szeroko rozumianą eksploracją danych technicznych. Współpraca zaś z PTC, związana początkowo jedynie z analizą danych telekomunikacyjnych zaowocowała wieloma projektami badawczymi oraz utworzeniem w 2006 roku (zespół pod kierunkiem P. Gawrysiaka) wydziałowego laboratorium badania aplikacji i systemów mobilnych BRAMA. Laboratorium to działa obecnie już jako niezależna jednostka na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych, jednak w dalszym ciągu bardzo blisko współpracuje z Instytutem. Laboratorium to pomyślane jest jako swego rodzaju inkubator technologiczny, sponsorowany przez firmę telekomunikacyjną, jednak prowadzący prace także dla innych podmiotów, takich jak firmy zewnętrzne oraz inne uczelnie oraz projekty *stricto* badawcze — wszystkie zaś bezpośrednio związane z technologiami mobilnymi. Przykładem może być tu choćby seria projektów badawczych dla firmy Samsung Electronics, związanych zarówno z opracowaniem nowych interfejsów użytkownika urządzeń mobilnych, jak i nowych metod automatycznego testowania systemów wbudowanych.

Ostatnim istotnym obszarem badań prowadzonych w Zakładzie jest problematyka przetwarzania języka naturalnego, przechowywania i przede wszystkim przeszukiwania baz pełnotekstowych. Była ona przedmiotem prac prowadzonych przez członków zespołu Instytutu jeszcze w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku. Można tu w szczególności wymienić oprogramowanie autorstwa zespołu kierowanego przez H. Rybińskiego i M. Muraszkiewicz, takie jak tezaurs MTM4 czy też pełnotekstowa baza danych WWW/ISIS wykorzystywane do dziś przez wiele instytucji międzynarodowych, w tym przez agendy Organizacji Narodów Zjednoczonych m.in. UNESCO i FAO. Systemy te były wielokrotnie udoskonalane oraz stanowiły punkt wyjścia do opracowania nowych rozwiązań wyszukiwania i organizacji treści w sieci Internet. Wśród nich w szczególności warto wymienić wspomniany już system budowania sieci semantycznych Text-Onto-Miner oraz narzędzia wyszukiwawcze i analityczne tworzone w ramach projektów międzynarodowych w programach ramowych Unii Europejskiej (m.in. projekty AMI-SME w ramach 6. Programu Ramowego w latach 2006–2007 oraz KNOW-IT w 7. Programie Ramowym w 2008 roku).

Tematyka budowania repozytoriów wiedzy i archiwizacji wyników badań naukowych oraz dóbr kultury stanowi w ostatnich latach coraz istotniejszy element badań prowadzonych

w Instytucie, co bezpośrednio związane jest ze wzrostem znaczenia tej problematyki, wspomnianym powyżej. Instytut współpracuje tu z wieloma instytucjami, m.in. z Biblioteką Narodową. W 2010 roku Instytut rozpoczął kilkuletni projekt badawczy SYNAT/PASSIM (realizowany przez konsorcjum polskich uczelni wyższych i firm z sektora ICT, Instytut pełni w projekcie rolę koordynatora części zadań badawczych), którego celem jest zbudowanie ogólnopolskiej platformy repozytoryjnej i hostingowej dla zasobów cyfrowych, w tym w szczególności wyników badań naukowych. W efekcie ugruntowana została pozycja Instytutu, jako jednego z głównych ośrodków w kraju prowadzących badania naukowe w dziedzinie organizacji i przeszukiwania zasobów pełnotekstowych.

W ostatnich latach Instytut organizował także konferencje międzynarodowe, poświęcone informatyce. W 2007 roku, we współpracy z Wydziałem Matematyki, Informatyki i Mechaniki Stosowanej Uniwersytetu Warszawskiego zorganizowano konferencję RSEISP 2007 — *Rough Sets and Emerging Intelligent Systems Paradigms*, poświęconą pamięci profesora Zdzisława Pawłaka, zaś w 2011 Instytut był gospodarzem 19. edycji prestiżowej konferencji ISMIS 2011 — *International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems*.

## OFERTA DYDAKTYCZNA INSTYTUTU

Oferta dydaktyczna Instytutu ustabilizowała się. Po wznowieniu kierunku Informatyka (w 2001) Instytut prowadzi zajęcia na studiach inżynierskich i magisterskich dziennych i wieczorowych oraz anglojęzycznych i podyplomowych (dla nauczycieli informatyki oraz CITCOM). W sumie, na wszystkich tych rodzajach studiów pracownicy Instytutu prowadzą corocznie około 120 przedmiotów. Dyplomy inżynierskie uzyskuje około 80 osób rocznie i tyleż corocznie otrzymuje dyplomy magisterskie.

