



PERFORM: wieloczuJNIKOWY system, słuŻący do ciągłego monitorowania i oceny funkcji motorycznych osób z zaburzeniami neurodegeneracyjnymi

A so**P**histicat**E**d multi-pa**R**ametric system **FOR** the continuous effective assessment and **M**onitoring of motor status in Parkinson's disease and other neurodegenerative diseases progression and optimizing patients' quality of life

B. Kostek, A. Kupryjanow



Wprowadzenie

- Projekt PERFORM jest realizowany w ramach 7. Programu Ramowego Unii Europejskiej w kategorii Współpraca z zakresu tematu Zdrowie.
- Wykonywany jest przez międzynarodowe konsorcjum koordynowane przez firmę Siemens S.A. (Hiszpania), do którego należą kliniki uniwersytetów medycznych, uczelnie wyższe, ośrodki badawczo-rozwojowe i firmy



Wprowadzenie

- W wyniku realizacji projektu ma powstać system ciągłego, zdalnego monitorowania stanu motorycznego osób cierpiących na choroby zwyrodnieniowe układu nerwowego (w szczególności na chorobę Parkinsona).
- System ma umożliwić zdalne obserwowanie bieżącego stanu pacjentów oraz oceny poprawności i efektywności indywidualnie dobranego schematu ich leczenia, a także ewentualnej jego korekty.
- System będzie także miał możliwość łączenie własnych danych z danymi z innych źródeł, po to by poszerzyć bazę wiedzy, a następnie wykorzystać ją jako wejściowy materiał informacyjny dla zestawu inteligentnych komputerowych narzędzi decyzyjnych.



CELE DO OSIĄGNIĘCIA

- Ciągły monitoring i ocena stanu Pacjenta
- Detekcja symptomów przy użyciu pojedynczego zestawu czujników
- Wczesne wykrywanie postępów choroby i zmian stanu pacjenta
- Wspomaganie w leczeniu (prowadzeniu) pacjenta przy użyciu inteligentnych metod zdobywania wiedzy
- Prognoza przyszłego przebiegu choroby uzależniona od charakterystyki danego pacjenta

