

# SZCZEGÓŁOWE OMÓWIENIE KIERUNKÓW BADAŃ

## Kierunek I. Inżynieria Oprogramowania i Baz Danych.

### Temat 1. Optymalizacja obiektowych języków zapytań

Języki zapytań nie wyposażone w odpowiedni optymalizator są nieefektywne, zatem są nieakceptowalne dla użytkowników. W ramach zaimplementowanego języka SBQL zrealizowano niektóre metody optymalizacyjne, ale pozostają jeszcze do opracowania i zrealizowania metody nowe, wśród nich metoda oparta na przesuwaniu operatorów (znana w relacyjnych systemach jako przesuwanie selekcji przed złączenie) oraz metoda oparta na detekcji słabo zależnych podzapytań.

### Temat 2. Przetwarzanie transakcji w procesach pracy

W obecnie zrealizowanym prototypie ODRA implementowany jest moduł zarządzania procesami pracy. Moduł ten powinien być wyposażony w przetwarzanie rozproszonych transakcji dla umożliwienia jednoczesnej pracy wielu użytkowników oraz dla zapewnienia odpowiedniej niezawodności przetwarzania. Specyfika procesów pracy powoduje, że klasyczne protokoły przetwarzania rozproszonych transakcji znane jako 2PC i 3PC posiadają zasadnicze wady. Z tego powodu konieczne jest podjęcie prac badawczych i implementacyjnych przy nowych założeniach.

### Temat 3. Masowa równoległość w procesach pracy

W obecnie zrealizowanym prototypie ODRA implementowany jest moduł zarządzania procesami pracy. Moduł ten opiera się o paradygmat masowej równoległości przetwarzania poprzez wprowadzenie pojęcia aktywnego obiektu, który łączy element wykonawczy (proces) z pojęciem struktury danych. Masowa równoległość jest sterowana poprzez warunki startu (fireconditions) oraz warunki zakończenia (endconditions) każdego aktywnego obiektu. Masowa równoległość implikuje szereg problemów badawczych, w tym podział czasu przetwarzania pomiędzy aktywne obiekty znajdujące się na jednym procesorze, masowa równoległość na wielu procesorach, migracja aktywnych obiektów pomiędzy jednostkami przetwarzania i inne.

### Temat 4. Dynamiczne zarządzanie zmianami procesów pracy

W obecnie zrealizowanym prototypie ODRA implementowany jest moduł zarządzania procesami pracy. Moduł ten opiera się o paradygmat masowej równoległości przetwarzania poprzez wprowadzenie pojęcia aktywnego obiektu, który łączy element wykonawczy (proces) z pojęciem struktury danych. Dzięki temu możliwe są aktualizacje dowolnych instancji procesów pracy, w tym instancji aktualnie wykonywanych. Takie zmiany instancji są konieczne dla złożonych procesów biznesowych, których zachowania nie da się przewidzieć w momencie tworzenia definicji procesu. Dynamiczne zmiany instancji procesów pracy są bardzo poważnym wyzwaniem badawczym podejmowanym obecnie przez liczne ośrodki komputerowe, w tym IBM i SAP.

### Temat 5. Trygery i reguły biznesowe w obiektowych systemach baz danych

W ramach zaimplementowanego systemu ODRA zrealizowano język zapytań i programowania SBQL. Efektywność i funkcjonalność tego języka znacznie wzrosła w wyniku przeniesienia części logiki biznesowej na stronę serwera. Jednym ze środków umożliwiających taki efekt jest umieszczanie po stronie serwera kodów reagujących na zdarzenia zachodzące na bazie danych i zdarzenia w środowisku (np. momenty czasowe).

Tego rodzaju środki są powszechnie znane jako trygery i reguły biznesowe. Opracowanie i implementacja tych środków jest realizowanym obecnie zadaniem badawczym.

#### Temat 6. Programowanie poprzez refleksję w obiektowych systemach baz danych

W ramach zaimplementowanego systemu ODRA zrealizowano język zapytań i programowania SBQL. Obecna implementacja nie posiada możliwości programowania generycznego, tj. programowania w którym typy przetwarzanych bytów programistycznych nie są znane podczas kompilacji. W ramach tej pracy badawczej i implementacyjnej opracowane zostaną metody programowania poprzez refleksję znacznie rozszerzające podobne możliwości języka Java. W szczególności, Java nie daje możliwości wygenerowania kodu i wykonania go w tym samym programie, co jest poważną wadą, szczególnie w stosunku do języka SQL. W tych badaniach zamierzamy podejść do problemu programowania poprzez refleksję inaczej, bazując na meta-strukturach znanych z Java i SQL oraz przesuwając większość wiązań z czasu kompilacji do czasu wykonania.

#### Temat 7. Opracowanie i zaimplementowanie koncepcji indeksowania heterogenicznych i rozproszonych zbiorów danych

Liczne aplikacje rozproszone są oparte na istniejących heterogenicznych zbiorach danych adaptowanych do celów centralnego przetwarzania. Przetwarzanie dużych rozproszonych i heterogenicznych zbiorów wymaga sprawnych metod dostępu, które z reguły opierają się na koncepcji indeksów, które są dla użytkownika niewidoczne (powoływane ad hoc w zależności od potrzeb). Jak dotąd, temat takiego indeksu nie pojawił się w literaturze, jest to całkowicie nowa koncepcja oparta o zaimplementowany w systemie ODRA mechanizm aktualizowanych perspektyw.

#### Temat 8. Rozszerzenie języka Java o własności języka zapytań

Prace nad językiem zapytań LINQ zintegrowanym z językami programowania takimi jak C# okazało się dużym sukcesem. Obecnie liczne zespoły próbują powtórzyć ten sukces dla języka Java, ale dotychczasowe próby trudno uznać za udane. Celem zadania jest rozszerzenie składni i semantyki języka Java o język zapytań SBQL, najmocniejszy obecnie język zapytań i programowania dla obiektowych baz danych. Obecny prototyp kompilatora języka Java zintegrowanego z językiem zapytań SBQL będzie rozszerzony o dostęp do plików XML oraz obiektowej bazy danych db4o, technologii bardzo popularnych w środowisku aplikacji tworzonych w języku Java. W tym celu konieczne jest zbudowanie odpowiednich przezroczystych (niewidocznych dla programisty) osłon do w/w technologii

#### Temat 9. Rozszerzenie prototypu systemu ODRA o mechanizm rozproszonych transakcji

W poprzednich projektach system ODRA został wyposażony w moduł zarządzania scentralizowanymi transakcjami. Ponieważ system ODRA ewoluował w kierunku systemu rozproszonego oraz w planach będzie wyposażony w moduł deklaracyjnego obiektowego workflow obecna realizacja mechanizmu transakcji jest całkowicie niewystarczająca. Ze względu na moduł workflow nie jest także możliwa realizacja tego mechanizmu w oparciu o popularne protokoły 2PC i 3PC, gdyż w systemach workflow nie zawsze jest możliwe wycofanie zrealizowanej podtransakcji. Z tego względu konieczna jest zmiana podejścia do własności izolacji transakcji, a także oparcie systemu o podtransakcje kompensujące. Zakłada się też konceptualizację bloku transakcji w oparciu o składnię i mechanizm procedur.