Poziom i sposób prowadzenia zajęć dydaktycznych są bardzo dobrze oceniane przez studentów. Pracownicy Instytutu wielokrotnie otrzymywali prestiżową nagrodę „Złotej Kredy”, m.in. J. Mieścicki (2 razy), P. Rokita (2 razy) i M. Muraszkiewicz, przyznawaną przez Wydziałową Radę Samorządu studenckiego na Wydziale EiTI. Potwierdzeniem wysokiej jakości kształcenia są także nagrody i wysokie miejsca osiągnięte przez studentów Instytutu w konkursach na prace dyplomowe (m.in. organizowanych przez Polskie Towarzystwo Informatyczne) oraz konkursach programistycznych firm prywatnych (m.in. Ernst & Young — 2-gie miejsce w 2008 roku) oraz organizacji naukowych (ACM).

## PODSUMOWANIE

Podsumowując, należy uznać okres ostatnich dziesięciu lat za czas dynamicznego wzrostu Instytutu. Struktura kadry znacznie się polepszyła, a zewnętrzne źródła finansowania poprawiły istotnie kondycję finansową Instytutu. Na koniec ostatniej kadencji zachowano nawet znaczne środki finansowe jako oszczędności. Poprawa sytuacji finansowej pozwoliła na unowocześnienie wyposażenia laboratoryjnego oraz przeprowadzenia szeregu remontów w tym sal laboratoryjnych i nowej biblioteki wraz z czytelnią. Warto nadmienić, że zbiory biblioteki Instytutu w zakresie wydawnictw książkowych z dziedziny informatyki są uznawane za jedne z najlepszych w kraju. Korzystając ze wsparcia finansowego możliwego do osiągnięcia w ramach funduszy europejskich, przystąpiono także do modernizacji bazy sprzętowej instytutu (sprzęt sieciowy i serwery w ramach projektu FOTEH, stacje robocze dla pracowników i doktorantów w ramach wspomnianego powyżej projektu SYNAT/PASSIM).

## PRÓBA SPOJRZENIA W PRZYSZŁOŚĆ

Trudno wyrokować, jak będzie wyglądać rozwój informatyki w ciągu najbliższego dziesięciolecia. Technologia zmienia się bowiem niezwykle dynamicznie, zaś zapewne najlepszą maksymą jaką można by się tu postłużyć, byłoby amerykańskie *expect the unexpected...*

### WSZECHOBECNOŚĆ, SIECIOWOŚĆ I MOBILNOŚĆ

Jeśli już jednak próbować pokusić się o wybranie jednego, głównego trendu, jaki dominować zapewne będzie w informatyce w nadchodzących latach, to najbardziej prawdopodobnym wydaje się być postępująca „sieciovosc” i wszelkiego rodzaju rozwiązania określane mianem *cloud computing*, które na dodatek będą wykorzystywać technologie mobilne, by zapewnić nieustanny dostęp do zasobów globalnej sieci, niezależnie od miejsca, w którym znajduje się użytkownik.

Ostatnie dziesięciolecie to okres, w którym społeczeństwa, dotychczas uznawane za przywiązane do tradycji i miejsca — takie jak społeczeństwa Starej Europy — stają się mobilne. Przemieszczanie się, *mobility*, zaczyna być postrzegane jako istotny element kultury i zjawisko, bez którego trudno mówić o budowaniu jednolitego, europejskiego społeczeństwa.

Wspomniana mobilność tak naprawdę jest określeniem dwóch odmiennych zjawisk. Jedno z nich to łatwość zmiany miejsca zamieszkania i pracy, będąca wynikiem braku przywiązania do określonego rejonu. Tego rodzaju częste przeprowadzki są typowe dla społeczeństwa Stanów Zjednoczonych, gdzie zmiana miejsca zamieszkania co kilkanaście lat nie jest niczym zaskakującym. Można przypuszczać, iż jest to jeden z czynników dynamizujących gospodarkę amerykańską, który w środowisku europejskim nabiera jeszcze dodatkowego znaczenia, przyczyniając się do zwiększenia tendencji integracyjnych.

