

**Prowadzenie badań naukowych
w dziedzinie i dyscyplinie naukowej
związanej z kierunkiem studiów
Elektronika i Telekomunikacja**

1. Struktura Wydziału Informatyki i Telekomunikacji

Dawny Wydział Elektroniki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej (WEiT PP) miał strukturę katedralną. Istniały w nim cztery Katedry: Katedra Radiokomunikacji, Katedra Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych; Katedra Systemów Telekomunikacyjnych i Optoelektroniki i Katedra Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki. Po powstaniu nowego Wydziału Informatyki i Telekomunikacji Politechniki Poznańskiej (WIT PP od 1 stycznia 2020 r.) utworzono w nim **cztery Instytuty**, z czego jeden (**Instytut Informatyki**) istniał na dawnym Wydziale Informatyki, a trzy pozostałe Instytuty zostały wyłonione z dawnych Katedr funkcjonujących na WEiT PP. Są to: **Instytut Radiokomunikacji** (dawna Katedra Radiokomunikacji), **Instytut Sieci Teleinformatycznych** (dawna Katedra Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych) oraz **Instytut Telekomunikacji Multimedialnej** (połączone dawne Katedry Systemów Telekomunikacyjnych i Optoelektroniki oraz Katedra Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki). Pracownicy trzech ostatnich Instytutów byli i są odpowiedzialni za prowadzenie kierunku studiów *Elektronika i Telekomunikacja* (EiT). Prowadzą oni liczne badania naukowe, które zostały przedstawione w kolejnych akapitach.

2. Tematyka badawcza

Badania naukowe, które były prowadzone na WEiT PP i są kontynuowane w instytutach WIT PP, dotyczą szerokiego spektrum zagadnień z dziedziny telekomunikacji, elektroniki i teleinformatyki. Ze względu na rozległość tematów badawczych szcharakteryzujemy te przykłady tematyki badawczej, które w największym stopniu odzwierciedlają badania naukowe powiązane z elektroniką i telekomunikacją. Poniżej przedstawimy tematykę badawczą realizowaną w poszczególnych Instytutach WIT PP (związanych z kierunkiem EiT).

2.1. Tematy prac badawczych

1. Teoria komutacji
 - a. Nowe architektury pól komutacyjnych dla węzłów sieci pakietowych
 - b. Nowe architektury pól komutacyjnych dla węzłów sieci optycznych
 - c. Wyznaczanie warunków nieblokowania w wąskim sensie pracy pól komutacyjnych dla połączeń typu punkt-punkt
 - d. Wyznaczanie warunków nieblokowania pracy w szerokim sensie pól komutacyjnych dla połączeń typu punkt-punkt
 - e. Wyznaczanie warunków przestrajalności pól komutacyjnych dla połączeń typu punkt-punkt
 - f. Wyznaczanie warunków nieblokowania w wąskim sensie pracy pól komutacyjnych dla połączeń rozgłoszeniowych
 - g. Wyznaczanie warunków nieblokowania pracy w szerokim sensie pól komutacyjnych dla połączeń rozgłoszeniowych
 - h. Wyznaczanie warunków przestrajalności pól komutacyjnych dla połączeń rozgłoszeniowych
 - i. Nowe algorytmy sterujące pracą pól komutacyjnych dla połączeń typu punkt-punkt
 - j. Nowe algorytmy sterujące pracą pól komutacyjnych dla połączeń rozgłoszeniowych
 - k. Struktury sieci DCN (data center networks) w centrach danych

- l. Analiza właściwości węzłów sieci optycznych
- m. Modelowanie wielosłuŝowych sieci i systemów komutacyjnych
2. Podsystemy synchronizacji i metody bezpiecznej transmisji
 - a. Metody synchronizacji sieci telekomunikacyjnych i teleinformatycznych
 - b. Metody dystrybucji sygnału czasu w sieciach telekomunikacyjnych i teleinformatycznych
 - c. Parametry sygnałów synchronizacji oraz metody pomiaru tych parametrów
 - d. Bezpieczeństwo systemów transmisji informacji
 - e. Metody wytwarzania ciągów losowych i pseudolosowych na potrzeby systemów bezpiecznej transmisji
 - f. Funkcje fizycznie nieklonowalne (PUF)
 - g. Ślepa detekcja sygnałów – wykrywanie sygnałów deterministycznych o nieznanym parametrach ukrytych w sygnale niedeterministycznym
3. Badania protokołów zapewniających komunikację w sieciach przemysłowych
4. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów
 - a. Skrócenie czasu badania diagnostycznego PET, MRI i innych systemów obrazowania medycznego.
 - b. Zwiększenie rozdzielczości przestrzennej oraz redukcja artefaktów w obrazach diagnostycznych systemów obrazowania medycznego bez rozbudowy sprzętu.
 - c. Doskonalenie bezstratnych technik kodowania sygnałów audio i wideo.
 - d. Sprawdzenie zgodności obiektywnych ocen jakości obrazów z ocenami danymi przez internautów dla szerokiej klasy zniekształceń.
 - e. Doskonalenie obiektywnych technik oceny obrazów pod kątem ich zgodności z ocenami subiektywnymi.
 - f. Analiza i doskonalenie technik korekcji błędów przetwarzania analogowo-cyfrowego.
 - g. Nowe metody charakteryzacji układów nano-elektronicznych.
 - h. Zastosowania nowych algorytmów cyfrowego przetwarzania sygnałów w systemach pomiarowych.
5. Nowe metody kodowania i modulacji w radiokomunikacji
 - a. Adresowanie stacji odbiorczych z wykorzystaniem indywidualnych reguł odwzorowania bloków binarnych w elementy sygnału.
 - b. Realizacja dywersyfikacji transmisji w zakresie odwzorowania bloków binarnych w elementy sygnału.
 - c. Badanie własności reguł odwzorowania bloków binarnych w elementy sygnału ze względu na efektywność procesu iteracyjnego dekodowania.
 - d. Ulepszanie kodowanej modulacji z przeplotem bitowym i iteracyjnym dekodowaniem.
6. Efektywność energetyczna w radiokomunikacji
 - a. Optymalizacja efektywności energetycznej sieci bezprzewodowych poprzez optymalną alokację zasobów.
 - b. Estymacja mocy zużywanej przez urządzenia radiowe.
 - c. Optymalizacja efektywności energetycznej dla sieci typu mgła.
7. Wykorzystanie algorytmów ewolucyjnych w detekcji sygnału
 - a. Propozycja detektora Multiuser-MIMO, wykorzystującego algorytm genetyczny
 - b. Łączne zastosowanie elementów sukcesywnej redukcji interferencji i algorytmów ewolucyjnych w detektorze Multiuser-MIMO.