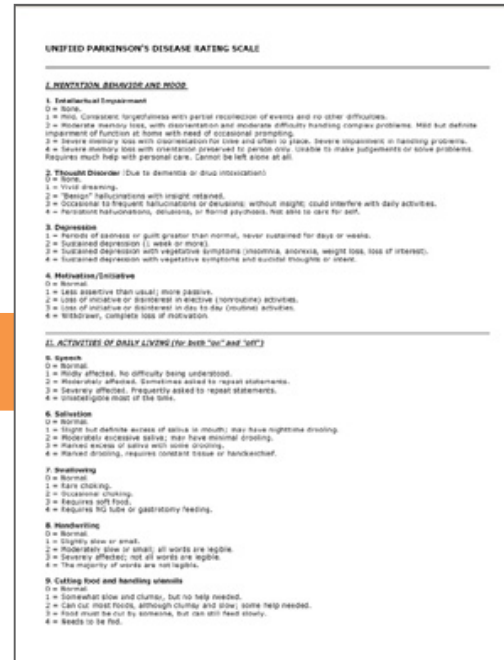




Cele medyczne – stan aktualny

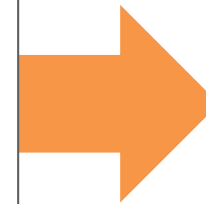


Lekarz próbuje odtworzyć stan pacjenta z ostatnich dni i nocy



Lekarz wykonuje test UPDRS lub inne badania w celu określenia stanu pacjenta

Pacjent odwiedza klinikę raz na kilka miesięcy

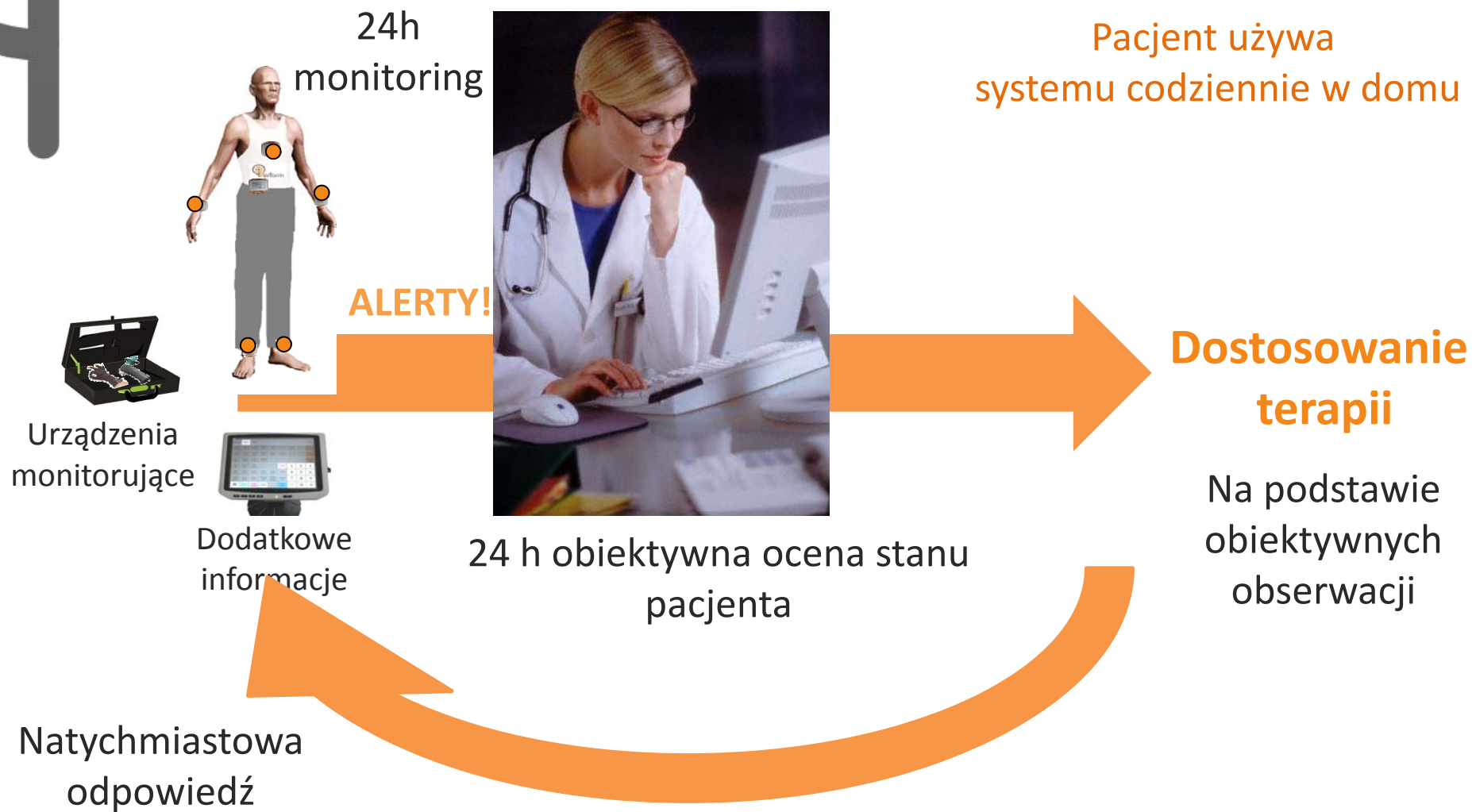


Dostosowanie terapii

Na podstawie obserwacji podczas wizyty pacjenta w klinice i subiektywnych ocen pacjenta lub jego opiekuna



Cele medyczne – system PERFORM





Cele medyczne

Krótkoterminowe

- 24h obiektywna ocena stanu pacjenta
- Rozpoznawanie stanu **zakończenia działania ostatniej dawki** lekarstwa
- **Możliwość dostosowania** terapii to przebiegu choroby charakterystycznego dla danego pacjenta
 - Harmonogram przyjmowania leków
 - Harmonogram i kompozycja posiłków
- Rozpoznawanie **zmian w reakcji pacjenta** na terapię
- Natychmiastowy dostęp do **ogólnej informacji o pacjencie**
- Szybki dostęp do **szczegółowych informacji o pacjencie**



Cele medyczne

Długoterminowe

- Obiektywna ocena terapii
- Obserwacja postępów symptomów choroby w czasie
- Rozpoznawanie zmian/reakcji pacjenta na zmianę terapii



Cele medyczne

Zaprojektowanie, wdrożenie i walidacja systemu wielo-sensorycznego, służącego do ciągłego monitorowania i oceny stanu motoryki ruchów osób z chorobami neurodegeneracyjnymi

Zaburzenia/choroby neurodegeneracyjne

- Stopniowa utrata zdolności ruchowych
- Pojawianie się nowych symptomów - zaburzeń motorycznych
- Paraliż – niezdolność do wykonywania ruchu

Choroba Parkinsona:

- Postępowanie choroby uzależnione od leczenia
- Dienne zmiany (fluktuacje) stanu pacjenta ([on/off](#))

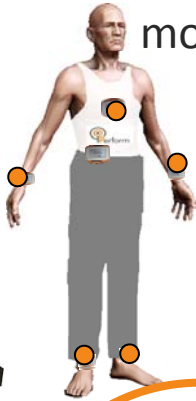
Stwardnienie zanikowe boczne:

- Szybki progres choroby
- Dzienny stan pacjenta jest stabilny

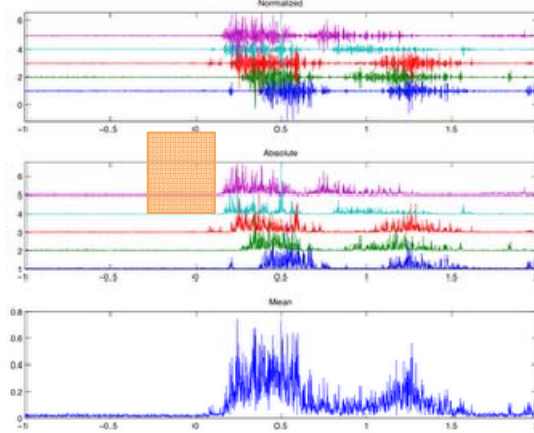


Cel

24h monitorowanie



Informacje dodatkowe



Urządzenia do testów



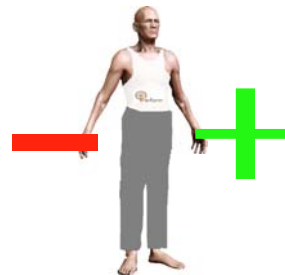
Uaktualniona diagnoza



Sugerowane zmiany leczenia



Ocena postępu choroby



Monitorowanie Pacjenta

Detekcja i określenie symptomów

Tworzenie profilu pacjenta

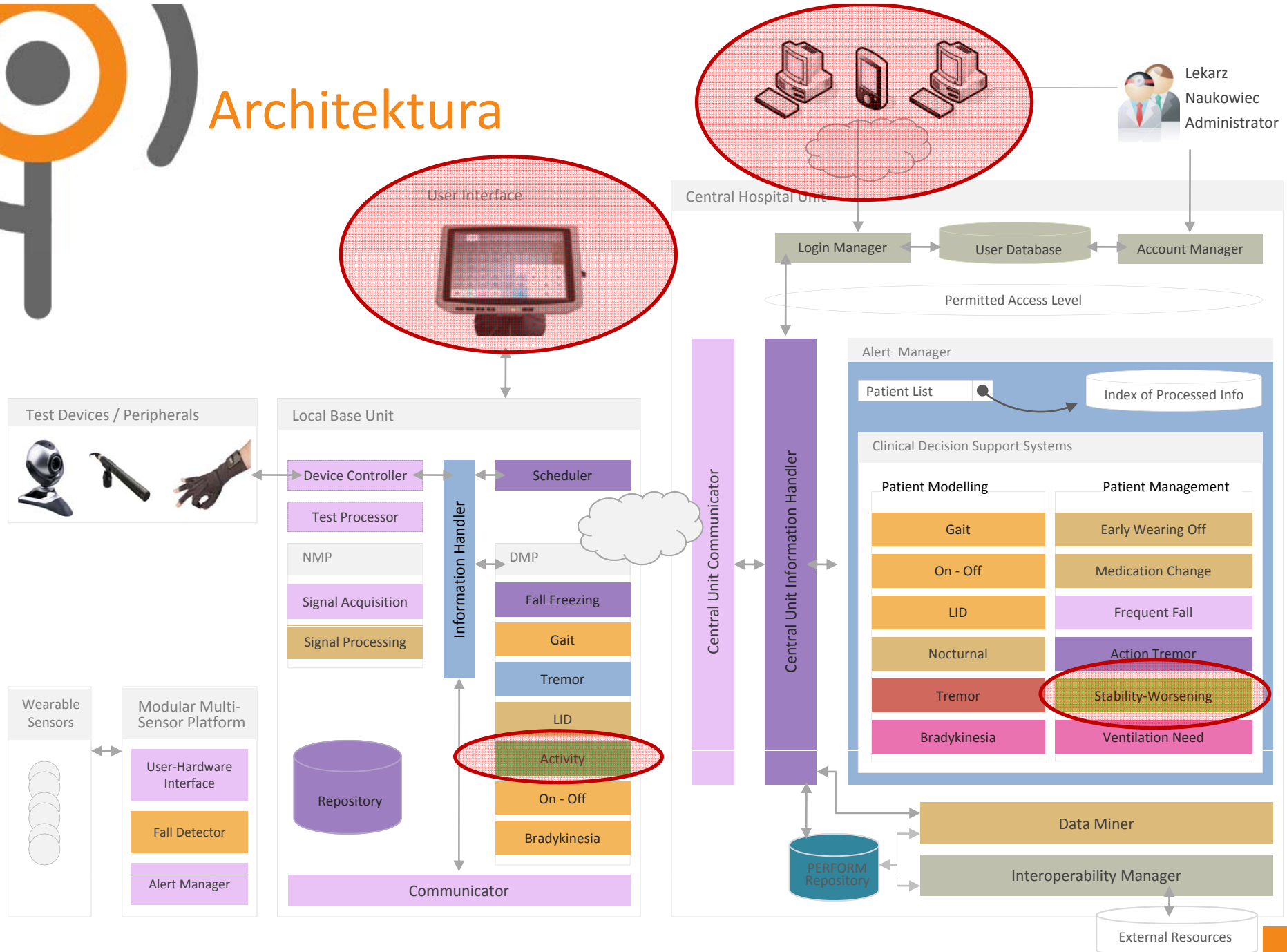


Architektura systemu PERFORM

- Organizacja i architektura systemu PERFORM zakłada, że dane medyczne zbierane będą przez znajdujący się u pacjentów, specjalnie do tego celu zaprojektowany sprzęt składający się z szeregu specjalistycznych, zminiaturyzowanych sensorów oraz z komputera osobistego (lub innego tego typu urządzenia) z odpowiednim oprogramowaniem (**LBU – Local Base Unit**).
- Sprzęt ten będzie przekazywał dane do komputera jednostki opieki medycznej (**CHU – Central Hospital Unit**), w którym zostaną one zmagazynowane, odpowiednio przetworzone i dostarczone lekarzom-specjalistom w formie, która ułatwi im podjęcie odpowiednich decyzji diagnostycznych (i/lub ujawni nierozpoznane dotąd związki i trendy)



