



Internet Rzeczy: eZdrowie

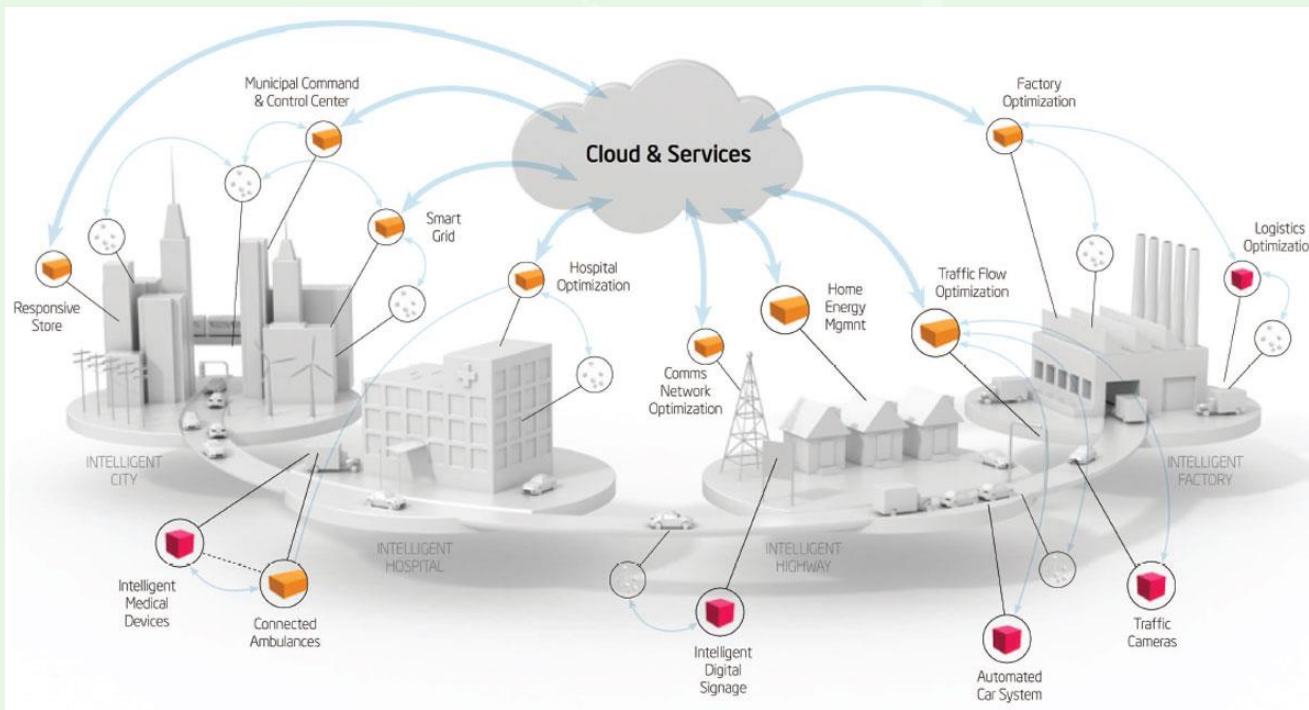
Michał Kosiedowski

Plan wykładu i ćwiczeń

- Krótki wstęp
- Przykładowe projekty PCSS w zakresie Internetu Rzeczy w obszarze eZdrowia
 - Fit4Work
 - Insension
- Wspomaganie procesów diagnostycznych – Mikołaj Buchwald

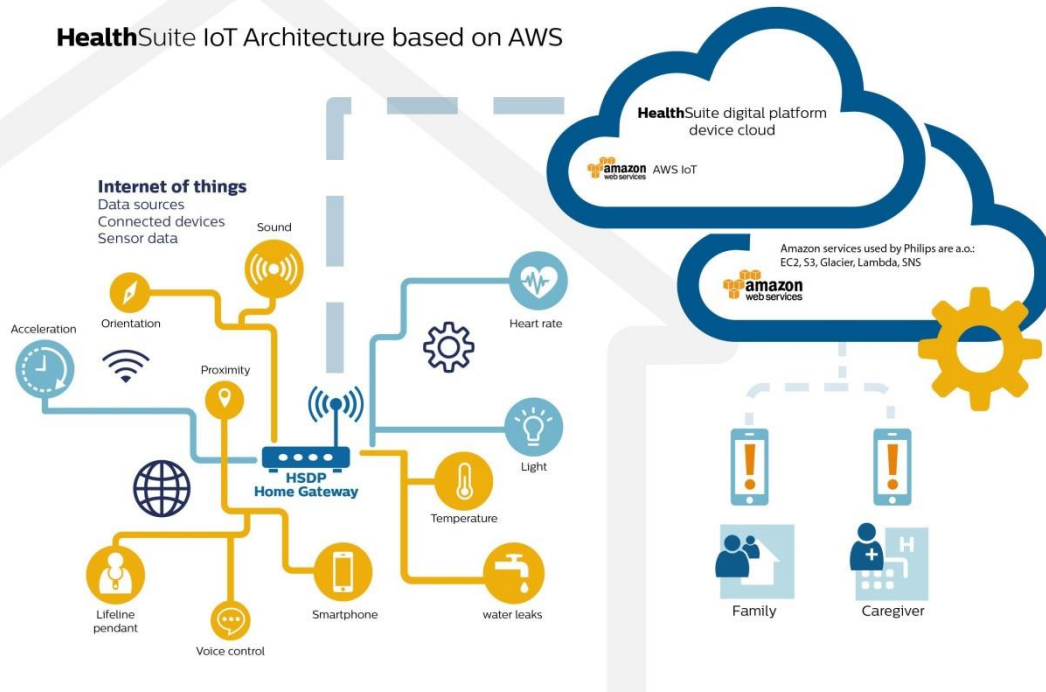
Czym jest Internet Rzeczy w obszarze eZdrowia?

Wizja Intel



Wizja Philips

HealthSuite IoT Architecture based on AWS



Fit4WORK

www.fit4work-aal.eu

SELF-MANAGEMENT
OF PHYSICAL AND MENTAL FITNESS
OF OLDER WORKERS



CO-FUNDED BY



AAL
PROGRAMME



EFMD
EXECUTIVE AGENCY FOR
HIGHER EDUCATION,
RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION
PROVISION AND CREATIVITY FUNDING



REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION,
SCIENCE AND TECHNOLOGY



PARTNERS



UNIE KBO



SGS

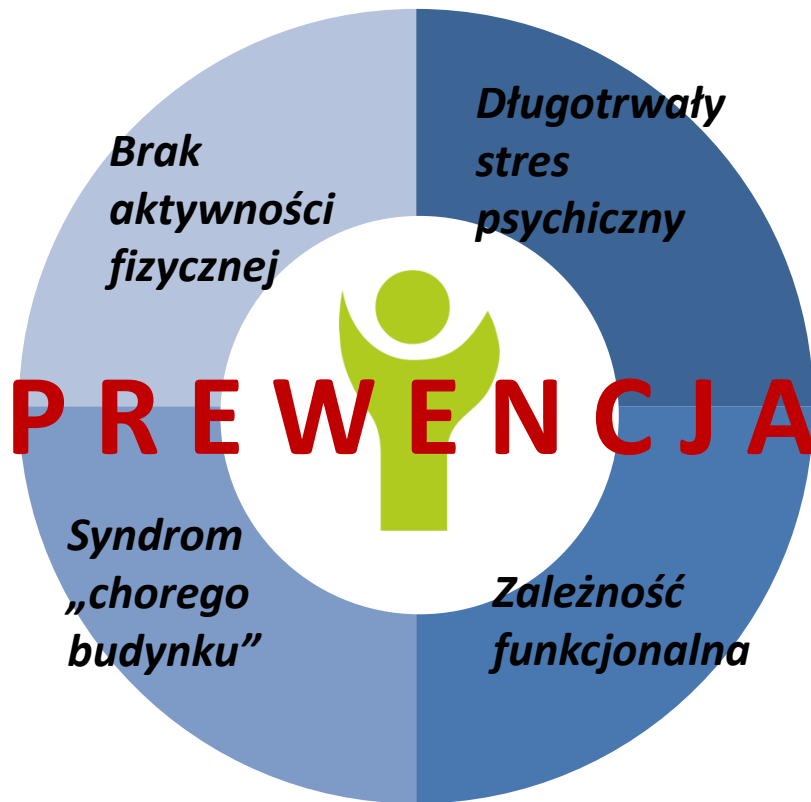
teXmnet
transforming technology



Cel projektu

Stworzenie innowacyjnego, łatwego w użytkowaniu i dyskretnego systemu wspomagającego starszych pracowników w redukcji wpływu i zarządzaniu stresem fizycznym, psychicznym i środowiskowym wynikającym z wykonywania pracy

Cel działania systemu



Fit4WORK

www.fit4work-aal.eu

SELF-MANAGEMENT
OF PHYSICAL AND MENTAL FITNESS
OF OLDER WORKERS



CO-FUNDED BY



AAL
PROGRAMME



EFMD
EXECUTIVE AGENCY FOR
HIGHER EDUCATION,
RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION
PROVISION AND CREATIVITY FUNDING



REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION,
SCIENCE AND TECHNOLOGY

