



UMK, Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

Katedra Informatyki Stosowanej

Zakład Fizyki Technicznej i Zastosowań Fizyki

Laboratorium Neurokognitywne,
Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii

KIS UMK



- Strona: [Google Katedra KIS UMK](#)
- Samodzielna Katedra Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, od 1991 roku.
- 7 prof/hab: A. Cichocki (RIKEN, Japonia), W. Duch, J. Meller (Univ. of Cincinnati); R. Adamczak, K. Grąbczewski, N. Jankowski, O. Sokolov.
- 2 adiunktów (M. Grochowski, T. Piotrowski);
- 5 asystentów, 7 doktorantów.
- Współpracownicy w USA, Singapurze, Japonii, krajach EU.



REGIONAL PROGRAMME
NATIONAL COHESION STRATEGY



KUJAWSKO-POMORSKIE
VOIVODESHIP

EUROPEAN UNION
EUROPEAN REGIONAL
DEVELOPMENT FUND



My region in Europe

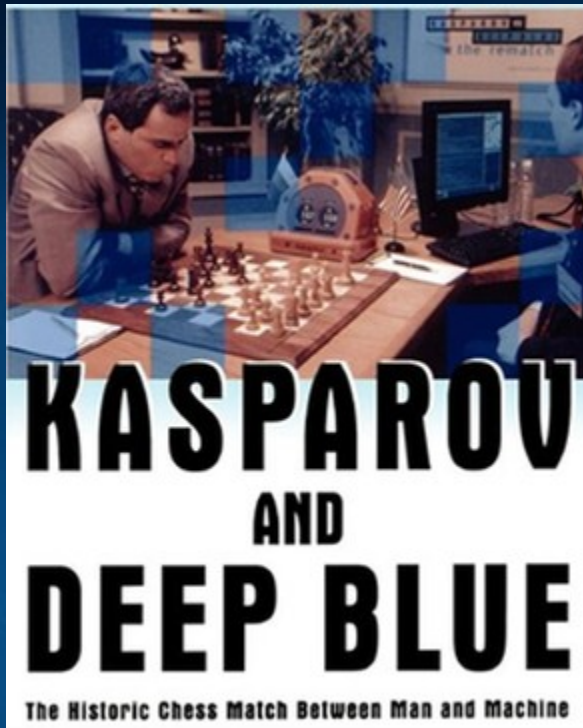


Laboratorium Neurokognitywne

Interdyscyplinarne Centrum Nowoczesnych Technologii UMK

Misja: lepsze zrozumienie procesów rozwojowych, biologicznych podstaw zachowania i specyficznych umiejętności, związków pomiędzy działaniem mózgow i umysłów, wdrażanie innowacji społecznych wspomagających rozwijanie pełnego potencjału człowieka w ciągu całego życia.

Postępy AI



1995 – warcaby, program Chinook wygrywa z mistrzem świata, dr Tinsleyem.

1997 – szachy, Deep Blue wygrywa z Kasparowem.

2011 – IBM Watson wygrywa z dwoma mistrzami teleturnieju Jeopardy (Va Banque)

2015 – zrobotyzowane laboratorium + AI odkrywa ścieżki genetyczne/sygnalowe regeneracji płazińców

2016 – Google AlphaGo wygrywa z Lee Sedolem
Deep Mind: Artificial General Intelligence.

2017 – Libratus (CM) wygrywa z ludźmi w pokera



Głębokie uczenie w analizie dużych danych

Automatyczne rozpoznawanie sygnału mowy:

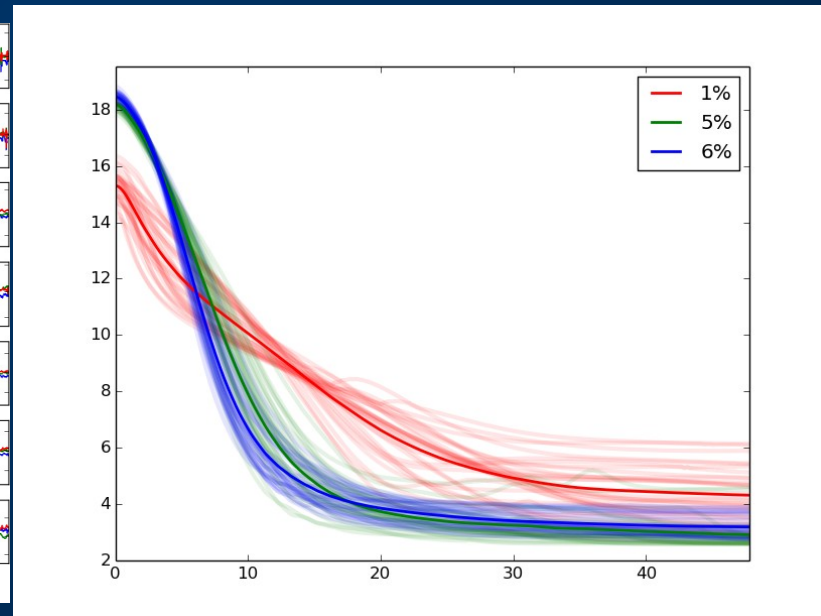
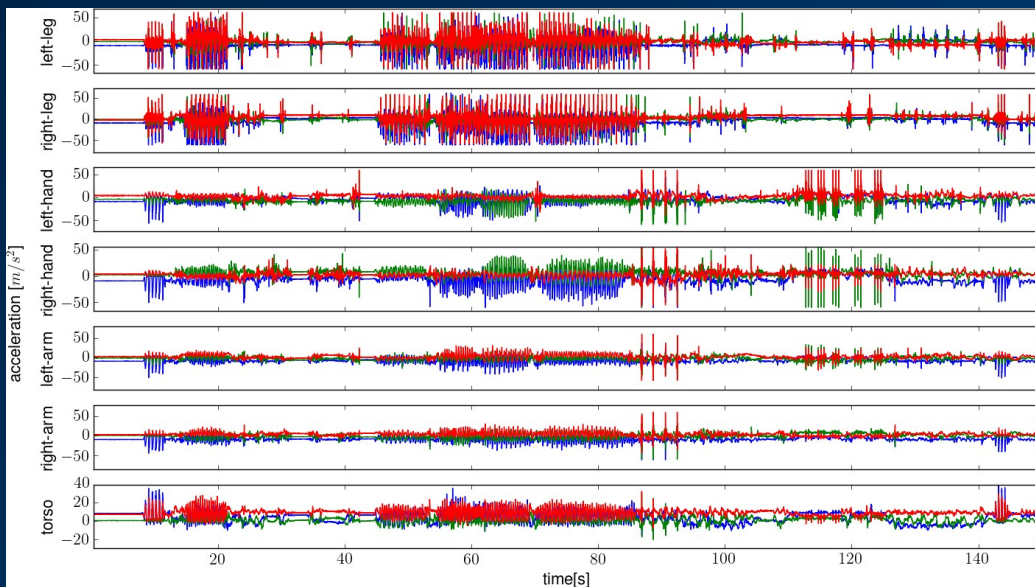
- Przyspieszenie treningu i zwiększenie skuteczności modeli akustycznych wykorzystujących głębokie uczenie takich sieci jak: głębokie sieci neuronowe (DNN), sieci splotowe (ConvNet), sieci rekurencyjne (LSTM).
- Planowane prace dotyczące zastosowania głębokiego uczenia w modelowaniu języka i zamianie mowy na tekst.
- Współpraca: VoiceLab AI Sp. z.o.o.

Analiza sygnałów biomedycznych:

- klasyfikacja struktur białkowych,
- klasyfikacja i automatyczna ekstrakcja cech sygnału EEG (Symfonia 4)
- zastosowanie do nowych form neurofeedback.

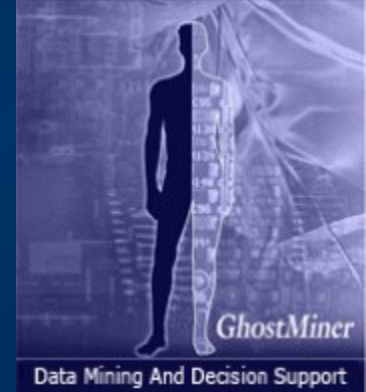
Analiza sygnałów za pomocą głębokiego uczenia

- Opracowanie i implementacja głębokich sieci neuronowych opartych o autoenkodery do kompresji skorelowanych sygnałów czasowych
- Zastosowanie: redukcja wymiarowości sygnałów na potrzeby IoT, ekstrakcja cech i klasyfikacja sygnałów



Uczenie DNN po kompresji skorelowanych sygnałów czasowych.