- c. Realizacja estymacji kanału Rayleigha z wykorzystaniem algorytmów ewolucyjnych.
8. Inżynieria ruchu
- a. Modelowanie wiązek z ruchem zintegrowanym BPP zarówno dla systemów z zależnymi od stanu procesami przyjmowania zgłoszeń, jak i dla systemów z niezależnymi od stanu procesami przyjmowania zgłoszeń;
 - b. Modelowanie wiązek z ruchem zintegrowanym BPP dla systemów iloczynowo zależnych od stanu;
 - c. Modelowanie wielosekcyjnych pól komutacyjnych z selekcją punkt-grupa i punkt-punkt, obsługujących wielousługowe strumienie ruchu BPP;
 - d. Modelowanie systemów wielousługowych z wielousługowymi źródłami ruchu, zarówno niezależnych do stanu, jak i zależnych od stanu;
 - e. Określanie parametrów charakteryzujących strumienie wielousługowego ruchu przelewowego oraz wyznaczanie rozkładu zajętości i prawdopodobieństwa blokady w wiązkach obsługujących wielousługowy ruch przelewowy;
 - f. Modelowanie pól komutacyjnych z dowolnymi mechanizmami sterowania przydziałem zasobów dla zgłoszeń ruchu wielousługowego;
 - g. Modelowanie pól komutacyjnych z łączami przelewowymi;
 - h. Modelowanie wielousługowych optycznych pól komutacyjnych;
 - i. Modelowanie energooszczędnych struktur przełączających;
 - j. Modelowanie modelowania hierarchicznych sieci z przelewem ruchu i rozproszonymi zasobami alternatywnymi;
 - k. Modelowanie hierarchicznych sieci z przelewem ruchu elastycznego i adaptacyjnego;
9. Rozwijanie protokołów komunikacyjnych
- Rozwijanie protokołów automatycznej konfiguracji adresacji IPv6 w rozległych sieciach MANET.
10. Teoria i algorytmy wielowymiarowego przetwarzania sygnałów
- a. Wykorzystanie modeli statystycznych dla estymacji głębi;
 - b. Metoda segmentacji dla poprawy spójności w czasie map głębi;
 - c. Metoda przetwarzania wstępnego rzeczywistych widoków i map głębi;
 - d. Ocena postępu metod kompresji;
 - e. Nowe media immersyjne;
 - f. Alokacja prędkości bitowej przy kodowaniu danych wizyjnych w formacie MVD techniką HEVC w trybie simulcast;
 - g. Transkodowanie heterogeniczne;
 - h. Wyznaczanie map głębi na podstawie stereoskopowych obrazów dookólnych;
 - i. Metoda syntezy widoków dookólnych wraz z sekwencjami testowymi;
 - j. Metoda estymacji parametrów kamer dla systemów wielowidokowych;
 - k. Metoda szeregowania bloków obrazu;
 - l. Rozszerzenie metody syntezy widoków wirtualnych o tworzenie widoków wszechkierunkowych;
 - m. Metoda tworzenia modelu 3D sceny z wykorzystaniem metod grafiki komputerowej;
 - n. Metoda szybkiej korekcji barwnej dla syntezy widoków wirtualnych;
 - o. Techniki analizy ruchomych obrazów uzyskiwanych w wielokamerowych systemach dozorowania wizyjnego, w tym zwłaszcza metod analizy ruchu osób oraz tłumów;

- p. Narzędzia dla zaawansowanych technik przesyłania i prezentacji obrazów przestrzennych;
- q. Badania nad systemami akwizycji obrazu wielowymiarowego;
- r. Wpływ algorytmów demozaikowania na dokładność kalibracji systemów wielokamery-
wych;
- s. Estymacja głębi dla systemów wielowidokowych;
- t. Wirtualna nawigacja w scenie zarejestrowanej przy użyciu kamery wszechkierunkowej;
- u. Sieci komunikacyjne o dużej przepustowości dla układów programowalnych;
- v. Techniki HEVC do kodowania obrazu i map głębi na potrzeby systemów z syntezą wido-
ków wirtualnych;
- w. Kodowanie wielokanałowego sygnału fonicznego na potrzeby systemów syntezy pola aku-
stycznego;
- x. Badania dotyczące technologii obrazów super-wielowidokowych;
- y. Poprawa jakości modelu 3D na podstawie histogramów obrazów reprojekcji;
- z. Badania dotyczące technik skanowania obiektów trójwymiarowych;
- aa. Rozpoznawanie zachowań osób z wykorzystaniem punktów znajdujących się w sąsiedztwie
punktów ekstremum krzywizny konturu ciała;
- bb. Estymacja gęstości tłumy na podstawie modelu wolumetrycznego w wielowidokowych sys-
temach dozoru;
- cc. Nowe metody kodowania sekwencji wielowidokowych;
- dd. Wewnątrzbrazowe kodowanie map głębi z elastycznym podziałem bloków;
- ee. Badania dotyczące ruchomych obrazów swobodnego punktu widzenia;
- ff. Badania dotyczące opracowania wspólnej metodologii prowadzenia eksperymentów i oceny
nowych technik kompresji sekwencji wielowidokowych;
- gg. Nowe schematy kompresji obrazów przestrzennych (pola światła) z wykorzystaniem kodera
3D-HEVC pracującego w trybie wielowidokowym;
- hh. Techniki syntezy widoków wirtualnych;
- ii. Nowa technika rozpoznawania aktywności osób oparta na deskryptorach kompaktowych
standardu MPEG-7 CDVS;
- jj. Opracowanie formatu danych niezbędnych do syntezy dookólnego obrazu wirtualnego;
- kk. Technika Intra Block Copy (IBC) i możliwość jej zastosowania do kompresji obrazów ste-
reoskopowych;
- 11. Nowe techniki przetwarzania danych multimedialnych
 - a. Wpływ dokładności map głębi na jakość widoków wirtualnych;
 - b. Techniki porównywania ścieżek fonii opartych o funkcję korelacji wzajemnej obwiedni;
 - c. Hybrydowe algorytmy syntezy widoków wirtualnych na potrzeby telewizji swobodnego
punktu widzenia (FTV);
 - d. Adaptacyjna korekcja barwna w syntezie widoków wirtualnych;
 - e. Optymalny wybór widoków rzeczywistych do celów syntezy widoków wirtualnych;
- 12. Przetwarzanie sygnałów dla systemów multimedialnych nowej generacji
 - a. Techniki streszczania sekwencji wizyjnych;
 - b. Separacja sylwetek osób do zastosowań w sekwencjach dozoru wizyjnego;
 - c. Techniki nienadzorowanej detekcji nienormalnych zachowań w tłumie ludzi;
 - d. Techniki zwiększania rozdzielczości map głębi i poprawy ich jakości przeznaczonej dla
systemów telewizji swobodnego punktu widzenia;