PARTNERS



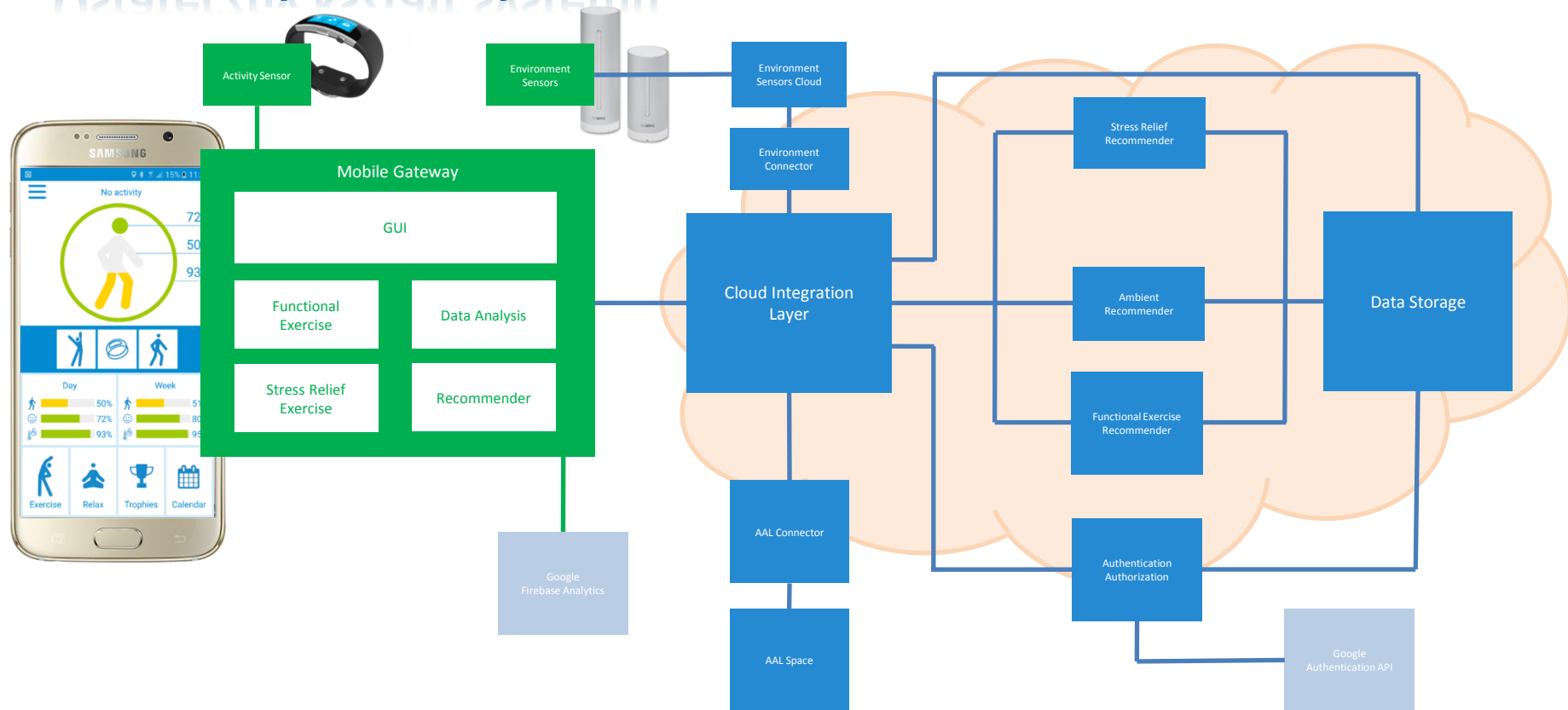
Wizja systemu



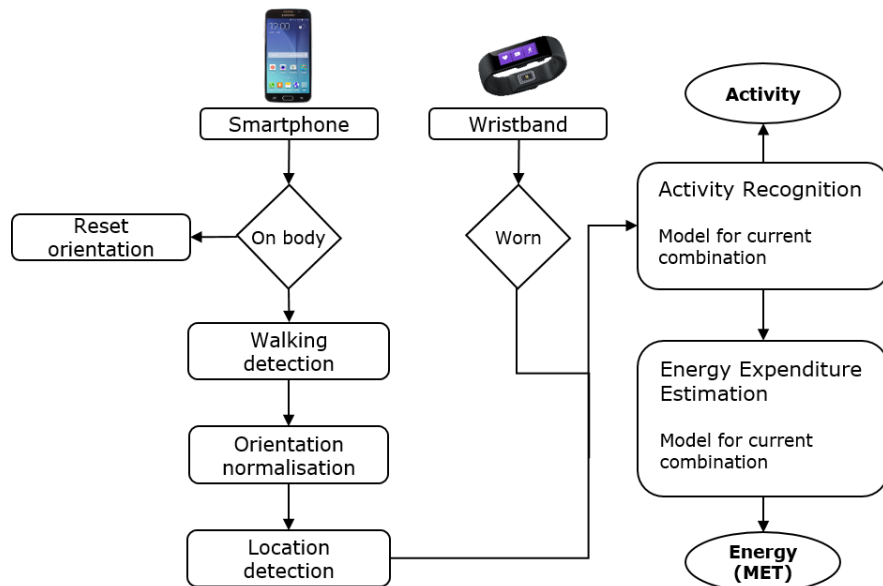
Potrzeba: co wiedzieliśmy przed projektem?

- Aktywność fizyczna
 - rekomendacje Światowej Organizacji Zdrowia
 - minimum 200 kcal zużytej energii wynikającej z aktywności fizycznej wykraczającej poza normalne funkcjonowanie dziennie
 - minimum 150 minut średniej lub 75 minut intensywnej aktywności fizycznej w tygodniu
- Stres psychiczny
 - stres psychiczny można obserwować w reakcjach fizjologicznych (zmiana częstości skurczów serca i ich rytmu, zmiana temperatury ciała, pocenie się)
 - redukcja stresu psychicznego: powszechnie stosowane proste ćwiczenia relaksacyjne, pierwszy raz opisane około 100 lat temu
- Jakość środowiska pracy
 - normy dotyczące zakresów w jakich parametry środowiska (temperatura powietrza, wilgotność powietrza, stężenie CO₂ w powietrzu, ...) są „zdrowe” dla człowieka

Ostateczny kształt systemu



Monitorowanie poziomu aktywności fizycznej

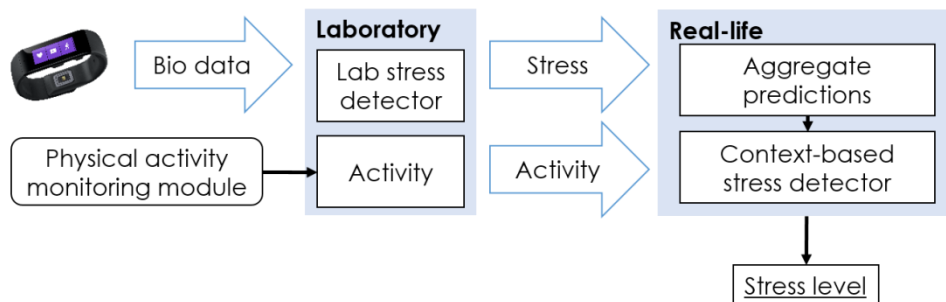


| Module | Smartphone | | | | |
|-----------|------------|----------|--------|------|-----------|
| | Wristband | Trousers | Jacket | Bags | Bodymedia |
| AR [%] | 88.4 | 87.9 | 78.9 | 79.5 | / |
| EEE [MET] | 0.87 | 0.87 | 0.92 | 1.15 | 1.0 |

Rekomendacje:

- Cel dzienny
 - aktywność fizyczna ponad 200 kcal
 - co najmniej jedna aktywność ciągła o umiarkowanej intensywności trwająca ponad 10 minut
- Cel tygodniowy
 - co najmniej 150 minut umiarkowanej lub 75 minut intensywnej aktywności fizycznej

Wykrywanie stresu psychicznego

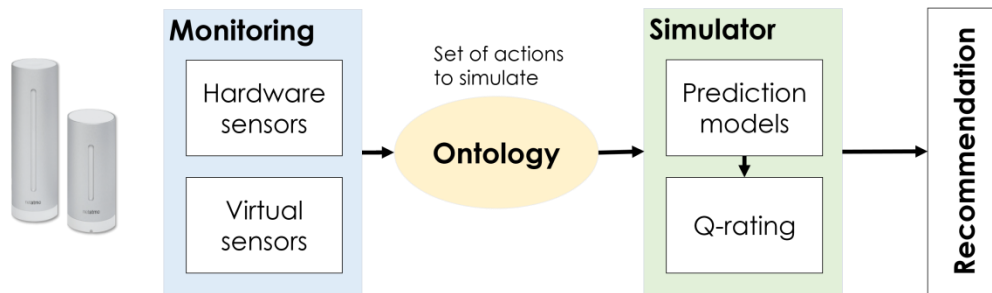


| | No Context | | With context | |
|---------------|------------|--------|--------------|--------|
| | No Stress | Stress | No Stress | Stress |
| No Stress | 638 | 175 | 790 | 23 |
| Stress | 44 | 70 | 51 | 63 |
| Recall (%) | 78 | 61 | 97 | 55 |
| Precision (%) | 94 | 29 | 94 | 73 |
| F1-score (%) | 85 | 39 | 96 | 63 |
| Accuracy (%) | 76 | | 92 | |

Rekomendacje:

- Ćwiczenia relaksacyjne
 - oddechowe
 - mięśniowe
- Zależne od pory dnia (w ciągu ćwiczenia oddechowe, wieczorem ćwiczenia mięśniowe)
- Personalizacja z uwzględnieniem preferencji oraz danych o wcześniej wykonywanych ćwiczeniach