Ghostminer

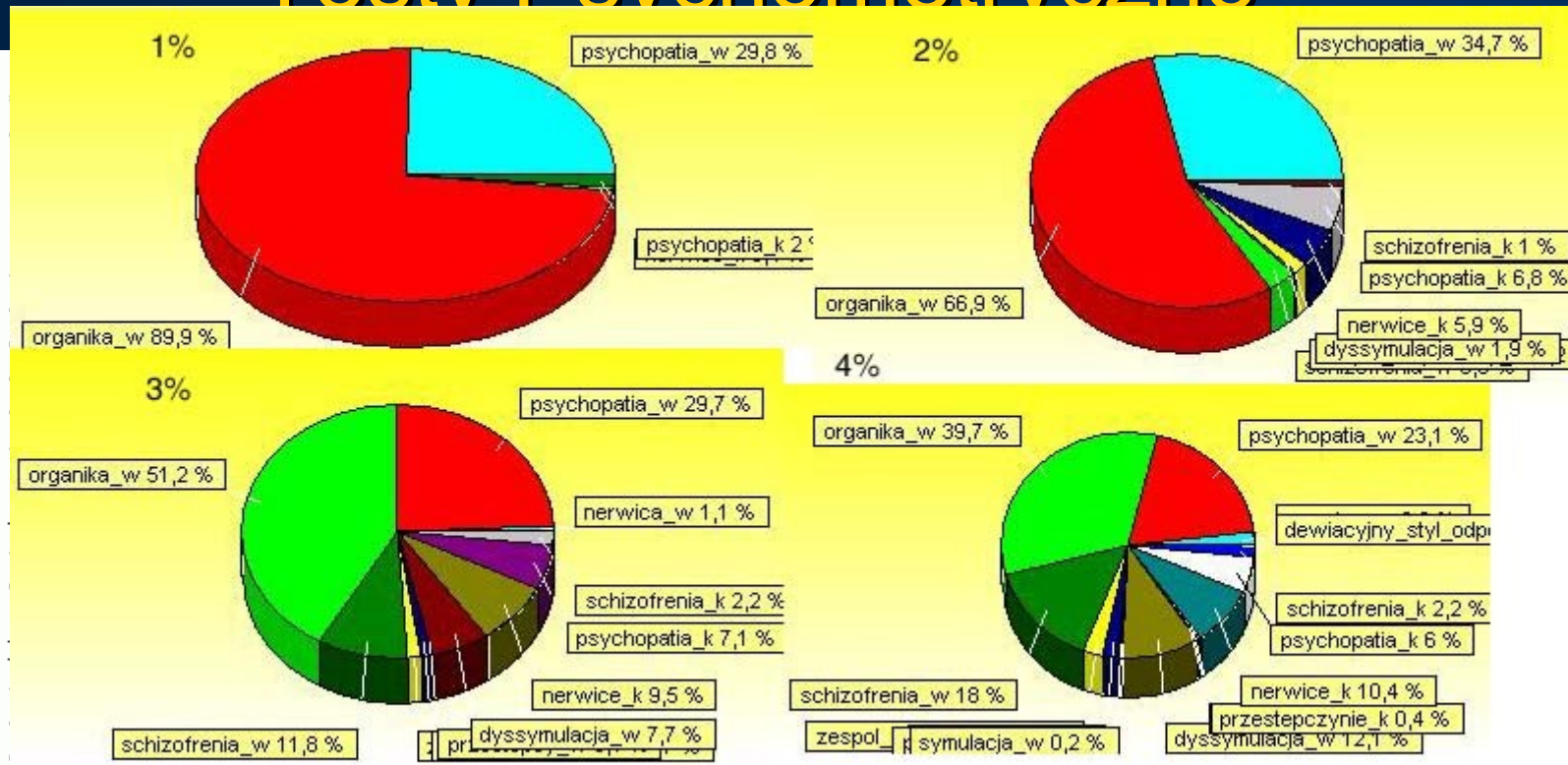


- Strona projektu w FQS - [Google: ghostminer](#)
- Projekt zrealizowany w KIS w latach 1998-2004, w kategorii data mining, business intelligence.
- GhostMiner to zaawansowane narzędzie firmy Fujitsu do analitycznej eksploracji danych, które nie tylko wspiera rozmaite bazy danych (oraz arkusze kalkulacyjne), zaawansowane algorytmy uczenia maszynowego, ale także przygotowanie i selekcję danych, walidację modeli, multimodele takie jak komitety lub k-klasyfikatory i wizualizację danych/modeli.
- Klienci: uniwersytety, politechniki, instytuty badawcze, banki i różne firmy w Polsce, Austrii, Australii, Chinach, Czechach, Holandii, Indiach, Japonii, Kanadzie, Niemczech, Norwegii, Singapurze, Wielkiej Brytanii i USA.
- Np. Abbott Laboratories używa GhostMiner'a do badań oraz odkrywania właściwości wielowymiarowych danych naukowych.

Intemi

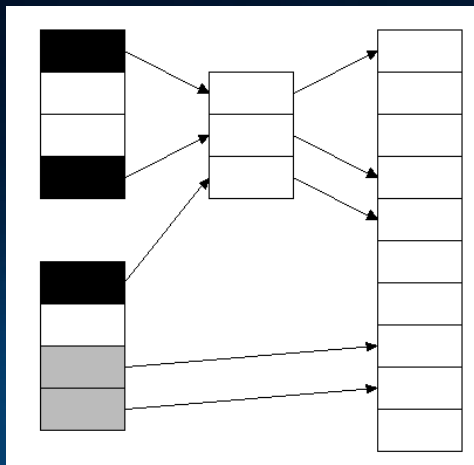
- Program nowej generacji: Intemi (Intelligent Miner).
- Problemy z programami do data mining: trudne w użyciu, mają setki komponentów, wymagają wysokiej klasy ekspertów, opracowanie modeli jest czasochłonne i kosztowne.
- Rynek programów analizy danych i wspomaganie decyzji jest bardzo konkurencyjny.
- Intemi: pierwszy program wykorzystujący idee meta-uczenia dla automatycznego odkrywania modeli/wiedzy z danych.
- Zastosowania w wielopoziomowej analizie danych przemysłowych, medycznych, finansowych, np: skoring kredytowy, ubezpieczeniowy, segmentacja klientów, wzory zachowań klientów, wykrywanie oszustw.

Testy Psychometryczne

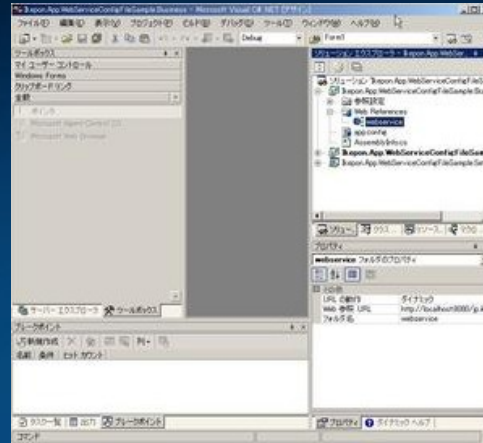


WYBRANE	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																					
Brak	29	31	30	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100									
Podstawowe	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Zas zawodowe	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
Wyższe	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100		

kwestionariuszy, skanowanych lub komputerowych.



Zapy-
tanie

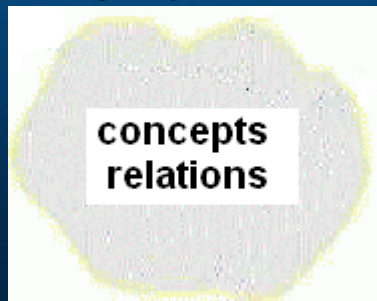


Pamięć semantyczna

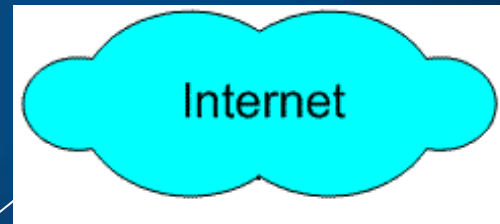
Zastosowania, np
gra w 20 pytań.

Awatar, HIT:
interfejs graficzny
<http://diodor.eti.pg.gda.pl>

Magazynowanie



Oznaczanie części mowy
i ekstrakcja frac



Słowniki, ontologie,
informacja tekstowa

weryfikacja

Parser

ręczne poprawki



Zabawy słowne



Gry słowne są przydatne do rozwoju zdolności analitycznego myślenia. Do niedawna słownych gier komputerowych było bardzo mało.

- Budowa **pamięci semantycznej** na dużą skalę: podstawa wszystkich zastosowań wymagających rozumienia tekstu i mowy.
- Gra w 20 pytań i inne gry słowne, tekstowe i mówione.
- Boty w środowiskach wirtualnych wykorzystujące pamięć semantyczną.
- Boty prezentujące informację na stronach firm.
- Osobiste awatary przekazujące wiadomości i negocjujące.
- Testy szkolne, kwizy realizowane na serwerach przez telefon.
- Uściślanie zapytań dla wyszukiwarek internetowych: znajdowanie dobrych pytań wymaga wiedzy i kreatywności.
- Identyfikacja obiektów na podstawie ich opisu, np. roślin czy ptaków.
- W ramach projektu „FIRE-UP. Komercjalizacja wyników badań naukowych”, zrobiliśmy **serwer do tworzenia nowych, oryginalnych nazw** dla produktów, stron internetowych czy firm, na podstawie ich opisu.

