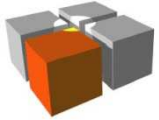


## **WYKŁAD 10: KOOPERATYWNE APLIKACJE MOBILNE**

Jarosław Domaszewicz  
Institute of Telecommunications, Warsaw University Of Technology



## **Plan wykładu**

- Wprowadzenie do kooperatywnych aplikacji mobilnych
- Przykładowe aplikacje

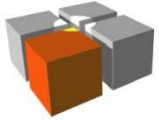


# **WPROWADZENIE**



## Słowa kluczowe

- *crowdsourcing*
  - *human computation*
  - *crowdsensing*
  - *participatory sensing*
  - *opportunistic sensing*
  - *citizen science, citizen scientist, citizen data campaign*
  - *people-centric sensing*
  - *community sensing*
  - *urban informatics*
  - *participatory urbanism*
-



## **Punkt wyjścia (1/3): *crowdsourcing***

*„**Crowdsourcing** is the act of taking a job traditionally performed by a designated agent (usually an employee) and outsourcing it to an undefined, generally large group of people in the form of an open call.”*

J. Howe, <http://crowdsourcing.typepad.com/>

---

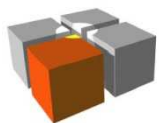


## **Punkt wyjścia (1/3): *crowdsourcing***

- *„The undertaking of the task, ... in which the crowd should participate bringing their work, money, knowledge and/or experience, always entails mutual benefit.”*
  
- *„The user will receive the satisfaction of a given type of need, be it economic, social recognition, self-esteem, or the development of individual skills, ...”*

E. Estellés-Arolas and F. González-Ladrón-de-Guevara *Towards an integrated crowdsourcing definition*, 2012

---

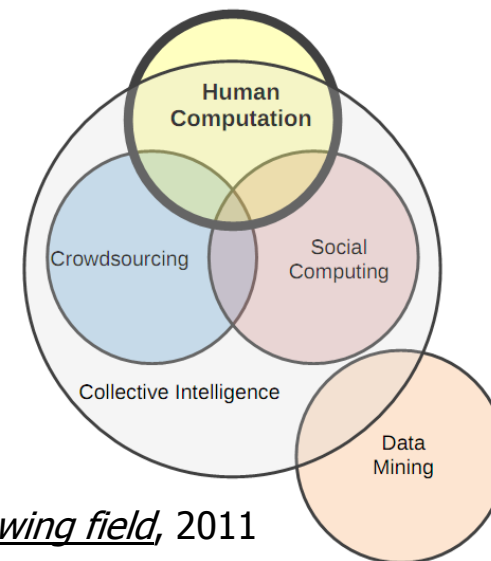


## Punkt wyjścia (2/3): *human computation*

- „...the idea of using human effort to perform tasks that computers cannot yet perform, usually in an enjoyable manner.”

E.Law,L. von Ahn *Input-agreement: a new mechanism for collecting data using human computation games* 2009

- „The problems fit the general paradigm of computation, and as such might someday be solvable by computers, ...
- ... the human participation is directed by the computational system or process.”



A. J. Quinn, B. B. Bederson *Human computation: a survey and taxonomy of a growing field*, 2011

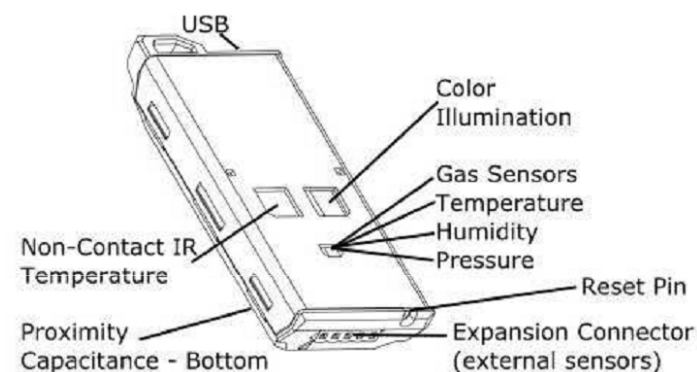


## Punkt wyjścia (3/3): urządzenia mobilne z sensorami

Lane, N.D. et al. *A survey of mobile phone sensing*, 2010



<http://www.sensorcon.com> (Sensordrone)

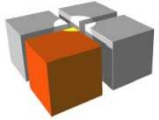


<http://www.communitysensing.org>



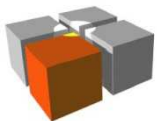
- CO, ozon (O<sub>3</sub>), NO<sub>x</sub>, temperatura, wilgotność
- GPS
- GPRS, Bluetooth