Monitorowanie środowiska pracy



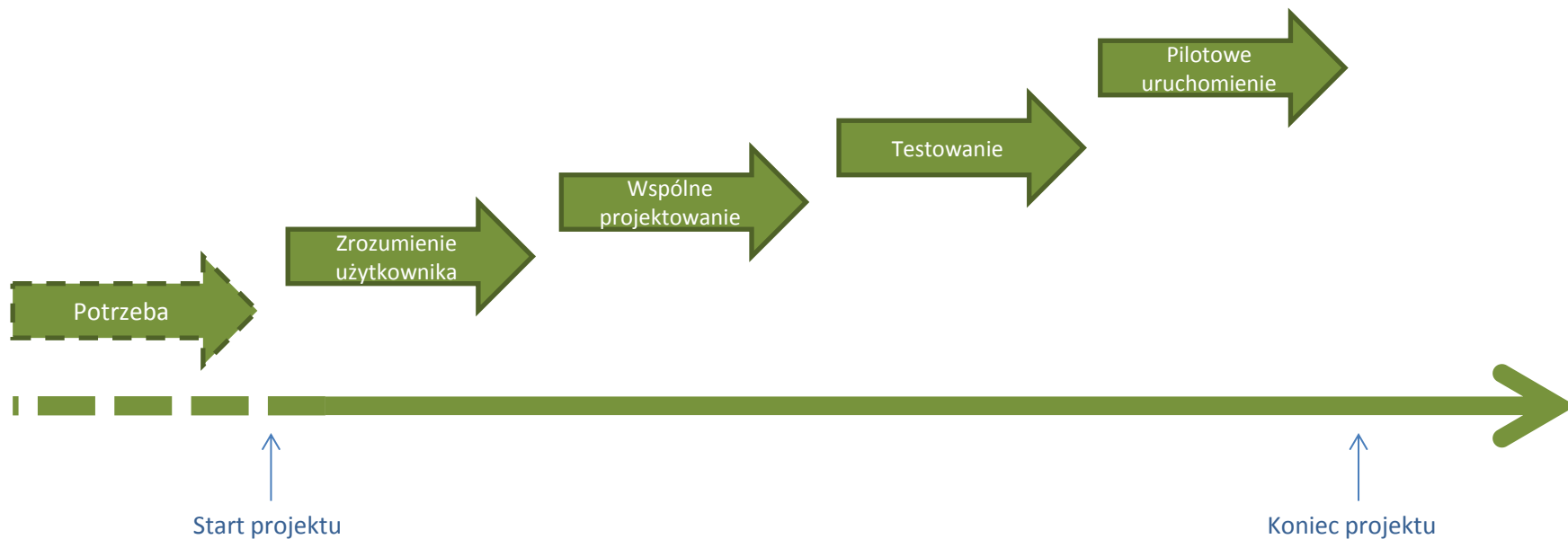
Rekomendacje:

- obliczenie tzw. Q-rating (poziomu komfortu) – w skali od 0 do 1
- maszynowe określenie stanu pomieszczenia (np. okno otwarte/zamknięte, liczba osób)
- proponowanie akcji na bazie predykcji zmian parametrów środowiska przy założeniu oszacowanego maszynowo stanu pomieszczenia

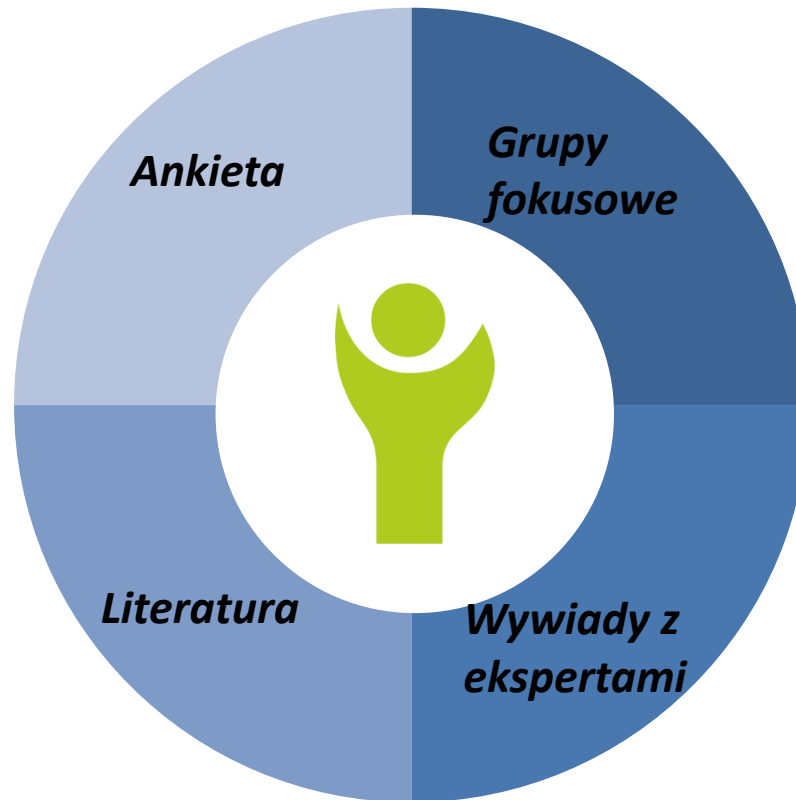
| | <i>ACC</i> | <i>MAE</i> | <i>RMSE</i> |
|-------------------------------|------------|------------|-------------|
| Window state [%] | 91 | × | × |
| No. of occupants | × | 0.6 | 1.2 |
| Predict T [°C] | × | 0.4 | 0.5 |
| Predict H [%] | × | 0.6 | 0.9 |
| Predict CO ₂ [ppm] | × | 55 | 104 |

| | <i>Experiment period</i> | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | <i>1st</i> | | | <i>2nd</i> | | | <i>3rd</i> | | |
| Office | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>C</i> |
| Recommendations | × | × | × | ✓ | × | × | ✓ | ✓ | × |
| Temperature | .65 | .59 | .81 | .76 | .48 | .73 | .97 | .95 | .93 |
| Humidity | .29 | .35 | .38 | .50 | .41 | .29 | .29 | .35 | .26 |
| CO ₂ | .83 | .94 | .72 | .93 | .93 | .78 | .92 | .91 | .72 |
| Overall comfort | .59 | .62 | .64 | .73 | .61 | .60 | .73 | .74 | .64 |

Włączenie użytkowników w proces tworzenia rozwiązania



Zrozumienie użytkownika: wymagania (1)



Zrozumienie użytkownika: wymagania (2)

- zdrowie i dobrostan grupy docelowej (osoby w wieku ponad 50 lat)
- charakterystyka „zajęcia” (pracy zawodowej, społecznej, innych zajęć)
- nastawienie użytkowników końcowych do różnych technologii przewidywanych jako potencjalne elementy składowe docelowego systemu
- przyszła komercjalizacja rozwijanego rozwiązania

7. Kako se rekreirate (npr. kolesarite, hodite, vrtnarite)?

8. Imate težave s tem, da ste v vsakdanjem življenju fizično dejavni (npr. iz zdravstvenih razlogov ali zaradi pomanjkanja časa)?

- a. Da
b. Ne

9. Če da, nam lahko zaupate, zakaj?

38. Con la tecnología del Fit4Work, usted puede llegar a intercambiar sus resultados con otras personas, debatir ideas e intercambiar opiniones. ¿Estaría interesado en esta característica?

a. Si
b. No

io?
n(a) sem
im prostovoljno delo

39. La tecnología del proyecto Fit4Work está siendo desarrollada por especialistas de diferentes campos. Nos gustaría ofrecer la posibilidad de que los participantes estuvieran en contacto con un fisioterapeuta, un psicólogo y un entrenador. ¿Estaría interesado en esta posibilidad?

a. Si
b. No

navijate pri delu / prostovoljnem delu / drugem?

| lo pogosto | Pogosto | Včasih | Redko | Nikoli |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

40. ¿Cómo le preocupan los siguientes aspectos?

| | Muy Preocupado | Preocupado | Un poco preocupado | No me preocupa |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Privacidad de los datos | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Mucha interferencia | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Falta de control | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

elo / prostovoljno delo / drugo v primerjavi z drugimi ljudmi moje starosti

BLOQUE F: COMPRA DE LA TECNOLOGÍA DE FIT4WORK

41. Si la tecnología estuviera disponible a día de hoy y su precio fue adecuado, ¿lo compraría?

a. Sí, tan pronto como saliese al mercado
b. Sí, pero esperaría un poco
c. No estoy seguro de si lo compraría o no
d. Lo más probable es que no lo comprase
e. No, no lo compraría

napornejše
tjše
aporno
porno
manj naporno

(se npr. ukvarjate s športom, vrtnarite, plečete)

42. Si esta tecnología estuviese disponible a día de hoy, ¿dónde le gustaría comprarla?

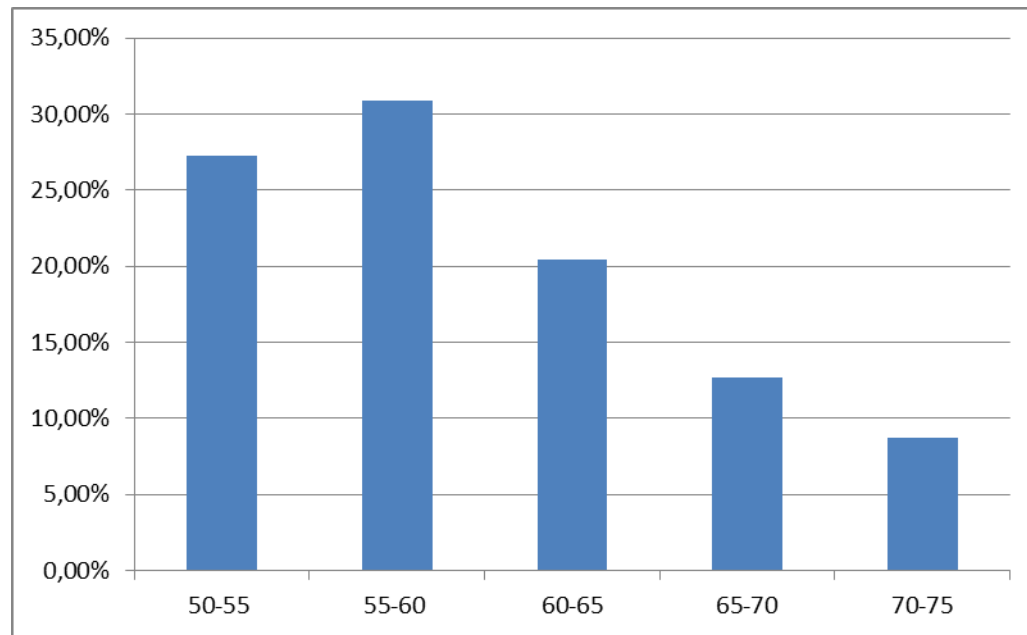
a. Tiendas especializadas
b. Grandes almacenes
c. Internet
d. Otros (por favor, especifica cuál/cuales):.....

najpogostejša dejavnost?
eden porabite zanjo?
ev na leto jo opravljate?