**Mobility** to jednak także drugi rodzaj mobilności, dotyczący codziennego przemieszczania się ludzi. Od czasów rewolucji przemysłowej codzienne dojazdy do miejsca pracy stały się tak integralną i oczywistą częścią życia większości ludzi, iż w niektórych językach istnieje nawet oddzielne słowo na ich określenie — w języku angielskim to *commute*. Jest to nie tylko element codziennego życia, ale także czynność, która zajmuje niebagatelną część dnia większości ludzi. W dużych aglomeracjach już od bardzo dawna nie jest rzeczą niespotykaną spędzanie w podróży do pracy przynajmniej godziny. Jest to czas w większości wypadków uznawany za stracony, a jednocześnie do niedawna jeszcze traktowany jako konieczność. Ostatnie dziesięciolecie przyniosło tu jednak drastyczne zmiany, związane z rozpowszechnieniem technologii informatycznych pozwalających na zdalną komunikację i zdalną — a wręcz mobilną pracę. Mowa tu zarówno o niezwyklej wręcz wzroście popularności sieci Internet, a tym samym praktyczną realizację idei zdalnej pracy (*teleworking*), jak i o — kto wie czy nie jeszcze bardziej spektakularnym — upowszechnieniu się telefonii komórkowej i tym samym umożliwieniu wykonywania pracy już nie tylko z domu, ale wręcz w podróży, w ruchu.

### FUNKCJONALNA KONWERCENCJA URZĄDZEŃ

Telefon komórkowy staje się bowiem dziś prawdziwym komputerem osobistym — zawsze towarzyszącym swojemu użytkownikowi i zawsze mogącym wspierać jego pracę. Jest to urządzenie tak powszechne, że trudno sobie wyobrazić, iż można go nie posiadać — łatwiej bowiem obecnie znaleźć osobę nienoszącą zegarka naręcznego niż niedysponującą telefonem komórkowym — rzecz niemalże nie do pomyślenia jeszcze kilkanaście lat temu. Na początku lat osiemdziesiątych XX wieku, gdy powstawała technologia sieci komórkowych, prognozowano bowiem, iż będzie to technologia niszowa. Owszem, zapewne wykorzystywana przez często podróżujących profesjonalistów — lekarzy czy dziennikarzy — lecz niezajdująca odbiorców wśród „zwykłych” użytkowników telefonów stacjonarnych. Tymczasem obecnie, jak ocenia IDC, liczba telefonów komórkowych przekroczyła już liczbę istniejących na świecie komputerów osobistych, osiągając już pod koniec 2007 roku wielkość dwóch miliardów egzemplarzy.

Fakt, iż telefon komórkowy jest już nieodłącznym towarzyszem życia większości ludzi, trudno przecenić. W większości sytuacji, w których niezbędne jest wspomoczenie ludzkiego

umysłu przez komputer, znacznie łatwiej sięgnąć po telefon niż uruchomić komputer — stacjonarny czy też nawet przenośny. Coraz więcej funkcji spełnianych do tej pory przez klasyczne komputery przejmują telefony komórkowe — które zresztą trudno już dłużej określać tym mianem, skoro stają się narzędziami służącymi nie tylko (a nawet nie przede wszystkim) do komunikacji głosowej. Mamy tu bowiem do czynienia z konwergencją funkcjonalności, która jest wynikiem potrzeb użytkowników pragnących nosić przy sobie jak najmniejszą liczbę urządzeń.

Jednym z pierwszych obszarów niezwiązanych bezpośrednio z komunikacją, w których zaczął być wykorzystywany telefon komórkowy, jest rozrywka. Współczesny telefon jest bowiem coraz częściej także przenośną konsolą do gier komputerowych. Oczywiście ograniczenia związane z wielkością (głównie wyświetlacza) powodują, iż zapewne przez długi czas nie wyprze on klasycznych konsol z salonów naszych domów, niemniej jednak już obecnie stanowi on znaczące ich uzupełnienie, czego dowodem może być szybki wzrost rynku gier przeznaczonych właśnie dla telefonów komórkowych.