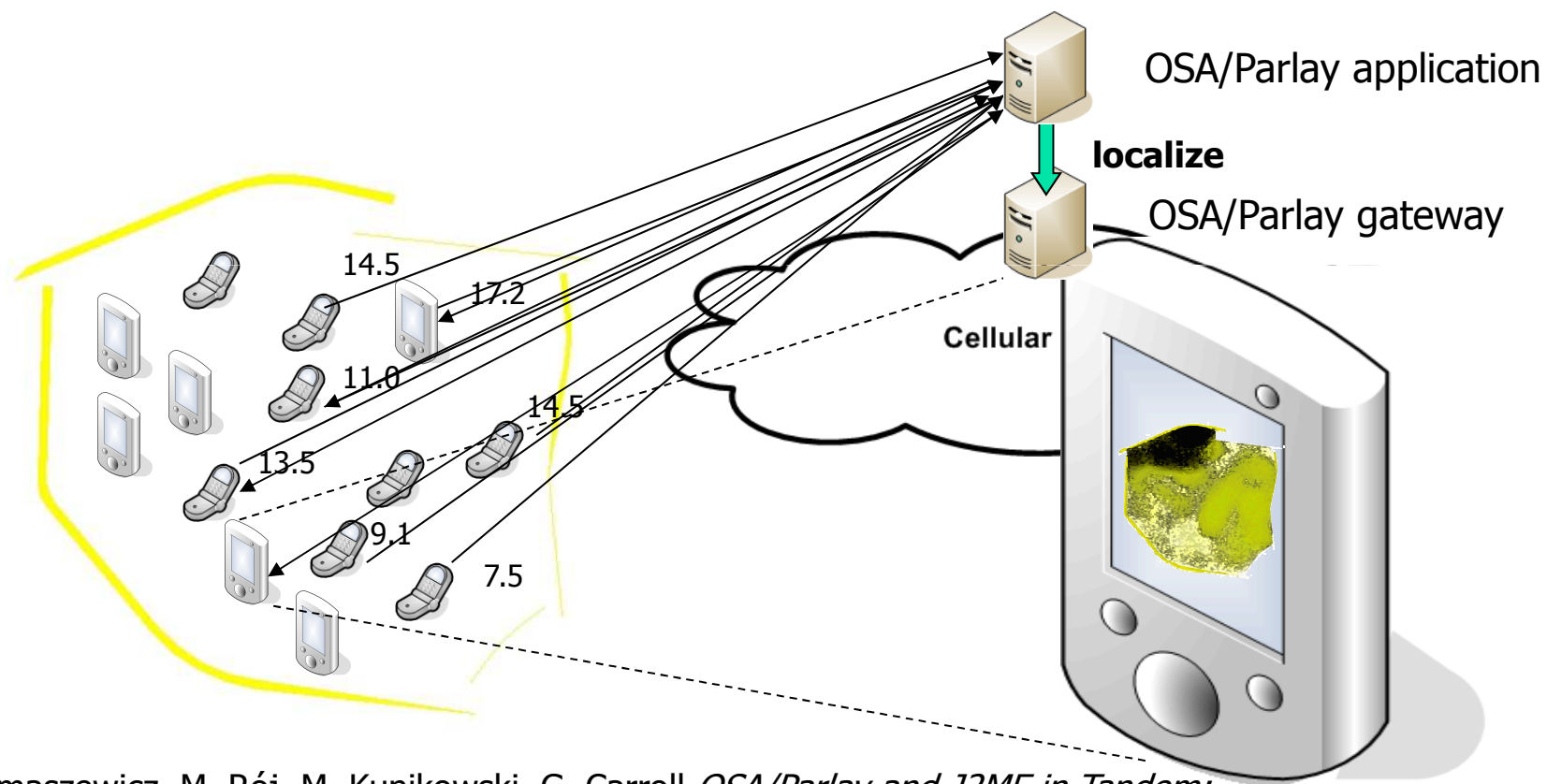


## **Efekt: *mobile crowdsensing***

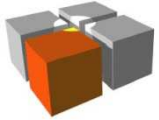
- Używamy terminu „kooperatywne aplikacje mobilne”, aby zwrócić uwagę na to, że wielu użytkowników ma wkład w końcowy wynik.



## Wczesna propozycja mobilnej aplikacji kooperatywnej (2004)

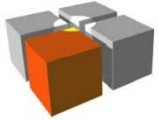


Domaszewicz, M. Rój, M. Kunikowski, G. Carroll *OSA/Parlay and J2ME in Tandem: Developing Innovative Services by Combining Intelligence of the Application Server and the Mobile Terminal*, 2004



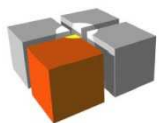
## Podstawowa klasyfikacja: *participatory* vs. *opportunistic*

- Z aktywnym uczestnictwem (*participatory sensing*)
  - użytkownik konfiguruje aplikację, a następnie ...
  - ... świadomie wykonuje pewne czynności na rzecz aplikacji
    - przykład: wykonanie zdjęcia obiektu w wyniku zachęty ze strony aplikacji
- Bez aktywnego uczestniczenia (*opportunistic sensing*)
  - użytkownik konfiguruje aplikację, a następnie ...
  - ... aplikacja działa samodzielnie, bez obsługi przez użytkownika (*transparency*)
    - przykład: pobieranie trasy użytkownika (ciągu lokalizacji) przez aplikację
- Uwaga: słowo „*opportunistic*” („bazujący nie na planowaniu, lecz na wykorzystywaniu nadarzających się możliwości” ) może być mylące.
  - aplikacje z aktywnym uczestnictwem też wykorzystują nadarzające się możliwości, wynikające np. z mobilności użytkowników



## Dodatkowe klasyfikacje

- Klasyfikacja aplikacji wg przedmiotu. Mogą dostarczać wiedzy o
  - środowisku (*environment-centric sensing*)
  - ludziach (*people-centric sensing*)
  
- Klasyfikacja aplikacji wg wielkości grupy
  - indywidualne (*personal sensing*)
  - grupowe (*social sensing*) – grupa znajomych
  - wspólnotowe (*community sensing*) – społeczność (np. lokalna: osiedle, ...)
  - publiczne (*public sensing*) – bez ograniczeń

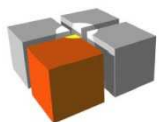


## Dziedziny zastosowań i aplikacje z uczestnictwem (1/2)

### People-centric

| Type                   | Monitored subject | Application       | Time | Location | Pictures | Sound | Acceleration | Pollution | Biometric data | Barometric data |
|------------------------|-------------------|-------------------|------|----------|----------|-------|--------------|-----------|----------------|-----------------|
| People-centric sensing | User health       | DietSense         | X    | X        | X        | X     |              |           |                |                 |
|                        |                   | Pediatric obesity | X    | X        | X        |       | X            |           | X              |                 |
|                        |                   | BALANCE           | X    |          |          |       | X            |           | X              | X               |
|                        |                   | Jog Falls         | X    |          | X        |       | X            |           | X              |                 |
|                        |                   | HealthSense       | X    |          |          |       | X            |           |                |                 |
|                        |                   | MobAsthma         | X    | X        |          |       |              | X         | X              |                 |
|                        | Personal impact   | SenSay            | X    | X        |          |       | X            |           |                |                 |
|                        |                   | PEIR              | X    | X        |          |       |              |           |                |                 |
|                        | Sport experiences | BikeNet           | X    | X        |          | X     | X            | X         | X              |                 |
|                        |                   | Biketastic        | X    | X        |          | X     | X            |           |                |                 |
|                        |                   | SkiScape          | X    | X        |          | X     | X            |           |                |                 |
|                        | Social media      | Micro-Blog        | X    | X        | X        | X     | X            |           | X              |                 |
|                        |                   | CenceMe           | X    | X        | X        | X     | X            |           |                |                 |
|                        | Price auditing    | LiveCompare       | X    | X        | X        |       |              |           |                |                 |
|                        |                   | PetrolWatch       | X    | X        |          |       |              |           |                |                 |

L D. Christin, A. Reinhardt, S. Kanhere, M. Hollick  
*A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications*, 2011