- e. Techniki adaptacyjnego dobierania współczynnika gładkości w estymacji map głębi, dokonywanego na podstawie lokalnej charakterystyki obrazu;
- 13. Przetwarzanie sygnałów i optymalizacja układów antenowych dla systemów akwizycji, przetwarzania, analizy i prezentacji telewizji trójwymiarowej
 - a. Estymacja głębi na układach FPGA
 - b. Transmisja danych kodowanych bezstratnie w sieci Gigabit Ethernet
 - c. Parametryczna synteza dźwięku w układzie FPGA
 - d. Moduł programowania zdalnego układów FPGA
 - e. Zoptymalizowany koder AVC ze zrównoleglonym przetwarzaniem
- 14. Rozwój metod analizy propagacji i przetwarzania sygnałów oraz zagadnienia kompatybilności elektromagnetycznej
 - a. Opracowanie nowych analitycznych modeli przeszkód wypukłych dla bezprzewodowych kanałów UWB.
 - b. Rozwój metod aproksymacji wielomianami ortogonalnymi dla optymalizacji obliczeń pól elektromagnetycznych.
 - c. Modelowanie parametrów rozproszenia niejednorodnych linii transmisyjnych.
 - d. Anteny do detekcji wyładowań niezupełnych w transformatorach energetycznych.
 - e. Rozwój metod symulacji stochastycznych pól elektromagnetycznych.
 - f. Symulacja niejednorodnych sprzężonych linii transmisyjnych z użyciem uproszczonego modelu parametrów rozproszenia.
 - g. Ewolucja łączy mikrofalowych dla systemów 5G.
 - h. Symulacja stochastycznych pól EM dla pasma 5G.
- 15. Nowe metody wielowymiarowego przetwarzania sygnałów oraz modelowanie pól elektromagnetycznych w sieciach bezprzewodowych oraz układach elektronicznych
 - a. Badania mające na celu poprawę efektywności kodowania map głębi w nowym standardzie Bardzo Wydajnego Kodowania Obrazu Trójwymiarowego (3D-HEVC).
 - b. Modelowanie i symulacja propagacji fali ultra-szerokopasmowej, której źródło umieszczone jest na przeszkodzie wypukłej w programach typu SPICE.
 - c. Analizę zmian jakości w trakcie transkodowania homogenicznego techniką AVC (MPEG-4 część 10 / H.264).
 - d. Opracowanie nowych technik dla estymacji głębi.

2.2. Instytut Sieci Teleinformatycznych

Badania prowadzone w **Instytucie Sieci Teleinformatycznych** dotyczą technologii sieci telekomunikacyjnych i teleinformatycznych i obejmują zwłaszcza zagadnienia teorii ruchu, sieci szerokopasmowych, komutacji, integracji sieci, Internetu oraz taryfikacji. Zaangażowanych w działalność dydaktyczną pracownicy Instytutu prowadzą zajęcia, które zapewniają zrozumienie podstawowych zasad technologii sieciowych, a następnie całej złożoności architektury sieci, protokołów, sterowania, realizacji sieci, a także ekonomicznych aspektów telekomunikacji (teleinformatyki). Dwa duże zespoły badawcze z Instytutu brały czynny udział w projekcie PO IG Inżynieria Internetu Przyszłości. Celem projektu w dziedzinie zagadnień związanych z Internetem IPv6 było opracowanie metodyki dla ewolucyjnego zastąpienia w sieci krajowej obecnej wersji IP (IPv4) przez protokół IPv6 oraz zaproponowanie nowych rozwiązań sieciowych i usług wynikających z IPv6. Celem projektu w ramach grupy zagadnień Internetu Przyszłości było opracowanie i przetestowanie propozycji nowej architektury opartej na wirtualizacji zasobów wraz z nowymi mechanizmami i algorytmami dotyczącymi istotnych aspektów działania sieci.

Projekt stawiał sobie również za cel stworzenie środowiska krajowej sieci testowej dla Internetu IPv6 i Internetu Przyszłości, pozwalającego na prowadzenie działalności badawczo-rozwojowej opartej na weryfikacji eksperymentalnej.

Pracownicy Instytutu Sieci Teleinformatycznych brali udział w projektach 7. Programu Ramowego. Na przykład w projekcie ALIEN („Warstwa abstrakcji dla implementacji rozszerzeń w sieciach programowalnych (Abstraction Layer for Implementation of Extensions in programmable Networks)”) zajmowali się sieciami sterowanymi programowo. Prace wykonane w projekcie pozwalają na przyłączanie do sieci sterowanej programowo z centralnym sterownikiem, urządzeń sieciowych, które na etapie produkcji nie są przystosowane do takiego przyłączenia.

Pracownicy Instytutu Sieci Teleinformatycznych od wielu lat prowadzą badania, których celem jest między innymi opracowanie efektywnych algorytmów i protokołów routingu w sieciach teleinformatycznych. Badania te obejmują również wpływ różnych topologii sieci na efektywność algorytmów i protokołów routingu. Obok protokołów routingu, duży wpływ na działanie sieci mają również mechanizmy i protokoły wykorzystywane do zarządzania siecią. Przedmiotem badań prowadzonych przez pracowników Instytutu były między innymi mechanizmy zarządzania mobilnością oraz mechanizmy wspierające zarządzanie adresacją. Badano również mechanizmy zarządzania ruchem stosowane w sieciach komórkowych. Pracownicy Instytutu opracowali między innymi modele mechanizmu rezerwacji, priorytetów, mechanizmu progowej i bezprogowej kompresji przepływności, mechanizmu przenoszenia połączeń oraz mechanizmów przelewu ruchu. Pracownicy Instytutu od wielu lat prowadzą badania w obszarze określenia odpowiedniej pojemności zasobów sieciowych. Od wielu lat współpracują też z operatorami sieci komórkowych w zakresie opracowania modeli interfejsów oraz przygotowania oprogramowania wspomagającego proces wymiarowania i optymalizacji sieci. Ważnym obszarem badań prowadzonych w Instytucie Sieci Teleinformatycznych jest analiza właściwości strumieni ruchu IP. W ramach tych prac powstały efektywne metody przechwytywania dużych wolumenów ruchu IP. Opracowano również metody modelowania źródeł ruchu w sieciach pakietowych. Pracownicy Instytutu zajmują się również zagadnieniami bezpieczeństwa sieci przewodowych i bezprzewodowych. W ramach tych prac prowadzą analizę bezpieczeństwa urządzeń stosowanych w sieciach IP. Zespoły Instytutu Sieci Teleinformatycznych są również aktywne w dziedzinie studiów podyplomowych i innych szkoleń. Oferowane były następujące tematy studiów podyplomowych:

- Bezpieczeństwo Sieci Komputerowych,
- Projektowanie i utrzymanie sieci Carrier Ethernet,
- Sieci IPv6,
- Sieci komputerowe: urządzenia i protokoły.