Drugi obszar konwergencji stanowi dystrybucja treści (*content*), w tym przede wszystkim treści multimedialnej, rozrywkowej. Możliwość przechowywania i przekazywania treści, takich jak muzyka, wideo czy też choćby i sam materiał tekstowy (czyli po prostu książki) w formie cyfrowej — czyli przy zerowym koszcie ich powielania — powoduje, iż urządzenie mogące odtwarzać tego rodzaju dane jest niezbędne, i to nie tylko osobom poszukującym rozrywki, choć — jak to często ma miejsce w przypadku nowych technologii — to właśnie rozrywka okazała się tutaj siłą napędową nowego przemysłu. Ponieważ zaś noszenie jednocześnie odtwarzacza plików MP3 (choćby tak modnego jak Apple iPod), czytnika książek elektronicznych i telefonu komórkowego jest cokolwiek uciążliwe, to coraz częściej muzyki słuchać będziemy dzięki odtwarzaczom wbudowanym w nasz telefon komórkowy — czytając jednocześnie książki na jego ekranie. Warto tu zwrócić uwagę na fakt, że będąc urządzeniem mobilnym, może być również doskonałym narzędziem służącym nie tylko do „konsumpcji” treści, ale także do jej tworzenia. Cóż bowiem prostszego niż wykorzystanie aparatu fotograficznego wbudowanego w większość współczesnych telefonów (to zresztą kolejne urządzenie — które staje się niejako „ofiara” konwergencji) do tworzenia fotoblogu?

## WIRTUALNE ŻYCIE W SIECI

Informacja, którą otrzymuje użytkownik sieci WWW, pochodzi oczywiście z indywidualnych serwerów — pojedynczych komputerów. Coraz częściej jednak korzystamy z tego systemu, traktując go jako funkcjonalną całość, nie dbając o to, iż tak naprawdę jest on zbiorem wielu pojedynczych jednostek. Innymi słowy, traktujemy sieć WWW jak niezależny byt, choć jest on w dużej mierze bytem wirtualnym. Zupełnie inaczej wyobrażali sobie globalną sieć informacyjną autorzy powieści fantastycznonaukowych, szczególnie tych wpisujących się w nurt cyberpunk, tacy jak William Gibson. Gibsonowska cyberprzestrzeń jest miejscem, do którego można się przenieść, choć wymaga to zastosowania skomplikowanych urządzeń technicznych. World Wide Web na pozór takim miejscem nie jest. Wiele jednak z czynności, które wydawać by się mogło, wymagają fizycznej lokalizacji, poczyna być realizowanych właśnie w przestrzeni WWW. Nie chodzi tu nawet o rozmowę między ludźmi, obecnie realizowaną powszechnie w wirtualnej przestrzeni forów internetowych i sieci społecznościowych, takich jak Facebook — choć dla mieszkańca greckiego polis dyskusja publiczna była przecież czynnością nierozdzielnie związaną z fizyczną lokalizacją agory — ale o czynności związane z manipulacją zupełnie niewirtualnymi obiektami, co ma choćby miejsce w handlu. Może to przyjmować postać sklepu internetowego, ale także i wirtualnego rynku, przestrzeni spotkań kupujących i sprzedających — a taką przestrzenią są serwisy aukcyjne, jak Ebay czy też polskie Allegro.

Wreszcie niemalże wierną symulację rzeczywistego życia, tyle że prowadzoną w środowisku sieciowym, stanowią tak zwane gry *on-line*, łączące ze sobą tradycyjną rozgrywkę komputerową, w rodzaju graficznej gry przygodowej, gry RPG (*Role Playing Game*) czy też zręcznościowej gry FPS (*First Person Shooter*), z interakcją w czasie rzeczywistym z innymi użytkownikami Internetu w świecie gry. W przypadku gier pozwalających na jednoczesny udział setek lub nawet tysięcy użytkowników — co ma miejsce w systemach *massive multiplayer* — ów świat gry nabiera pozorów bytu rzeczywistego, stając się niczym innym jak rzeczywistością wirtualną.



Określanie bowiem mianem gry komputerowej współczesnych systemów MMORPG byłoby już chyba niewłaściwe. Serwisy te, w tym szczególnie serwis Second Life, to już coś znacznie więcej niż tylko gry. Są to bowiem wirtualne światy, z własną gospodarką, prawami i strukturą społeczną, w której zaobserwować można skomplikowane zjawiska społeczne. Co więcej, nie są to światy całkowicie odrębne od rzeczywistości niewirtualnej. Choć nieruchomości, jakie posiadać mogą mieszkańcy świata Second Life, nie są niczym więcej niż tylko zapisem w pamięci serwerów systemu, to mimo to mają wymierną wartość w świecie rzeczywistym.