43. ¿Conoce algún producto con características similares?

a. Sí, (por favor, especifica cuál/cuales):
b. No

Zrozumienie użytkownika: wymagania (3)



Wiek respondentów

277 respondentów

 67

 72

 50

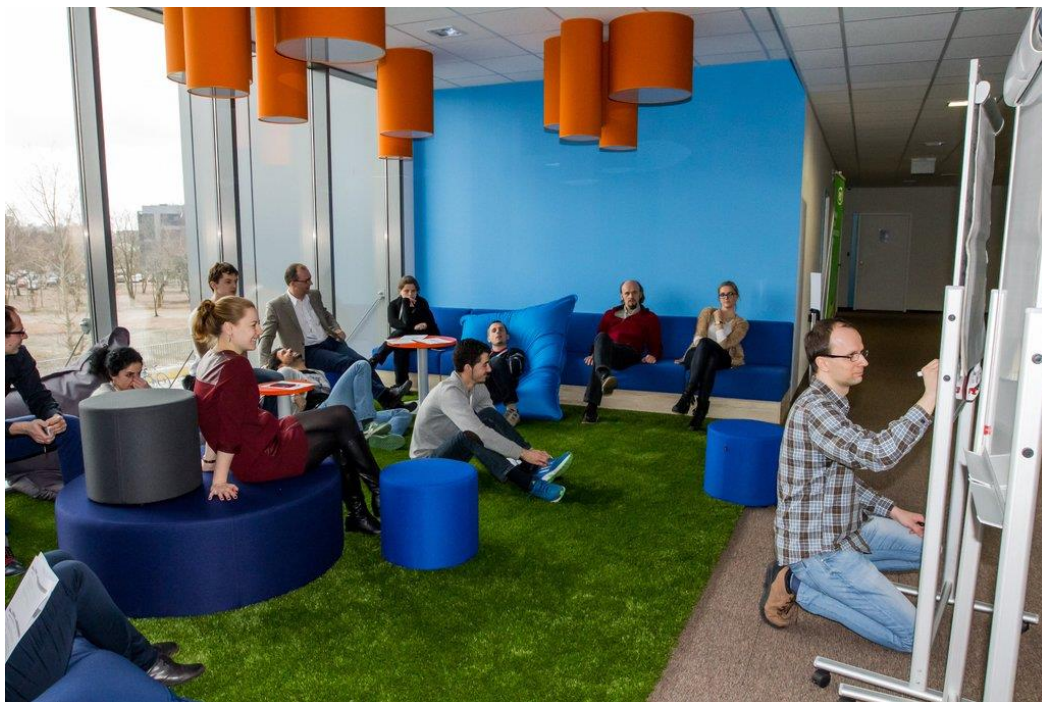
 40

 48

Zrozumienie użytkownika: wymagania (4)

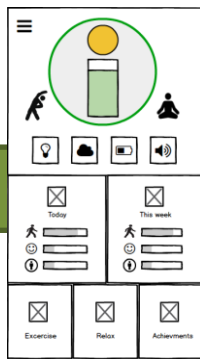
- Przykładowe wnioski:
 - użytkownicy są chętni używać dowolnego (spośród zaproponowanych) urządzenia, które przyniesie efekt dla ich zdrowia – ale najchętniej smartfona i urządzenia noszonego na nadgarstku
 - zapewnienie możliwości monitorowania czynności wykonywanych przez użytkowników na co dzień (np. jazda na rowerze, prace w ogrodzie)
 - bardzo ważnym aspektem jest monitorowanie stresu psychicznego
 - użytkownicy nie chcą płacić sami za rozwiązanie
 - wskazanie wprost ubezpieczyciela zdrowotnego jako płatnika
 - wnioski niebezpośrednie: pracodawca jako klient, cena końcowego rozwiązania porównywalna z innymi rozwiązaniami klasy fitness / wellness na rynku

Wspólne projektowanie aplikacji (1)

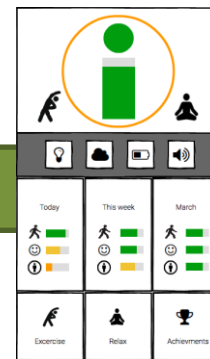


Metoda Walta Disneya

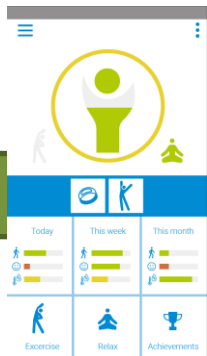
Wspólne projektowanie aplikacji (2)



Makiety niskiego odwzorowania (ang. low fidelity mockups)



Makiety wysokiego odwzorowania (ang. high fidelity mockups)



Wspólne projektowanie aplikacji (3)

Metoda *Think aloud*



Maj 2016 - Testy użyteczności Mobilnej Aplikacji Fit4Work

*Wymagane

Informacje o użytkowniku

Imię *

Twoja odpowiedź

Wiek *

Twoja odpowiedź

Informacje kontaktowe

Adres email

Twoja odpowiedź

Telefon

Twoja odpowiedź

Wykształcenie

- Podstawowe
 Średnie
 Wyższe

Zawód

Twoja odpowiedź

Które z poniższych urządzeń elektronicznych używa Pan/Pani na co dzień?

- Smartphone
 Tablet

Maj 2016 - Testy użyteczności Mobilnej Aplikacji Fit4Work

Aktualny Stan

1. "Jaki jest aktualny stan Pani/Pana warunków otoczenia?"

- Udane
 Udane z problemami
 Nieudane

Komentarz do "Jaki jest aktualny stan Pani/Pana warunków otoczenia?"

Twoja odpowiedź

2. "Jaki jest Pana/Pani poziom aktywności fizycznej dzisiaj?"

- Udane
 Udane z problemami
 Nieudane

Komentarz do "Jaki jest Pana/Pani poziom aktywności fizycznej dzisiaj?"

Twoja odpowiedź

3. "Jaki jest Pana/Pani aktualny poziom zrelaksowania?"

- Udane
 Udane z problemami
 Nieudane

Komentarz do "Jaki jest Pana/Pani aktualny poziom zrelaksowania?"

Twoja odpowiedź

4. "Jakie rekomendacje widzi Pan/Pani na ekranie?"

- Udane

Maj 2016 - Testy użyteczności Mobilnej Aplikacji Fit4Work

Pytania podsumowujące

Gdyby mógł Pan/Pani wprowadzić zmiany w aplikacji, co by Pan/Pani zmienił/a?

Twoja odpowiedź

Czy może Pan/Pani wymienić 3 rzeczy, które najbardziej się spodobały w aplikacji?

Twoja odpowiedź

Czy może Pan/Pani wymienić 3 rzeczy, które Ci się nie spodobały w aplikacji?

Twoja odpowiedź

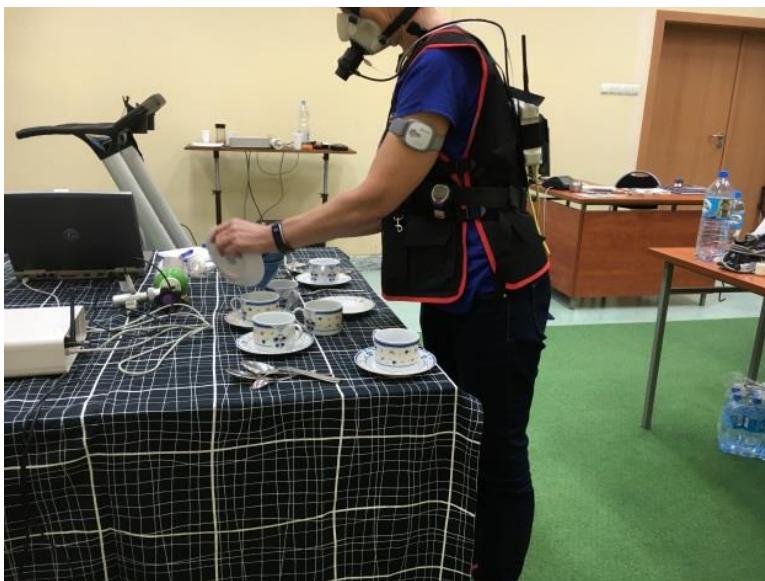
Czy ma Pan/Pani jakieś pytania lub komentarze?

Twoja odpowiedź

Nigdy nie podawaj w Formularzach Google swoich haseł.

Wspólne projektowanie aplikacji (4)

Budowa modeli rozpoznania codziennych czynności użytkowników końcowych dla algorytmu rozpoznawania aktywności fizycznej



Trzy precyzyjne algorytmy oparte o metody uczenia maszynowego



Rozpoznanie aktualnej aktywności użytkownika (siedzenie, leżenie, spacerowanie, bieganie, jazda na rowerze, ...)