#### Temat 10. Rozszerzenie prototypu systemu ODRA o deklaracyjny workflow

W poprzednich projektach system ODRA został wyposażony o możliwość definiowania procesów pracy (workflow) w paradygmacie deklaracyjnym i obiektowym. W odróżnieniu

od klasycznych podejść do procesów pracy opartych na diagramach przepływu sterowania (np. BPEL4WS) podejście deklaracyjne otwiera całkowicie nowe możliwości. Dotyczy to przede wszystkim zarządzania zmianami już działających procesów pracy (niezbędnymi dla realizacji bardzo złożonych procesów), odejścia od prymitywnych metod synchronizacji równoległych podprocesów (poprzez bramki *split* i *join*) na rzecz inherentnej masowej równoległości synchronizowanej przez warunki wstępne uruchomienia podprocesów (*fireconditions*) oraz warunki ich zakończenia (*endconditions*), koncepcyjny obiektowy model działającego procesu i jego auto-opis, oraz inne nowatorskie własności.

#### Temat 11. Zastosowanie interaktywnej transformacji diagramów w systemach wspomagających wnioski

Diagramowe reprezentacje pozwalają na jawną reprezentację i bezpośredni dostęp do takich elementów danych, które mogą być reprezentowane tylko niejawnie w innych typach reprezentacji. Użycie odpowiedniego narzędzia interaktywnej transformacji diagramów może ułatwić wykrywanie sytuacji mogących prowadzić do błędów i uniknąć fałszywych konkluzji w procesie wnioskowania. Jako przykład zastosowania interaktywnych diagramów we wnioskowaniu wybrano analizę przedziałową, dostarczającą matematyczne i obliczeniowe narzędzia modelowania systemów operujących niepełnymi (niepewnymi) danymi.

Zadanie polega na analizie możliwości rozbudowy istniejącego systemu notacji diagramowych (wizualizującego działania algorytmów przedziałowych) o możliwości wnioskowania o nowe własności w algebrze przedziałów, jak również w intuicyjny sposób udowodnienia ich poprawności. Nowe możliwości będą zrealizowane w oparciu o interaktywnie przetwarzanie dynamicznych diagramów przedstawiające nie tylko konkretną konfigurację diagramów lecz również sposób transformacji diagramów. Do realizacji zadania wykorzystane będą techniki programowania ograniczeń połączone z najnowszymi środkami programistycznymi technologii Java.

### **Kierunek II. Metody sztucznej inteligencji i jej zastosowań.**

#### Temat 1. Regułowe systemy wspomaganie decyzji z wykorzystaniem skierowanych liczb rozmytych i meta zbiorów

Systemy wspomaganie decyzji są ważnym zastosowaniem metod i technik inteligencji obliczeniowej. Budowane dotychczas systemy wspomaganie bazowały głównie na sieciach neuronowych. Obiecujące pierwsze zastosowania skierowanych liczb rozmytych (OFN) do sterowania ruchem punktu materialnego bazowało na systemie reguł rozmytych. Idąc dalej planuje się rozszerzyć możliwe zastosowania budowanych systemów regułowych do bardziej złożonych sytuacji wymagających wspomaganie przy podejmowaniu decyzji.

#### Temat 2. Wykrywanie wzorców zachowań dynamicznych systemów

W miarę rozwoju Internetu i technik zarządzania danymi rośnie gwałtownie nie tylko rozmiar danych, ale również złożoność pojęć, których one dotyczą. Ta istotna zmiana danych przyniosła nowe wyzwania do opracowania nowych metod eksploracji danych (ang. data mining). Zgromadzone dane coraz częściej dotyczą złożonych procesów, które nie poddają się klasycznym metodom modelowania. Ostatnio coraz bardziej atrakcyjne dla zastosowań staje się wykrywanie modeli złożonych procesów i ich własności z danych. Aproksymacja takich pojęć wymaga hierarchicznego modelowania procesów oraz aproksymacji odpowiednich pojęć na kolejnych poziomach hierarchii pojęć z wiedzy dziedzinowej. Z uwagi na to, że pojęcia i procesy występujące na wyższych poziomach hierarchii są bardzo złożone nie można się spodziewać, że będzie mogło być łatwe w pełni dokonane automatycznie odkrywanie zarówno modeli procesów jak i wzorców służących do

aproxymacji własności tych procesów. W ramach badań proponuje się uczenie się złożonych pojęć, wykrywania ich własności w interakcji w użytkownikiem. Interakcja z ekspertem dziedzinowym pozwala na ukierunkowanie odkrywania modeli procesów i wzorców czyniąc ten proces realizowalnym z punktu widzenia złożoności obliczeniowej. Opracowane metody zostaną zweryfikowane na danych rzeczywistych: (i) medycznych – poprzez modelowanie dynamiki procesów chorobowych z danych wspomaganie wiedzą dziedzinową dla identyfikacji wzorców ryzyka; (ii) finansowych – poprzez wykrywanie wzorców i modeli procesów towarzyszących zmianom kursów walut dla prognozowania transakcji walutowych;

Główne zadania podstawione w tym projekcie:

Zadanie 1: Odkrywanie wzorce zachowań pojedynczego obiektu w danych czasowych.

Zadanie 2: Odkrywanie wzorce zachowań grupy obiektów za pomocą uczenia wielowarstwowego.

Podstawą dla tych planowanych prac są:

- Implementowany algorytm wielowarstwowego uczenia z uwzględnieniem pewnej klasy więzi występujących między pojęciami w ontologii.
- Przewaga (pod względem jakości klasyfikacji) klasyfikatora generowanego przez opracowany algorytm nad klasyfikatorem generowanym bez uwzględniania więzów między pojęciami.

### Temat 3. Moduł Inteligentnego przewidywania zawartości dokumentów WWW

Systemy do automatycznego zbierania kolekcji dokumentów WWW stanowią podstawowe ogniwo we wszelkich zadaniach związanych z eksploracją sieci WWW i wyszukiwaniem w niej. Jedno z podstawowych zadań to tzw. „zbieranie tematyczne” (ang. „focused crawling”) gdzie jeden z podstawowych problemów technicznych to predykcja zawartości dokumentów WWW dokonywana przed ściąganiem ich (tzn. przed faktycznym poznaniem ich treści) tylko na podstawie pozostałych dostępnych atrybutów tj: adresu URL, zawartości otaczających dokumentów, tekstu hiperlinków wskazujących na dane dokumenty, etc. Predykcja taka pozwala bardzo usprawnić proces zbierania kolekcji tematycznych.

### Temat 4. Równania ewolucji dla zagadnień z niepełną informacją dla techniki i technologii

Istniejące modele opisu ewolucji dla zagadnień z niepełną informacją bazują głównie na podejściu stochastycznym. Jego wyniki nie są zawsze satysfakcjonujące. Tymczasem rozwijane od dwóch lat badania nad rozmytymi równaniami różniczkowymi pozwoliły sformułować nowy paradygmat opisu ewolucji systemów z niepełną informacją wykorzystujący aparat skierowanych liczb rozmytych (OFN). Aparat ten jest mniej złożony niż ten stosujący stochastyczne równania różniczkowe, a możliwości efektywnych obliczeń są dużo większe. Planuje się zaproponowanie nowego podejścia wykorzystujący ten paradygmat do zagadnień ewolucji układów dynamicznych i ciał dyssypatywnych.

### Temat 5. Automatyczna ekstrakcja słów kluczowych z dokumentów WWW

Automatyczna ekstrakcja charakterystycznych słów kluczowych z dokumentów WWW ma wiele perspektywicznych zastosowań praktycznych w takich zagadnieniach jak np. wyszukiwanie informacji WWW (automatycznie wyekstrahowane słowa kluczowe stanowią cenny substrat do automatycznego etykietowania tematycznego dokumentów, co posłużyć może np. do wsparcia wyszukiwania semantycznego - dopasowywanie reklam internetowych do stron WWW. W celu ekstrakcji słów kluczowych używa się zarówno metod statystycznej eksploracji danych jak i bardziej zaawansowanych technik eksploracji tekstu oraz przetwarzania języka naturalnego.