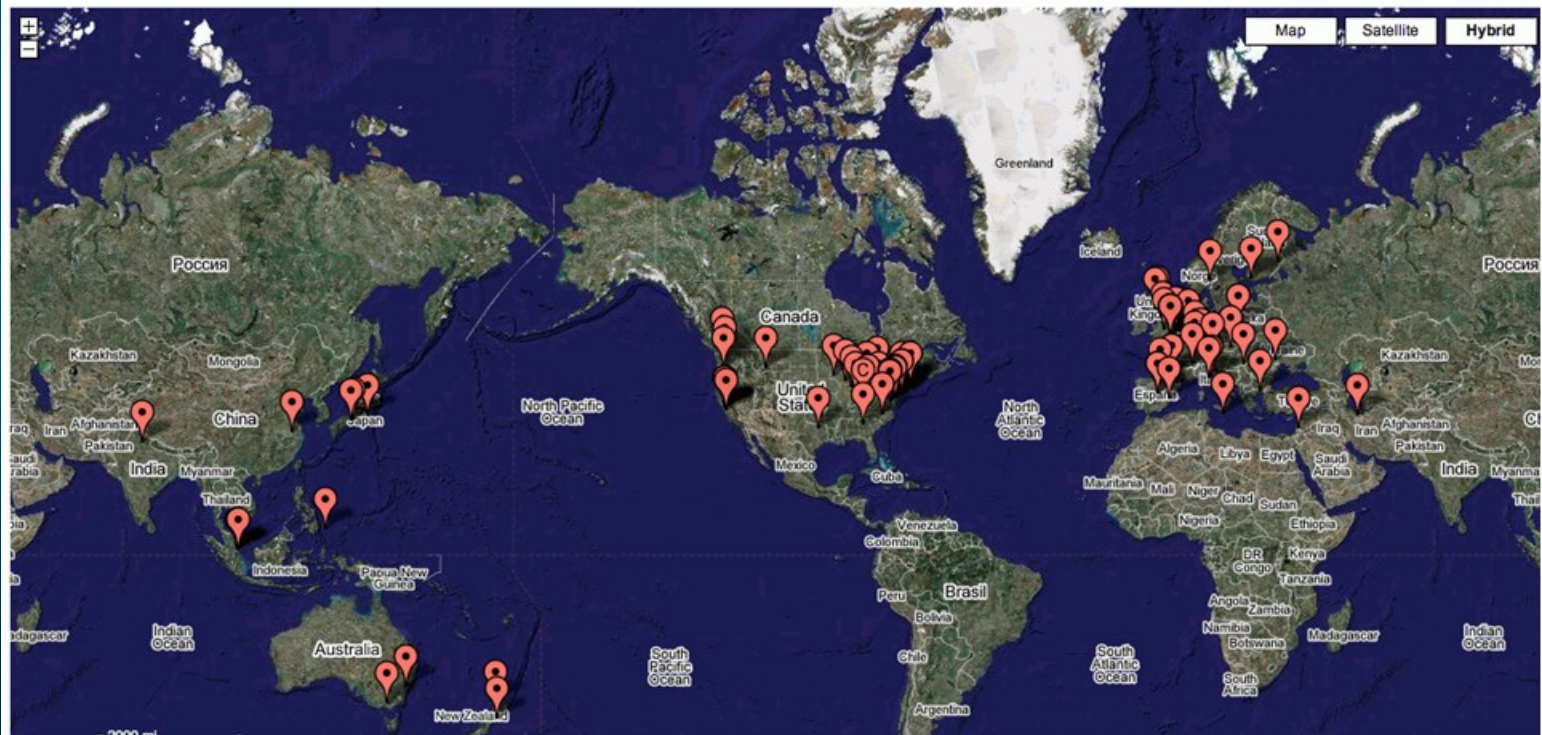
NLP: kodowanie ICD-9

Analiza wypisów ze szpitala i automatyczne przypisywanie kodów dla firm ubezpieczeniowych: czy można to zrobić automatycznie?

5 programów poradziło sobie równie dobrze jak 3 firmy komercyjne!

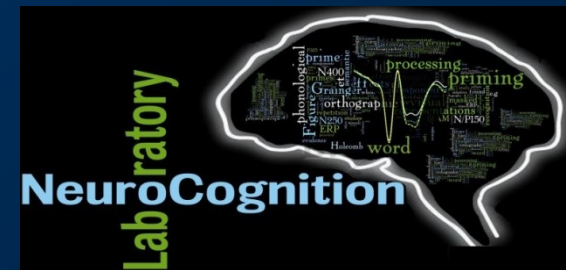
1 CMC Challenge Participants as of 09:58, 7 February 2007 (EST)

1.1 Purpose: Challenge the International Natural Language Processing (NLP) research community to create and train computational intelligence algorithms that automate the assignment of ICD-9-CM codes to clinical free text.



Technologie neurokognitywne

1. Słuch fonematyczny i pamięć robocza
2. Pamięć przestrzenna i nawigacja
3. Percepcja czasu i chronotypy
4. Plastyczność i dynamika sieci neuronalnych
5. Układ nagrody



Pomieszczenie przeznaczone do badań EEG oraz ET



Pomieszczenie przeznaczone do treningu

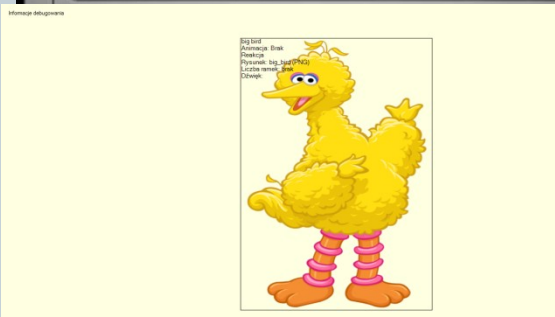
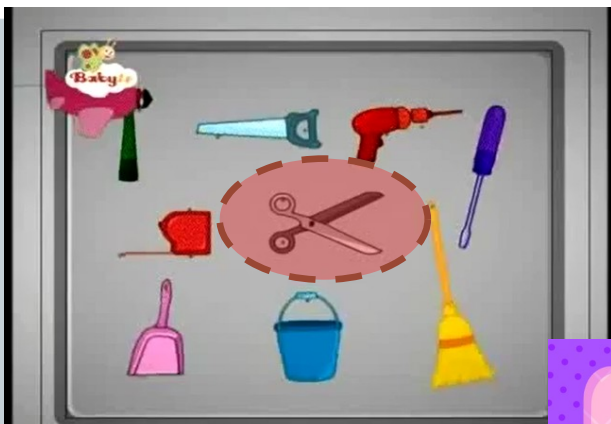
Pomieszczenie przygotowawcze

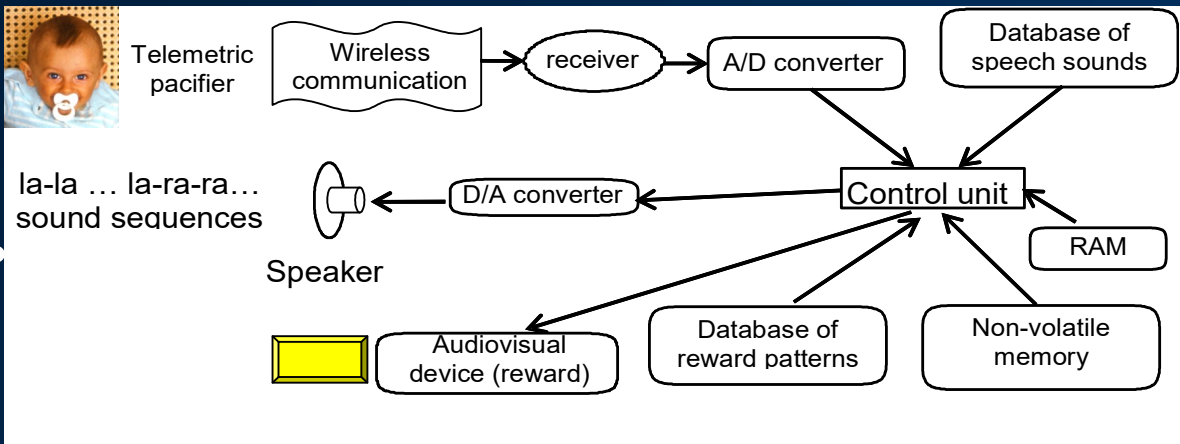




Treningi niemowląt.

Kierunek spojrzenia z animowaną bajką.





ciągłego monitorowania dziecka i ukierunkowania rozwoju.

- Inteligentna kołyska: czujniki ruchu, smoczek kamery.
- Stymulacja słuchu, wzroku i dotyku, analiza
- Stymulacje rozwoju słuchu fonematycznego dowolnego języka, w tym języków tonalnych
- Stymulacje rozwoju słuchu muzycznego.
- Rozwój inteligencji przez stymulację pamięci
- Rozwój ciekawości i potrzeby działania dzieci
- Patent: Układ aktywnego stymulatora ośrodka i dzieci (2002+nowy).