DOKŁADNOŚĆ DO 95%



Identyfikacja zmian parametrów fizjologicznych jako zdarzeń stresujących



DOKŁADNOŚĆ DO 92%

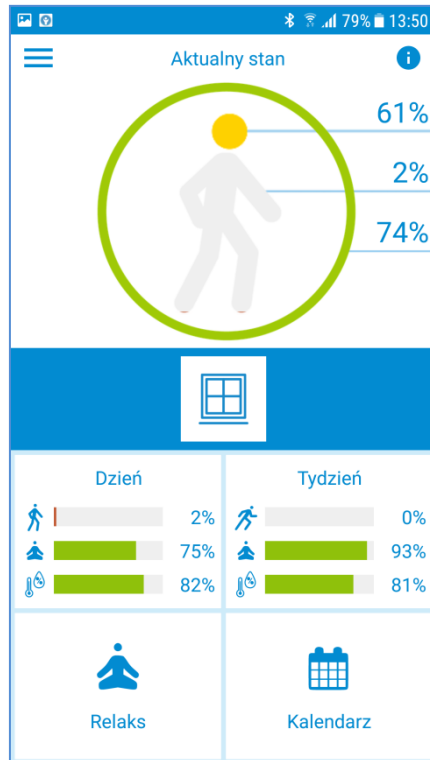


Przewidywanie najlepszej strategii zmian w środowisku pracy (otwarcie/zamknięcie okna, włączenie/wyłączenie klimatyzacji itp.)



POPRAWA JAKOŚCI ŚRODOWISKA PRACY O 12 PUNKTÓW PROCENTOWYCH

Aplikacja



Wybierz ćwiczenie

Wybierz jedno z ćwiczeń oddechowych lub rozluźniających mięśnie.

★
Rekomendowane ćwiczenie

Podbrzusze, żołądek i pierś z głośnym oddychaniem

Ćwiczenie oddechowe skoncentrowane na podbrzuszu, żołądku i klatce piersiowej z głośnym oddychaniem.
4 min. 25 sek.

Wszystkie ćwiczenia

Oddechowe

Podbrzusze

Ćwiczenie oddechowe skoncentrowane na podbrzuszu.
1 min. 55 sek.

Podbrzusze i żołądek

Fit4WORK

www.fit4work-aal.eu

SELF-MANAGEMENT
OF PHYSICAL AND MENTAL FITNESS
OF OLDER WORKERS



CO-FUNDED BY



AAL
PROGRAMME



EFMD
EXECUTIVE AGENCY FOR
HIGHER EDUCATION,
RESEARCH, DEVELOPMENT
AND INNOVATION
PROVISION AND CREATIVITY FUNDING



REPUBLIC OF SLOVENIA
MINISTRY OF HIGHER EDUCATION,
SCIENCE AND TECHNOLOGY

PARTNERS



teXmnet
transforming technology





www.insension.eu

Personalized intelligent platform enabling interaction with digital services to individuals with profound and multiple learning disabilities



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.

PARTNERS:



Jožef Stefan Institute



The goal

Design and develop an ICT platform that enables persons with profound and multiple learning disabilities (PMLD) to use digital applications and services that:

- can enhance the quality of their life,
- increase their ability to self-determination
- and enrich their life.

www.insension.eu



IT IS ENTIRELY POSSIBLE THAT BEHIND THE PERCEPTION OF OUR SENSES, WORLDS ARE HIDDEN OF WHICH WE ARE UNAWARE

Albert Einstein



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.



Jožef Stefan Institute



People with PIMD

- **profound intellectual disability (IQ < 20) combined with other disabilities:** severe forms of motor disabilities, sensory disabilities (hearing or visual impairment), severe forms of epilepsy (on heavy medicamentations, frequent epileptic seizures up to grand mal)
 - **communication:**
 - (usually) no verbal language
 - often on a pre-symbolic level
 - use of unconventional behavior signals
 - **long-term high need for therapy, care, support (WHOLE LIFE!)**
- **difficult social participation!**

Non-symbolic interaction (1)



Request an item

Receive the item



AUGMENTATIVE AND ALTERNATIVE COMMUNICATION

Non-symbolic interaction (2)

- Reactions to the happenings around through:
 - gestures
 - facial expressions
 - vocalizations
 - gaze
- These signals are highly individual!

Non-symbolic interaction (3)

ACCEPT

(I WANT IT)



DEMAND



COMMENT

DISAPPROVE

(I DON'T WANT IT)



PROTEST

Physiological affective response

- *„heart rate and skin temperature can give information about the emotions of persons with severe and profound ID” [Vos et al. 2012]*
- *„frequent consistent physiological reactions” to stimuli [Lima et al. 2013]*
- *„a shallow, fast breathing pattern, used less thoracic breathing, had a higher skin conductance and had less RSA when experiencing positive emotions than when experiencing negative emotions” [Vos et al. 2010]*



The INSENSION Platform



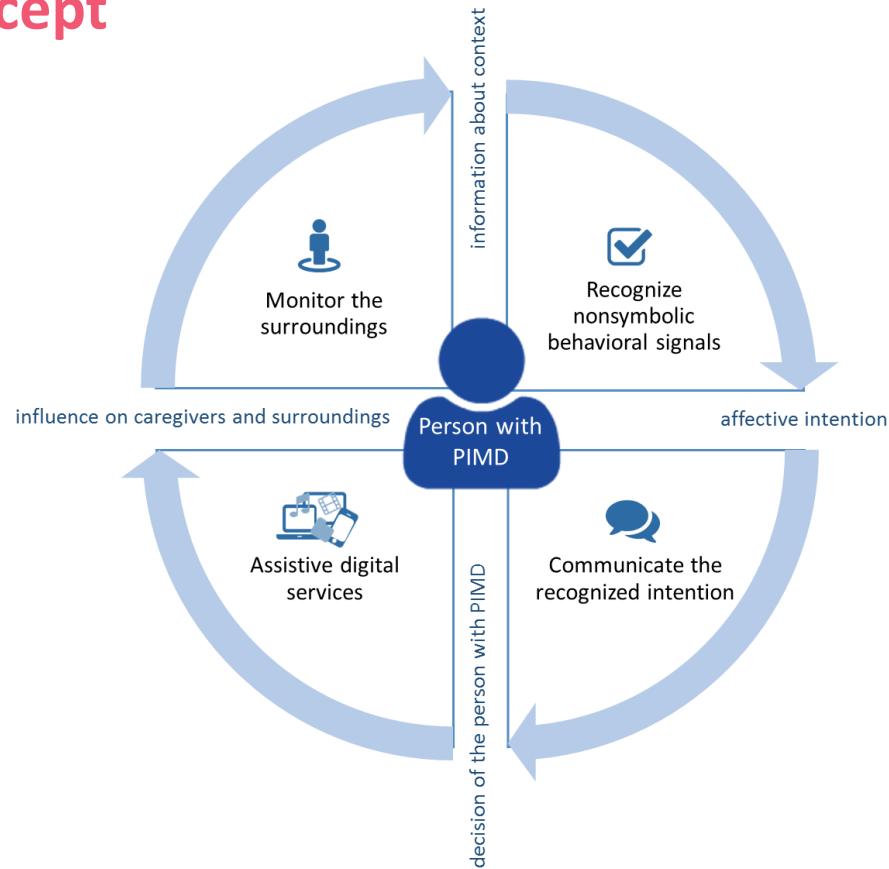
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.