## Temat 6. Zastosowanie wiedzy dziedzinowej i TRSM (Tolerance Rough Set Model) do semantycznego wyszukiwania dokumentów

Wyszukiwanie semantyczne to dziedzina nauki zajmująca się ulepszeniem jakości wyszukiwania poprzez zrozumienie znaczenia zapytania użytkownika, semantyczne indeksowanie przestrzeni danych i interakcję z użytkownikami. Grupowanie wyników wyszukiwania jest jednym z zadań semantycznego wyszukiwania, które z jednej strony ułatwia użytkownikom surfować po grupy dokumentów związanych z zapytaniem, a z drugiej strony pomaga im sprecyzować swoje wymagania.

W problemach grupowania dokumentów zwykle dokumenty są reprezentowane przez wektory słów. Podobieństwo między dokumentami określa się ilością wspólnych słów w nich występujących. W wielu przypadkach taka metryka nie odzwierciedla semantycznego podobieństwa między dokumentami. W projekcie badawczym planuje się opracować metody wzbogacenia reprezentacji dokumentów np. poprzez pojęcia semantycznie podobne wzięte z ontologii dziedzinowej i/lub dodatkowe informacje odzyskiwane z treści dokumentu. Planuje się również opracować nowe miary podobieństwa między dokumentami. Podstawą teoretyczną nowych podejść jest uogólniony model zbiorów przybliżonych TRSM – Tolerance Rough Set Model.

Główne zadania postawione w tym projekcie:

Zadanie 1: Opracowanie metody wzbogacenia reprezentacji dokumentów i/lub wzbogacenia zapytania użytkownika w oparciu o TRSM (Tolerance Rough Set Model).

Zadanie 2: Opracowanie miar podobieństwa semantycznego między dokumentami.

Zadanie 3: System do odkrywania grup dokumentów semantycznie podobnych.

## Temat 7. Algorytmy inteligentne informatyki

Tematyka ta rozszerza program sztucznej inteligencji o zagadnienia inżynierii wiedzy oraz inspirowane przez naturę algorytmy socjorobotyki i socjobiologii z elementami teorii gier społecznych i sztucznych systemów normatywnych. Dotychczasowe badania przyniosły teorię wnioskowania mereologicznego podsumowaną w monografii *Approximate Reasoning by Parts*. Planowane jest rozszerzenie spektrum badań o nowe aspekty obecnie ważne jak problemy inteligencji masowej (już przez nas rozważane z sukcesem na przykładzie zespołów robotów) o charakterze socjobiologicznym jak: tworzenie systemów normatywnych, tworzenie obszarów kulturowych itd.

## Temat 8. Czy dla metazbiorów reprezentowanych w komputerach stopień należenia jest dopełnieniem stopnia nienależenia?

Stopnie należenia i nienależenia dla danych dwóch metazbiorów nie zawsze sumują się do jedności. W przypadkach kiedy tak nie jest mamy do czynienia z niezerowym stopniem wahania relacji należenia, podobnie jak w intuicjonistycznych zbiorach rozmytych. Celem zadania badawczego jest ustalenie w jakich okolicznościach (dla jakiej klasy metazbiorów) poziom wahania znika. Istnieją silne przesłanki za tym, że klasa ta pokrywa się z klasą metazbiorów reprezentowalnych w maszynach. Jeśli okaże się to prawdą, to teoria metazbiorów, które można reprezentować komputerowo ulegnie znacznemu uproszczeniu dając jednocześnie wiele praktycznych, oczekiwanych rezultatów, zwłaszcza związanych z zastosowaniami teorii do komputerowego modelowania rzeczywistych zjawisk.

## **Kierunek III. Badania w obszarze programowania równoległego i sieciowego.**

### Temat 1. Rozwój sieci społecznych przy wykorzystaniu technologii WebServices

Celem badań jest opracowanie i implementacja bardziej złożonych funkcji rekomendacji w oparciu o nowe sieci społeczne. W oparciu o trójwymiarową sieć społeczną zawierającą

węzły, którymi mogą być osoby, umiejętności i organizacje, a semantyka łącz pomiędzy węzłami będzie ściśle określona, możliwa jest rekomendacja zespołów osób lub instytucji, które będą realizowały wymagane zadania. Tak opracowany system będzie udostępniany z pośrednictwem usług WebServices, umożliwiając tworzenie bardziej złożonych aplikacji wykorzystujących sieć społeczną za pomocą modelu SOA.

#### Temat 2. Rozwój rozproszonej platformy i warstwy pośredniczącej P2P

Narzędzia wspierania współpracy na urządzeniach mobilnych w naturalny sposób umożliwiają współpracę także w warunkach, gdy urządzenia współpracujących osób nie mają łączności z Internetem. Jednakże narzędzia projektowane w architekturze klient-serwer nie mogą działać bez dostępu do Internetu. Dzięki rozwojowi warstwy pośredniczącej P2P na urządzenia mobilne możliwe jest opracowanie innowacyjnych narzędzi współpracy. W PJWSTK powstał początkowy prototyp takiej platformy, który już obecnie jest w stanie realizować część zadań wymaganych do tworzenia narzędzi wspierania współpracy. Celem zadania jest rozwój, testowanie i udoskonalanie platformy, a także opracowanie nowych algorytmów i protokołów wspierających pracę grupową w modelu P2P.

#### Temat 3. Rozwój platformy budowy rozproszonych aplikacji wspomagających wyszukiwanie informacji w WWW

Współczesne przeglądarki WWW umożliwiają rozszerzenie swojego działania poprzez aplikacje, które działają w kontekście pracy przeglądarki i mają dostęp do treści przeglądanych stron. Aplikacje takie mogą wspomagać wyszukiwanie informacji, na przykład przez ocenę wiarygodności treści dostępnej ze strony. Rozwój tego typu aplikacji w istotny sposób uogólnia model Web2.0, pozwalają użytkownikom nie tylko umieszczać informacje dostępne dla innych użytkowników przez WWW, ale także sterować przetwarzaniem tych informacji. Budowa bezpiecznych, niezawodnych i wydajnych aplikacji rozszerzających funkcjonalność przeglądarek jest z tego powodu jednym z najważniejszych wyzwań rozwoju Internetu. Zadanie to umożliwia także rozwój innowacyjnych algorytmów, jak na przykład algorytmy oceny wiarygodności na podstawie języka naturalnego oraz algorytmy oceny zaufania wobec autora lub wydawcy treści na WWW.

#### Temat 4. Rozwój narzędzi tworzenia aplikacji na platformie P2PM

W ramach poprzednich badań w PJWSTK powstał prototyp platformy tworzenia aplikacji w modelu Peer-to-Peer, który jest w stanie realizować część zadań wymaganych do tworzenia narzędzi wspierania współpracy. Platforma P2PM jest obecnie w wersji beta.

Celem zadania jest dalszy rozwój, testowanie i udoskonalanie platformy, a także opracowanie nowych interfejsów oraz metod tworzenia aplikacji w modelu P2PM.