Architektura

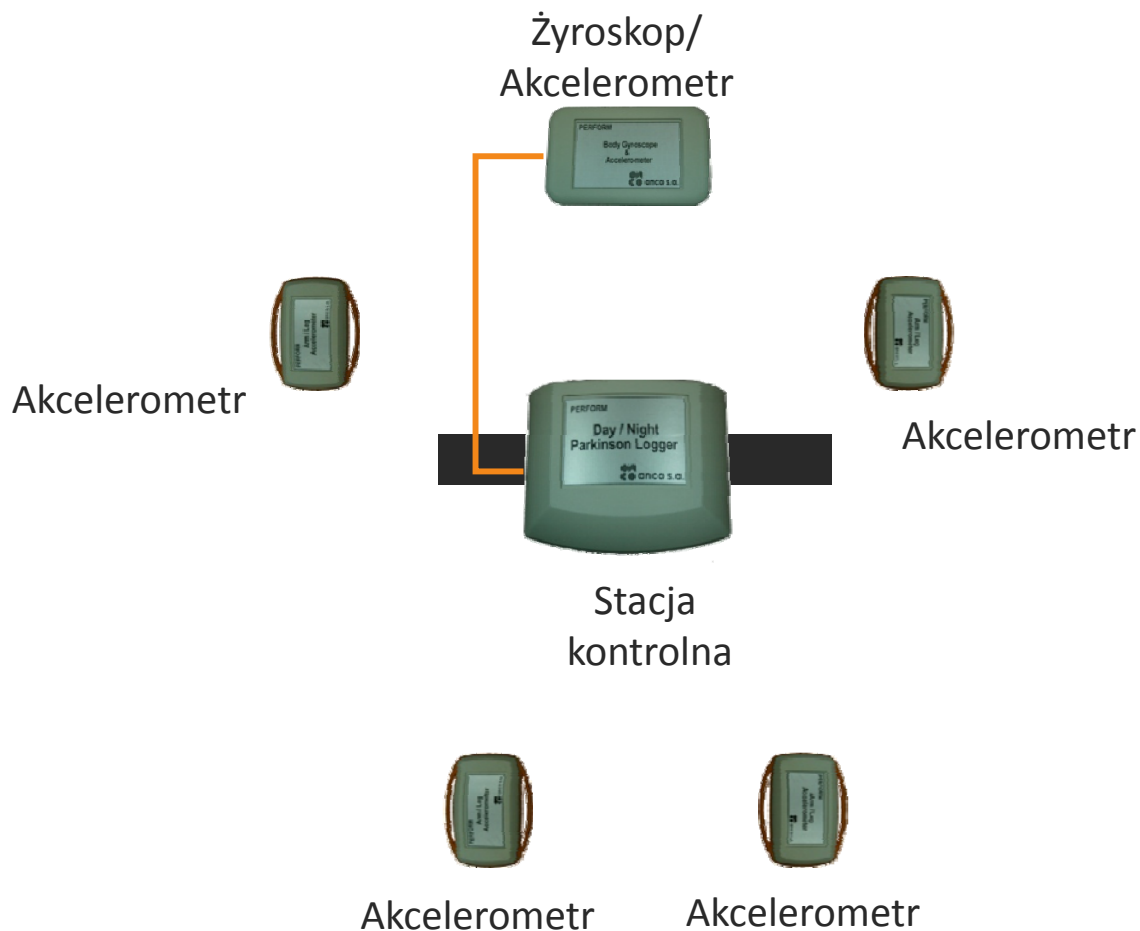


System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego



System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego



Czujnik EOG



Czujnik SpO₂



Stacja kontrolna



Akcelerometr



System PERFORM

1



Urządzenia
do monitoringu
dziennego

2



Urządzenia
do monitoringu
nocnego

3



Local Base Unit

Oprogramowanie:
Odbiór sygnałów pacjenta
Detekcja i określenie symptomów
Interfejs dotykowy w celu rejestracji danych
dotychczasowych



System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego

3



Local Base Unit



Wirtualna rękawica

Żyroskop/
Akcelerometr



Stacja kontrolna

+ Kamera
+ Mikrofon
wbudowane w
Local Base Unit

4



Urządzenia do testów PD



Wirtualna rękawica



Akcelerometr



Akcelerometr



System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego

3



Local Base Unit



Uścisk

Goniometr

Goniometr



Spirometr



Stacja kontrolna

Goniometr

4



Urządzenia do testów PD

5



Urządzenia Goniometr do testów ALS



System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego

3 Oprogramowanie do rejestracji i przetwarzania wyników testów



Local Base Unit

ŚIEĆ INTERNETOWA



6



Central Hospital Unit

Oprogramowanie:
Profile pacjenta
Określenie postępu choroby
Wspomaganie decyzji zmiany leczenia

4-5



Urządzenia do testów PD, PD i ALS



Urządzenia do testów ALS



System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego

3



Local Base Unit

4-5



Urządzenia do testów PD i ALS

6



Central Hospital Unit





System PERFORM

1



Urządzenia do monitoringu dziennego

2



Urządzenia do monitoringu nocnego

3



Local Base Unit

4-5



Urządzenia do testów PD i ALS

Oprogramowanie:

Odbiór sygnałów pacjenta

Detekcja i określenie symptomów

Interfejs dotykowy w celu rejestracji danych dodatkowych

6

Oprogramowanie do rejestracji i przetwarzania wyników testów

Oprogramowanie:

Profile pacjenta

Określenie postępu choroby

Wspomaganie decyzji zmiany leczenia

Central Hospital Unit





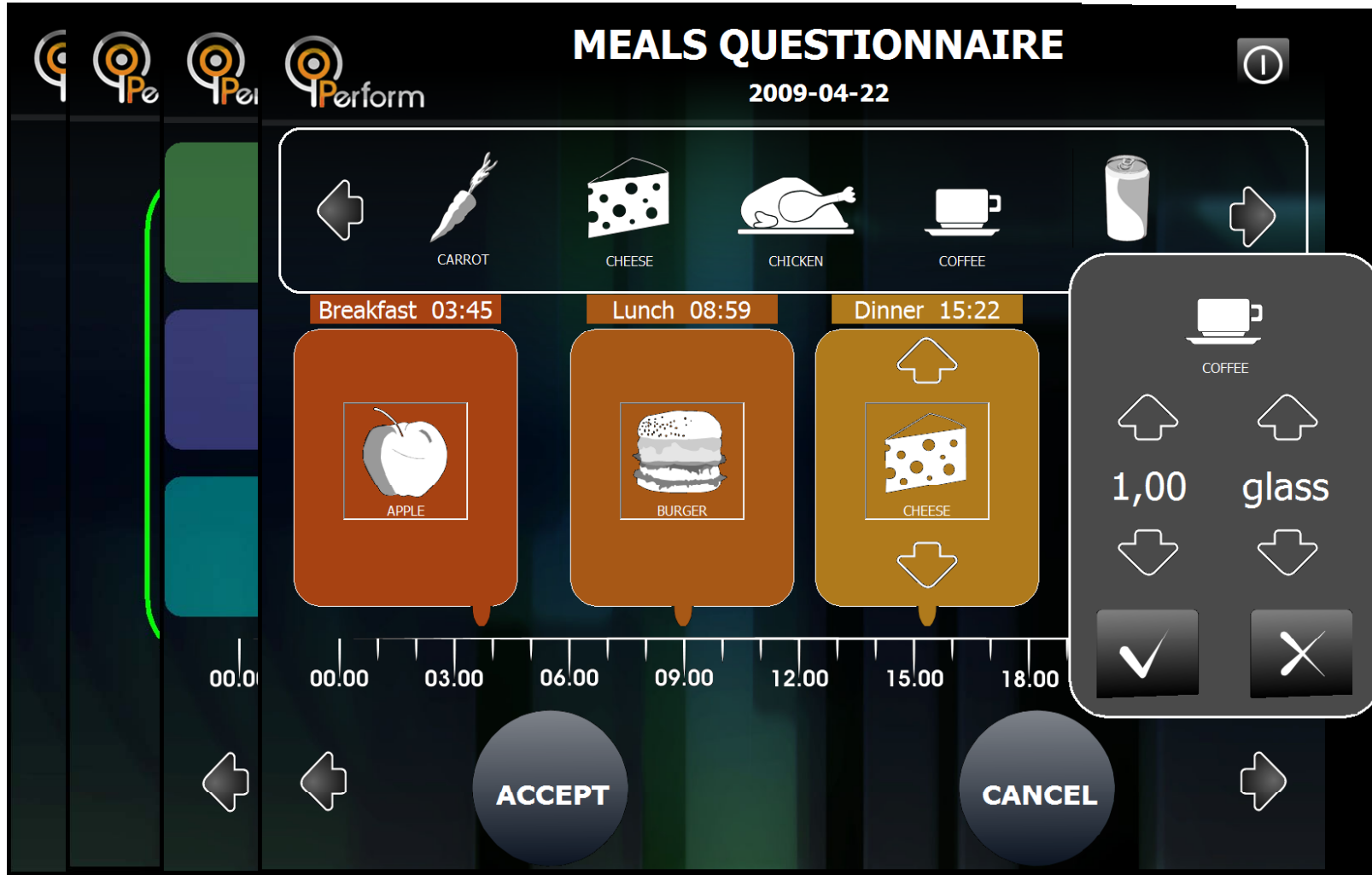
Zadania realizowane w Pol. Gdańskiej

- Zadania z obszarów inteligentnych metod eksploracji danych, przetwarzania sygnałów oraz interfejsów multimodalnych.
- Prace nad interfejsem multimodalnym komputera pacjenta (LBU). Interfejs będzie stosowany jako uzupełnienie pomiarów sensorów o dane, które nie są za ich pomocą mierzalne.
- System będzie również generował przypomnienia o konieczności brania leków i alarmy w przypadkach, gdy stan pacjenta niebezpiecznie pogorszy się.



Zadania realizowane w Pol. Gdańskiej

- Interfejsy multimodalne (interakcja pacjenta z systemem)





Zadania realizowane w Pol. Gdańskiej

- Przetwarzanie i wstępna obsługa sygnałów pochodzących z sensorów stanu motorycznego pacjenta, co umożliwi zdefiniowanie optymalnego wektora cech dla dalszego przetwarzania w jednostce centralnej oraz przeprowadzenie wstępnej klasyfikacji danych pacjenta (klasyfikacja stanu ruchu pacjenta – np. chód, itp.).
- Prace badawcze nad wyłonieniem odpowiedniego zestawu technik eksploracji całej bazy wiedzy powstałej po procesie połączenia dostępnych danych oraz zaproponowanie optymalnych i najbardziej wiarygodnych technik dla projektowanych narzędzi decyzyjnych systemu diagnostycznego.