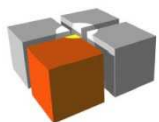


## Dziedziny zastosowań i aplikacje z uczestnictwem (2/2)

### Environment-centric

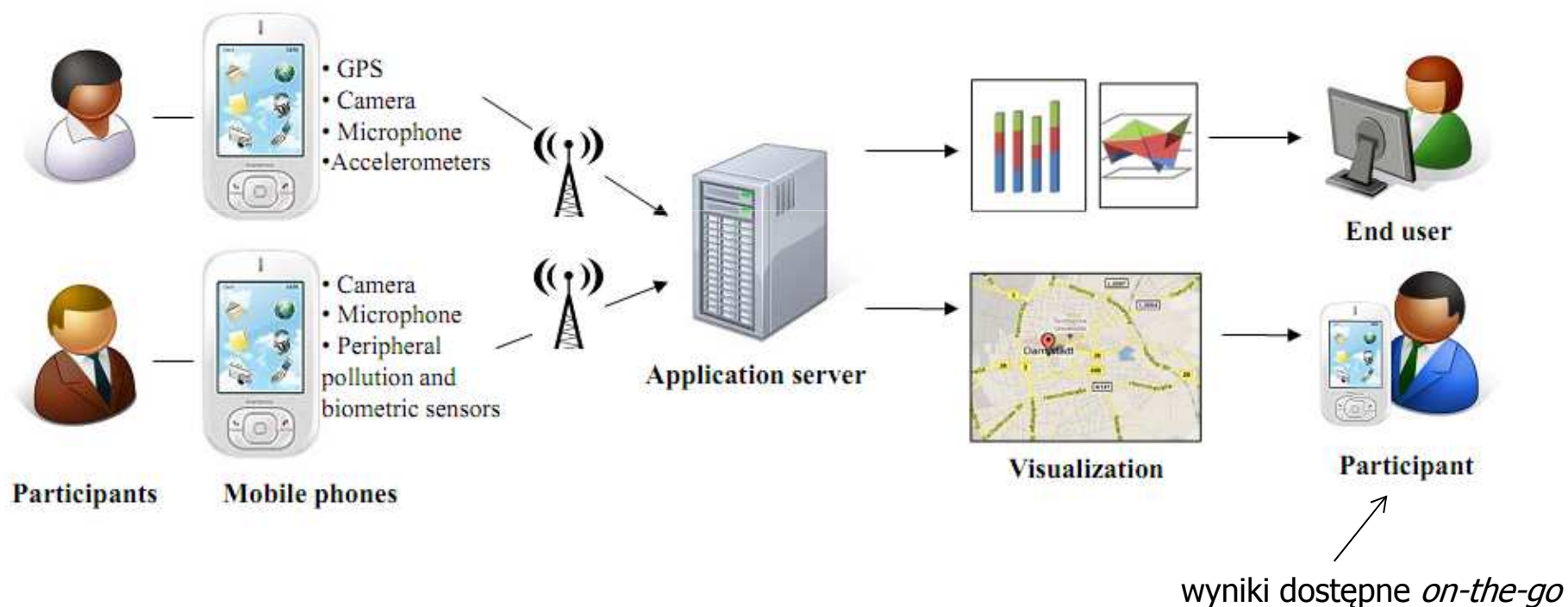
| Type                        | Monitored subject  | Application        | Time | Location | Pictures | Sound | Acceleration | Pollution | Biometric data | Barometric data |  |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|------|----------|----------|-------|--------------|-----------|----------------|-----------------|--|
|                             | Price auditing     | LiveCompare        | X    | X        | X        |       |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | PetrolWatch        | X    | X        |          |       |              |           |                |                 |  |
| Environment-centric sensing | Air pollution      | Haze Watch         | X    | X        |          |       |              | X         |                |                 |  |
|                             |                    | PollutionSpy       | X    | X        |          |       |              | X         |                |                 |  |
|                             |                    | Paulos et al.      | X    | X        |          |       |              | X         |                |                 |  |
|                             | Thermal columns    | Ikarus             | X    | X        |          | X     |              |           |                | X               |  |
|                             | Noise and ambiance | NoiseTube          | X    | X        |          | X     |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | Ear-Phone          | X    | X        |          | X     |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | NoiseSpy           | X    | X        |          | X     |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | SoundSense         | X    | X        |          | X     |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | MoVi               | X    | X        |          | X     | X            |           |                |                 |  |
|                             |                    | MetroTrack         | X    | X        |          | X     |              |           |                |                 |  |
|                             | Road conditions    | Nericell           | X    | X        |          | X     | X            |           |                |                 |  |
|                             |                    | Virtual Trip Lines | X    | X        |          |       |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | VTrack             | X    | X        |          |       |              |           |                |                 |  |
|                             |                    | Transit tracking   | X    | X        |          |       |              | X         |                |                 |  |
|                             |                    | CarTel             | X    | X        | X        |       |              | X         | X              |                 |  |
| GreenGPS                    |                    | X                  | X    |          |          |       |              |           |                |                 |  |

L D. Christin, A. Reinhardt, S. Kanhere, M. Hollick  
*A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications*, 2011



## Przykładowe generyczne architektury (1/3)

### System dla ustalonej aplikacji

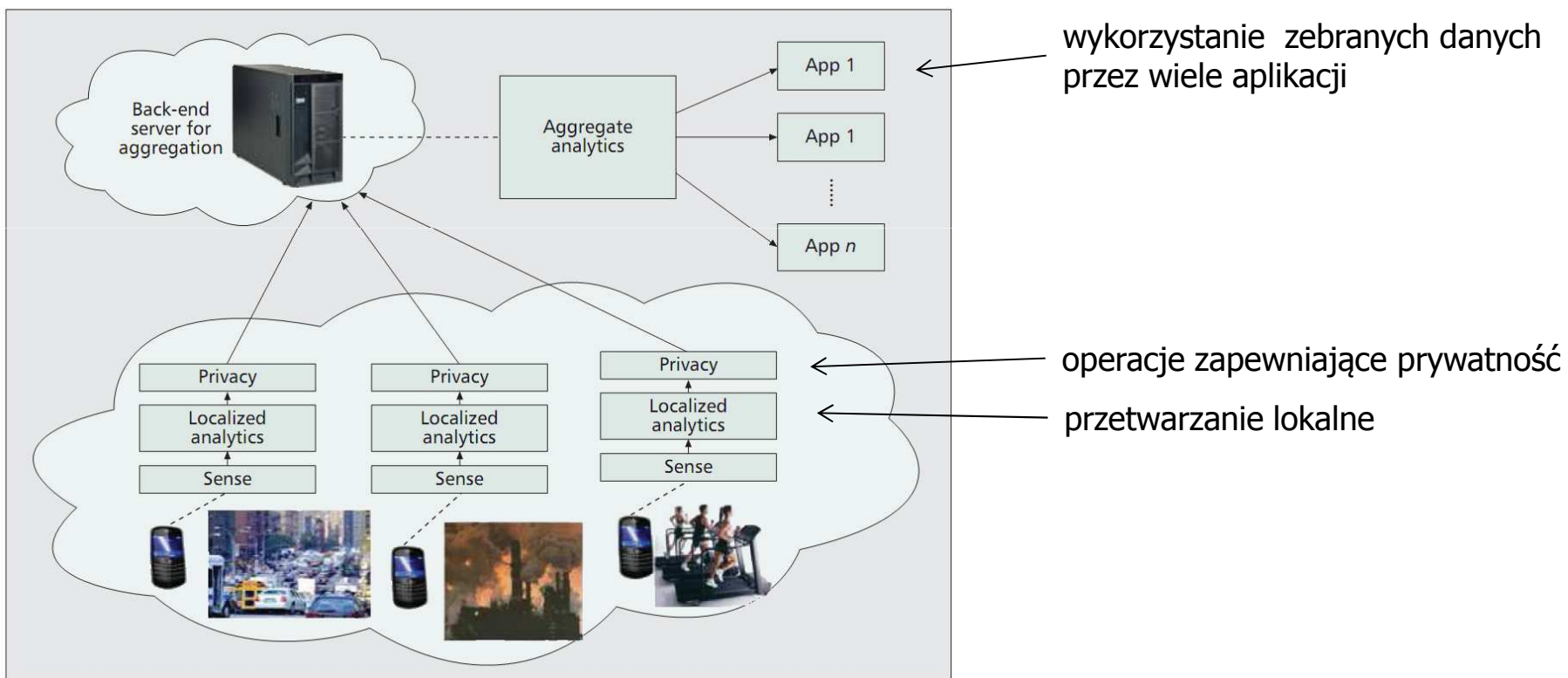


L D. Christin, A. Reinhardt, S. Kanhere, M. Hollick  
*A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications*, 2011



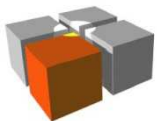
## Przykładowe generyczne architektury (2/3)

### System dla wielu aplikacji



Ganti, R.K.; Ye, F.; Lei, H. *Mobile crowdsensing: current state and future challenges*, 2011