#### Temat 5. Rozwój platformy budowy aplikacji umożliwiających grupowe przeglądanie, wyszukiwanie oraz filtrowanie treści WWW

Współczesne przeglądarki WWW umożliwiają rozszerzenie swojego działania poprzez aplikacje, które działają w kontekście pracy przeglądarki i mają dostęp do treści przeglądanych stron. Aplikacje takie mogą wspomagać umożliwiać grupowe przeglądanie, wyszukiwanie oraz filtrowanie treści WWW. Przykładem takie działania jest tak zwany co-browsing, który polega na udostępnieniu użytkownikom informacji o obecności innych użytkowników na określonych stronach, a także do opinii tych użytkowników o przeglądanych stronach oraz do grupowej historii wyszukiwania. Rozwój tego typu aplikacji w istotny sposób uogólnia model Web2.0, pozwalają użytkownikom nie tylko umieszczać informacje dostępne dla innych użytkowników przez WWW, ale także sterować przetwarzaniem tych informacji. Budowa bezpiecznych, niezawodnych i wydajnych aplikacji

rozszerzających funkcjonalność przeglądarek jest z tego powodu jednym z najważniejszych wyzwań rozwoju Internetu.

#### Temat 6. Opracowanie metod ekstrakcji stwierdzeń faktów z treści strony WWW

Współcześni użytkownicy WWW korzystają z rosnącej ilości rozszerzeń przeglądarek, realizujących różne zadania, na przykład zbierających opinie o przeglądanych stronach. Wykorzystanie rozszerzeń przeglądarek umożliwia oferowanie użytkownikom WWW nowych funkcji, takich jak rekomendacje określonych treści lub ocena zawartości według różnych kryteriów (np. wiarygodność, ochrona prywatności). Funkcje te są wykonywane lokalnie na komputerze użytkownika. Wiele nowych funkcji może wykorzystywać metody analizy języka naturalnego. Takie metody mogą służyć na przykład do wyszukiwania oraz ekstrakcji stwierdzeń faktów z treści strony WWW. Takie stwierdzenia mogą zostać użyte do określenia charakterystyki treści strony, a także do analizy jej wiarygodności. Analiza wiarygodności treści WWW jest aktualną dziedziną badań, dlatego wyniki planowego zadania będą miały istotną wartość naukową. Algorytmy ekstrakcji stwierdzeń faktów zostaną zaimplementowane i będą testowane w prototypowym rozszerzeniu popularnej przeglądarki WWW.

#### Temat 7. Opracowanie i analiza projektu systemu reputacyjnego dla autorów Wikipedii

Rosnąca istotność technologii takich jak Wiki, wspierających otwartą pracę grupową, powoduje zwiększenie natężenia badań naukowych zmierzających do ulepszenia tych technologii. Wśród tych badań (częściowo kierowanych przez fundację Wikimedia), jedną z ważniejszych propozycji jest wprowadzenie systemu reputacyjnego dla oceny autorów Wikipedii. System ten umożliwiłby ocenę autorów przez innych, współpracujących z nimi, autorów Wikipedii, oraz obliczanie reputacji autora na podstawie otrzymanych ocen. Reputacja byłaby reprezentowana jako wartość wektorowa (wielokryterialna). Omawiany system jest obecnie wprowadzany przez fundację Wikimedia jako prototypowy do anglojęzycznej Wikipedii. Celem zadania jest opracowanie algorytmów przetwarzania takiej reputacji w celu tworzenia rankingów autorów Wikipedii, oraz implementacja tego systemu i analiza jego działania.

#### Temat 8. Oprogramowanie algorytmów detekcji anomalii i intruzów

Opracowano nowe algorytmy detekcji intruzów do aplikacji www wykorzystujące paradygmaty sieci neuronowych, sztucznych systemów immunologicznych oraz programowania ekspresji genów. Opracowano nowe algorytmy wykrywania ataków typu 'denial of service' wykorzystujące paradygmat sieci idiotypowych. Opracowano nowe algorytmy kryptograficzne oparte na koncepcji tzw. skrzynek przełączających i wykorzystujące paradygmat automatów komórkowych. Opracowano nowe algorytmy szeregowania zadań w systemach wieloprocesorowych wykorzystujące paradygmat uogólnionej ekstremalnej optymalizacji.

#### Temat 9. Efektywne algorytmy szeregowania zadań w systemach gridowych wykorzystujące współczesne metaheurystyki

Opracowano modele teoretyczne komponentów systemu gridowego jakimi są systemy wieloprocesorowe oraz sformułowano problem szeregowania zadań reprezentowanych w postaci zorientowanego grafu ważonego. Zaproponowano rozwiązanie tego problemu z użyciem relatywnie nowej techniki ewolucyjnej określanej jako GEO (Generalized Extremal Optimization). Pokazano, że zaproponowane rozwiązanie przewyższa swoją jakością rozwiązania uzyskiwane z użyciem innych współczesnych metaheurystyk.

## Temat 10. Metody strukturalnego projektowania wydajnych obliczeń równoległych i rozproszonych

Badania mają na celu rozwijanie metod organizacji sterowania w programach wykonywanych w systemach równoległych i sieciach komputerowych, które zapewniają redukcję czasu wykonywania programów równoległych i lepsze wykorzystanie zasobów systemowych. Opracowywane są algorytmy optymalizacji równoległych i rozproszonych obliczeń wykorzystujące intensywnie reprezentacje grafowe programów oraz wspomaganie systemowe i architektoniczne wykonywania programów.

W roku 2010 prowadzono badania nad metodami projektowania programów przy wykorzystaniu reprezentacji grafowych oraz nad rozwojem metod wykorzystania systemów wykonawczych, które prowadzą do zwiększenia wydajności równoległego wykonywania programów. W roku 2011 badania poświęcone były rozwijaniu metod wykorzystania monitorowania globalnych stanów aplikacji w systemach rozproszonych oraz metod optymalizacji projektowania programów dla wydajnego wykonania w systemach z procesorami wielordzeniowymi.

W roku 2012 badania dotyczyły metod weryfikacji metodologii sterowania wykonaniem programów rozproszonych opartego na monitorowaniu stanów globalnych poprzez wykorzystanie modelowania grafowego przebiegu sterowania w programach oraz metod optymalizacji wykonania programów równoległych uwzględniających ograniczenia architektoniczne systemów wykonawczych. Opracowano metody realizacji sterowania wykonaniem programów rozproszonych przy wykorzystaniu informacji o globalnym stanie aplikacji, uwzględniające asynchroniczne sterowanie treścią funkcjonalną wątków programu rozproszonego poprzez wysyłanie sygnałów wynikających ze zbadania predykatów na stanach globalnych aplikacji oraz synchroniczne sterowanie przepływem sterowania w programach rozproszonych. Opracowano metody realizacji takiego sterowania we współczesnych procesorach wielordzeniowych. Opracowano metody strumieniowego sterowania wykonaniem programów rozproszonych realizujących obliczenia symulacji propagacji fal elektromagnetycznych zgodnie z podejściem FDTD (Finite Difference Time Domain) w procesorach wielordzeniowych. Opracowano metody sterowania wykonaniem programów równoległych w architekturach wielu procesorów wielordzeniowych z wydajnymi modelami komunikacji między rdzeniami, zapewniające redukcję stopnia nasycenia komunikacji danych w interfejsach pamięci współdzielonej.