GCAF/GIML



Gaze Controlled Application Framework (**GCAF**)
platforma służąca do łatwego przygotowywania
spersonalizowanych aplikacji obsługiwanych wzrokiem
(badania kognitywne niemowląt i osoby niepełnosprawne)



GCAF/GIML



Gaze Controlled Application Framework (**GCAF**)
platforma służąca do łatwego przygotowywania
spersonalizowanych aplikacji obsługiwanych wzrokiem
(badania kogntywne niemowląt i osoby niepełnosprawne)





Tani (stosunkowo) sprzęt
(Mirametrix)

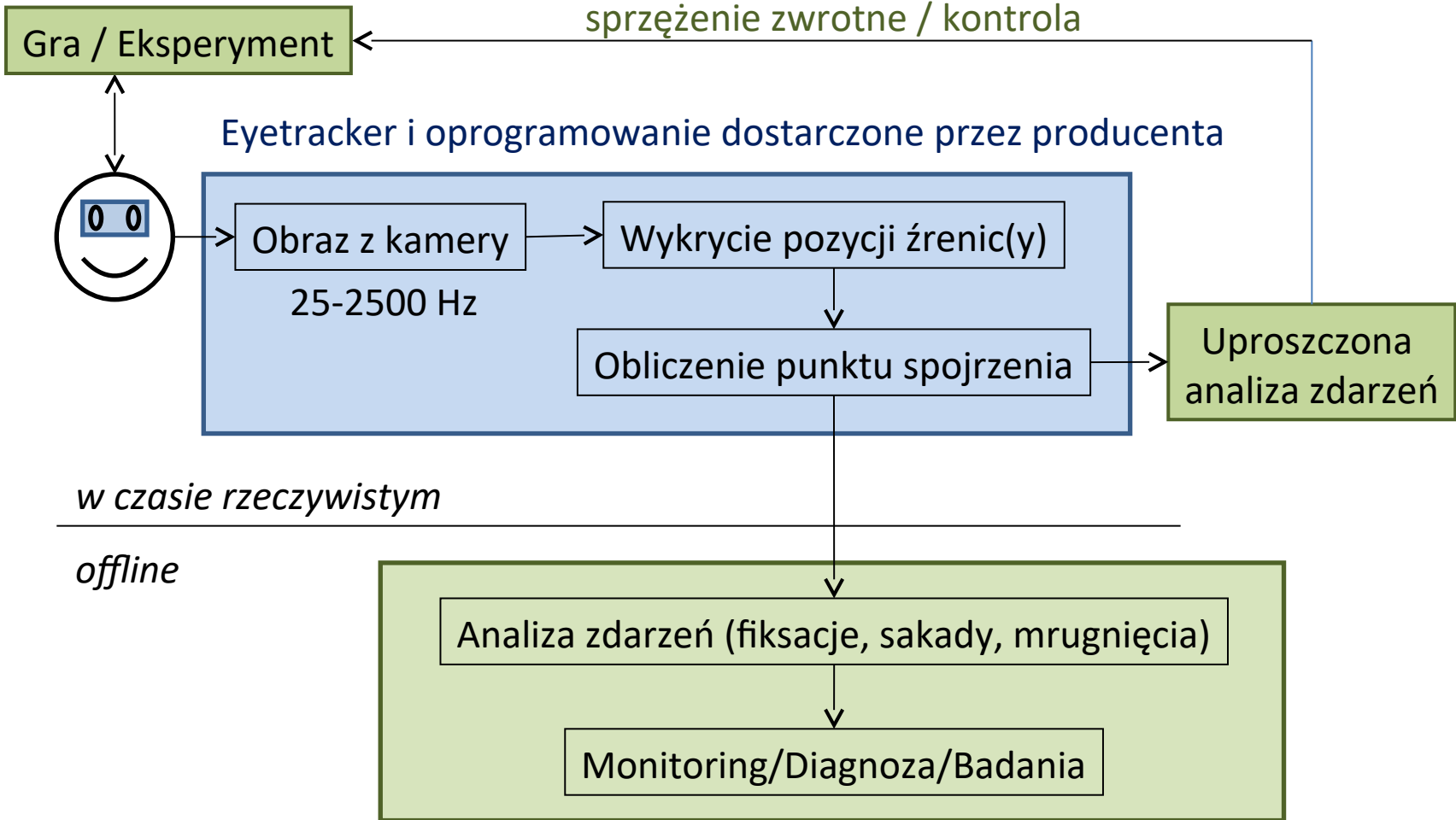


Profesjonalny eyetracker
(SMI)



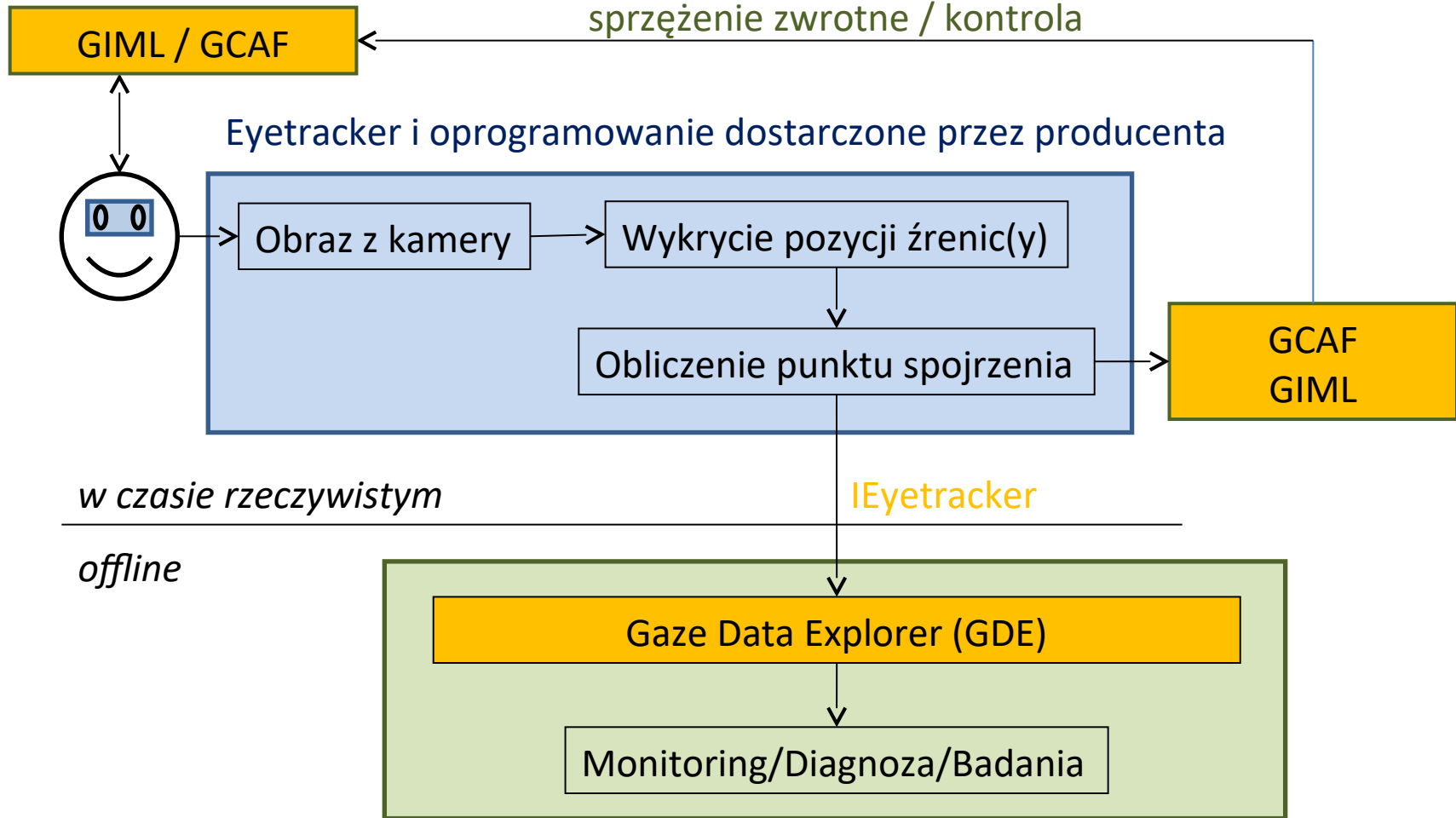
Eksperymenty z własnym
super tanim eyetrackerem