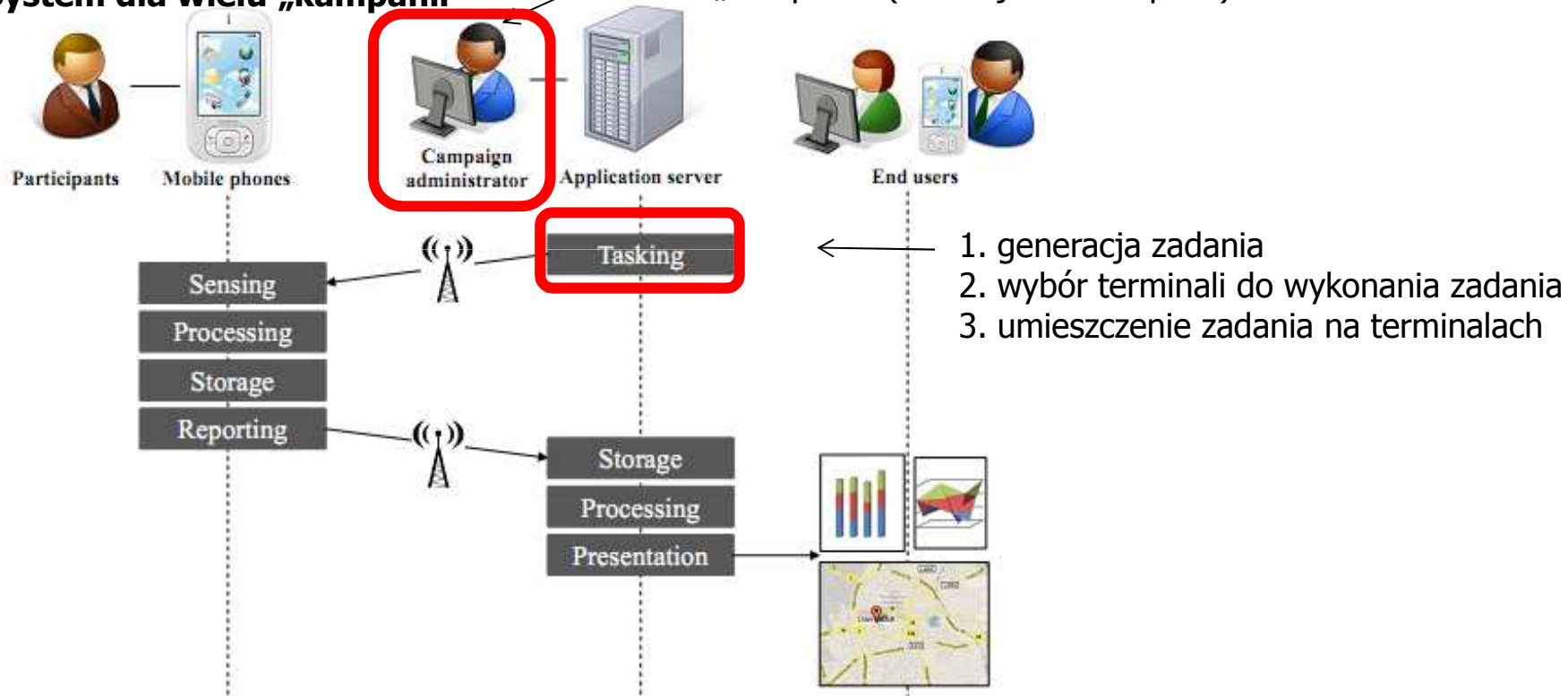




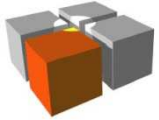
## Przykładowe generyczne architektury (3/3)

System dla wielu „kampanii”

twórca „kampanii” (definiuje cel kampanii)

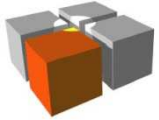


L D. Christin, A. Reinhardt, S. Kanhere, M. Hollick  
*A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications*, 2011



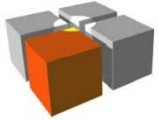
## Ważne pojęcia

- ***tasking***  
alokacja zadania akwizycji do terminala, umieszczenie zadania na terminalu
- ***sampling context***  
warunki kontekstowe, które powinny wyzwolić wykonanie akwizycji



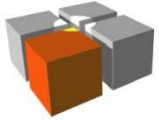
## Przetwarzanie lokalne (na terminalu)

- Zmniejszenie ilości danych transmitowanych do serwera.
- Zmniejszenie opóźnień w dostarczaniu danych do serwera.
- Zmniejszenie obciążenia serwera.
  - naturalna skalowalność systemu
- Funkcjonalność:
  - poprawa jakości sygnału z sensora (np. filtracja),
  - lokalna synteza kontekstu, np.
    - wykrywanie środka transportu (samochód, pociąg, metro),
    - bieżąca aktywność fizyczna użytkownika (idzie, stoi, biegnie),
    - bieżące zajęcie użytkownika (spotkanie, rozmowa tel., telewizja),
    - rozpoznawanie elementów środowiska



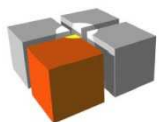
## Niektóre wyzwania dla twórców warstw pośrednich/platform

- Jak zachęcić użytkowników do uczestnictwa? (*incentives*)
- Jak zapewnić prywatność?
- Co przetwarzać na terminalu, a co na serwerze?
- Jak umieszczać komponenty aplikacji na terminalach?
- Jak zapewnić efektywne współistnienie wielu aplikacji?
  - odczyt z sensora powinien być dostępny wielu aplikacjom
- Jak wybrać terminale, z których aplikacja pobiera dane?
- Jak zapewnić, żeby aplikacje nie zużywały zbyt dużo energii?
  - adaptacyjne korzystanie z sensorów
  - słabsza jakość w zamian za oszczędność energii



## Zagrożenia prywatności

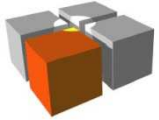
- czas i lokalizacja
    - miejsce pracy, adres domowy → identyfikacja (także przy „pseudonimowości”)
    - problemy zdrowotne
    - poglądy polityczne
    - przyzwyczajenia
  - próbki dźwięku
    - prywatne rozmowy
    - lokalizacja
  - zdjęcia i sekwencje wideo
    - ujawnienie przypadkowych uczestników, relacje społeczne
  - ...
-



## Zapewnianie prywatności

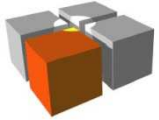
- Zezwolenia użytkownika na korzystanie z sensorów.
  - mogą być warunkowe („kontekstowe”)
    - np. zaznaczanie pewnych lokalizacji jako dostępnych lub nie.
- Lokalne zwiększenie poziomu abstrakcji danych

| Granularity  | Location         | Sound               | Photo                        | Acceleration      |
|--------------|------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|
| Fine-grained | Precise position | Original sample     | Original image               | Raw data          |
| .....        | Street name      | Voices removed      | Faces blurred                | Activity type     |
| ....         |                  | Spectral properties | Number of people             | Activity category |
| ...          | District         | Loudness level      | Environment (indoor/outdoor) | Motion (yes/no)   |
| .            | City             |                     |                              |                   |
| Coarse       |                  |                     |                              |                   |



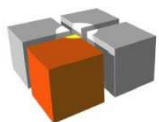
## Zapewnianie prywatności

- Rozsiewanie zadań bez konieczności logowania się wykonawców.
- Alokacja zadań do terminali w miejscach o dużej gęstości użytkowników.
- Konta grupowe
- $k$ -anonimowość
  - np. uśrednianie lokalizacji  $k$  użytkowników znajdujących się blisko siebie
- Perturbacja.
  - np. kontrolowane dodawanie szumu