## Temat 11. Energooszczędne protokoły i algorytmy zarządzania sieciami sensorowymi

Sieci sensorowe to nowy typ sieci mobilnych i bezprzewodowych, które pojawiły się w związku z dalszym postępem technologicznym w zakresie miniaturyzacji procesorów, czujników oraz rozwojem technologii komunikacyjnych. Są one coraz częściej stosowane w sytuacjach, gdzie niemożliwe bądź niebezpieczne byłoby przebywanie człowieka, np. obserwacja stanu budynku bądź mostu, monitorowanie niestrzeżonego przejścia kolejowego bądź wybranych punktów granicy państwa, monitorowanie systemów ekologicznych, zastosowania wojskowe, itp. Cechą charakterystyczną współczesnego stanu technologii sieci sensorowych jest ograniczony czas życia baterii zasilającej sensor (aktualnie około 1 roku). Ponieważ bateria jest niewymienialna, sensor który utracił zasilanie staje się bezużyteczny i powoduje wzrastającą degradację sieci sensorów. Konieczne jest opracowanie nowych protokołów komunikacyjnych oraz algorytmów harmonizujących czas aktywnego działania/snu poszczególnych sensorów, tak aby maksymalizować czas życia całego systemu. Problem ten należy do klasy problemów NP-trudnych. W celu jego rozwiązania zaproponowane zostaną algorytmy wykorzystujące współczesne metaheurystyki, takie jak algorytmy ewolucyjne, roje cząsteczek, uogólniona ekstremalna optymalizacja oraz



będą wykorzystane techniki bazujące na automatach komórkowych i automatach uczących się.

#### Temat 12. Algorytmy rekonstrukcji obrazów i detekcji kształtów wykorzystujące technikę automatów komórkowych

Problem rekonstrukcji obrazów oraz detekcji kształtów ma kluczowe znaczenie w szeregu zagadnieniach, między innymi związanych z bezpieczeństwem publicznym, np. wykrywanie sprawców napadów rejestrowanych przez kamery w miejscach publicznych. W celu rozwiązania tego problemu zostaną wykorzystane techniki związane z automatami komórkowymi oraz algorytmami ewolucyjnymi. Zostaną opracowane nowatorskie algorytmy umożliwiające detekcję kształtów, obrazów, twarzy umożliwiające prawidłową klasyfikację obiektów mimo ich znacznego zniekształcenia.

#### Temat 13. Sieci urządzeń mobilnych

Tworzenie dowolnego oprogramowania jest procesem czasochłonnym i wymagającym wielu testów. Proces ten jest relatywnie prosty dla urządzeń stacjonarnych dysponujących ustandaryzowanym mechanizmem interakcji człowiek komputer. W przypadku urządzeń mobilnych proces ten jest znacznie trudniejszy gdyż zmiennymi są nie tylko własności obliczeniowe urządzenia, ale również wielkość ekranu i metody interakcji. A przygotowanie niedopracowanej aplikacji niechybnie skutkować będzie negatywnymi opiniami walnie przyczyniającymi się do klęski aplikacji. Istotną część pracy można zrealizować przy pomocy symulatorów urządzeń poszczególnych ekosystemów, jednak nie mogą być one wiarygodnym źródłem danych co do wydajności zastosowanych rozwiązań, ergonomii działania ani zadowolenia użytkownika końcowego. Dlatego niezbędne jest prowadzenie testów na realnych urządzeniach.

### **Kierunek IV. Badania w obszarze przetwarzania, rozpoznawania obrazów, dźwięku i jego syntezy oraz animacji 3D (multimedia).**

#### Temat 1. Budowa modelu języka polskiego.

Zaawansowane systemy rozpoznawania mowy używają skomplikowanych modeli języka opisujących występowanie i kolejność wyrazów. Badania nad modelami języka znacznie poprawi jakość obecnych systemów rozpoznawania mowy po polsku oraz umożliwi zastosowanie tych systemów w dotychczas nieosiągalnych projektach. Budowa takiego modelu wymaga przystosowania dużych korpusów tekstowych.

#### Temat 2. Optymalizacja warstwy akustycznej systemu rozpoznawania mowy.

Systemy rozpoznawania mowy wymagają specjalnych algorytmów do konwersji danych akustycznych na informację fonetyczną. Dzięki rozwojowi komputerów i technologii można uzyskać lepsze wyniki w rozpoznawaniu używając dokładniejszych modeli i nowych technik przetwarzania danych. Badania akustyczne wymagają gromadzenia i analizy dużej ilości danych akustycznych. Optymalizacja wspomnianych metod ma zastosowanie w różnych dziedzinach związanych z analizą mowy, jak i innych podobnych sygnałów dyskretnych.

#### Temat 3. Zbadanie możliwości konstrukcji klasyfikatora tekstów naukowych pod względem poprawności językowej.

Utrzymująca się na świecie tendencja publikowania artykułów (opracowań) w języku angielskim oznacza, że większość autorów pisze w języku innym niż ojczysty. W konsekwencji, w publikacjach pojawiają się konstrukcje gramatyczne, składniowe,

bezpośrednim przeniesieniem konstrukcji z języka ojczystego.

W ramach proponowanego zadania przewiduje się zbadanie możliwości automatycznego określania poprawności językowej tekstów naukowych z zakresu matematyki stosowanej i informatyki. Zakłada się wykorzystanie metod z dziedzin inżynierii lingwistycznej oraz systemów inteligentnych. Otrzymane wyniki są podstawą do stworzenia narzędzia typu CAT na potrzeby zarówno polskojęzycznych autorów jak i redaktorów, umożliwiając wykrywanie potencjalnych fragmentów tekstu, w którym zastosowano niepoprawne konstrukcje językowe.

#### Temat 4. Etykietowanie plików dźwiękowych pod kątem zawartości materiału muzycznego. Identyfikacja dźwięków składowych w środowisku wielobrzmieniowym.

Prowadzone wcześniej prace nad identyfikacją dźwięków instrumentów muzycznych w środowisku polifonicznym ukierunkowane były zarówno na rozpoznawanie dźwięków o różnej wysokości dźwięku, jak też dźwięków o tej samej wysokości, co jest najtrudniejszym przypadkiem ze względu na nakładanie się składowych harmonicznym widma.

Eksperymenty przeprowadzone z wykorzystaniem klasyfikatorów typu SVM wskazały na konieczność wykonania dalszych prac na większych i nie stosowanych dotychczas danych, gdyż jedynie wówczas można osiągnąć żądane właściwości generalizacyjne klasyfikatorów. Automatyczne rozpoznawanie barwy dźwięku jest jednym z narzędzi koniecznych do wspomaganie automatycznej ekstrakcji informacji semantycznej z plików muzycznych.

#### Temat 5. Automatyczne rozpoznawanie emocji i ich wykorzystanie w systemach HCI

Tematyka ta, związana jest z pojęciem affective computing i komunikacją człowiek-komputer, obecna jest w wielu europejskich programach badawczych (np. HUMAINE). Prowadzone w katedrze Multimediów prace studyjne wykazały możliwość skonstruowania systemu, który byłby w stanie rozpoznawać emocje na podstawie mimiki twarzy oraz zmian głosu. Stworzenie i wdrożenie takiego systemu ma duże znaczenie praktyczne i naukowe – system może zostać wykorzystany np. w badaniach użyteczności oprogramowania.

#### Temat 6. Identyfikacja instrumentów muzycznych w nagraniach polifonicznych

Rozpoznawanie instrumentów w rzeczywistych nagraniach staje się konieczne ze względu na potrzebę dokładniejszego etykietowania nagrań muzycznych pod kątem dokładnego oznaczenia partii poszczególnych instrumentów. Wyniki są pożądane dla wszystkich użytkowników danych muzycznych, którzy zainteresowani są znalezieniem fragmentów nie tylko o wskazanej melodii, ale też i barwie dźwięku, a zatem wykonane przez wskazany instrument.

Brak odpowiednio poetykietowanych danych, a także utrudnienia prac z powodu praw autorskich, wymagają prac nad przygotowaniem takich danych, w tym dokonanie i poetykietowanie nagrań, oraz dostosowanie posiadanej aparatury do potrzeb tych badań.