Oferta ta świadczy o kompetencji pracowników Instytutu w zagadnieniach nowoczesnych sieci komputerowych i telekomunikacyjnych. Oprócz oferty studiów podyplomowych w Instytucie działają tak zwane akademie – kursy szkoleniowe z dziedziny sieci komputerowych i telekomunikacyjnych oraz zagadnień pokrewnych. Są to:

- Akademia sieci Cisco,
- Akademia ICT Huawei,
- Akademia Juniper Networks,
- Akademia Szkoleń GNU/Linux.

Akademia Sieci Cisco została utworzona w 2002 roku. Obecnie jest największym ośrodkiem tego typu w Wielkopolsce. W ramach Akademii prowadzone są autoryzowane szkolenia ze zbioru kursów firmy

Cisco Systems. Realizowany jest specjalny program edukacyjny – Cisco Networking Academy Program (CNAP), którego celem jest upowszechnianie wiedzy teoretycznej i umiejętności praktycznych związanych z sieciami komputerowymi. Podstawowy program został podzielony na 6 semestrów. Podczas pierwszych 3 semestrów uczestnicy programu CNAP przyswajają wiedzę i zdobywają doświadczenie niezbędne do uzyskania świadectwa Cisco Certified Network Associate (CCNA). Natomiast kolejne 3 semestry nauki pozwalają na przygotowanie do egzaminów Cisco Certified Network Professional (CCNP). Akademia oferuje również wiele szkoleń specjalizowanych: CCNA Security, CCNA Cybersecurity Operations, IoT czy Model Driven Programmability. Program nauczania Cisco Networking Academy odzwierciedla bieżące trendy rozwojowe w dziedzinie sieci komputerowych. Obok tradycyjnych wykładów i zajęć klasowych są realizowane liczne zajęcia laboratoryjne z możliwością rozwiązywania realnych problemów oraz dostępny jest cały zestaw środków i narzędzi internetowo multimedialnych do samodzielnego zdobywania wiedzy. Program akademii sieciowej Cisco jest stale i na bieżąco aktualizowany w trosce o przekazywanie wiedzy odpowiadającej aktualnemu stanowi techniki.

W listopadzie 2015 r. Jego Magnificencja Rektor Politechniki Poznańskiej, prof. dr hab. inż. Tomasz Łodygowski podpisał w obecności prezydentów Rzeczypospolitej Polskiej oraz Chińskiej Republiki Ludowej w Szanghaju w trakcie Polsko-Chińskiego Forum Gospodarczego umowę o utworzeniu Akademii ITC Huawei, która została uruchomiona w dawnej Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych w 2016 r. Jej celem jest szkolenie w dziedzinie sieci telekomunikacyjnych i komputerowych realizowanych za pomocą sprzętu i technologii firmy Huawei, obecnie jednego z kluczowych koncernów telekomunikacyjnych i teleinformatycznych na świecie.

W listopadzie 2019 Uczelnia podpisała również umowę z firmą Juniper Network na mocy której przy Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych została uruchomiona Akademia Juniper Networks. Nowa Akademia umożliwi studentom zapoznanie się z najnowszymi rozwiązaniami urządzeń sieciowych jednego z najważniejszych producentów urządzeń dla sieci komputerowych.

Dawna Katedra Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych nawiązała również współpracę z Linux Professional Institute na zasadzie partnerstwa autoryzowanego w 2011 r. W ramach Linux Professional Institute oferowany jest specjalny program szkoleń linuksowych, dzięki wykorzystaniu wykwalifikowanych, certyfikowanych instruktorów LPI oraz materiałów szkoleniowych. Akademia kontynuuje swoją pracę w ramach nowego Instytutu Sieci Teleinformatycznych. W dniu 17 kwietnia 2012 roku została podpisana umowa, która uprawnia Politechnikę Poznańską do przeprowadzania on-line certyfikowanych egzaminów z zakresu teoretycznej i praktycznej znajomości produktów i technologii wielu firm. Centrum działa przy dawnej Katedrze Sieci Komputerowych i Telekomunikacyjnych. W centrum studenci mogą zdawać egzaminy certyfikujące do których przygotowują się w ramach Akademii oraz wielu innych, takich firm jak Cisco Systems, Huawei, Juniper Networks oraz Microsoft.

Pracownicy Instytutu kończą w 2020 r. realizację projektu finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki pt. „Pola komutacyjne dla nowoczesnych sieci telekomunikacyjnych”. Prace badawcze dotyczą nowych struktur pól komutacyjnych, które mogą być używane w węzłach elastycznych sieci optycznych EON. Pracownicy Zespołu badawczego z Instytutu Sieci Teleinformatycznych zaproponowali i przebadali nowe struktury nieblokujących pól komutacyjnych, które pozwalają na realizację połączeń wieloszczelinowych zgodnych z paradygmatem sieci elastycznych. Wyniki prac wykonywanych w projekcie są publikowane w czasopiśmie o uznanej międzynarodowej renomie (na przykład IEEE ACCESS), a także są prezentowane studentom kierunku EiT podczas wykładów (na przykład na wykładzie z Przedmiotu Obieralnego w zakresie Sieci Zintegrowanych na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego stopnia).

Prowadząc prace badawcze w dawnej Katedrze Sieci Telekomunikacyjnych i Komputerowych w okresie ostatnich pięciu lat (do końca 2019 r.) pracownicy uzyskali promocje (jeden tytuł naukowy i jedna procedura w toku, jeden awans na profesora uczelni, dwie habilitacje i jedna procedura w toku), które dodatkowo zwiększają potencjał naukowy nowego Instytutu Sieci Teleinformatycznych.

2.3. Instytut Radiokomunikacji

Badania naukowe prowadzone w Instytucie Radiokomunikacji dotyczą głównie systemów i sieci radiowych, a także układów elektronicznych stosowanych w urządzeniach telekomunikacji mobilnej. Powiązane są więc ściśle z kierunkiem Elektronika i Telekomunikacja. Obejmują one następujące zagadnienia:

- systemy i sieci komórkowe, radiowe sieci dostępne i metody dostępu do medium transmisyjnego,
- lokalne bezprzewodowe sieci komputerowe (WLAN) i ich rozwój,
- metody symulacji cyfrowej.