## **PRZYKŁADY APLIKACJI**

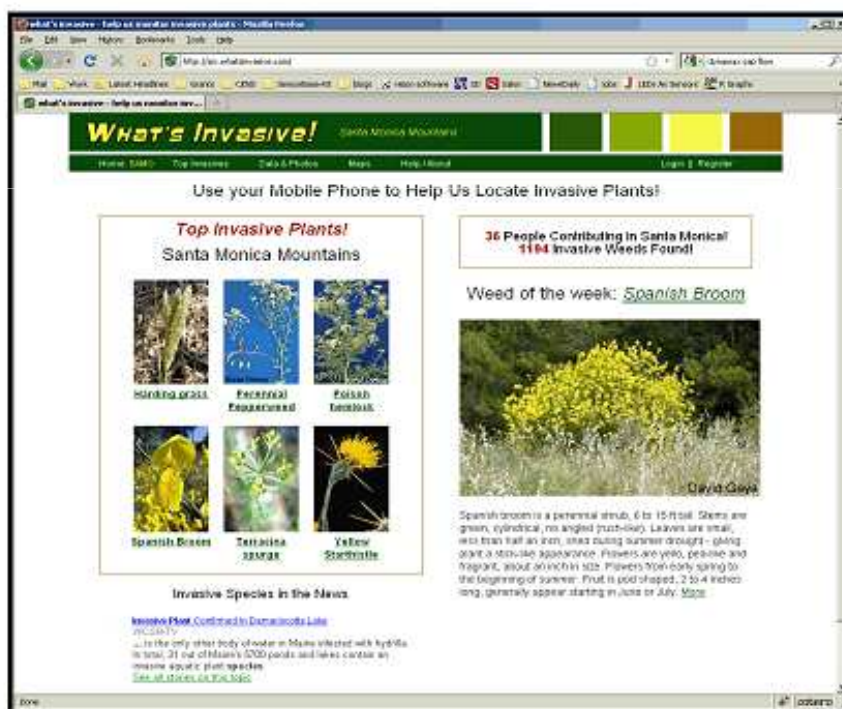




<http://www.whatsinvasive.com>

## Przykład: dedykowana platforma do pozyskiwania informacji

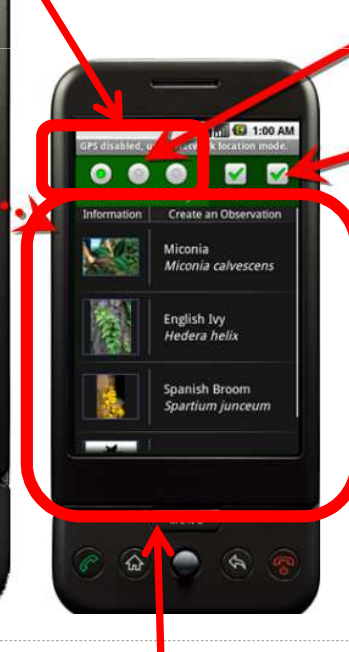
Informacje o gatunkach inwazyjnych, niebezpiecznych dla gatunków rodzimych



podać ile okazów zaobserwowano



You can make a contribution of data that the experts are looking for.

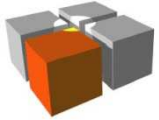


(1) One, Few, or Many is the amount of invasives you see.

(2) Photo on/off and Note on/off to add a photo and notes to your observation.

The phone has automatically selected the appropriate weed list based on your location.

wybrać gatunek z listy dostosowanej do bieżącej lokalizacji



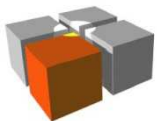
F. C. Pereira et al. *Crowdsensing in the Web: Analyzing the Citizen Experience in the Urban Space*, 2011

## Przykład: WWW jako źródło kontekstu (1/3)

### Projekt *Eyes of the World*

- Wykorzystanie publicznie dostępnych danych od użytkowników.
- <http://www.flickr.com/>\_umieszczanie zdjęć przez użytkowników
  - możliwość oznaczanie zawartości (*tagging*) i lokalizacji (*geo-tagging*)
- Analiza lokalizacji i czasu zrobienia zdjęć.
- Wykrywanie ciekawych miejsc i poziomu zainteresowania nimi w funkcji czasu.
- Wykrywanie „ścieżek zwiedzania”.

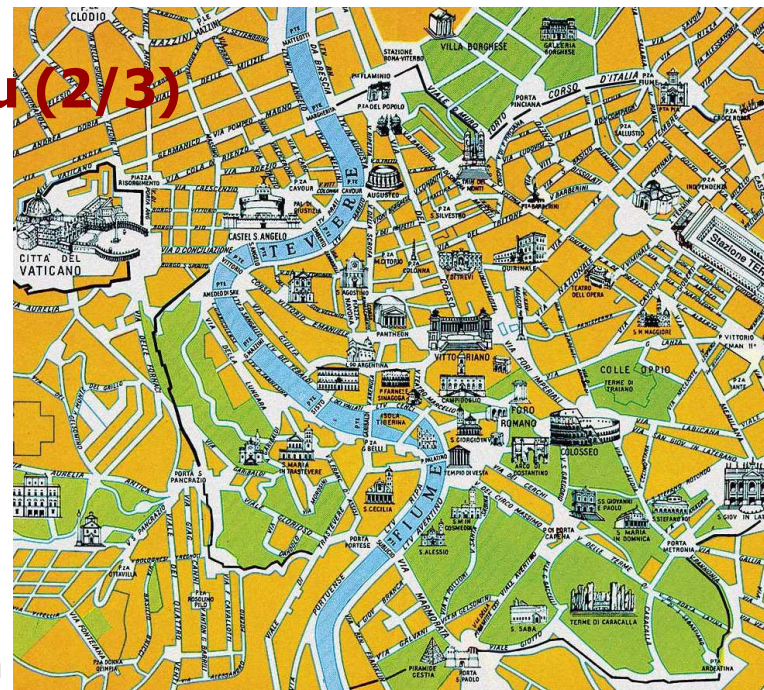




F. C. Pereira et al. *Crowdsensing in the Web: Analyzing the Citizen Experience in the Urban Space*, 2011

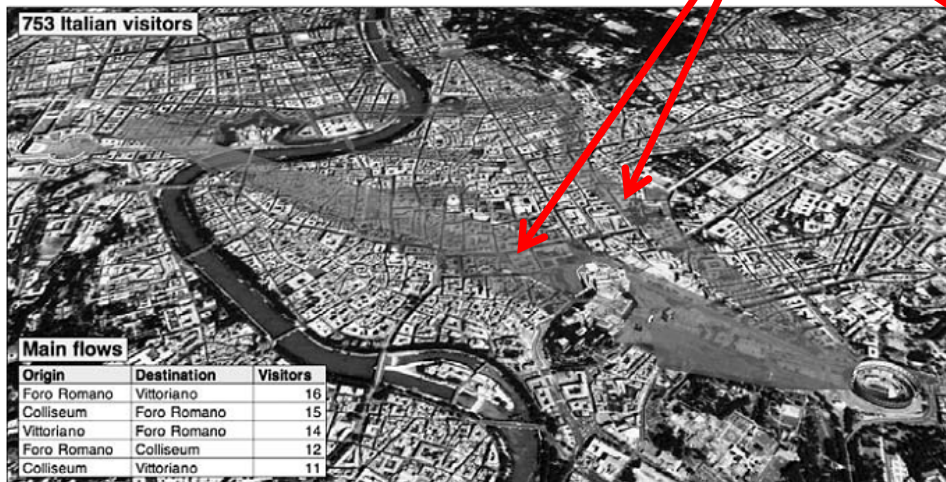
## Przykład: WWW jako źródło kontekstu (2/3)