Własne oprogramowanie



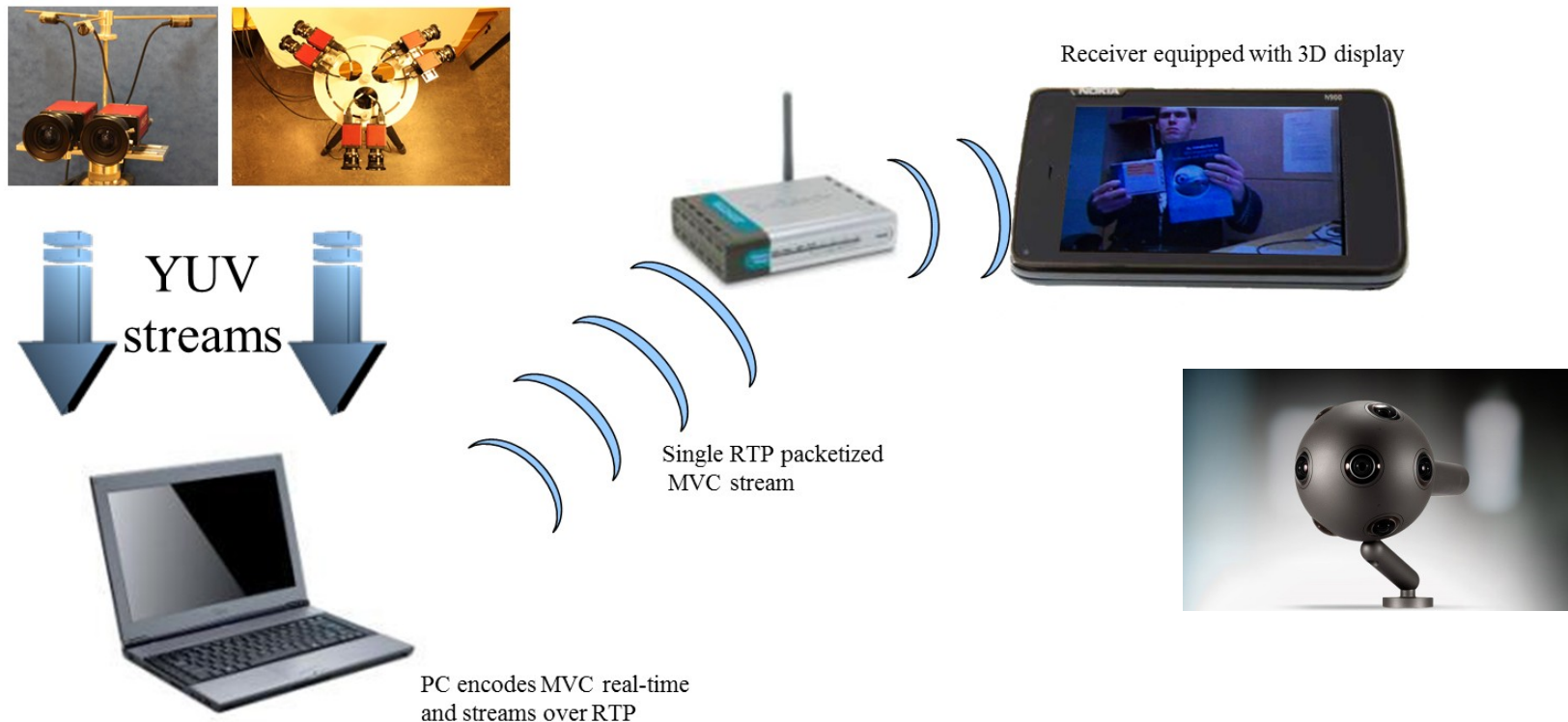
Oprogramowanie producenta lub własne (przy ograniczeniach)

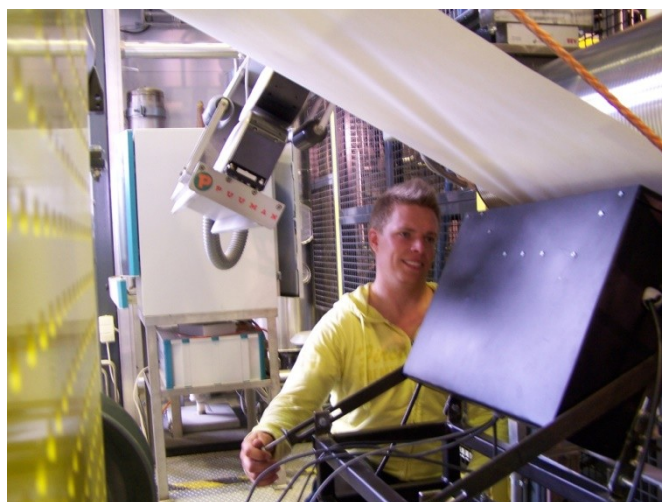
Własne oprogramowanie



Przetwarzanie i kompresja wideo

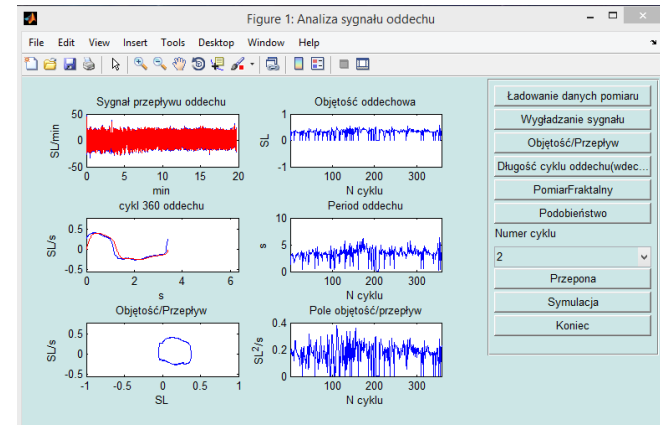
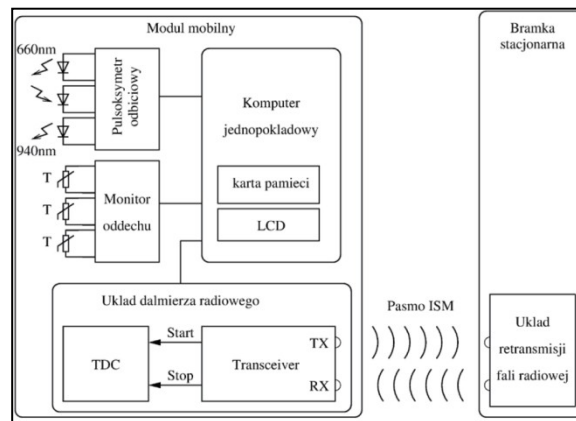
Wielowidokowe, 3D, 360 stopni. Przechwytywanie, kalibracja, odszumianie, interpolacja kolorów, super-resolution, rektyfikacja, rejestracja, estymacja wektorów ruchu, kompresja, optymalizacja obliczeniowa, synteza widoków. Inteligentna analiza obrazów, systemy pomiarowe, dedykowane systemy akwizycji obrazów.





Prototyp mobilnego wieloczuJNIKOWEGO systemu pomiarowego do 6-min testu marszu (6MWT)