#### Temat 7. Budowa telefonicznej platformy do badań nad synteza i rozpoznawaniem mowy.

Rozpoznawanie i synteza mowy są powszechnie używane w systemach związanych z telefonią. Badania nad tą technologią są od wielu lat prowadzone na świecie i wymagają specjalistycznego oprogramowania i sprzętu komputerowego. Zbudowanie takiej platformy komputerowej umożliwi realizację szeregu badań i testów prowadzonych obecnie na uczelni. Jakość sygnału mowy jest w tym medium bardzo specyficzna i znacznie się różni od mowy nagranej w studiu. Sprzęt potrzebny do podłączenia komputera do linii telefonicznej jest bardzo specjalistyczny, gdyż wymaga specjalnych układów do radzenia sobie z różnego rodzaju zakłóceniami występującymi w tym medium. Zadanie ma zastosowanie w różnych badaniach związanych z mową telefoniczną, np.: testy rzeczywistych systemów syntezy i

rozpoznawania mowy telefonicznej, nagrywanie korpusów mowy telefonicznej, prowadzenie badań typu wizard-of-oz systemów telefonicznych

Temat 8. Barwa i światło w obrazie, wykorzystanie technik raytracingu opartego na GPU oraz CUDA rónwoległej architekturze obliczeniowej do szybkiego procesu foto-realistycznego renderingu stereoskopowego.

Celem projektu jest zbadanie przydatności technik renderingu opartego na kartach graficznych do celów wizualizacji architektonicznej, animacji postaci oraz efektów specjalnych. W związku z gwałtownym rozwojem technik renderingu opartego na procesorach graficznych GPU oraz architekturze CUDA niezbędne jest przetestowanie algorytmów raytracingu wykorzystywanego do wytworzenia renderingu na potrzeby wizualizacji architektonicznych, animacji itp. Istnieje wiele barier technologicznych w profesjonalnym zastosowaniu tego typu algorytmów związanych z nowatorskim podejściem do algorytmów raytracingu. Występuje wiele ograniczeń wynikających z renderingu na GPU ograniczenie pojemności pamięci karty graficznej, antyaliasing hardwarowy itp. Wymaga to przetestowania fizycznych wyników raytracingu opartego na GPU.

Wynikiem projektu jest zaprezentowanie wizualizacji architektoniczne, animacji postaci, efektów specjalnych wykorzystujących raytracing oparty o GPU.

Temat 9. Wykorzystanie metod analizy falkowej

Problem 1. Efektywne algorytmy przetwarzania sygnałów za pomocą falek

W ciągu ostatniego 20-lecia rozwijają się dynamicznie nowe technologie, wykorzystujące analizę falkową. Są one algorytmami przetwarzania sygnałów, wykorzystującymi ich rozwinięcia w bazach falkowych. Te nowe technologie znajdują zastosowania w takich dziedzinach jak analiza sygnałów jednowymiarowych i obrazów medycznych, monitorowanie złóceń pochodzących od pól elektromagnetycznych, monitorowanie zniszczeń strukturalnych mostów, konstrukcji mechanicznych, maszyn wirujących, kompresja obrazów oraz analiza i kompresja sekwencji obrazów. Jednym z przykładów może być analiza zmieniającej się w czasie zawartości częstotliwościowej energii turbulentnego wiatru w celu ustalenia jego interakcji z łopatami turbiny wiatrowej i ich przewidywanego zniszczenia strukturalnego.

Realizacja takich zastosowań wymaga opracowania efektywnych algorytmów przetwarzania sygnałów. W tym celu zaproponowane zostaną:

- (a) algorytmy realizujące fuzję obrazów w celu uzyskania nowego obrazu o zwiększonej ilości informacji, który pozwoli na lepszą ocenę/diagnozę zobrazowanej sytuacji/sceny;
- (b) algorytmy pozwalające (przy użyciu skalogramu transformaty falkowej) otrzymać rozkład energii analizowanego sygnału w funkcji czasu i częstotliwości, jak również ocenić (przy użyciu coscalogramu) korelację energetyczną dwóch sygnałów;
- (c) algorytmy pozwalające uzyskać obraz krawędzi analizowanego obrazu oryginalnego (poprzez wyznaczenie maksimów modułu transformaty falkowej) i posługując się tą reprezentacją odtworzyć obraz oryginalny;
- (d) algorytmy usuwania szumu;
- (e) algorytmy pozwalające wydzielić cechy charakterystyczne obrazów używane w zastosowaniach wymagających realizacji rozpoznawania obrazów;
- (f) algorytmy pozwalające uzyskać pewne statystyki sygnałów przydatne przy ich kompresji poprzez usunięcie części informacji.

Problem 2. Algorytmy estymacji trajektorii robotów o wielu stopniach swobody za pomocą falkowych funkcji bazowych splajnów

Realizacja tego zadania rozpocznie się od przeglądu podstaw teoretycznych estymacji ciągów czasowych przy użyciu B-splajnów i ich zastosowania do konstruowania trajektorii robotów. Zajmiemy się specyfikacją ruchu robota za pomocą ciągów czasowych pozycji i orientacji efektorów końcowych oraz ich transformacją na zbiory przemieszczeń przegubów. Zostanie opracowany rekurencyjny algorytm reprezentacji sekwencji przemieszczeń przegubów za pomocą falkowych funkcji bazowych splajnów, przy uwzględnieniu ograniczeń prędkości i przyspieszeń. Algorytm ten pozwoli automatycznie ustalić potrzebną gęstość funkcji bazy czyli optymalną rozdzielczość. Zostanie również podjęte zadanie generowania trajektorii przegubów robota typu „humanoid”.

## **Kierunek V. Języki Programowania.**

Temat 1. Analiza, budowa, zastosowanie nowych środowisk i technik programowania.

Problem 1. Dynamiczne diagramy jako środki wspomagające wnioskowanie w algebrze przedziałów

Zagadnienie jest kontynuacją problematyki rozważanej w poprzednich latach, związanej z zastosowaniem środowisk programistycznych do budowy systemów notacji diagramowych. Kontynuacja polega na analizie możliwości rozbudowania już zaimplementowanego interfejsu (wizualizującego działania algorytmów przedziałowych) o możliwości wnioskowania o nowe własności w algebrze przedziałów, jak również w intuicyjny sposób udowodnienia ich poprawności. Nowe możliwości będą zrealizowane w oparciu o interakcyjnie przetwarzanie dynamicznych diagramów, które przedstawiają nie tylko konkretną konfigurację diagramów lecz również sposób transformacji diagramów.

Temat 2. Analiza możliwości budowy i zastosowania dziedzinowo zorientowanego języka programowania (DSL) w tworzeniu aplikacji typu "business mashup"

W powstającym obecnie paradygmacie Web 3.0 Internet zaczyna być traktowany jako swoista wielka baza danych, na której można przeprowadzać operacje wyszukiwania, analizy i integrowania informacji. Pojawiają się aplikacje typu „mashup” – integrujące informacje z różnych rozproszonych źródeł w uniwersalnych portalach. Celem zadania badawczego jest sformułowanie założeń budowy języka programowania, zorientowanego na integrację informacji z rozproszonych heterogenicznych źródeł (język typu DSL). Język ten miałby znacząco ułatwiać tworzenie aplikacji typu „mashup”, udostępniających rozproszone dane biznesowe i/lub ekonomiczne w uniwersalnych i elastycznych formach składowania i prezentacji. Po pomyślnej weryfikacji możliwości zastosowania narzędzi języka Groovy do budowy DSL i stworzeniu generatora DSL podjęta zostanie próba implementacji DSL do operowania na danych gospodarczych, dostępnych z różnych źródeł. Takie podejście ułatwi tworzenie systemów analiz gospodarczych i biznesowych. DSL jest całkowicie nowym paradygmatem programowania. Prowadzone w ramach tego zadania badawczego analizy wykazały, że koncepcja DSL sprawdza się w praktyce w konkretnych przypadkach. Celem następnego etapu prac jest uogólnienie doświadczeń i zaproponowanie wzorca definiowania DSL - przygotowanego na różne okoliczności.