Projekt *Eyes of the World*

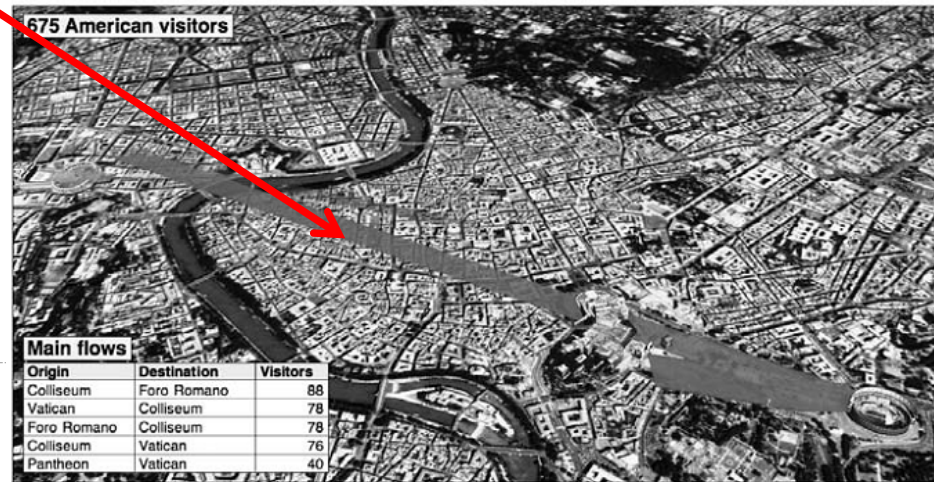


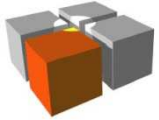
porównanie „strumieni” turystów

Italian



American



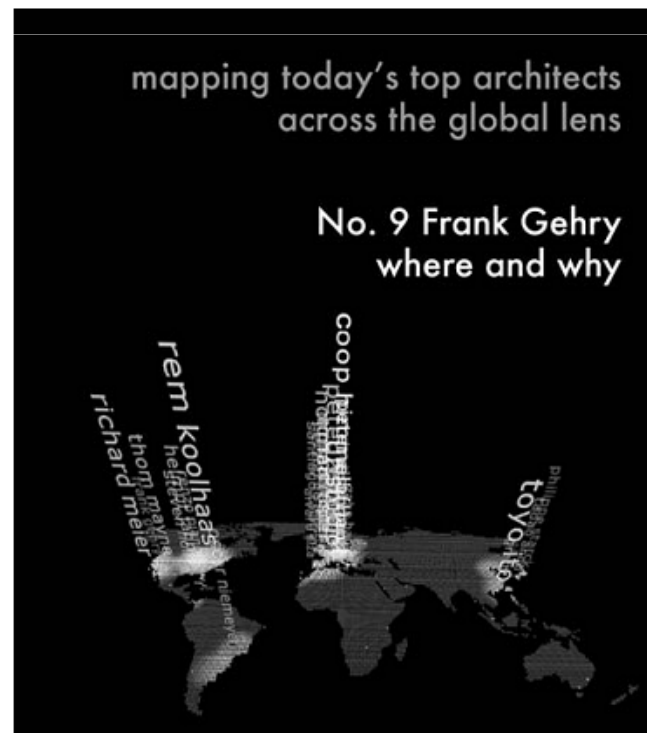


F. C. Pereira et al. *Crowdsensing in the Web: Analyzing the Citizen Experience in the Urban Space*, 2011

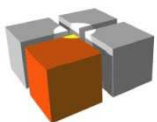
## Przykład: WWW jako źródło kontekstu (3/3)

### Projekt *My Architect*

- Filtrowanie za pomocą znaczników (*tags*) związanych z architekturą.
- Ranking architektów na podstawie liczby wykonanych zdjęć.
- Podejście *bottom-up* (decydują użytkownicy, nie media).





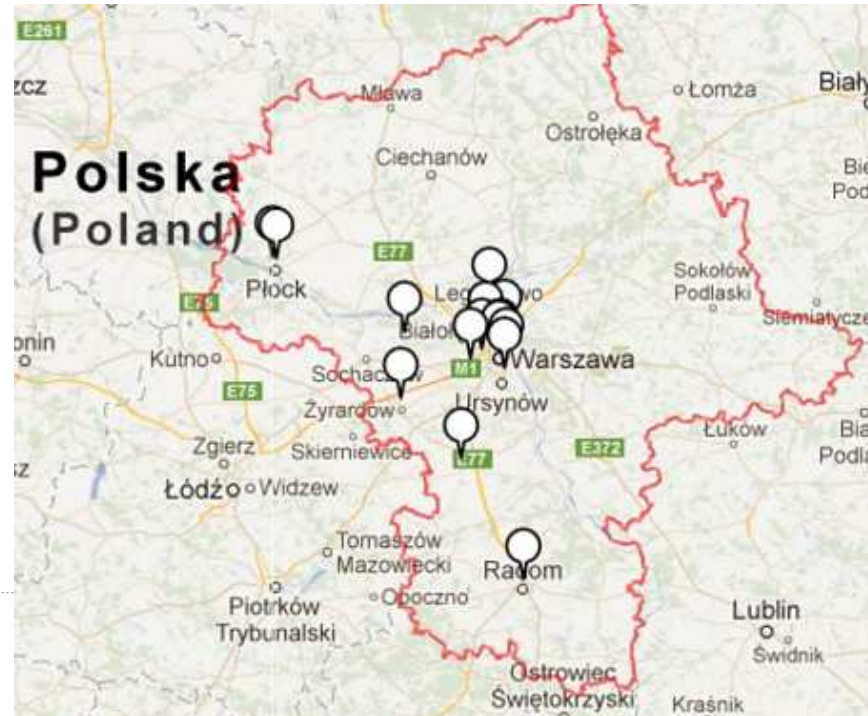


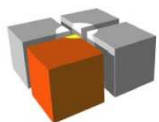
## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (1/ )

- Rozdzielczość usług infrastrukturalnych: Województwo Mazowieckie
  - 26 stacji pomiarowych
  - 7 z automatycznym pomiarem oraz 9 z pomiarem manualnym (2012)