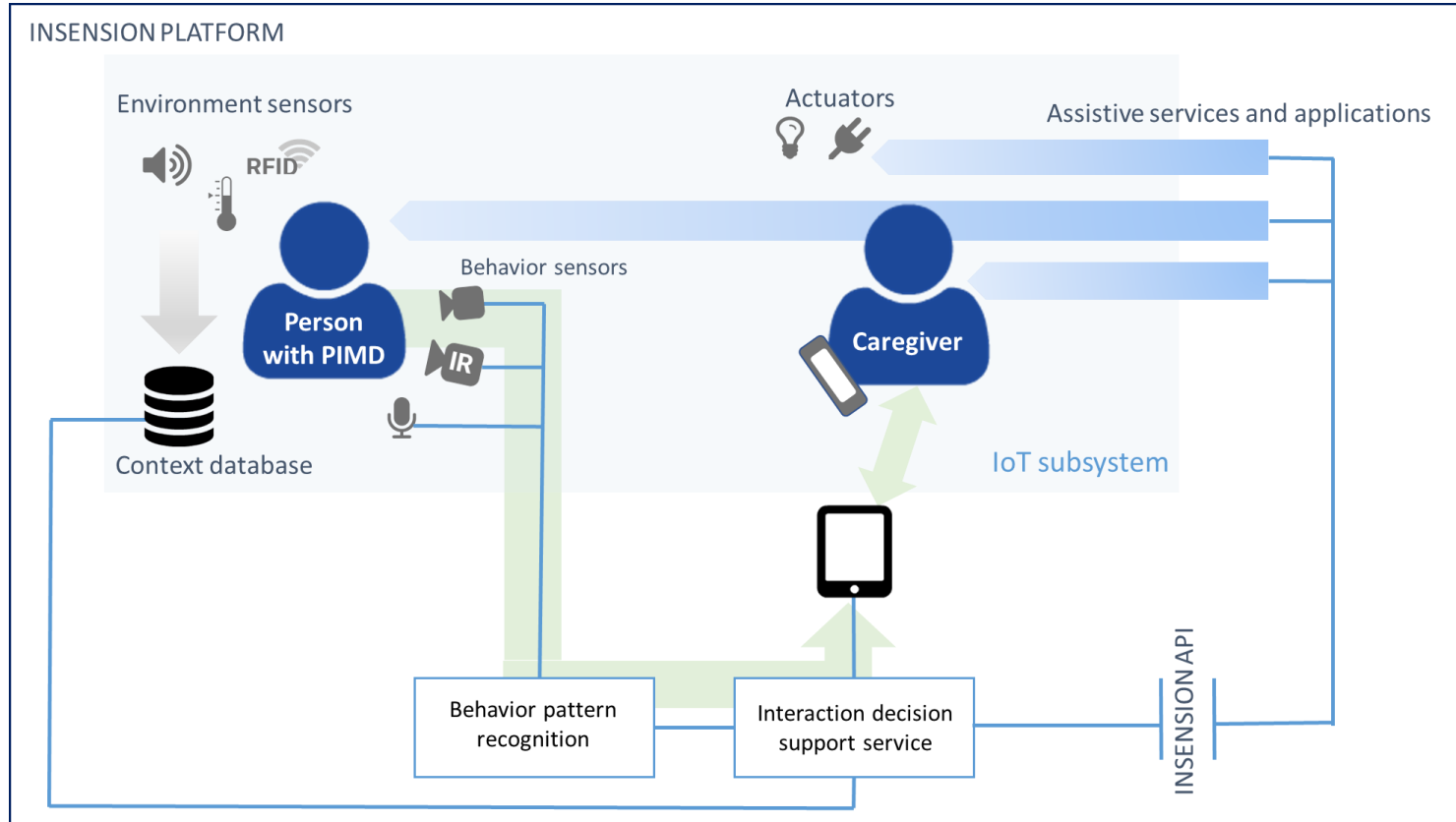
Jožef Stefan Institute



General concept

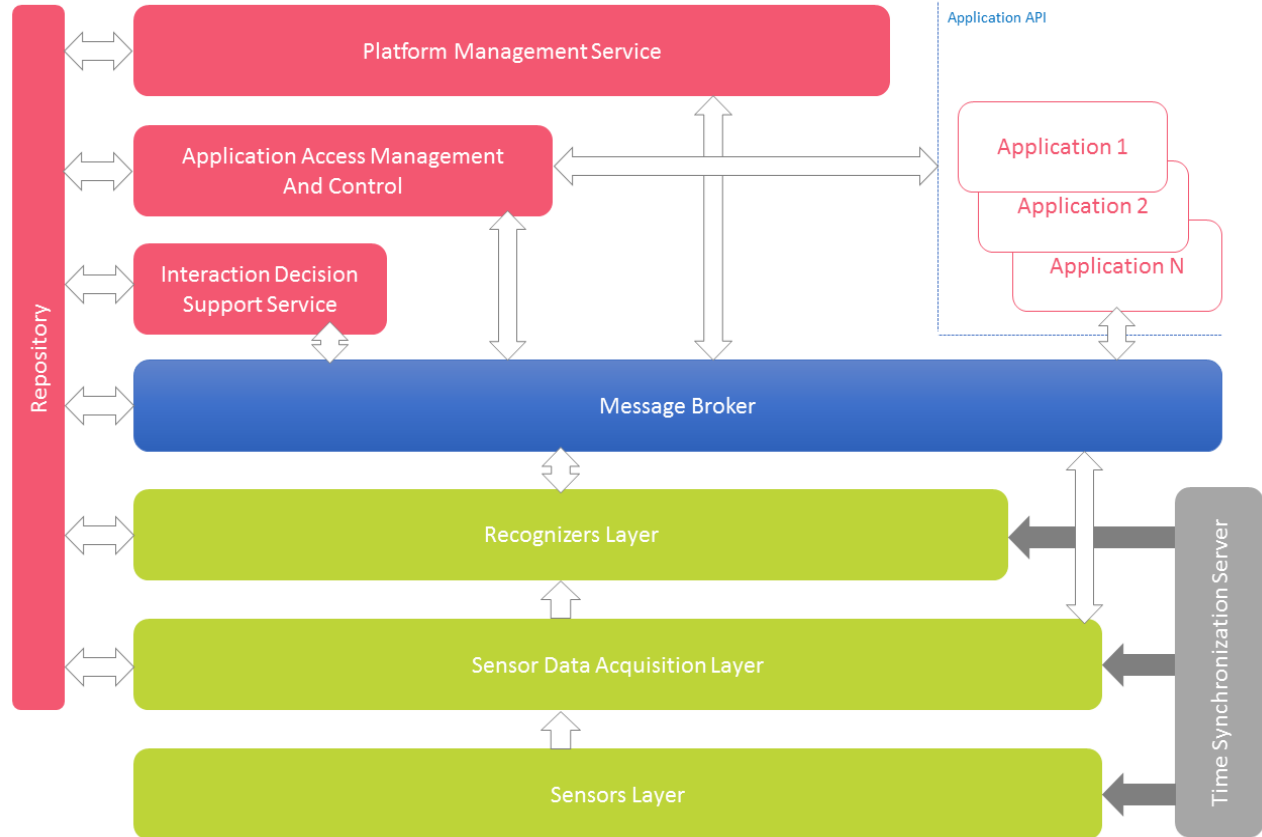


Inensation platform



System architecture

Event-driven





Assistive applications



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.