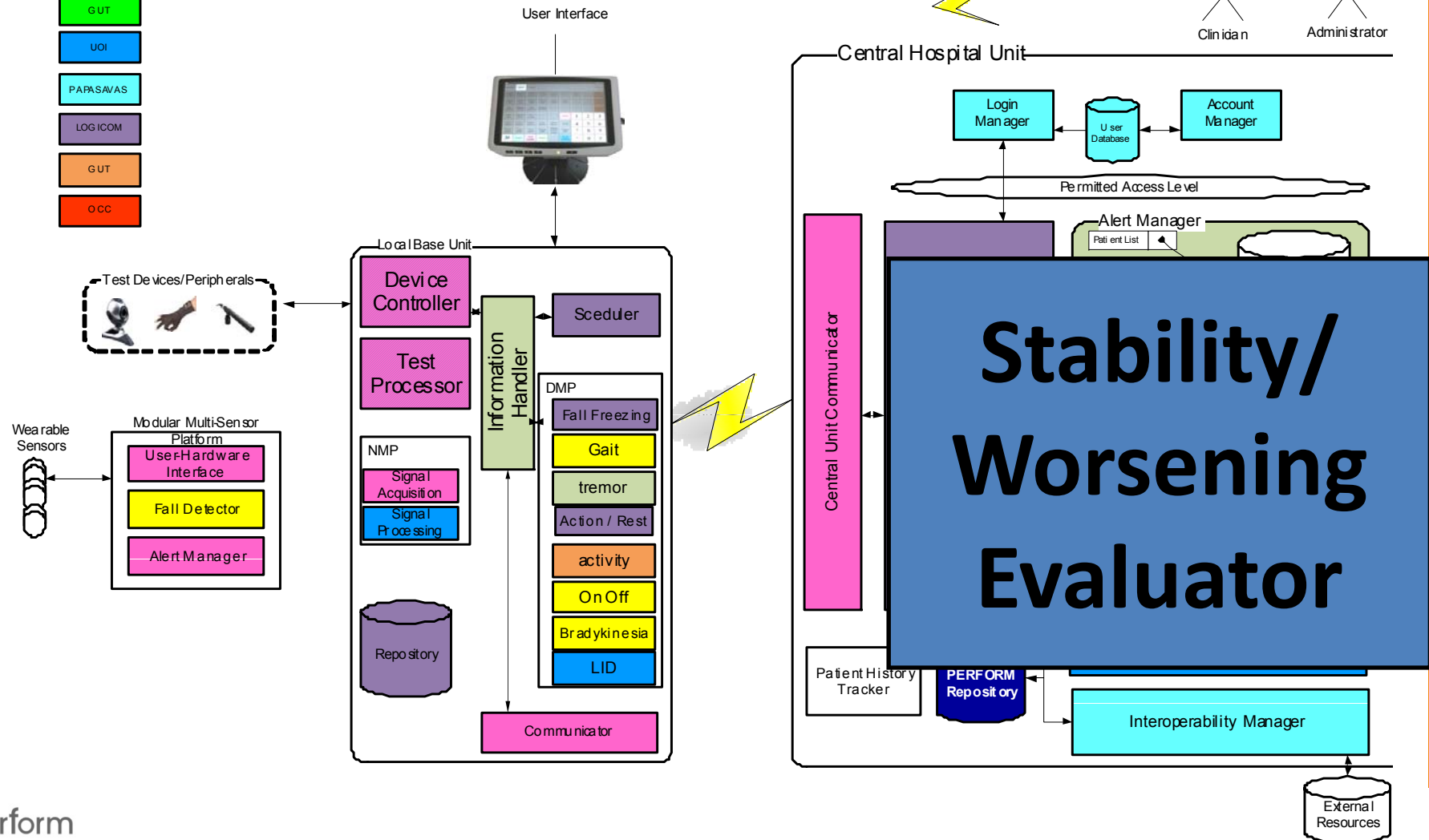
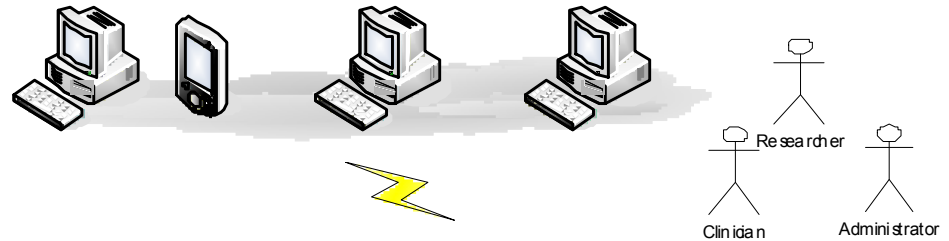


Klasyfikatory aktywności

- Rozpoznawane aktywności:
 - chód (informacje do modułu *Gait* i *FOG*)
 - ruch rąk (informacja do modułu *Bradykinesia*)
- Analiza aktywności podczas staniu on i off
- Algorytmy wytrenowane w oparciu o grupę testową 33 osób chorych i zdrowych