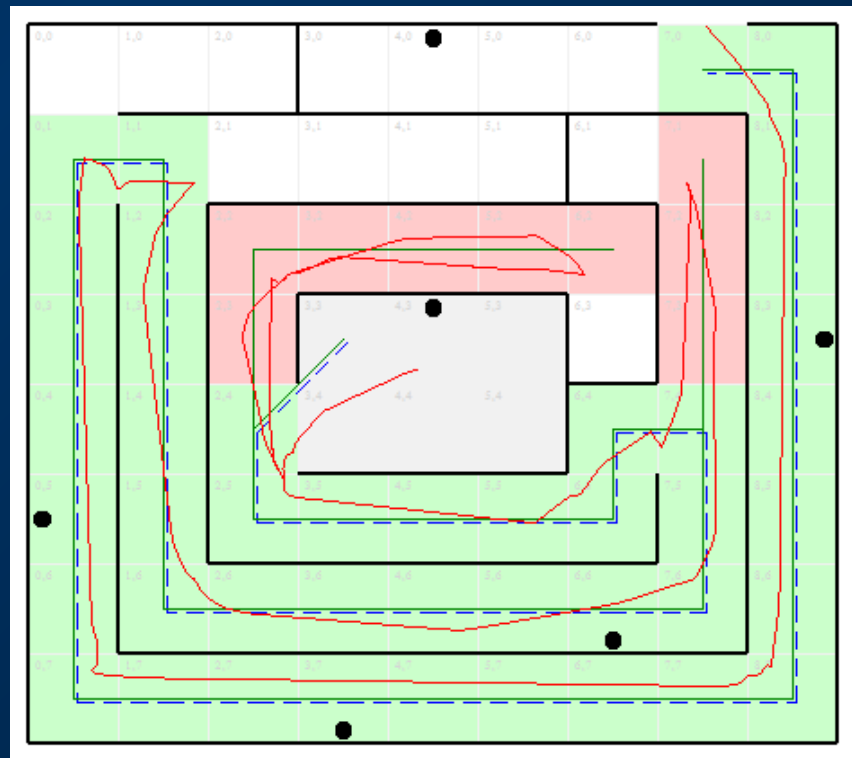
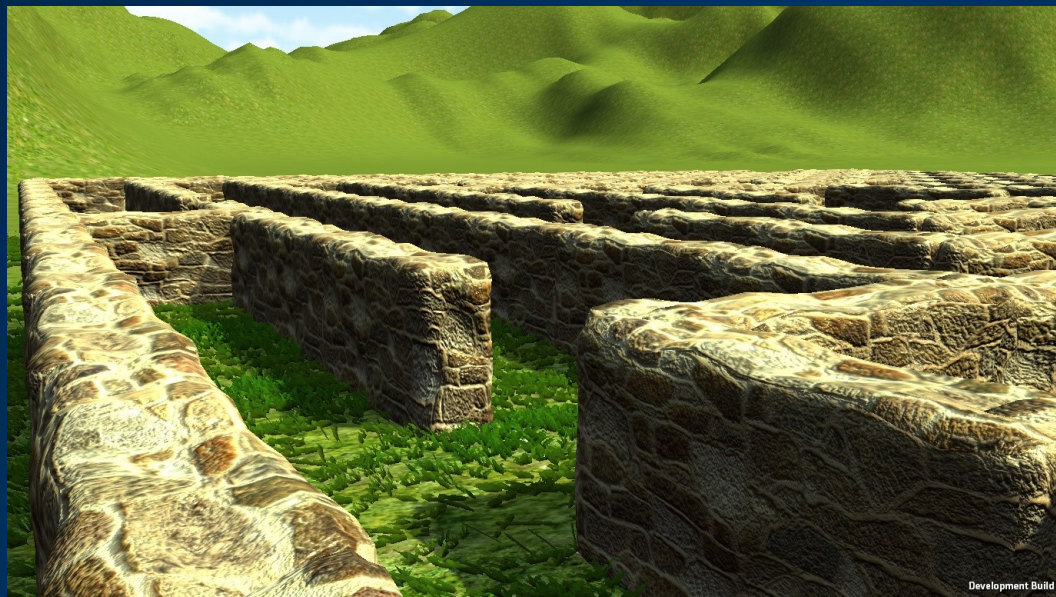
- Test diagnostyczny układu oddechowego dla osób z chorobami płuc/krążenia, European Respiratory Society/American Thoracic Society Technical Standard
- Konstrukcja czujnika oddechu i oprogramowania testu, zastosowanie do analiz zaburzeń oddychania w czasie snu, bezdechu sennego, do analizy emocji.
- Połączenie czujnika oddechu z pulsoksymetrem.



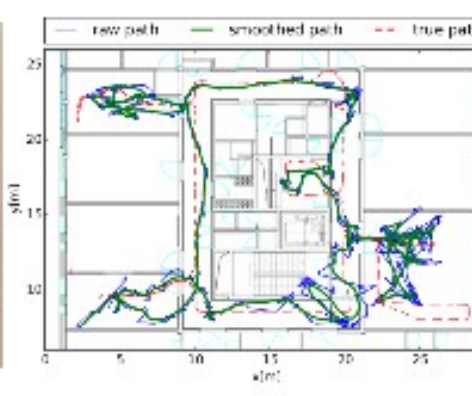
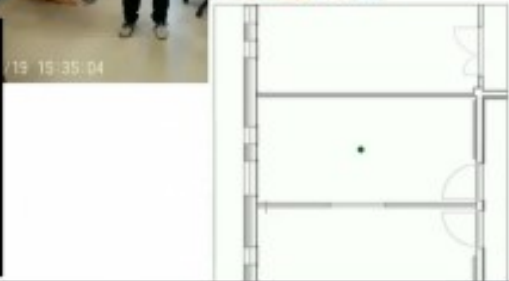
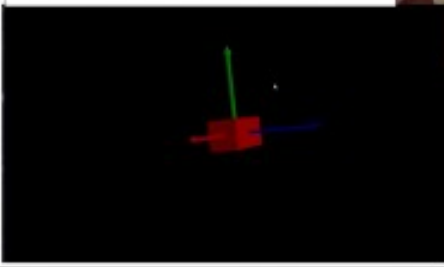
Treningi poznawcze i gry terapeutyczne

1. Mózgowe podłoże umiejętności matematycznych
2. Predyktory efektywności treningów
3. Projektowanie i testowanie gier terapeutycznych
4. Biofeedback i hrv

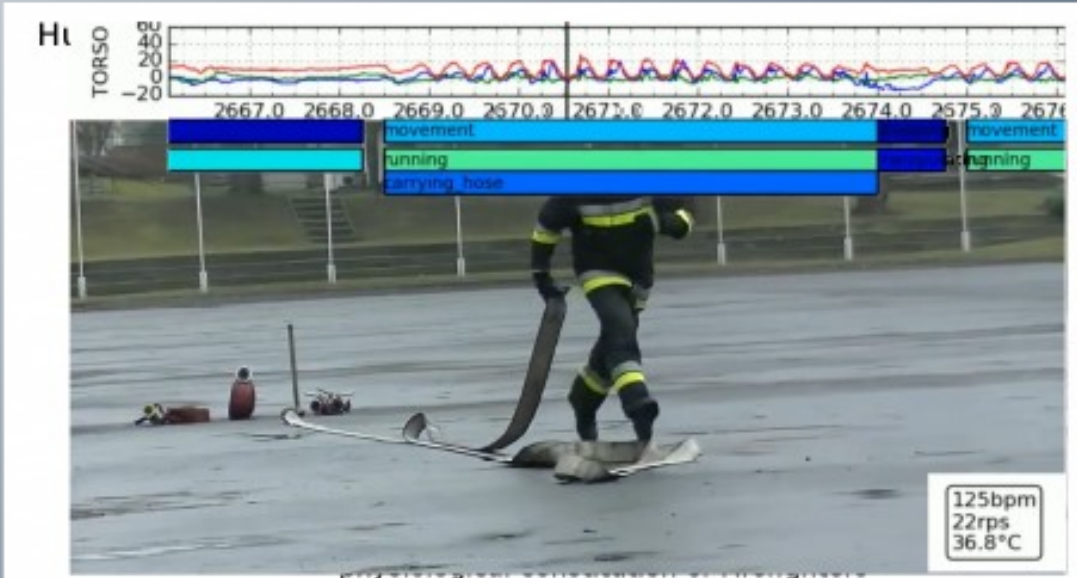
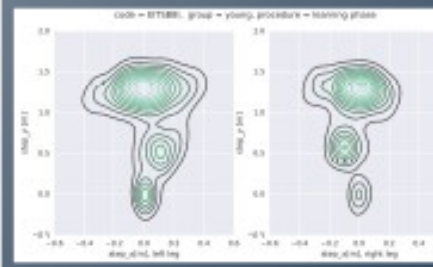
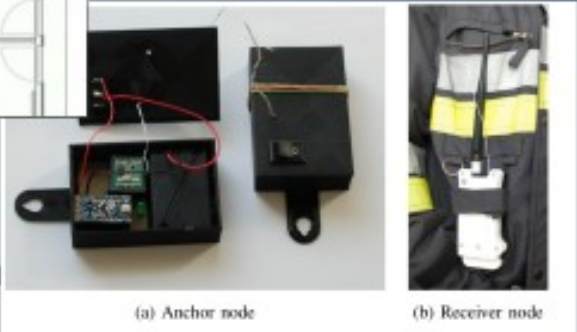




- 3D step reconstruction
- shoe mounted inertial sensors
- 700Hz resolution
- err = <1cm/step