W zakresie badań nad przyszłymi sieciami komórkowymi zespół Instytutu Radiokomunikacji specjalizuje się w pracach nad warstwą fizyczną oraz warstwą dostępu do mediów (MAC - Medium Access Control) oraz zastosowaniem kodowania sieciowego – nowej techniki powiększania przepustowości sieci, w szczególności bezprzewodowych. W tej dziedzinie pracownicy Instytutu biorą udział w projektach finansowanych przez Unię Europejską, realizowanych przez konsorcja składające się z najlepszych globalnych firm sektora telekomunikacyjnego (np. Ericsson, Alcatel-Lucent, Nokia, Nokia Networks, Huawei, DoCoMo Labs, Deutsche Telekom, France Telecom, Telecom Italia, Telefonica i wybranych uczelni wyższych z UE). W dyspozycji zespołu Instytutu jest najnowsza wiedza i wyniki naukowe dotyczące przyszłych systemów komórkowych (tzw. piątej generacji – 5G), których standaryzacja jest aktualnie w ostatniej fazie, a jednocześnie rozpoczął się pierwszy etap ich wdrażania. Wśród tych systemów są również tak zwane systemy o szczególnie wysokiej niezawodności (URC – Ultra Reliable Communications), które aktualnie są przedmiotem badań realizowanych zgodnie z umową z firmą Nokia Networks i które wiążą się z planowanym systemem łączności między pojazdami oraz z systemami działającymi w sytuacjach krytycznych, przy częściowo zniszczonej infrastrukturze.

W ramach projektu PO IG Inżynieria Internetu Przyszłości zajmowano się wieloskokowymi sieciami komputerowymi. W wyniku tych badań w Instytucie wytworzono tak zwany testbed – ponad 40-węzłową sieć wieloskokową. W przyszłym Internecie jednym z trybów komunikacji będzie masowa wymiana danych pomiędzy urządzeniami (Machine-to-Machine Communications), co jest również przedmiotem badań. Kolejnym przedmiotem zainteresowań umiejscowionych na styku radiokomunikacji i informatyki są aplikacje na urządzenia mobilne. Tematyka ta jest zarówno przedmiotem badań, jak i pracy dydaktycznej. Ściśle z techniką systemów radiokomunikacji ruchomej wiążą się również zagadnienia tak zwanego radia kognitywnego, czyli tego rodzaju transmisji cyfrowej za pomocą fal radiowych, w którym wykorzystuje się chwilowo wolne zakresy częstotliwości. Oprócz zagadnień czysto telekomunikacyjnych, mamy w tej dziedzinie do czynienia z tematyką optymalizacji, rozdziału zasobów, teorii gier i podobnych zagadnień istotnych również w teleinformatyce.

Istotnym obszarem badań są algorytmy dynamicznego dostępu do widma oraz technologia radia programowalnego i kognitywnego, w których zakłada się możliwość automatycznego dostosowania się funkcjonowania systemu bezprzewodowego do bieżącej sytuacji w środowisku radiowym. Jednym z podstawowych wymogów tego rozwiązania jest ciągle monitorowanie otoczenia (na przykład poprzez tak zwany sensing) i podejmowanie decyzji o zajętości kanału transmisyjnego. W laboratorium Instytutu Radiokomunikacji przeprowadzono liczne badania eksperymentalne z wykorzystaniem platformy SDR USRP na temat zajętości kanału i efektywności poszczególnych metod sensingu, wykonano także badania terenowe.

Dodatkowo, przeprowadzono kilka dużych eksperymentów, w których badano rozwiązania współdzielenia widma z rodziny LSA i CBRS w rzeczywistym środowisku transmisyjnym (badania zrealizowano dzięki uprzejmości operatora lokalnego INEA). Badania nad zaawansowanymi metodami dynamicznego dostępu do widma i wirtualizacji zasobów widmowych wraz z wykorzystaniem baz danych przeprowadzono w ramach projektu H2020 COHERENT, a także w ramach projektu SONATA. Prace te są obecnie kontynuowane, także w postaci zleceń prac badawczych przez zagraniczne podmioty gospodarcze. Oddrębnym zagadnieniem badawczym jest wykorzystanie baz danych środowiska radiowego do wspomagania ruchu konwojów pojazdów na autostradach i trasach szybkiego ruchu. Zakłada się tutaj wykorzystanie nowatorskiego podejścia VDSA w celu poprawy transmisji V2X.

Należy wspomnieć także o niedawno zakończonych pracach nad optymalizacją wykorzystania energii we współczesnych sieciach bezprzewodowych (projekt Ekonets). Badania te są szczególnie istotne z perspektywy ograniczenia zużywanych zasobów przez dział ICT. Sukces tych prac przyczynił się do rozpoczęcia bardzo nowatorskiego projektu BioNets, w którym inspirację do funkcjonowania bardzo gęstej sieci bezprzewodowej czerpie się z obserwacji różnych funkcji mózgu, który w sposób niezwykle efektywny energetycznie potrafi przekazywać duże ilości informacji.

W ostatnim okresie w Instytucie Radiokomunikacji prowadzone są też badania dla polskiego przemysłu obronnego powiązane z komunikacją z bezzałogowymi statkami powietrznymi o zastosowaniach wojskowych i cywilnych. Konstruowane są więc i uruchamiane łącza transmisji danych według własnych projektów. Są one realizowane przy wykorzystaniu tzw. techniki radia definiowanego programowo (SDR), w której przetwarzanie sygnałów jest realizowane w sposób programowy z wykorzystaniem procesorów oraz macierzy reprogramowalnych FPGA. Technika ta znajduje obecnie coraz częściej zastosowanie w radiokomunikacji ze względu na możliwość wykorzystania uniwersalnych platform sprzętowych i szybszy proces implementacji oraz uruchamiania gotowych rozwiązań.

Od niedawna prowadzone są również badania związane z łącznością satelitarną. We współpracy z Politechniką Kijowską opracowywany jest obecnie system transmisji danych o dużej przepływności, który ma być wykorzystany w budowanym wspólnie nanosatelicie obserwacyjnym klasy CubeSat. Zostanie on umieszczony na orbicie okołoziemskiej (LEO) w ciągu najbliższych 2 lat.

W Instytucie Radiokomunikacji prowadzone są również badania na temat sieci WLAN i ich udoskonalenia, a także zapewnienia bezpieczeństwa transmisji w takich sieciach. Prowadzone prace mają na celu podniesienie szybkości transmisji, ulepszenie odbiorników i metod wielodostępu na zasadzie współzawodnictwa dostępu do medium transmisyjnego, którym jest kanał w nielicencjonowanym paśmie 2.4 GHz lub w innym zakresie wykorzystywanym w nowych standardach serii IEEE 802.11. Jednym ze szczególnych zagadnień jest problem detekcji sygnału w obliczu interferencji pochodzącej od pozostałych użytkowników, transmitujących swe sygnały jednocześnie w tym samym kanale. Do jego rozwiązania proponuje się wykorzystanie algorytmów ewolucyjnych. Badane są nowe techniki modulacji. Szczególną uwagę poświęca się metodom transmisji pozwalającym na iteracyjne dekodowanie sygnału. Dzięki dekodowaniu iteracyjnemu, możliwe jest lepsze wykorzystanie przepustowości kanału bezprzewodowego. W tym zakresie obecnie trwają badania nad dywersyfikacją transmisji z wykorzystaniem różnych reguł odwzorowania bloków binarnych w elementy sygnału. W ostatnim czasie zaproponowano innowacyjny nowy sposób adresowania stacji odbiorczych w warstwie fizycznej systemu z wykorzystaniem wspomnianych reguł odwzorowania. Prowadzone prace w zakresie bezpieczeństwa sieci bezprzewodowych dotyczą nowych zasad oceny występowania anomalii w gęstych sieciach sensorowych, a także określania nowych procedur uwierzytelniania (wykorzystujących m.in. technologię Physical Layer Security) w sieciach 5G oraz IoT. Prowadzone są również badania nad nowymi rodzajami modulacji możliwymi do zastosowania dla transmisji danych w obszarze światła widzialnego.