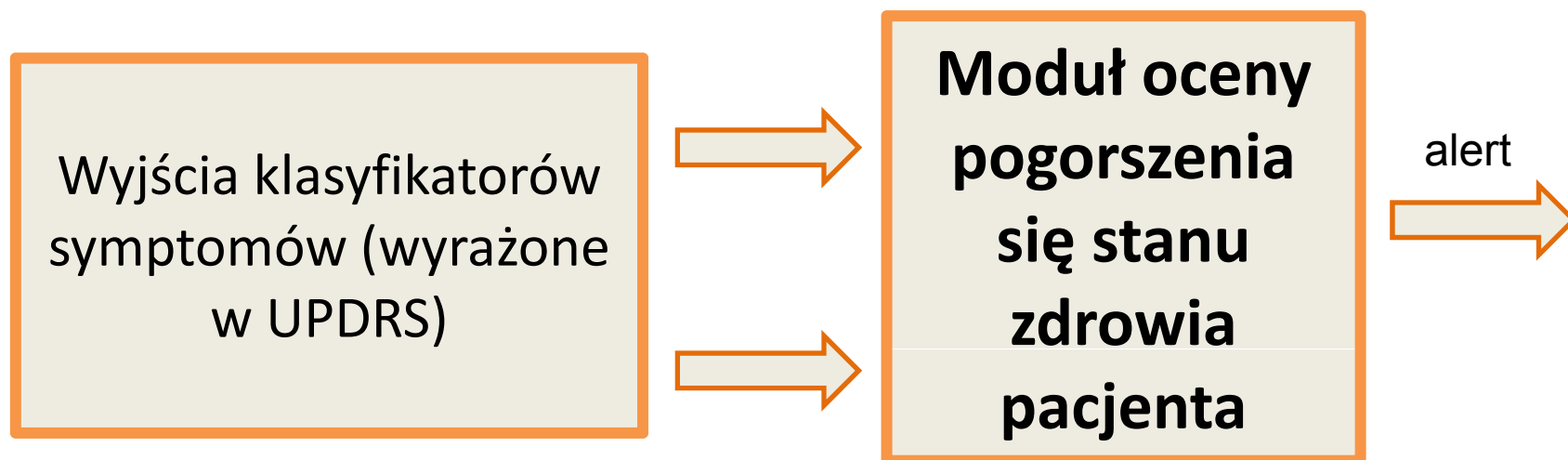
Lokalizacja w systemie PERFORM

- ANCO
 - OXS
 - UPM
 - GUT
 - UOI
 - PAPASAVAS
 - LOGICOM
 - GUT
 - OCC
- ANC O & Others



Ogólna zasada działania modułu

- **Moduł oceny pogorszenia się stanu zdrowia pacjenta** jest ostatnim elementem decyzyjnym systemu. Wejściami tego modułu są wyjścia pozostałych klasyfikatorów wyrażone w UPDRS (0-4).
System PERFORM umożliwia wyznaczenie następujących wartości UPDRS: UPDRS 13, 14, 20, 21, 23, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 39.
- Wyjściem modułu jest alert informujący o ewentualnym pogorszeniu się zdrowia pacjenta (wartości aktualne UPDRS są porównywalne z wartościami historycznymi zapisanymi w bazie danych projektu PERFORM).



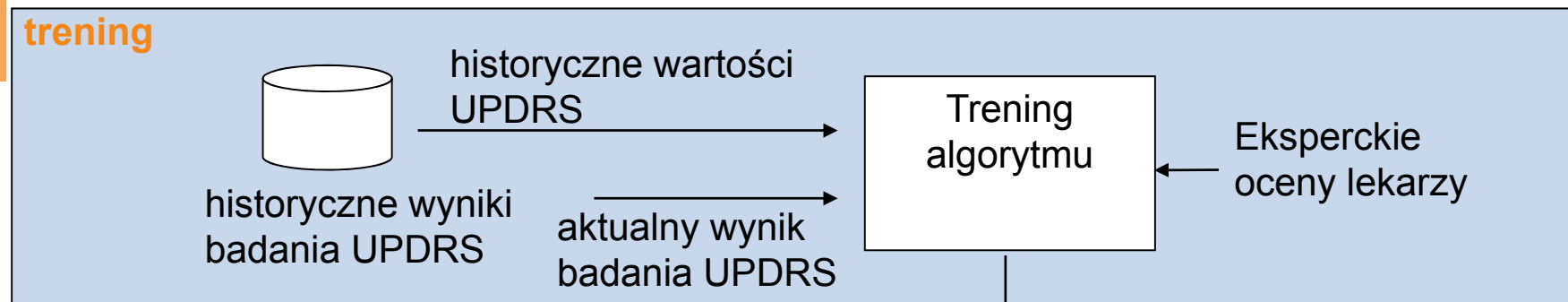


Założenia modułu

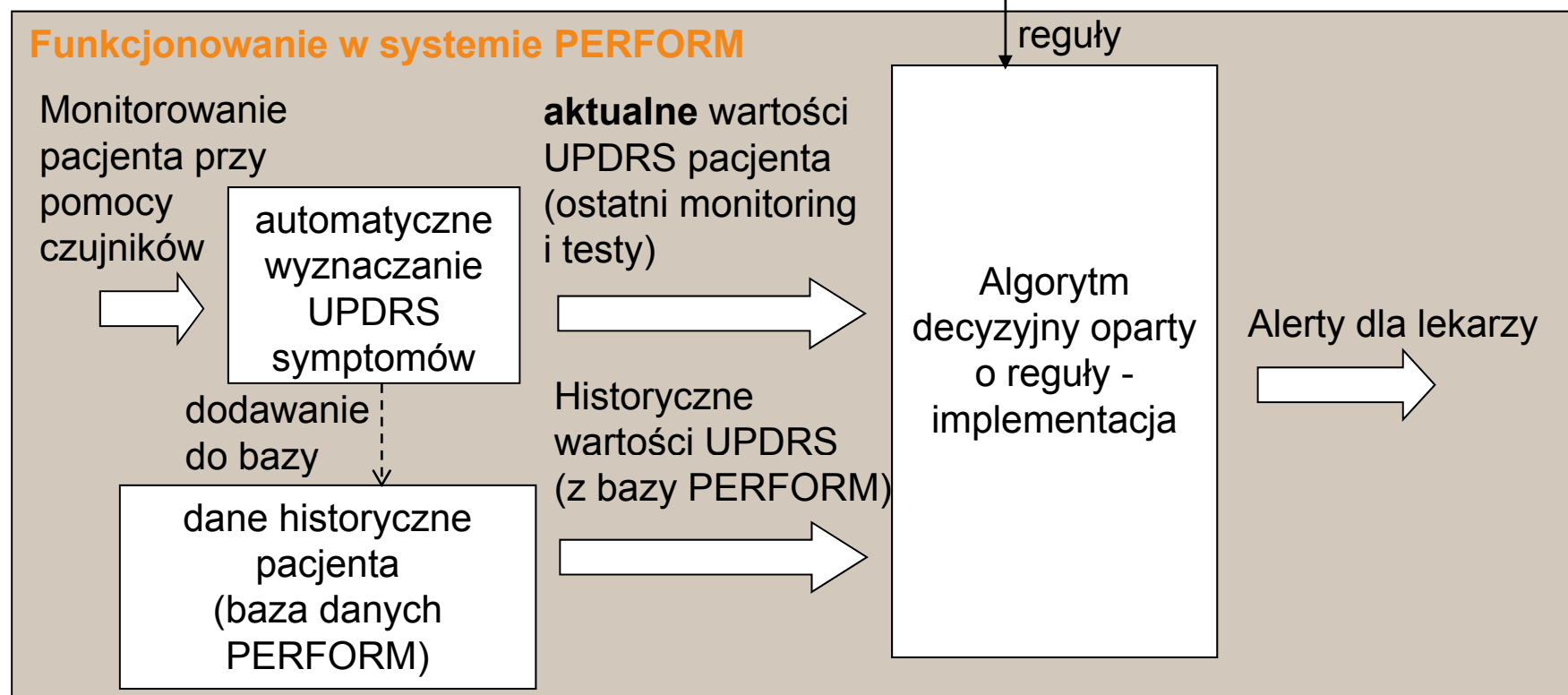
- Wartości UPDRS wybranych symptomów są automatycznie wyliczane podczas monitorowania pacjenta w domu (głównie symptomy motoryczne),
- Obliczane wartości są zapisywane w bazie danych. W każdym momencie istnieje możliwość dostępu do danych historycznych z dowolnego dnia i dla danego pacjenta,
- Moduł bada zmiany wartości UPDRS dla danego pacjenta i automatycznie wykrywa pogorszenie się stanu zdrowia pacjenta. W przypadku wykrycia takiego stanu zgłasza odpowiednie ostrzeżenie (ALERT).