## CZYŻBY ZJAWISKA SAMOISTNE?

Internet traktowany w powyższy sposób jawi się jako jeden skomplikowany, globalny komputer — o zasobach znacznie przekraczających zasoby każdego pojedynczego komputera, jaki do tej pory został skonstruowany. Ponieważ zaś jest to system o dużym stopniu złożoności i co więcej — podlegający szybkiemu wzrostowi i ewolucyjnym zmianom — to zadać można pytanie o to, czy w systemie takim występować mogą zjawiska emergentne. Odpowiedź na to pytanie, biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy dotyczącej sztucznej inteligencji, może być jedynie domeną autorów powieści fantastycznonaukowych. Jak na razie nie można jednak całkowicie wykluczyć, iż jednym z kolejnych — zapewne bardzo odległych w czasie — etapów rozwoju globalnej sieci komputerowej będzie spontaniczne powstanie sztucznej inteligencji. To najpewniej nie nastąpi na przestrzeni najbliższej dekady, ale zapewne warto się do tego już teraz przygotować, badając zjawiska występujące w systemach wieloagentowych i analizując fenomen emergencji, co zresztą jest przedmiotem badań, które Instytut obecnie prowadzi (m.in. zespół pod kierownictwem D. Ryżko).

## INŻYNIERIA SYSTEMOWA

Próbując odgadnąć najważniejsze tendencje rozwojowe trzeba pamiętać, że w informatyce istnieją także tereny badań bardziej tradycyjne, a jednak wciąż żywe, potrzebne i budzące zainteresowanie, mimo że ich początki miały miejsce kilkadziesiąt lat temu. Należą do nich między innymi badania nad inżynierią oprogramowania (*Software Engineering*) oraz inżynierią systemową (*Systems Engineering*). W obu przypadkach chodzi o doskonalenie metod realizacji dużych projektów informatycznych oraz narzędzi wspomagających te metody.

W przypadku inżynierii oprogramowania zadanie polega głównie na stworzeniu własnego oprogramowania, które będzie działać na zazwyczaj standardowym, uniwersalnym sprzęcie (serwery, stacje robocze, łącza i urządzenia telekomunikacyjne itd.). O inżynierii systemowej mówi się natomiast wówczas, gdy fizyczna składowa projektowanego systemu ma obejmować nie tylko sprzęt komputerowy, ale także inne, zwykle funkcjonalnie złożone urządzenia: roboty przemysłowe, sterowane cyfrowo obrabiarki, pojazdy, sprzęt wojskowy itd.

Również i w tym ostatnim przypadku trend w kierunku zwiększania **sieciowego** charakteru systemów jest bardzo wyraźny. Są to jednak inne sieci, niż zwykły Internet. Obowiązują w nich w szczególności inne standardy specyfikacji wymagań, inne protokoły komunikacyjne itp., a wymagania co do czasu odpowiedzi i standardy niezawodnościowe są znacznie ostrzejsze. Za przykład mogą służyć wojskowe systemy dowodzenia i sterowania (w czasie rzeczywistym) operacjami militarnymi, które już obecnie są budowane i wdrażane w wielu krajach (np. NATO). Choć szczegóły ich implementacji nie są z oczywistych powodów publikowane, to jednak sama metodyka ich projektowania jest znana i publicznie dyskutowana, między innymi po to, by w takich projektach mogły uczestniczyć firmy cywilne, które zastępują się do wspólnych standardów specyfikacji, dokumentacji i zarządzania projektem.

Nie ulega wątpliwości, że — podobnie, jak to już wielokrotnie w przeszłości bywało — korzystają na tym już obecnie projekty cywilne: skomputeryzowane systemy produkcyjne, transportowe, logistyczne itp. Wydaje się, że także w przyszłości badania i prace B+R w tej dziedzinie będą miały ogromne znaczenie.

## WSPÓŁBIEŻNOŚĆ I WIELOPROCESOROWOŚĆ

Innym przykładem problemu, który został rozpoznany już dawno, lecz obecnie wraca znów jako ważny, a nawet palący, jest **programowanie współbieżne**. Z jednej strony — sieciowość systemów nieuchronnie wiąże się ze współbieżnością, a więc również ze wszystkimi problemami zarządzania zasobami we współbieżnym środowisku (wzajemnie wykluczanie, koordynacja procesów, problem zakleszczeń itp.). Z drugiej strony, wszystko wskazuje na to, że znaczenie rozwiązań współbieżnych wzrośnie również z powodów czysto technologicznych.

Przez ostatnich kilkadziesiąt lat mieliśmy mianowicie do czynienia z niezwykłym rozwojem technologii wytwarzania sprzętu komputerowego. Tak zwane **prawo Moore'a** mówi wręcz, że od lat siedemdziesiątych XX wieku liczba tranzystorów upakowanych w układzie scalonym podwaja się co dwa lata. Podobny wykładniczy wzrost stwierdzimy, obserwując pojemność pamięci dyskowej i wiele innych wskaźników charakteryzujących wydajność systemów. To empirycznie obserwowalne zjawisko doprowadziło do ogromnego wzrostu mocy obliczeniowej współczesnych komputerów, ale osiągnięto to głównie dzięki miniaturyzacji układów i powiększeniu częstotliwości zegara o kilka rzędów wielkości: od kilkudziesięciu kHz w latach 60 — do kilku GHz obecnie.