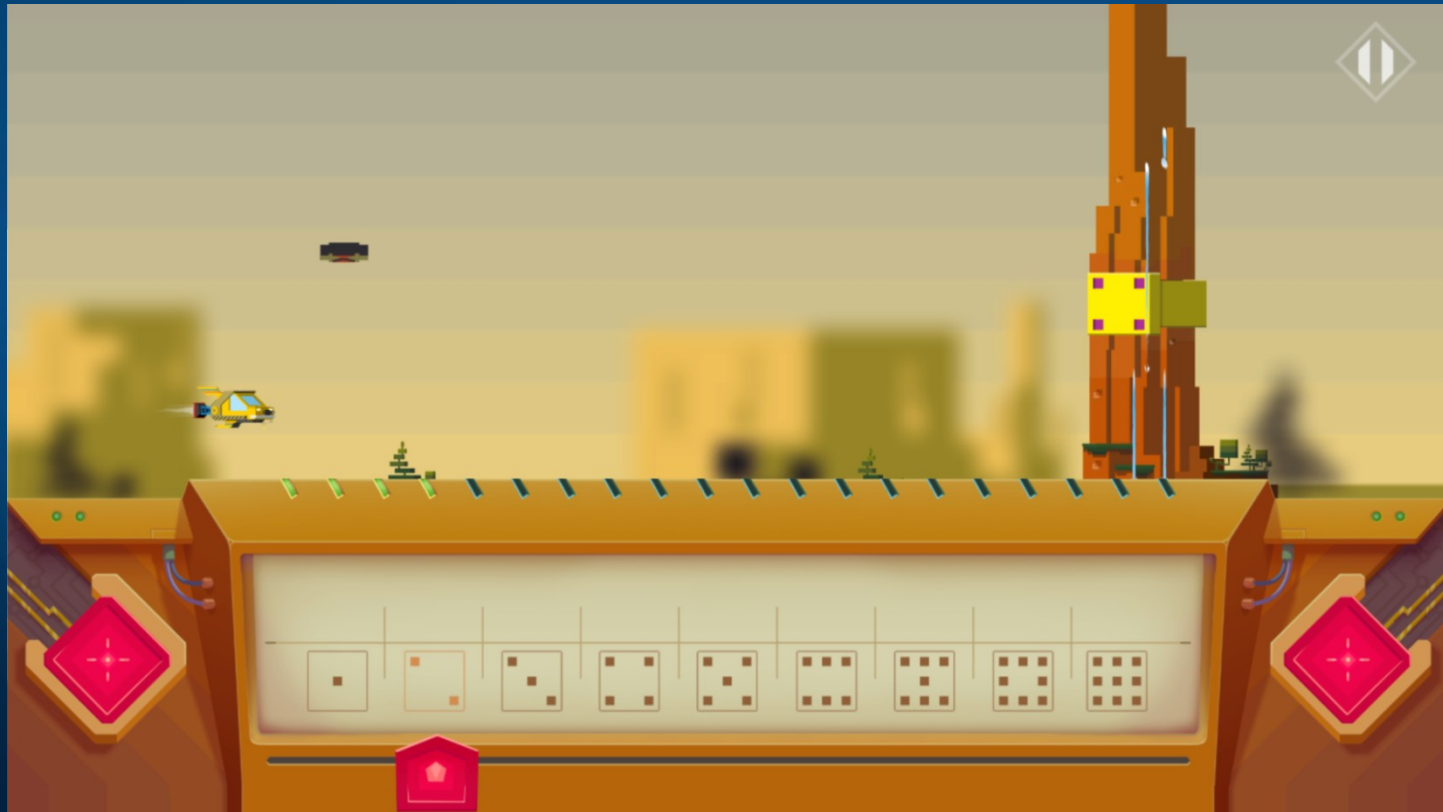


Indoor navigation: Infrastructure-based and inertial (infrastructure-free)
 Gait Analysis: fall-detection, 3d reconstruction

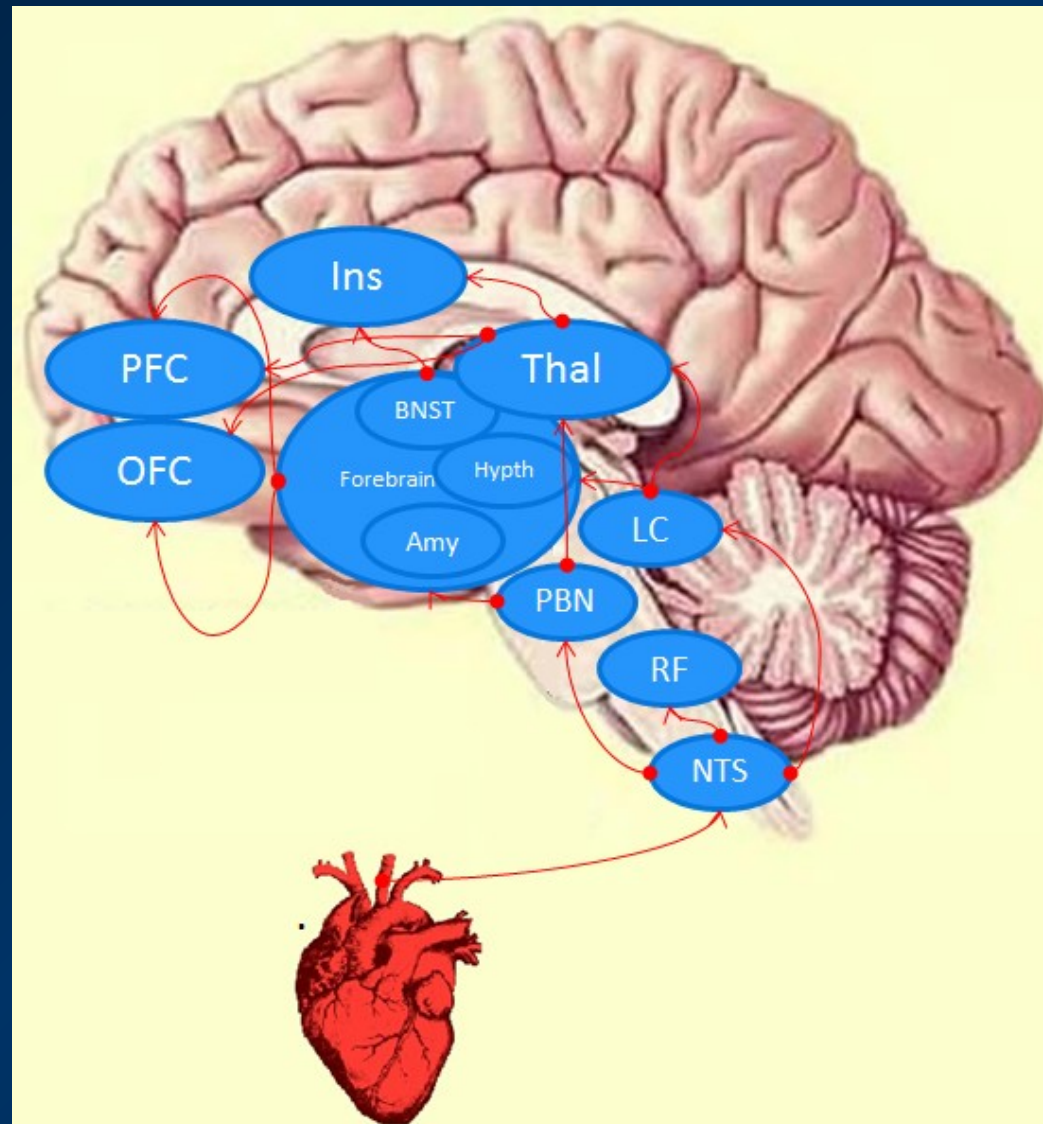


Trening poznawczy – gra „Kalkulilo”

- Głównym celem gry jest stymulacja mózgu sprzyjająca rozwinięciu u dzieci mentalnej osi liczbowej – podstawy porządkowania, liczenia i operacji arytmetycznych.
- Inne podobne: The Number Race i The Number Catcher (grupa Dehaene’a)



HRV: biofeedback serce-mózg



Zaburzenia świadomości i neurorehabilitacja

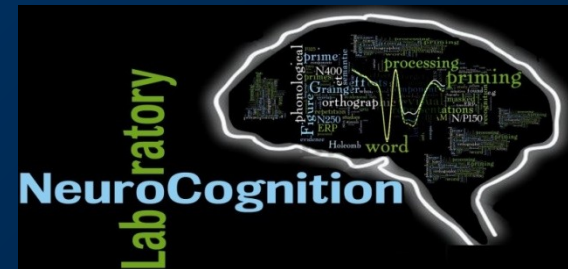
1. Monitorowanie parametrów układów fizjologicznych
2. Zintegrowana diagnostyka i terapia w zaburzeniach świadomości
3. System do głębokiej stymulacji mózgu?



Informatyka Neurokognitywna

Przykładowe tematy:

1. Symulacje i wizualizacje neurodynamiki oraz wektorów szeregów czasowych w oparciu o oryginalne metody
2. Symulacja funkcji pnia mózgu
3. Kanałopatie i zaburzenia psychiczne
4. Kreatywność komputerowa, wymyślanie nazw produktów.