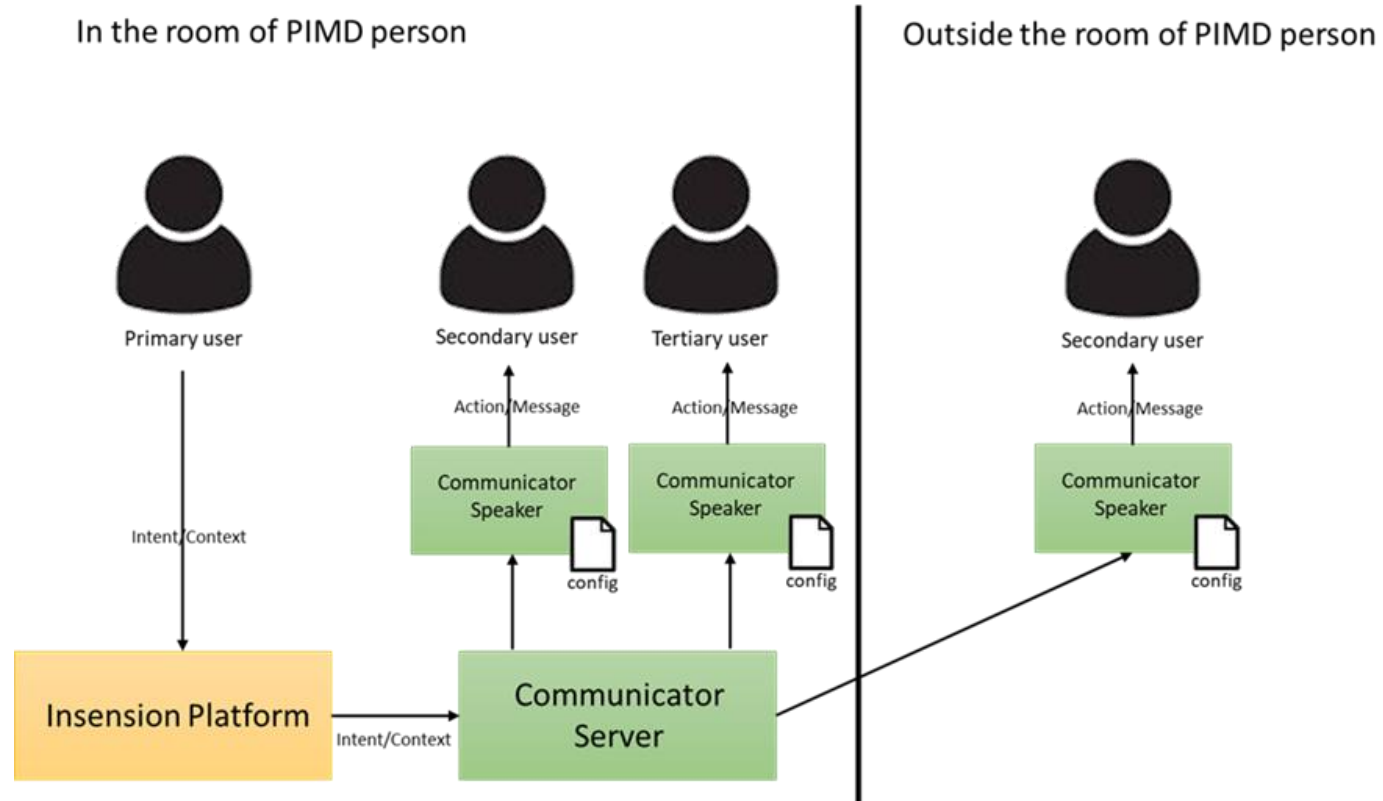
Jožef Stefan Institute



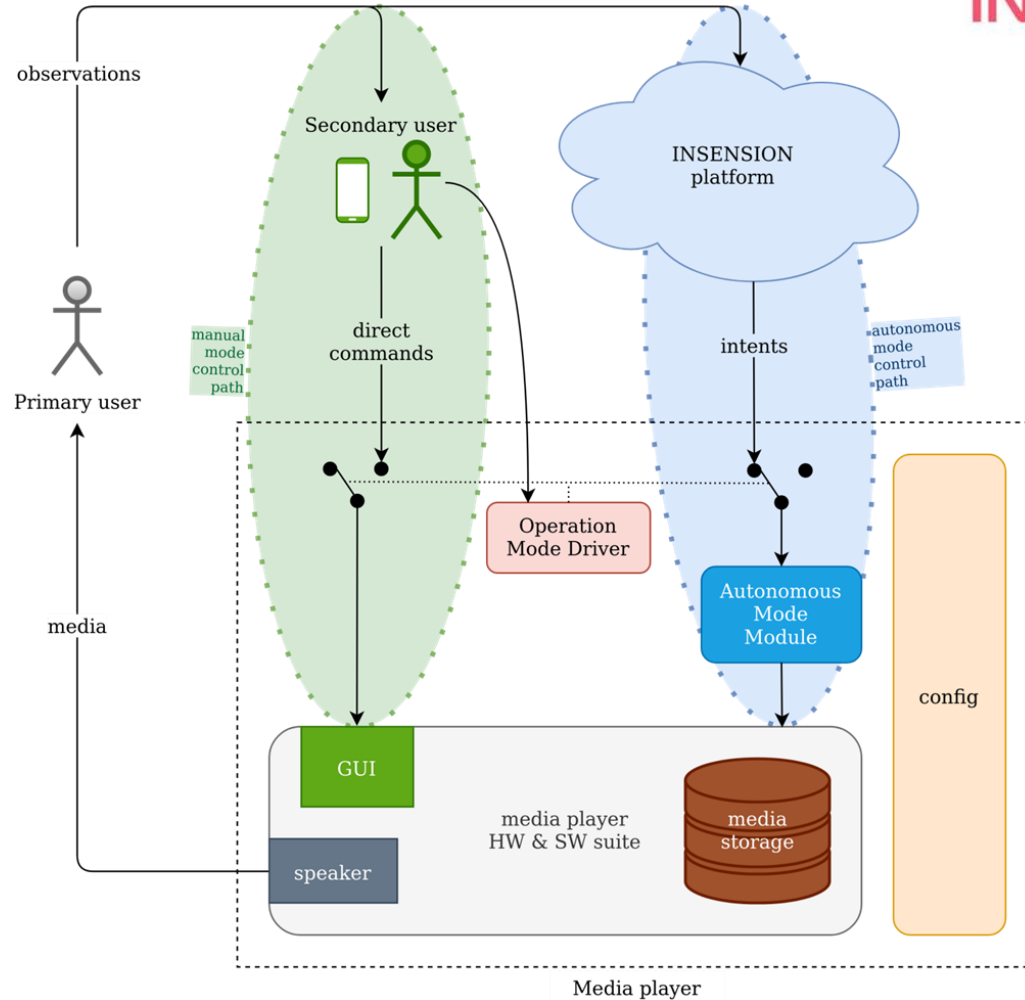
Assistive applications

- **Goal of the INSESION system: provide information on the current need of the end user to external applications**
- **Pilot assistive applications**
 - **Communicator**
 - **Media Player**
 - **Smart Room**

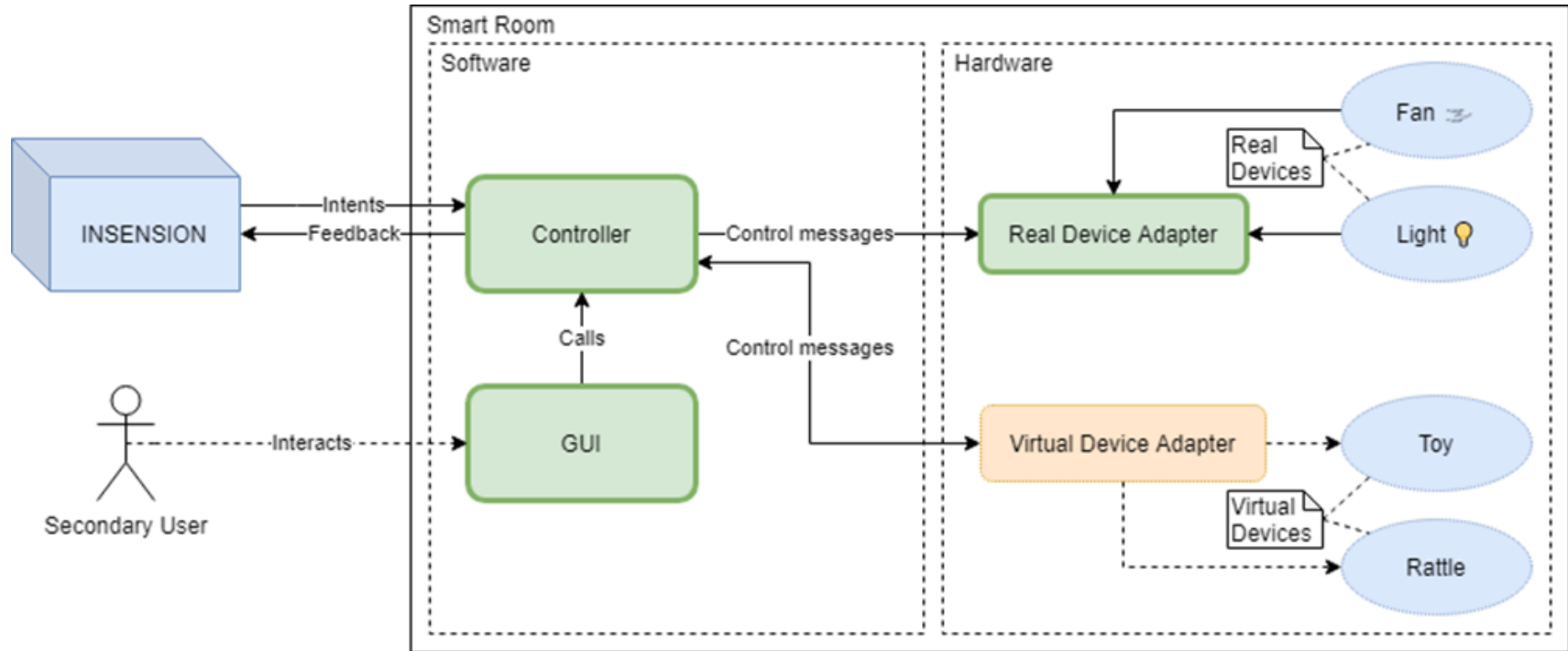
Communicator



Media Player



Smart Room





AI components



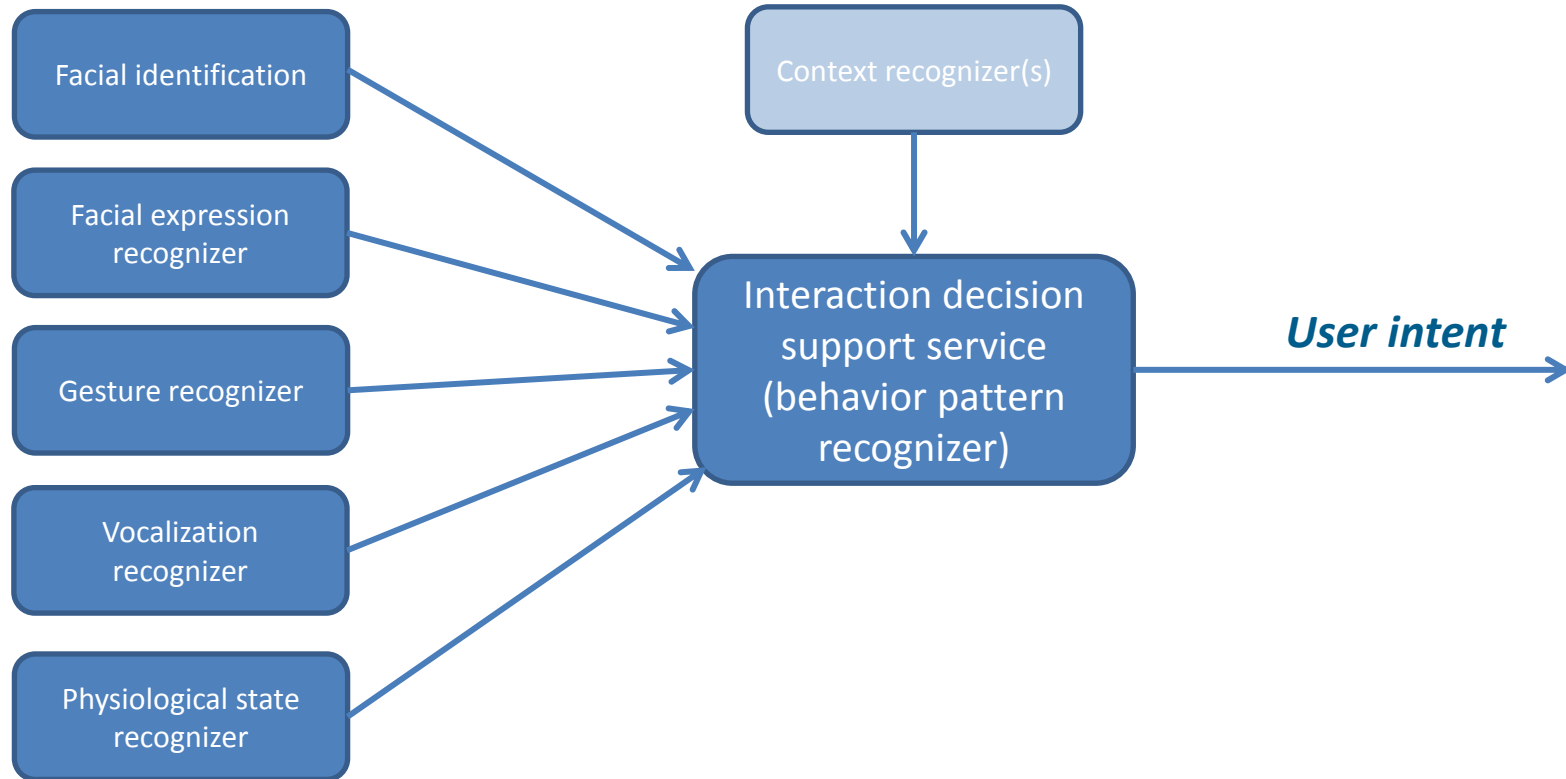
This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.