## **Kierunek VI. E-learning.**

Temat 1. Tworzenie dynamicznych ścieżek uczenia z wykorzystaniem teorii COLT

Potrzeba rozwoju elektronicznych metod nauczania i rozbudowa istniejącego w Uczelni systemu Edu wymaga tworzenia wydajnych metod nauczania i kontroli postępów w przyswajaniu wiedzy przez studentów.

Prowadzone badania mają na celu doprowadzenie do stworzenia narzędzia wspomagającego tworzenie dynamicznych ścieżek nauczania na odległość (e-learning) przedmiotów informatycznych. Kluczową kwestią staje się tu wykorzystanie narzędzi inteligencji obliczeniowej i uczenia maszynowego do adaptacyjnego wyznaczania ścieżki nauczania na podstawie rekordu uczenia i dotychczasowych odpowiedzi udzielanych przez osobę uczącą się. Metody, jakie mogą być tutaj zastosowane, łączą się najbardziej z tzw. inteligentnym systemem nauczania (ang. Intelligent Tutoring Systems (ITS)), w którym dąży się do optymalnego uszeregowania kursu/ ramek zajęć / nauczania dla wypełnienia jego celów. Będą też kontynuowane prace nad tworzeniem bardziej efektywnej funkcji oceny studenta jako deskryptorów efektywności zadanej ścieżek nauczania dla poszczególnych studentów, w celu wytworzenia ich chwilowych profili.

#### Temat 2. Badanie wpływu elementów audiowizualnych, wykorzystywanych w zasobach e-nauczania, na jakość procesów w e-kursach.

Realizacja zadania jest potrzebna do przeprowadzenia badań ankietowych na uczestnikach kursów e-learningowych poświęconych różnego rodzaju przedmiotom, a w szczególności przedmiotom związanym z inżynierią oprogramowania. Badania mają być przeprowadzone na nauczycielach i studentach korzystających z nauczania w trybie internetowym, np. na platformie EDU w PJATK. W kolejnym kroku, konieczne będzie przeprowadzenie wielowymiarowej analizy danych, dzięki czemu możliwe będzie porównanie jakości procesów i zasobów w e-nauczaniu, gdzie skupiono uwagę na wprowadzaniu elementów audiowizualnych – w porównaniu do procesów i zasobów, gdzie większy nacisk został położony na aspekty dydaktyczne, czyli takie, które są związane z prawidłową konstrukcją dydaktyczną wykorzystywanych zasobów. platformie EDU. Wyniki badań mają być wykorzystane zarówno jako zbiór wskazówek ułatwiających nie tylko budowanie nowych e-zasobów wykorzystywanych na platformie EDU, ale również do ulepszania zasobów aktualnie wykorzystywanych.

### **Kierunek VII. Informatyka Społeczna.**

Informatyka Społeczna (ang. *Social Informatics*, zwana także *Social Computing* lub *Web Science*) jest nową dziedziną informatyki, która zajmuje się realizacją celów społecznych oraz stosowaniem pojęć społecznych w systemach informacyjnych, a także analizą zjawisk społecznych w oparciu o dane z wirtualnych społeczności. Proponentami Informatyki Społecznej na świecie są m.in. Tim Berners-Lee (autor koncepcji „Web Science”, ograniczającą Informatykę Społeczną do badań nad WWW), Albert Barabasi, oraz wielu innych (zob. artykuł *Computational Social Science*, *Science*, 2009).

W PJATK badania w dziedzinie Informatyki Społecznej są realizowane od 2007 roku. W ramach projektu uTrust (<http://uTrust.pjwstk.edu.pl>) prowadzone były badania nad zarządzaniem zaufaniem (ang. *Trust Management*). W dziedzinie tej bada i stosuje się pojęcia zaufania oraz reputacji do projektowania i doskonalenia systemów rekomendacyjnych (takich jak popularny system Epinions) oraz aukcji Internetowych i innych systemów e-commerce (przykładem są Ebay oraz Allegro).

Projekt mTeam (<http://mTeam.pjwstk.edu.pl>) obejmował badania nad otwartą współpracą wirtualnych zespołów, mające na celu identyfikację kryteriów oceny jakości zespołów w oparciu o behawioralne dane (historię interakcji i komunikacji członków zespołu). Badane były między innymi zespoły autorów na Wikipedii, której społeczność była modelowana przy pomocy wielowymiarowych sieci społecznych konstruowanych w oparciu o historię edycji.

Projekt Reconcile (którego realizacja rozpocznie się 1.11.2011) będzie dotyczył badań nad wspomaganie oceny wiarygodności treści na WWW. Projekt będzie wykorzystywał metody zarządzania zaufaniem, analizy języka naturalnego (NLP) oraz eksperymentalne badania społeczne, prowadzone we współpracy z Wydziałem Socjologii Uniwersytetu Warszawskiego. Projekt Reconcile będzie realizowany w ramach Polsko-Szwajcarskiego programu badawczego wspólnie z Politechniką w Lozannie (EPFL).

Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych należy do głównych organizatorów międzynarodowej konferencji International Conference on Social Informatics (*SocInfo*). Trzecia edycja konferencji odbyła się w 2011 roku w Singapurze i miała około 150 uczestników (<http://www.sis.smu.edu.sg/SocInfo2011/index.html>).

### **Kierunek VIII. Akwizycja ruchu, emocji, mimiki twarzy.**

Wielowątkowe badania Centrum koncentrują się w kilku laboratoriach:

1. Wielomodalne Laboratorium Ruchu HML (*Human Motion Lab*),
2. Laboratorium Mikroekspresji HMX (*Human Microexpression Lab*),
3. Laboratorium Wizyjnej Analizy Ruchu HSL (*Human Seeing Lab*),
4. Laboratorium Komputerowego Modelowania Twarzy HFML (*Human Facial Modelling Lab*),
5. Laboratorium Dynamiki i Wielomodalnej Interakcji HDMI (*Human Dynamics and Multimodal Interaction Lab*).

Badania HML obejmują:

Wielomodalną akwizycję ruchu postaci ludzkiej w systemie Vicon: kinematykę, dynamikę, EMG, GRF, cztery strumienie HD (High Definition) wideo, oraz LFP (Local Field Potential) zaplanowane po uzyskaniu dostępu do stymulatorów z BMI).

Reprezentację ruchu: Przeliczenia pomiędzy formatami zapisu ruchu, filtracja trajektorii markerów, korekcja ramek wybranych kości. Algorytmy wyznaczania szkieletu, ocenę jakości szkieletu.

Akwizycję ruchu postaci ludzkiej z wykorzystaniem Kinect: Implementację i udoskonalenia algorytmu Microsoft, algorytmy oparte na różnych wariantach filtrów cząsteczkowych, ocenę jakości wyznaczanych sekwencji póż przez porównanie z sekwencją referencyjną z systemu Vicon.

Modelowanie i syntezę ruchu: Dynamikę prostą i odwrotną, algorytmy Featherstona, implementację i rozszerzenia.