Wszystko wskazuje jednak na to, że ta droga rozwoju technologii układów scalonych zbliża się właśnie do pewnych nieuchronnych i trudno przekraczalnych granic natury fizycznej, przede wszystkim związanych z problemami odprowadzania energii cieplnej z tak miniaturowych struktur półprzewodnikowych. W tej sytuacji naturalnym sposobem zapewnienia dalszego wzrostu mocy obliczeniowej systemów jest wykorzystanie **wielu procesorów** pracujących równolegle.

Pomysł nie jest oczywiście nowy, a systemy wieloprocessorowe były od lat wykorzystywane w zaawansowanych zastosowaniach, np. przy symulacji i modelowaniu zjawisk fizycznych, meteorologicznych itp. Obecnie jednak ten sam rozwój technologii układów scalonych pozwolił na wprowadzenie systemów wieloprocessorowych „pod strzechy”, pod postacią **procesorów wielordzeniowych**. Są one w istocie lokalnymi systemami wieloprocessorowymi, już obecnie mamy je w swoich domowych komputerach, jednak jeśli wykonują one zwykłe, sekwencyjne programy, dotychczas opracowywane dla tradycyjnych, jednoprocessorowych systemów — to ich możliwości równoległego przetwarzania pozostają niewykorzystane. Można więc przewidywać, że nowa generacja oprogramowania będzie powstawać już przy założeniu szerokiego zastosowania technik programowania współbieżnego.



## INTERDYSCYPLINARNA ROLA INFORMATYKI

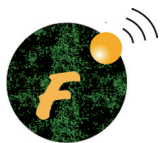
Na koniec, po dokonaniu choćby tak pobieżnego przeglądu sześćdziesięcioletnich losów Instytutu Informatyki, nie sposób oprzeć się jeszcze jednej refleksji. Na początku, zagadnienia układów cyfrowych, projektowania sieci logicznych czy programowanie — były domeną stosunkowo wąskiej grupy specjalistów, zgrupowanych (mowa o Wydziale Elektroniki) właśnie w ówczesnej Katedrze Budowy Maszyn Matematycznych, czy później — Instytucie Informatyki. Już jednak w końcu lat sześćdziesiątych XX wieku krąg osób i instytucji zajmujących się różnymi aspektami informatyki zaczął się rozszerzać. W praktycznie wszystkich katedrach, a później instytutach Wydziału Elektroniki zaczęły powstawać specjalistyczne laboratoria, a nawet lokalne ośrodki obliczeniowe, wyposażone w komputery i inny sprzęt cyfrowy. Z biegiem czasu w każdym z instytutów Wydziału, od (alfabetycznie) Instytutu Automatyki i Informatyki Stosowanej do Telekomunikacji, wykształciły się kompetentne zespoły, wykorzystujące metody i narzędzia informatyki zarówno w swych pracach badawczych i projektach, jak w prowadzonych przez nie zajęciach dydaktycznych, pracach dyplomowych i doktorskich. Wreszcie, cały Wydział, który w początku swego istnienia był Wydziałem Łączności, a potem Wydziałem Elektroniki, stał się Wydziałem Elektroniki i Technik Informatycznych.

To jest oczywiście tendencja ogólna, znacznie wykraczająca poza granice Wydziału i poza ramy czasowe, jakie narzuca naszym rozważaniom okrągła rocznica jego istnienia. Informatyka oferuje bowiem aparat pojęciowy, metodologie i narzędzia doskonale nadające się do badań interdyscyplinarnych.