Jožef Stefan Institute



AI workflow in INSENSION



Facial expression recognition

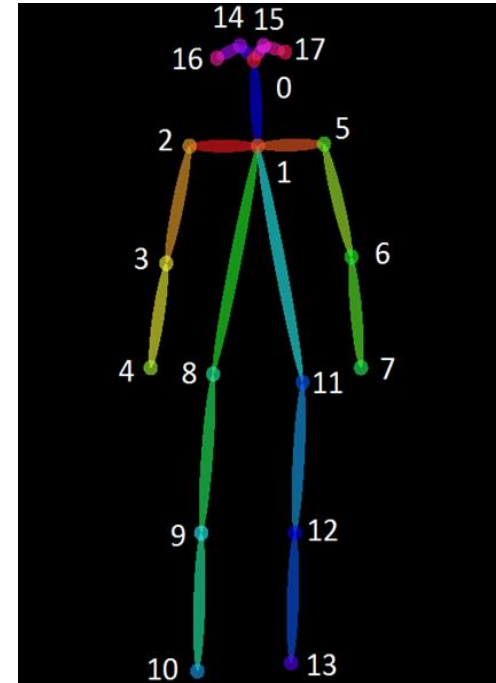
- We identify facial changes as facial action units (AUs) and facial expressions can be defined as the combination of these AUs
- Methodology
 - Extracting facial landmarks.
 - Characterizing the AUs using (relative) distances/positions between landmarks.
 - Collecting the database.
 - Implementing the algorithm for recognizing each facial expression
- We use public facial expression databases:
 - THE BOSPHORUS DATABASE (150 subjects, 4666 samples, 25 AUs)
 - The Cohn-Kanade AU-Coded Database (210 subjects, 593 samples, 30 AUs)
 - The ChildrenFacialExpression Database (12 subjects, 208 videos)

| | | | | |
|----------|---------------|--------------|-------------|-------------|
| AU 1+2 | AU 1+4 | AU 4+5 | AU 1+2+4 | AU 1+2+5 |
| AU 1+6 | AU 6+7 | AU 1+2+5+6+7 | AU 23+24 | AU 9+17 |
| AU 9+25 | AU 9+17+23+24 | AU 10+17 | AU 10+25 | AU 10+15+17 |
| AU 12+25 | AU 12+26 | AU 15+17 | AU 17+23+24 | AU 20+25 |



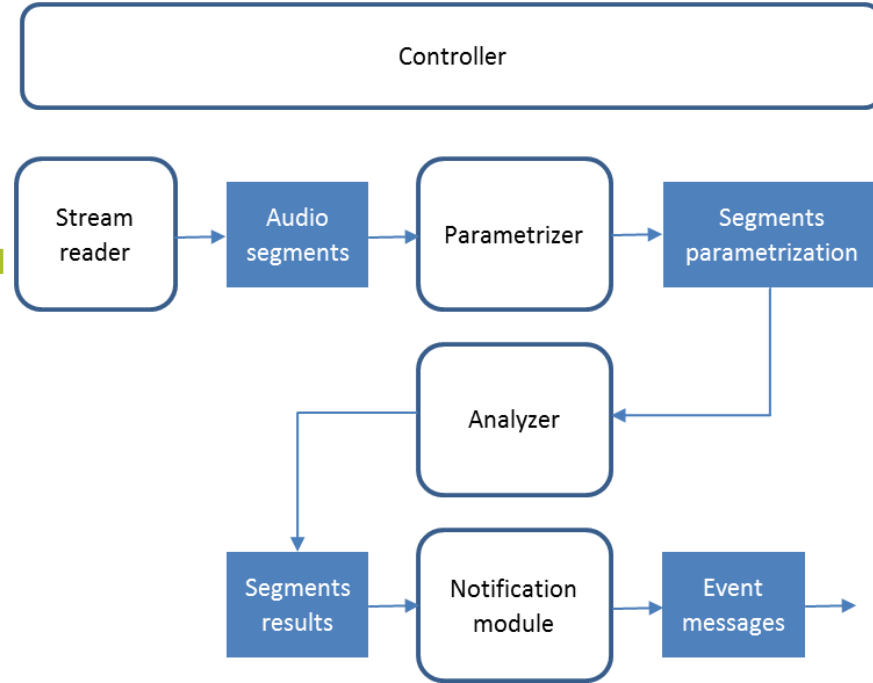
Gesture recognition

- **Methodology:**
 - **Extracting body keypoints**
 - **Characterizing poses/movements using (relative) distances, angles, positions between keypoints**
 - **Collecting the database**
 - **Implementing the algorithm for recognizing each gesture**



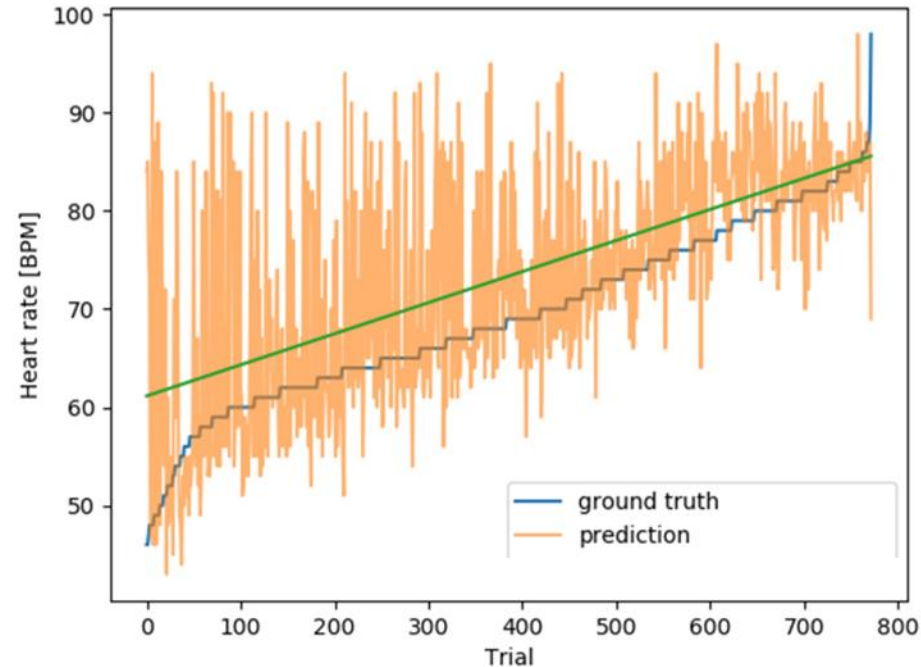
Vocalization recognition

- A separate model constructed for each vocalization type
- Model training
 - Signal parametrization = mel-frequency cepstral coefficients (MFCC)
 - Training
 - Phase 1. Unsupervised audio frame clustering (Gaussian Mixture Model)
 - Phase 2. Reestimation (Baum-Welch-based, several iterations)
- Detection algorithm
 - Signal parametrization (MFCC)
 - Event detection using statistical process modeling (HMM)



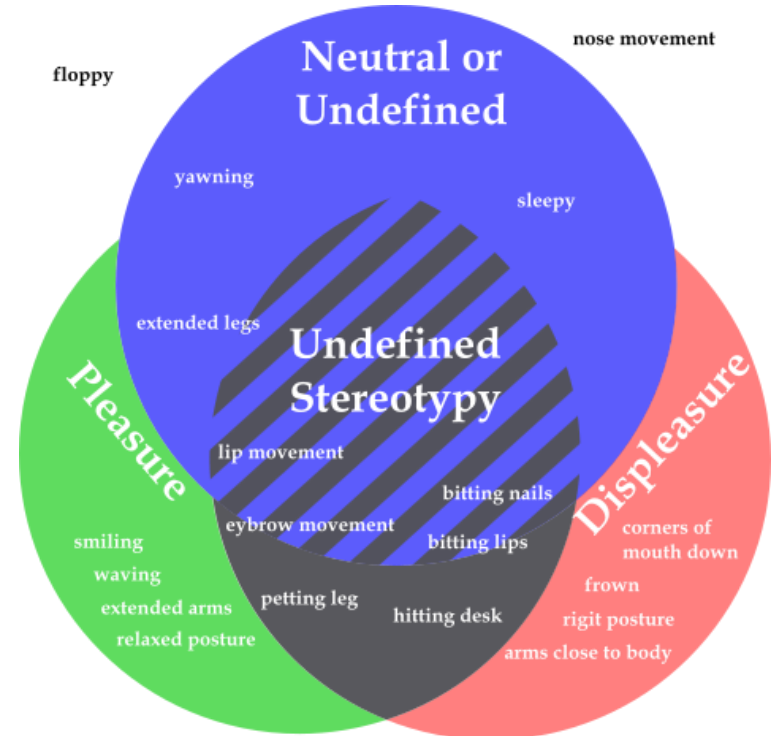
Video-based recognition of physiological state

- Two main approaches for PPG reconstruction using RGB cameras reported in literature:
 - analysis of changes in skin-color
 - analysis of small head movements induced by pumping of blood into head
- Our approach: deep neural network
 - Step 1: plane orthogonal to skin (POS) algorithm -> rough PPG reconstruction
 - Step 2: long short-term memory (LSTM) network -> improved reconstruction



Behavior pattern recognition

- The goal is to understand the inner state of the user (person with PIMD):
 - behavioral state: *pleasure, displeasure, neutral*
 - communication attempt: *demand, protest, comment*
- Several approaches to decision making tested:
 - Standard ML classification = sliding window -> recognized outputs as features -> behavior state / communication attempt as class
 - Unique non-symbolic communication signals model = each behavior state / communication attempt defined with unique combinations of non-symbolic communication signals (see figure)
 - Valence derived inner state model = each non-symbolic communication signal is assigned a "valence" – propensity for appearing during pleasure vs. displeasure and demand vs. protest; these valences are then added up
 - Decision support system based on expert knowledge





www.insension.eu



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 780819.



Jožef Stefan Institute





**Tworzenie modeli obliczeniowych
mogących wspomagać proces diagnostyczny w telemedycynie**

Mikołaj Buchwald