Analizę ruchu z zastosowaniem deskryptorów ruchu. Segmentację ruchu. Kryteria podobieństwa dla różnych reprezentacji ruchu (DTW-Dynamic Time Warping i jego modyfikacje), redukcję wymiarowości, odkrywanie różnorodności dla różnych rodzajów ruchu (wymiarowość, mapowanie) klasteryzację i klasyfikację danych ruchu.

Badanie ruchu jako cechy osobniczej: wyznaczanie deskryptorów osobniczych.

Laboratorium HMX zajmuje się, badaniami interdyscyplinarnymi z pogranicza informatyki i psychologii. Dotyczą one możliwości zastosowania metod wizji komputerowej w obszarze rozpoznawania emocji na bazie mikro ekspresji twarzy. Dwa główne kierunki badań obejmują: stwierdzenia występowania mikro ekspresji w kontekście ujawniania emocji człowieka oraz ewentualnej możliwości rozpoznawania emocji. Zastosowane kamery z dużą wartością fps było konieczne ze względu na krótkie czasy trwania niektórych ekspresji.

Celem badań prowadzonych w laboratorium było sprawdzenie popularnej hipotezy P. Ekmana o możliwości wykrywania kłamstwa na podstawie na podstawie krótkotrwałych zmian mimicznych w obrazie twarzy człowieka. Podstawową trudnością pojawiła się w

zakresie inscenizacji sytuacji w której badana osoba kłamie. Badania prowadzone w laboratorium w tym zakresie stanowiły jedynie jeden z wątków całego projektu.

Laboratorium HSL umożliwia badania w obszarze wizji komputerowej. Podstawową dziedziną działalności są badania w zakresie użyteczności i wdrażania metod CV (*Computer Vision*) w kontekście systemów monitoringu IV generacji (IVA – *Intelligent Video Analysis*). Badania dotyczą rozpoznawania zachowań, osób, detekcji sytuacji niebezpiecznych oraz tworzenia baz wzorców ruchu dla innych zastosowań i są prowadzone w dwóch kierunkach – w oparciu o metody szkieletowe oraz bezszkieletowe. Skuteczna implementacja metod bezszkieletowych ułatwiła opracowanie przez pracowników laboratorium demonstratora technologii IVA (*Intelligent Video Analytics*) na IV poziomie gotowości technologicznej. Obecnie trwają prace nad uruchomieniem demonstratora w środowisku rzeczywistym co oznacza doprowadzenie do poziomu IX gotowości technologii.

Laboratorium zaprojektowano tak, aby umożliwiało swobodny i ciągły dostęp do strumieni wideo, z dowolnych kamer wysokiej rozdzielczości infrastruktury miejskiej jak również znajdujących się w laboratorium. W ramach obecnie prowadzonych projektów w laboratorium trwają prace w obszarze reidentyfikacji zachowań osób oraz detekcji sytuacji niebezpiecznych, predykcji intencji na podstawie obrazów z wielokamerowych systemów wideo przy użyciu modeli zachowań grup. Wyniki analizy ruchu w oparciu o psychologię społeczną, techniki biometryczne i inferencję postaci w 3D z wideo wykorzystywane są do tworzenia prototypów materiałów dowodowych, identyfikacji incydentów i automatycznego śledzenia uczestniczących w nich osób. Opracowywana jest metodologia i technologia służąca wysyłaniu w czasie rzeczywistym informacji o osobach i grupach przemieszczających się w polu widzenia setek kamer oraz wykrytych sytuacjach krytycznych do patroli policyjnych.

Ogólnie, laboratorium HDMI umożliwia badania w zakresie korelacji ruchu i jego dynamiki z informacją wizyjną i audio. W szczególności:

- Rozszerzenie możliwości badawczych o aspekty różnego stopnia i charakteru wirtualnego otoczenia aktora / pacjenta (symulowane nierówności terenu, badanie z różnym stopniem obciążenia – chód z góry, pod górę), co spowoduje możliwość przeprowadzania szerszej diagnostyki w zakresie funkcjonowania układu motorycznego człowieka.
- Możliwość tworzenia zaawansowanych scenariuszy symulacyjnych w oparciu o interaktywność i sprzężenie zwrotne systemu. Symulowane mogą być warunki dynamiczne (ruch uliczny, poruszanie się samochodem, jazda na nartach itp.), ekstremalne (trzęsienia ziemi, warunki zagrożenia przemysłowego – np. w górnictwie, wypadki komunikacyjne – pociągi, samoloty, itp.) i wykorzystywane do badania, szkolenia w różnych dziedzinach gospodarki.
- Możliwość tworzenia zaawansowanych i interaktywnych scenariuszy na potrzeby animacji komputerowej oraz gier 3D. Pozwoli to na opracowywanie znacznie bardziej realistycznych i wyrafinowanych animacji, w porównaniu do możliwości posiadanych obecnie - aktor zachowa się w sposób znacznie bardziej zbliżony do rzeczywistości w warunkach interaktywnej, wirtualnej rzeczywistości.

Wprowadzenie sprzężenia zwrotnego w połączeniu z metodami rozszerzonej rzeczywistości oraz możliwością zmiany intensywności treningu poprzez zmianę warunków otoczenia, zwiększy obszar zastosowań medycznych o aspekt rehabilitacji. Sam proces rehabilitacji stanie się bardziej przyjemny poprzez połączenie go z rozrywką, co może mieć szczególne znaczenie u dzieci i młodzieży. Rozszerzy to obszar badań o eksperymenty dotyczące m.in. wpływu sprzężenia zwrotnego i wirtualnej rzeczywistości na postępy

## **Kierunek IX. Algorytmika Inteligentna i Robotyka Behawioralna.**

Główne tematy badawcze to:

1. Robotyka behawioralna,

W ramach mereologii aproksymatywnej sformułowano pojęcia geometrii mereologicznej i one z kolei posłużyły do opracowania nowych metodologii dla planowania i nawigacji robotów mobilnych: pól mereologicznych potencjału i metod nawigacji zespołami robotów.

2. Inżynieria wiedzy,

W ramach mereologii aproksymatywnej stworzono teorię formalnej granulacji wiedzy i zaproponowano ideę syntezy klasyfikatorów granularnych. W wielu pracach poddano tę ideę weryfikacji.

## **Kierunek X. Obliczenia Rozproszone.**

Kierunek aktualnych badań w zakresie Obliczeń Rozproszonych to rozwój metodologii obliczeń rozproszonych z nowymi wzorcami synchronizacji i komunikacji w programach. Dla rozwijającej się stale bazy sprzętowej systemów komputerowych potrzebne są nowe metody programowe i algorytmiczne, które pozwolą na pełniejsze wykorzystanie potencjału tkwiącego w nowoczesnych systemach z procesorami wielordzeniowymi. Celem badań są nowe metody strukturalizacji programów rozproszonych, które prowadzą do redukcji czasu wykonania programów oraz redukcji nakładów czasu programisty na projektowanie programów. Nowy paradygmat synchronizacji w programach obejmuje sterowanie wykonaniem programów w oparciu o predykaty określone na silnie spójnych globalnych stanach aplikacji w systemach równoległych i rozproszonych. Nowy paradygmat komunikacji danych obejmuje przezroczystość czasową transmisji danych w klastrach procesorów wielordzeniowych. Opracowane metody wykorzystują modelowanie programów i algorytmów obliczeniowych w postaci grafów. Badania prowadzone są przy wykorzystaniu współczesnych środków automatyzacji projektowania programów współbieżnych, w tym autorskiego nowego środowiska programowego opracowanego, zapewniającego wsparcie systemowe dla monitorowania globalnych stanów aplikacji rozproszonych.