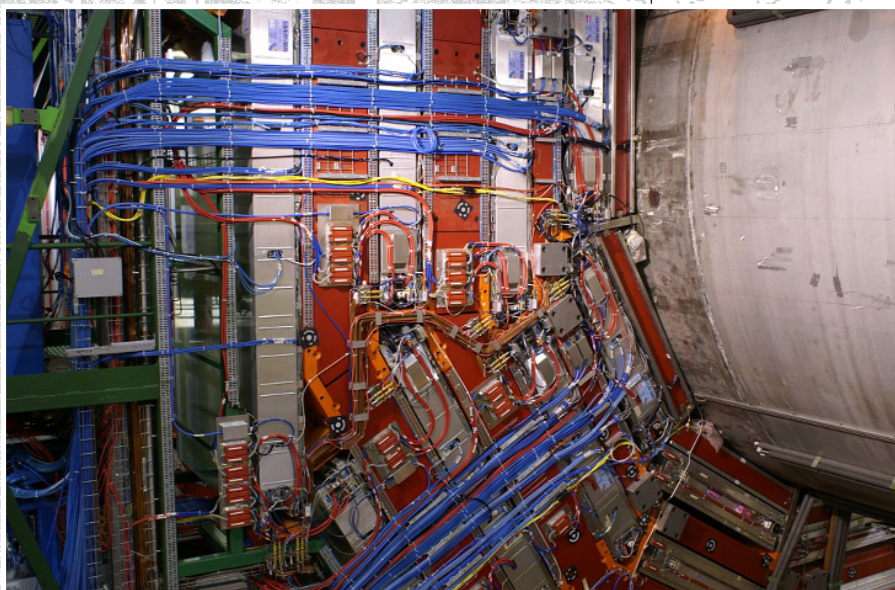
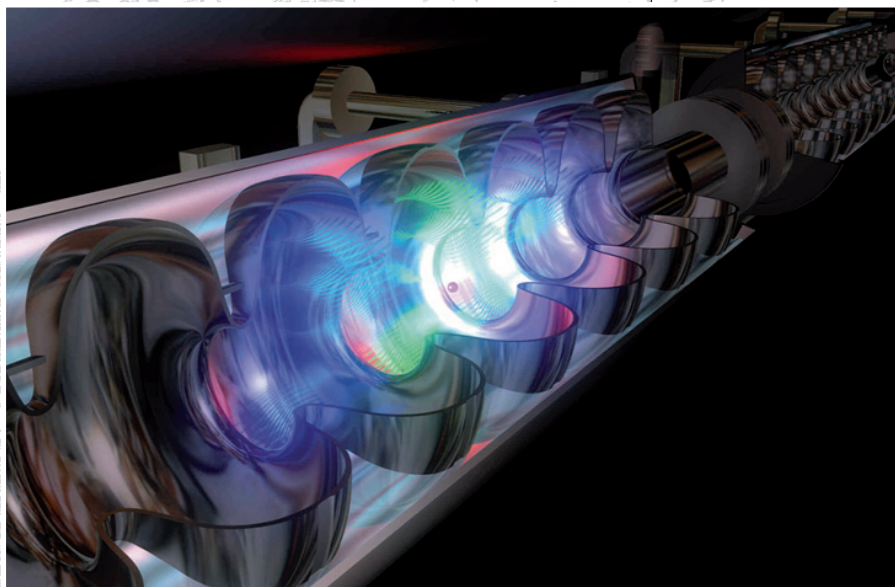
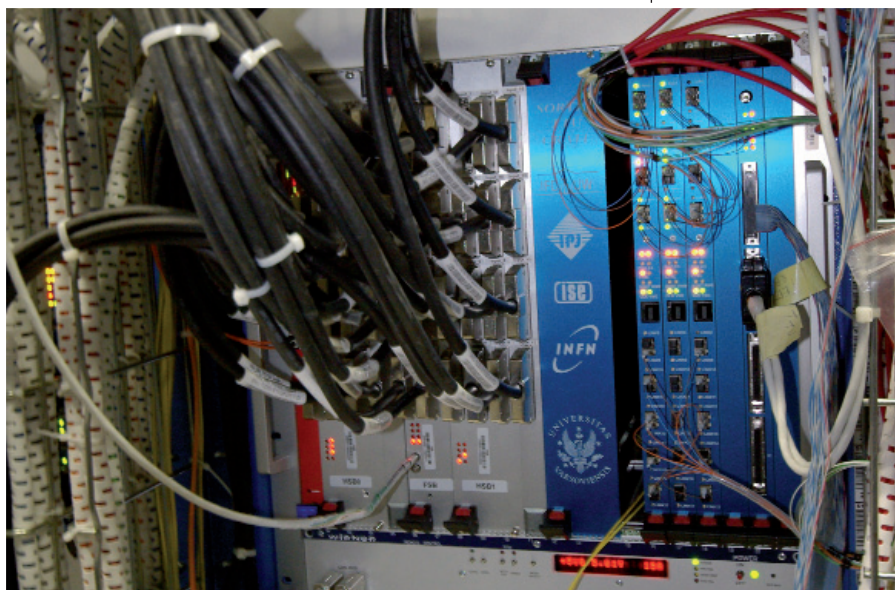
W wielu kierunkach badań, w wielu projektach złożonych systemów można mówić głównie o **zastosowaniach** informatyki, jednak informatyka — jako dziedzina wiedzy i działalności praktycznej — nie tylko **daje** owe metodologie i narzędzia, ale również sama na tym **korzysta**. To rodzaj szczególnego sprzężenia zwrotnego: nowe wyzwania, stawiane przez inne dziedziny badań stanowią inspirację dla nowych pomysłów teoretycznych, nowych algorytmów, nowych narzędzi programowych i nowych rozwiązań technologicznych w informatyce.