Trening i funkcjonowanie modułu

trening



Funkcjonowanie w systemie PERFORM





Zbiór reguł

- Wiedzę do wygenerowania reguł zebrano z kwestionariuszy lekarzy oceniających pary historycznych i aktualnych wartości UPDRS
- Do generacji reguł zastosowano metodę zbiorów przybliżonych. Metoda ta najlepiej nadaje się do obróbki danych takich kwestionariuszy, w których może wystąpić brak danych, sprzeczne dane, itp.

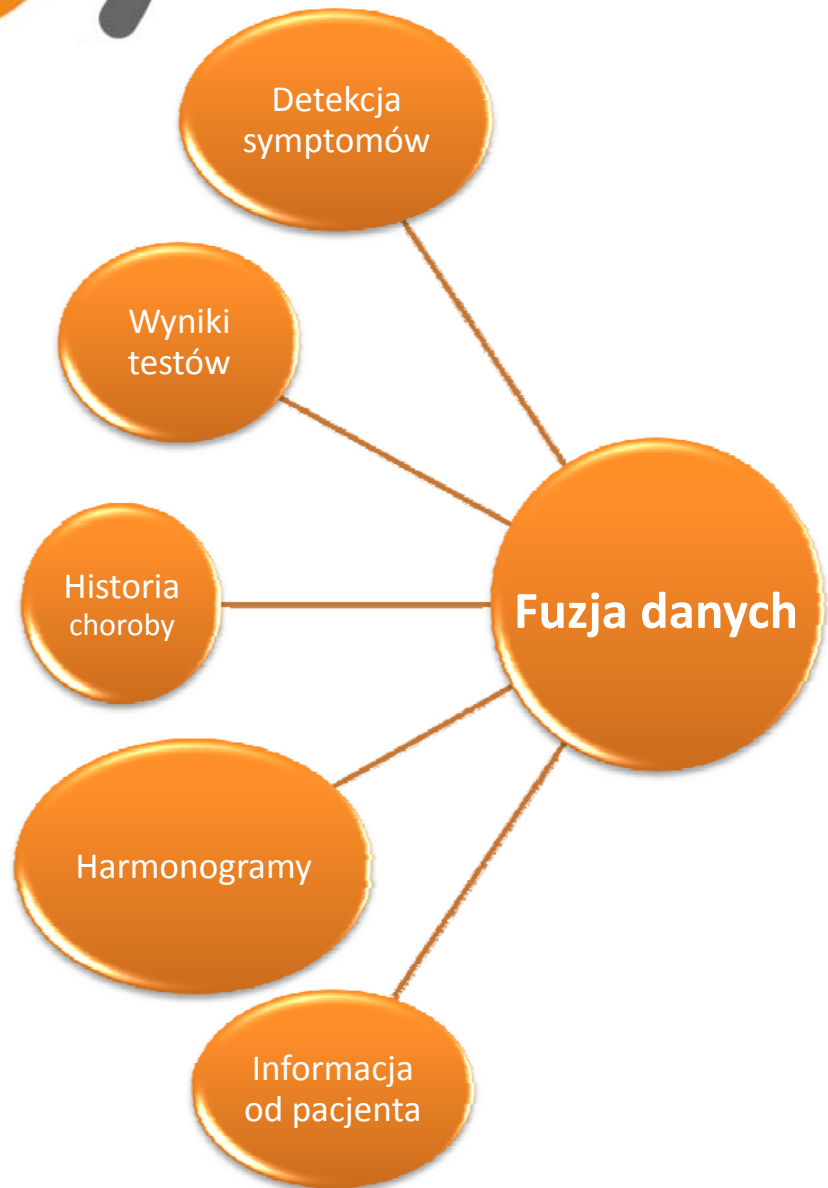
Przykład wygenerowanej reguły:

**jeśli (Δ UPDRS14>1) i (Δ UPDRS 23>2) i (Δ UPDRS 25>1) i
(Δ UPDRS 31>2)=> OUT= alarm (alert wysokiego priorytetu)**

- Reguły wygenerowane w konkretnym przypadku są zaprezentowane lekarzowi do weryfikacji. Dzięki temu lekarz ma informację, które symptomy wpłynęły na decyzję systemu.



System PERFORM



Wspomaganie decyzji w celu lepszej diagnozy, leczenia i „prowadzenia” pacjentów