Symulacja cyfrowa jest potężnym narzędziem badawczym w wielu dziedzinach nauki i techniki, w tym również w teleinformatyce. W Instytucie Radiokomunikacji do realizacji poważnych badań symulacyjnych niezbędnych w projektach UE oraz we współpracy z przemysłem (np. z firmą Nokia Networks) zbudowano i oprogramowano klaster komputerowy, który pozwala na równoczesną realizację prawie trzystu przebiegów symulacyjnych. Sama metodyka symulacji cyfrowych jest przedmiotem kompetencji pracowników Instytutu i była również przedmiotem publikacji w formie rozdziału w książce opublikowanej w międzynarodowym wydawnictwie o światowej renomie.

Warto podkreślić, że najnowsze wyniki badań realizowanych w Instytucie Radiokomunikacji (a także inne najnowsze osiągnięcia nauki) w wyżej opisanych obszarach tematycznych są przekazywane studentom kierunku Elektronika i Telekomunikacja na zajęciach prowadzonych przez kadrę instytutu w grupie przedmiotów obowiązkowych oraz obieralnych.

2.4. Instytut Telekomunikacji Multimedialnej

Badania prowadzone w dawnej Katedrze Systemów Telekomunikacyjnych i Optoelektroniki, którego pracownicy stanowią obecnie kadrę nowego **Instytut Telekomunikacji Multimedialnej** dotyczą zarówno teoretycznych, jak i praktycznych aspektów synchronizacji systemów i sieci telekomunikacyjnych, fotoniki, telekomunikacji światłowodowej oraz cyfrowego przetwarzania sygnałów, projektowania i programowania komputerowych systemów pomiarowych, zastosowania mikroprocesorów, krioelektroniki i badania nanoobwodów i struktur elektrycznych. Pracownicy zatrudnieni w dawnej Katedrze prowadzą także ze studentami EiT zajęcia dydaktyczne, których tematyka obejmuje kluczowe zagadnienia gwałtownie rozwijających się systemów przesyłania informacji przy zastosowaniu różnych metod transmisji. Badania naukowe prowadzone w tym zakresie i powiązane z zagadnieniami istotnymi dla elektroniki i telekomunikacji dotyczą w szczególności tematyki bezpieczeństwa sieci oraz bardzo szybkich łączy światłowodowych. Pierwszy z tych tematów wiąże się z metodami szyfracji stosowanymi w sieciach teleinformatycznych oraz generacją sekwencji losowych wykorzystywanych w blokach realizujących bezpieczeństwo sieci. Drugi temat jest niezwykle istotny w obecnych i przyszłych sieciach teleinformatycznych, ponieważ pozwala na niezwykle wysoką przepływność pomiędzy węzłami sieci oraz wysoką przepływność sieci światłowodowych zastosowanych w łączach dostępowych do poszczególnych użytkowników sieci. Kolejnym tematem badawczym prowadzonym w dawnej Katedrze, istotnym z punktu widzenia elektroniki i telekomunikacji, są komputerowe systemy pomiarowe. Duża część badań była i nadal jest prowadzona z inspiracji i we współpracy z firmą Orange (poprzednio TP S.A.). Współpraca z tą firmą rozpoczęła się w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, a od roku 2010 jest realizowana w ramach bezterminowej Umowy Ramowej. W ramach umowy prowadzone są prace badawczo-wdrożeniowe, których celem jest opracowywanie nowych urządzeń dla systemów synchronizacji sieci telekomunikacyjnych oraz systemów dystrybucji sygnału czasu. Dotychczas opracowano, między innymi, systemy pomiarowe do badania parametrów sygnałów synchronizacji na zgodność z normami międzynarodowymi, przenośne i stacjonarne źródła sygnału synchronizacji, dystrybutory sygnałów taktowania i synchronizacji oraz wiele typów sond umożliwiających pozyskanie sygnałów badanych z pracujących urządzeń lub traktów telekomunikacyjnych bez zakłócania ich pracy. Urządzenia opracowane w ramach Umowy Ramowej zostały wdrożone w sieci firmy Orange w liczbie ponad 500 sztuk.

Prace badawcze prowadzone w dawnej Katedrze Systemów Telekomunikacyjnych i Optoelektroniki w okresie ostatnich pięciu lat (do końca 2019 r.) zaowocowały jednym awansem na stanowisko profesora uczelni, jedną habilitacją oraz trzema doktoratami, w tym dwoma obronionymi z wyróżnieniem.

W dawnej Katedrze Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki, którego pracownicy stanowią obecnie kadrę nowego **Instytut Telekomunikacji Multimedialnej** prowadzone są badania naukowe w dziewięciu przedstawionych obszarach.