<http://sojpwios.warszawa.pl>



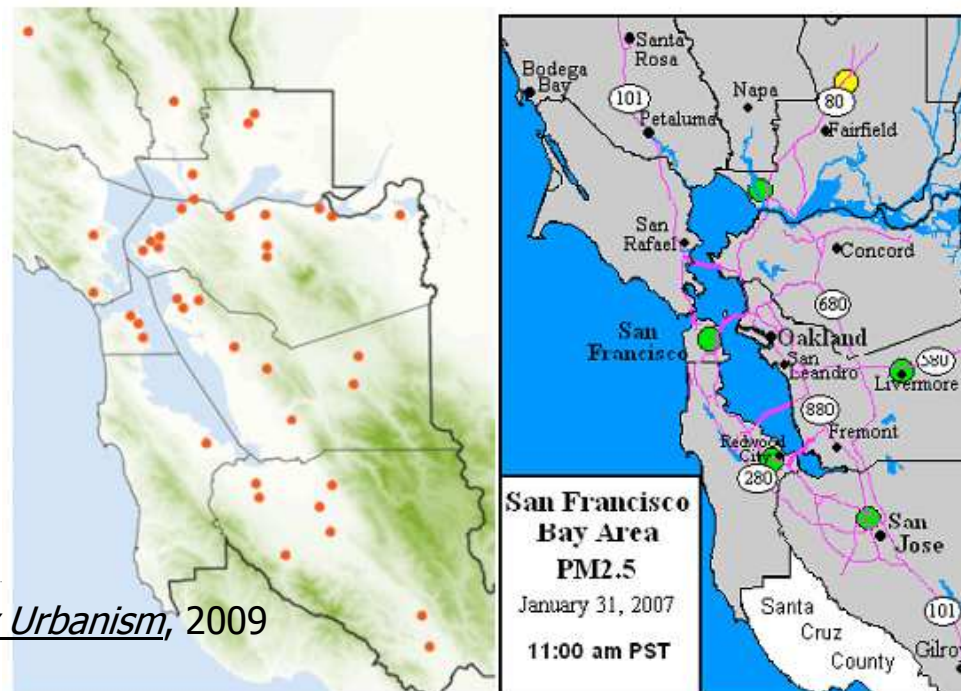


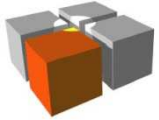
## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (2/ )

- Rozdzielczość usług infrastrukturalnych: San Francisco Bay Area
  - 40 stacji pomiarowych
  - poziom PM<sub>2.5</sub> mierzony przez zaledwie 6 z nich (2006)
  - dla pozostałych lokalizacji stosowana zawodna technika ekstrapolacji

PM<sub>2.5</sub> (*particulate matter 2.5*) – wszystkie aerozole atmosferyczne o wielkości 2.5 mikrometra lub mniejsze

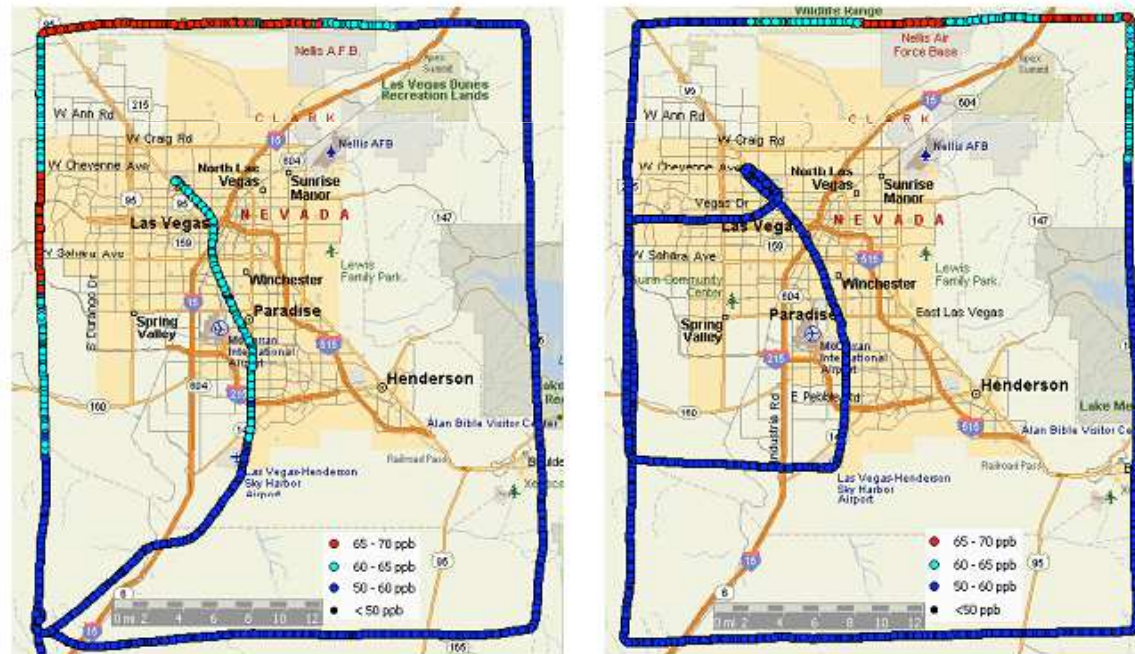
E. Paulos et al., *Citizen Science: Enabling Participatory Urbanism*, 2009



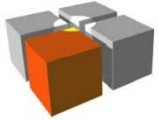


## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (3/ )

- Zmienność stężenia zanieczyszczeń
  - Przykład: ozon, Las Vegas, dwa kolejne dni 2005 r.



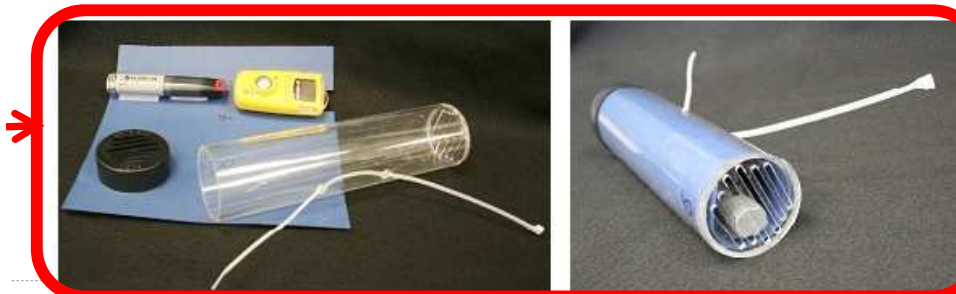
- Wniosek: potrzeba pomiarów lokalnych, często powtarzanych.



## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (4/ )

- Podejście typu *opportunistic sensing*.
- Akra (Ghana), eksperyment dwutygodniowy.
- Zestawy sensorów dla taksówkarzy (7) i studentów (3):
  - sensory: CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, odbiornik GPS (*GPS logger*)
  - odczyty co 1 sekunda, zapisywanie lokalnie
- Wieczorem zestawy oddawane w celu pobrania odczytów i naładowania akumulatorów.
  - DTN (*Delay-Tolerant Networking*)