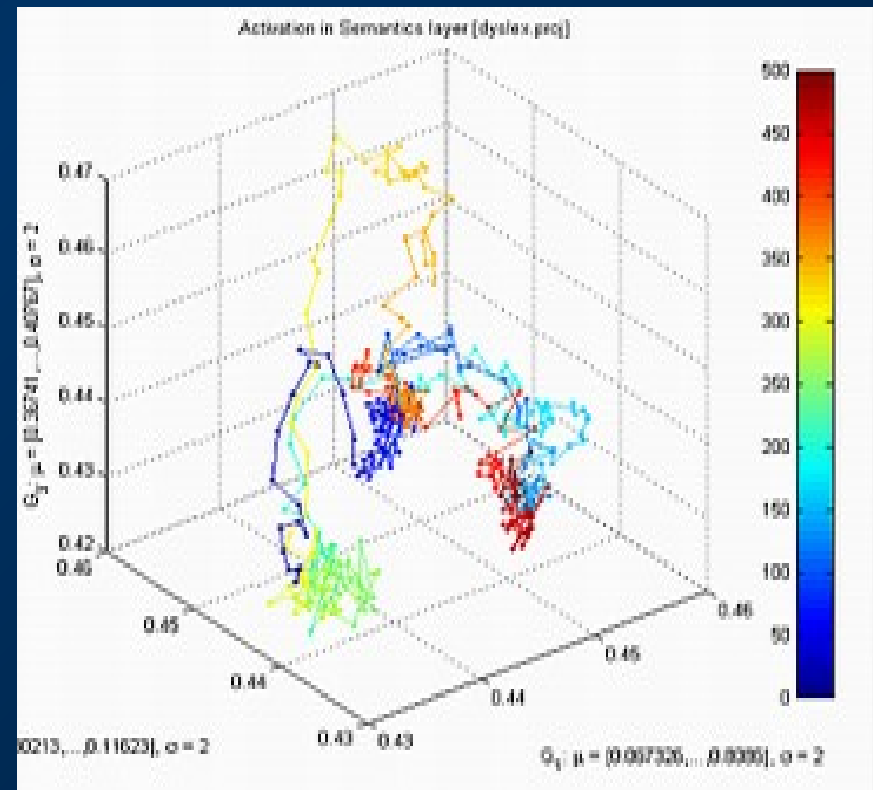
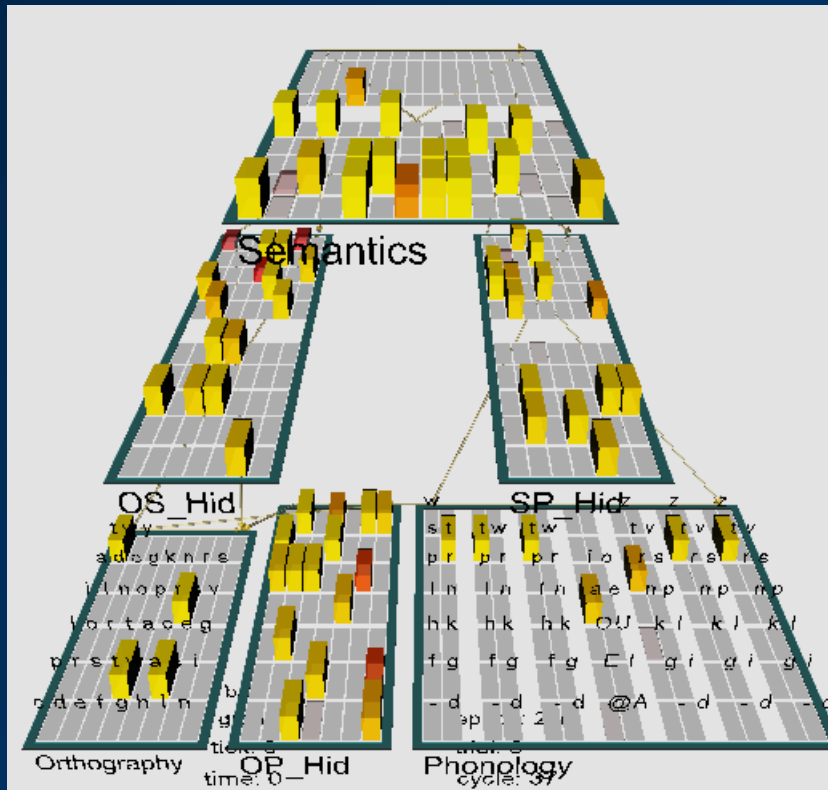
Informatyka neurokognitywna

Symulacje procesów poznawczych (pamięć, język, percepcja).

Symulacje zaburzeń i chorób psychicznych (autyzm).

Symulacje funkcji pnia mózgu i zaburzeń świadomości.

Symulacje procesów twórczych.



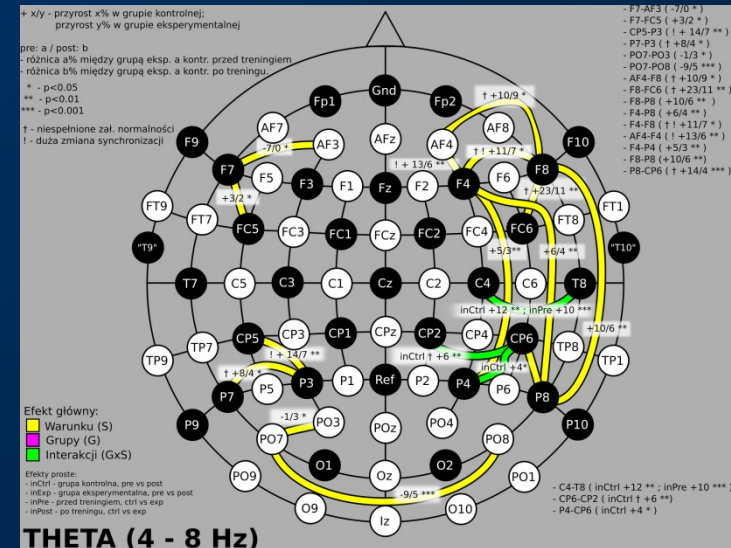
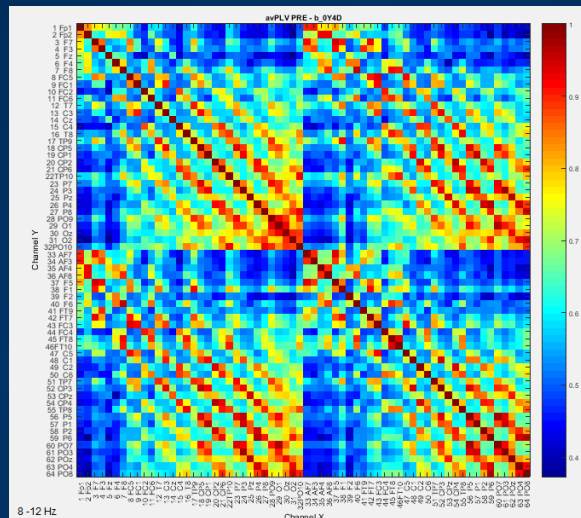
Analiza sygnałów

- Nowoczesna analiza sygnałów umożliwia osiągnięcie rezultatów kilka lat temu nieosiągalnych – klasyczne twierdzenie o próbkowaniu Nyquista-Shannona, podstawa analizy sygnałów, jest już zbędne w przypadku sygnałów rzadkich (sparse) – L1 norm magic!
- Zastosowania w przewidywaniu rekomendacji dla klientów, rekonstrukcji obrazów, analizie sygnałów biomedycznych, ... - wszędzie tam, gdzie potrzebna jest rekonstrukcja rzadkiego sygnału z niewielu próbek
- Nowoczesne metody segmentacji i reprezentacji sygnału umożliwiają klasyfikację sygnałów o bardzo zbliżonych parametrach statystycznych, przykładem niedawno przeprowadzona analiza sakad.
- Analiza sygnałów mózgu za pomocą odpornych metod estymacji liniowych może dawać estymaty o małej wariancji źródeł sygnałów EEG/MEG w trybie on-line, z wykorzystaniem przetwarzania równoległego: cf. MV-PURE estimator

Jak zmierzyć zmiany w działaniu mózgu na skutek treningów?

- Biomedical Signal Analysis
- Neuroinformatics
- Neuroimaging

$$PLV(a, b) = \frac{1}{T} \left| \sum_t e^{i\Phi(t)} \right|$$



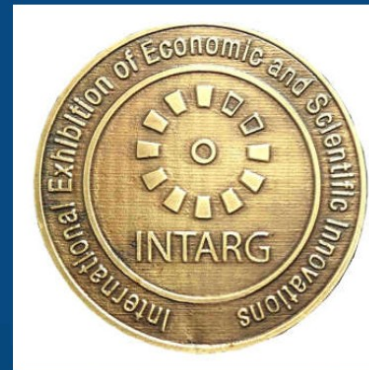
Medale 2015

Médailles d'Or du Concours Lépine & Prix Chambre et Sénat, 5/2015

Gold medal: INPEX, Pittsburg, USA, America's largest invention trade show, 6/2015.

Gold medal & Jury Cup: International Exhibition of Economic and Scientific Innovations INTARG, Krakow, 6/2015.

Gold medal: INNOVA EUREKA Brussels, 11/2015.



Potencjał badawczy

Rozwiązania sprzętowo-programowe.

1. Akcelerometria, okulometria, systemy wizyjne.
2. Sztuczna inteligencja, sieci neuronowe
3. Data mining, analiza danych, big data.
4. Internet semantyczny, analiza tekstów, technologie WWW
5. Analiza sygnałów, głosu, EEG/fMRI, neuroobrazowanie.
6. Bioinformatyka, modelowanie układów biologicznych.
7. Informatyka medyczna, testy psychometryczne, neuroinformatyka.
8. Technologie neurokognitywne: wspomaganie rozwoju niemowląt i dzieci, rozwój słuchu fonematycznego i pamięci roboczej u niemowląt i dzieci, zabawki i łożeczka interaktywne, testy przesiewowe, terapia dyskalkulii.
9. Spirografia: ocena stanu pacjentów z niedokrwiennym udarem mózgu.
10. Detekcja kłamstwa, stanu mentalnego, wykorzystanie fMRI, termowizji i innych technik.