2.4.1. Nowe techniki kompresji sygnałów wizyjnych

Przesyłanie sygnałów obrazu ruchomego stanowi ok. 70% ruchu w światowych sieciach teleinformatycznych. Ten udział rośnie każdego roku i dlatego badania dotyczące kompresji obrazów ruchomych są jednym z najbardziej istotnych obszarów badań w zakresie teleinformatyki. W Instytucie prowadzi się badania obejmujące: zaawansowane techniki adaptacyjnego kontekstowego kodowania arytmetycznego, metody szybkiego wyboru trybów predykcji wewnątrzbrazowej i międzyobrazowej, metody szybkiej predykcji wektorów ruchu, techniki szybkiej predykcji rozmiaru jednostek kodowania i ich podziałów, nowe metody predykcji międzyobrazowej z wykorzystaniem złożonych modeli ruchów, techniki transkodowania homogenicznego strumieni wizyjnych HEVC, techniki transkodowania heterogenicznego strumieni AVC i HEVC, elementy techniki kompresji będącej następcą techniki opisanej w normie HEVC. Prace prowadzone są we współpracy międzynarodowej rozpoczętej projektami badawczym NATO i 5. Programu Ramowego UE. Obecnie współpraca odbywa się w ramach koordynującej badania naukowe grupy ekspertów MPEG (Moving Picture Experts Group) działającej pod auspicjami ISO i IEC. Udział w konferencjach organizowanych przez grupę ekspertów MPEG pozwala na zapoznawanie się z działaniami wielkich koncernów przemysłowych oraz z najnowszymi osiągnięciami badawczymi, które dopiero później zostaną opisane w materiałach konferencyjnych, a po okresie 1-3 lat w czasopiśmie. W tych konferencjach zespół Instytutu odgrywa istotną rolę, a prof. M. Domański jest przewodniczącym delegacji polskiej, co wynika z przewodzenia przez niego krajowemu Komitetowi Technicznemu ds. Multimedii. Wyrazem uznania dla aktywnego udziału badaczy z Instytutu było dwukrotne powierzenie naszemu zespołowi organizacji ogólnoswiatowych konferencji MPEG (Poznań 2005 – 350 uczestników oraz Warszawa 2015 – 400 badaczy). W zakresie omawianej tematyki zespół często współpracuje również z ośrodkami badawczo-rozwojowymi firm, np. w roku 2004 we współpracy z firmą ADB z Zielonej Góry opracowano jeden z pierwszych na świecie telewizyjnych dekodów AVC, który wówczas został zaprezentowany na wystawie NAB w Las Vegas i został sprzedany w ponad 500 tys. Egzemplarzy odbiorcom w różnych krajach. Zrealizowano też projekty naukowe na rzecz firm Halliburton (USA) i Mitsubishi (Japonia). Ponadto w 2004 roku, w wyniku konkursu grupy MPEG kodek skalowalny opracowany przez zespół został uznany za jeden z dwóch najlepszych na świecie. Na ten temat zespół opublikował wiele prac, w tym np. artykuł Spatio-Temporal Scalability for MPEG w IEEE Transactions Circuits Systems Video Techn., cytowany już ok. 80 razy. Wśród osiągnięć roku 2015 można wymienić np. artykuł dotyczący kodowania arytmetycznego przyjęty do druku w Journal of Electronic Imaging oraz patent przyznany przez USPTO (US Patent and Trademark Office). Prace z zakresu kompresji sygnałów wizyjnych są prowadzone w ramach różnych projektów badawczych (NCN, NCBiR, MNiSzW). Obecnie wykonywany jest duży projekt w akcji LIDER. Prof. Marek Domański zrealizował w tej tematyce prestiżowy projekt programu MISTRZ, sponsorowany przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej. W tej tematyce zrealizowano wiele prac inżynierskich i magisterskich, także 11 rozpraw doktorskich, w tym 6 wyróżnionych w skali kraju (stypendia FNP, konkursy na najlepsze rozprawy).

2.4.2. Kompresja ruchomych obrazów przestrzennych

W badaniach zespołu szczególną rolę odgrywają prace w zakresie nowych metod kompresji obrazów przestrzennych i wielowidokowych. W tym zakresie w roku 2011 odniesiono wielki sukces opracowując kodek wizyjny MVD, który w konkursie MPEG w roku 2011 został uznany za jeden z dwóch najlepszych na świecie i był wykorzystywany w trakcie przygotowywania normy 3D-HEVC (ISO, IEC oraz ITU). Opracowany kodek został zrealizowany w Instytucie w postaci oprogramowania liczącego ponad 100 tys. linii kodu. Oryginalne rozwiązania zostały ujęte w kilku zgłoszeniach patentowych do Europejskiego Urzędu Patentowego oraz do USPTO, a także wprowadzone do nowej normy 3D HEVC. Wyniki badań opublikowano w wielu renomowanych wydawnictwach zagranicznych, np. w dużym artykule w IEEE Transactions on Image Processing (2013). Obecnie prowadzi się prace dotyczące kompresji obrazów wie-

lowidokowych uzyskiwanych z kamer o dowolnych położeniach. Takie badania są istotne dla przesyłania i przechowywania reprezentacji scen przestrzennych. Już udało się uzyskać bardzo ciekawe wyniki pozwalające poprawić efektywność kompresji najnowocześniejszej znanej na świecie techniki 3D-HEVC. W ramach tej tematyki zrealizowano dwa projekty OPUS oraz dwa projekty PRELUDIUM. Ukończono kilka prac inżynierskich i magisterskich oraz 3 rozprawy doktorskie (1 nagroda Ministra, 2 nagrody za zajęcie pierwszego miejsca w konkursie na najlepszą rozprawę w Polsce).

2.4.3. Obrazy ruchome swobodnego punktu widzenia i wirtualna rzeczywistość

Celem badań jest budowa efektywnego praktycznego systemu złożonego ze sprzętu i oprogramowania, który widzowi połączonemu przez Internet będzie dawał możliwość wirtualnego przemieszczania się wokół sceny oraz wchodzenia w samą scenę. Takie interaktywne systemy mogą w przyszłości znaleźć zastosowanie w przekazie relacji z zawodów sportowych (np. koszykówka, siatkówka, boks, zapasy, judo), przedstawień teatralnych oraz różnych inscenizacji artystycznych. Systemy mogą służyć także celom dydaktycznym (interaktywne kursy, interaktywny instruktaż). Zespół jest jednym z wiodących na świecie ośrodków badań w tej dziedzinie i może się poszczycić wieloma ciekawymi wynikami dotyczącymi budowy takiego systemu. Obecne prace prowadzone są w ramach projektu wspólnego NCN i NCBiR – TANGO 1, a także w ramach akcji UE. COST IC 1105 – 3D Content Creation, Coding and Transmission Over Future Media Networks (3D ConTourNet). Obecne prace te obejmują głównie następujące zagadnienia: estymacja głębi, korekcja geometryczna i kolorymetryczna obrazów wielowidokowych, szybka kalibracja scen przestrzennych, synteza widoków wirtualnych, synteza wirtualnego pola dźwięku, obiektowe przetwarzanie audiowizualnych scen przestrzennych.