Można przewidywać, że tak rozumiane interdyscyplinarne badania będą również w przyszłości należały do najważniejszych motorów postępu, zarówno w samej informatyce, jak i innych dziedzinach ludzkiej działalności.





Materiały wydane  
dzięki dofinansowaniu  
**Fundacji Wspierania  
Rozwoju  
Radiokomunikacji  
i Techniki  
Multimedialnych**



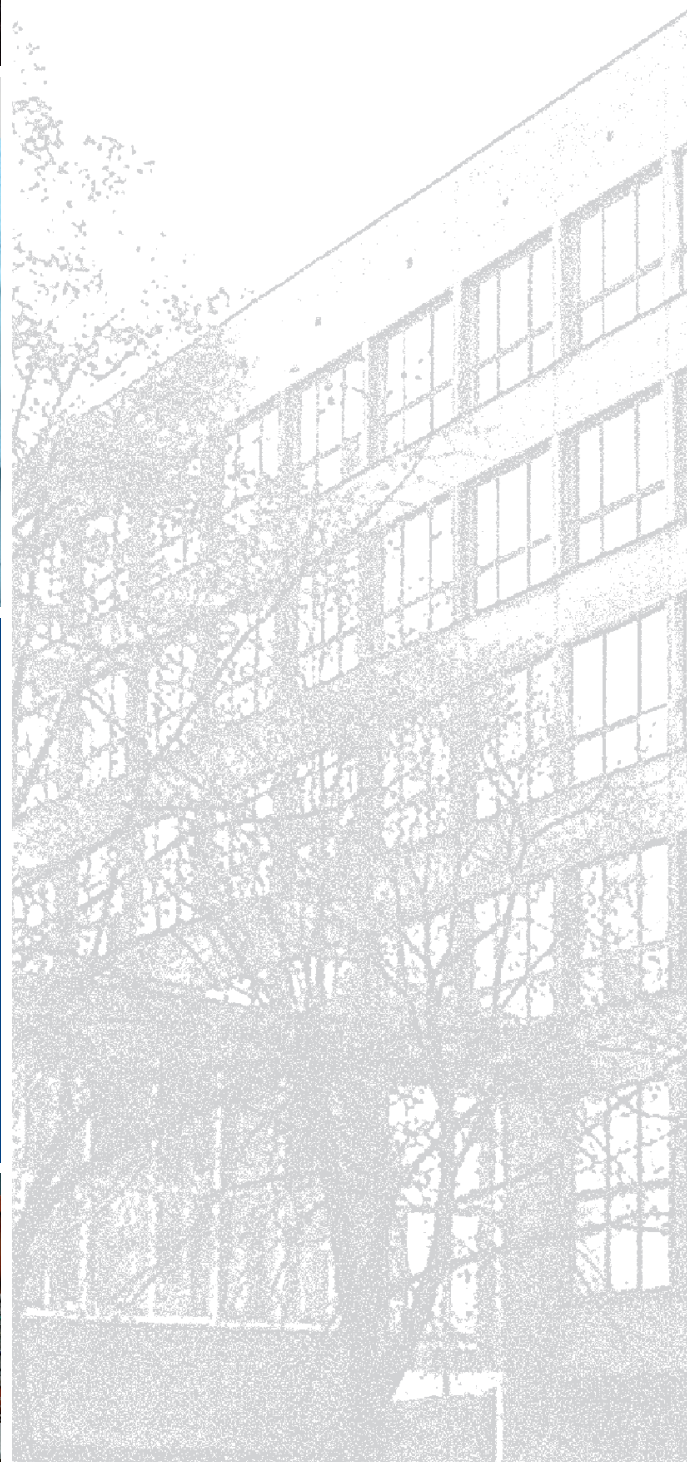


Politechnika Warszawska

Wydział Elektroniki  
i Technik Informatycznych

<http://www.elka.pw.edu.pl>

Nowowiejska 15/19  
00-665 Warszawa



ISBN 978-83-7207-969-5