2.4.4. Automatyczna analiza obrazu

Od wielu lat prowadzi się prace dotyczące segmentacji sekwencji wizyjnych, ekstrakcji cech z obrazów ruchomych i nieruchomych, analizy obrazów stereoskopowych oraz analizy wysokiego poziomu dokonywanej dla obrazów ruchomych jedno- i wielokamerowych. Badania te prowadzone są przede wszystkim pod kątem zastosowania w inteligentnych systemach dozoru wizyjnego, systemach bezpieczeństwa, systemach pomiarowych oraz w przemysłowych systemach wizji komputerowej. Wśród bardziej charakterystycznych osiągnięć należy wymienić nagrodzony złotym medalem na Targach Technicon Innowacje unikalny stereoskopowy system pomiaru rozmiarów poruszających się pojazdów, a także wyróżniony na tych samych targach system wykrywania zdarzeń niebezpiecznych, który także znalazł się w finale konkursu „Wynalazek Roku 2014”. Również w tym obszarze ukończono znaczną liczbę prac inżynierskich i magisterskich, a także 2 rozprawy doktorskie. Szczególnie ciekawe są prace dotyczące automatycznej analizy zachowań ludzi oraz analizy cech biometrycznych. Wyrazem uznania dla osiągnięć w zakresie przetwarzania obrazów i sygnałów było powierzenie Instytutowi organizacji największej europejskiej konferencji naukowej w zakresie przetwarzania sygnałów (EUSIPCO 2007, Poznań, 520 uczestników w tym ok. 500 zagranicznych). W tym zakresie obecnie realizowany jest program współpracy polsko chińskiej. Prace dotyczące automatycznej analizy obrazu są związane z wykonywaniem i uruchamianiem dużego oprogramowania wykorzystującego zaawansowane narzędzia informatyczne.

2.4.5. Systemy multimedialne

W Instytucie prowadzone są prace badawcze dotyczące systemów multimedialnych, w tym telewizji internetowej. W szczególności zrealizowano duży projekt dotyczący bezpieczeństwa w sieciach hotelowych, w którego ramach zrealizowano m.in. oryginalną technikę pozwalającą wyszukiwać w Internecie nielegalne kopie filmów.

2.4.6. Przetwarzanie sygnałów fonicznych

Badania dotyczą modelowania sinusoidalnego, analizy i syntezy dźwięku przestrzennego oraz zaawansowanych technik kompresji sygnałów fonicznych. W tej ostatniej dziedzinie udało się uzyskać kilka wyników o światowym znaczeniu, a mianowicie ulepszoną technikę replikacji widma oraz narzędzia poprawiające efektywność kodeka USAC. Rozwiązania przygotowane wspólnie z firmą Zylia zostały zaakceptowane do wykorzystania w najnowszej normie ISO. 7. Obliczenia równoległe i grafika komputerowa. Badania mają na celu optymalne wykorzystanie procesów graficznych do równoległego przetwarzania obrazu ruchomego oraz szybkiego wykonywania zadań wizji przemysłowej i grafiki komputerowej. W szczególności prace dotyczą obrazów przestrzennych. Jako przykład można wymienić równoległą implementację szybkiej syntezy stereoskopowych ruchomych widoków wirtualnych, w której opracowaniu uczestniczyli studenci.

2.4.7. Systemy wbudowane

Badania dotyczą systemów wbudowanych i systemów w układzie (SoC – System on Chip) i są prowadzone przede wszystkim pod kątem programowania złożonych układów wykonywanych w technice FPGA. Osiągnięto ciekawe wyniki dotyczące projektowania systemów wbudowanych z wykorzystaniem sieci w układach (NoC – Network on Chip). W tym zakresie wykonano projekt celowy MNiSW. W roku 2014 zrealizowano dla wielkiej chińskiej firmy Huawei duży projekt badawczy dotyczący budowy systemu przetwarzania obrazów stereoskopowych z wykorzystaniem programowania układów FPGA. Wspomniane zagadnienia cieszą się bardzo dużym zainteresowaniem studentów wybierających tematy prac inżynierskich i magisterskich. Studenci chętnie też uczestniczą w projektach badawczych i rozwojowych oraz w dodatkowych zajęciach letnich organizowanych w Instytucie.

2.4.8. Szerokopasmowa transmisja sygnałów i kompatybilność elektromagnetyczna w systemach cyfrowych

W ramach tematu prowadzone są prace w dwóch głównych kierunkach. Pierwszy z nich dotyczy modelowania połączeń w układach scalonych. W ramach prowadzonych badań wyznaczane są nowe, szybsze metody obliczeń, wykorzystywanych w modelowaniu połączeń. Wyznaczone algorytmy można stosować zarówno w celu bezpośredniego wyznaczenia wpływu połączenia na propagację sygnału (zniekształcenia, zakłócenia, przesłuchy), jak i do wyznaczenia efektywnych modeli wykorzystywanych w programach typu SPICE. Stworzone modele mogą także być wykorzystywane do analizy wrażliwości połączeń na zmiany parametrów, np. w wyniku procesów technologicznych. Drugim z kierunków jest analiza pól elektromagnetycznych w bezprzewodowych kanałach propagacyjnych oraz wpływu parametrów anten na bezprzewodową transmisję sygnałów w paśmie wielkich częstotliwości, w tym dla fal milimetrowych. W tym celu prowadzone są prace badawcze nad efektywnymi metodami symulacji pól elektromagnetycznych w paśmie wielkich częstotliwości. W pracach wykorzystywane są modele geometryczne typowych kanałów bezprzewodowych oraz anten przy uwzględnieniu typowych zakresów wartości parametrów materiałowych. Implementowane są nowe algorytmy obliczeń dla modeli stochastycznych przy wykorzystaniu nowych intruzywnych oraz nie intruzywnych algorytmów rozkładu na wielomiany chaotyczne. W konsekwencji nowe metody pozwalają na szybką i dokładną analizę stochastycznych rozkładów pól elektromagnetycznych w analizowanych scenariuszach propagacyjnych.

2.4.9. Przetwarzanie obrazów diagnostycznych, kompresja bezstratna obrazów i obiektywne metody oceny obrazów

W ramach eksperymentów dąży się do skrócenia czasu badania medycznego, a przy tym zwiększenia rozdzielczości przestrzennej obrazów diagnostycznych bez konieczności dokonywania jakichkolwiek zmian w architekturze sprzętowej urządzeń. Ponadto, udało się osiągnąć znaczną redukcję artefaktów ruchu, co jest szczególnie ważne w rozpoznaniu, diagnostyce i klasyfikacji zwłaszcza drobnych zmian w

strukturach tkankowych. Skrócenie czasu badania ma wymiar nie tylko ekonomiczny ale również zdrowotny z uwagi na skrócony czas ekspozycji na promieniowanie jonizujące. Wyższa rozdzielczość obrazów diagnostycznych natomiast daje znacznie większe szanse na postawienie właściwej diagnozy bez konieczności powtarzania kosztownych badań. W kompresji bezstratnej obrazów rozwijane są techniki o niskiej złożoności obliczeniowej, oraz metody dające najwyższy możliwy współczynnik kompresji. Okazuje się, że w obydwu dziedzinach jest miejsce na dalsze udoskonalenia. Istota badań nad obiektywnymi metodami obrazów sprowadza się do uzyskiwania technik wykrywania i oceny zniekształceń obrazów o zdolnościach zbliżonych do ludzkiego systemu wizyjnego. Metody te wykorzystują sztuczne sieci neuronowe.