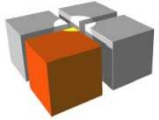
zestaw dla taksówki



zestaw dla studenta

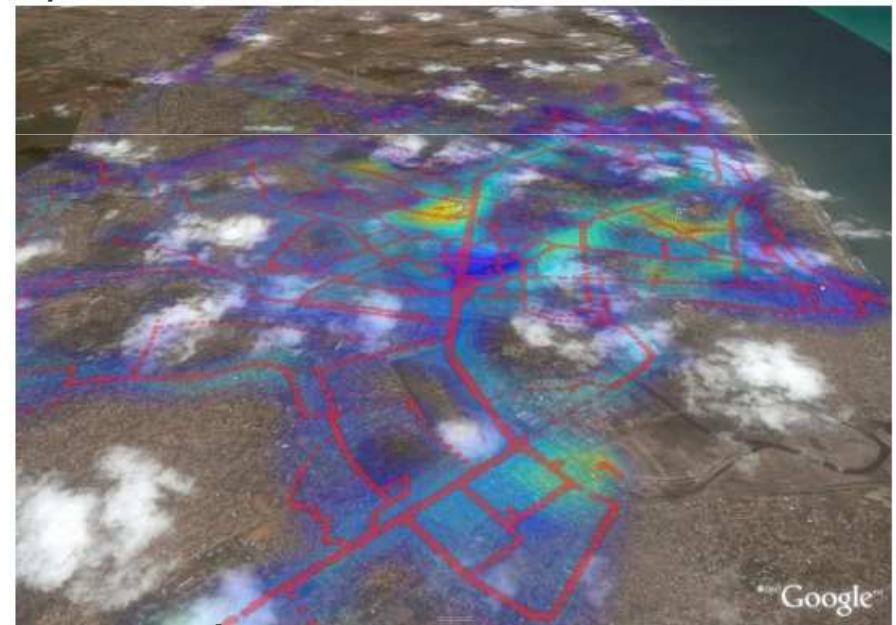






## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (5/ )

- Przykład wyników: jednodniowe pomiary poziomu CO.
  - czerwone punkty to miejsca pobrania odczytów
- Wpływ eksperymentu na uczestników:
  - wzrost świadomości problemu
  - przekazywanie wyników znajomym
  - dyskusje ze współuczestnikami
  - unikanie zanieczyszczonych miejsc
  - przegląd własnego samochodu
  - wzrost oczekiwań wobec władz
- Efekt: bardziej świadome podejście do własnego środowiska.





E. Paulos et al., *Citizen Science: Enabling Participatory Urbanism*, 2009

## Znaczenie informacji zwrotnej i prezentacji wyników *on-the-go*

### Odczyty jakości powietrza



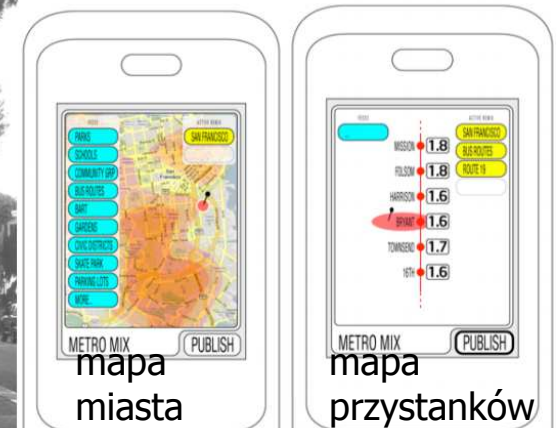
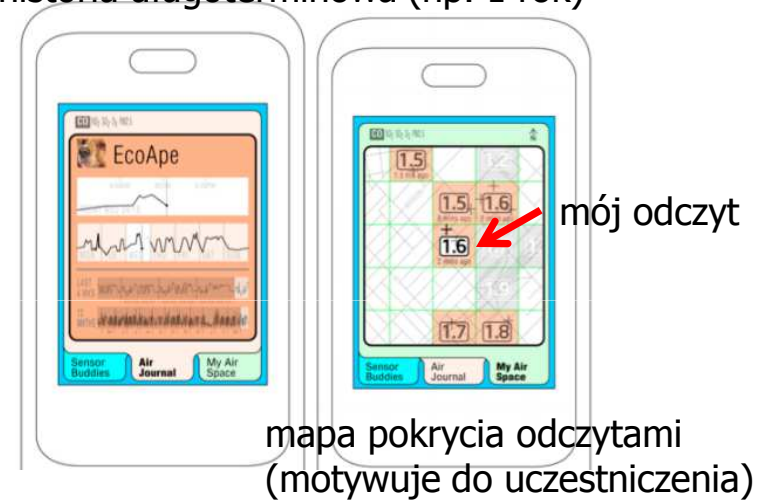
moja wartość bieżąca

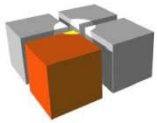


- zmienność w ciągu dnia zmusza do myślenia
- porównania zmuszają do myślenia
  - inne dzielnice
  - inne miasta

znak drogowy wskazujący „czystą” trasę

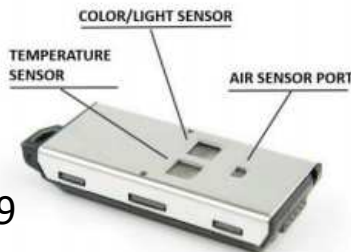
### moja historia długoterminowa (np. 1 rok)





Ch. Leonardi et al. *SecondNose: an air quality mobile crowdsensing system*, 2014

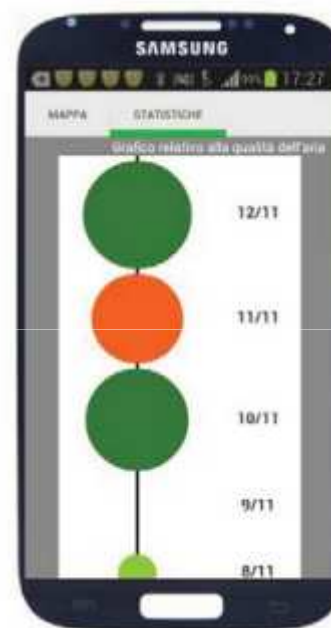
## Przykład: monitorowanie jakości powietrza (5/ ) SecondNose



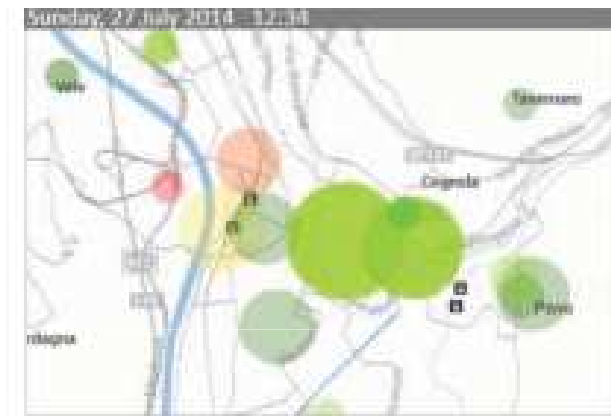
\$149



ostatnio pobrane próbki (jeden użytkownik)

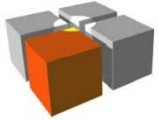


historia jakości wdychanego powietrza w ciągu jednego tygodnia (jeden użytkownik)



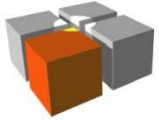
agregacja próbek od wszystkich użytkowników (jeden tydzień), im więcej próbek, tym mniej przezroczyste

- Eksperyment: próbki pobierane co 5 min., 80 uczestników, kilka miesięcy.
- Problem: po pewnym czasie zainteresowanie użytkowników zmniejsza się.



## ***Citizen science, participatory urbanism***

- ***citizen science***  
udział nie-naukowców (amatorów) w przedsięwzięciach naukowych
  - niektóre aplikacje typu *crowdsensing* są dobrym przykładem
  
- ***participatory urbanism***  
życie w mieście pro-aktywne, nastawione na uczestniczenie, obywatelskie
  - aplikacje typu *crowdsensing* jako środek do tego celu



M. Rinne and S. Törmä *Mobile crowdsensing of parking space using geofencing and activity recognition*, 2014

## **Przykład: pozyskiwanie wiedzy o miejscach parkingowych (1/4)**

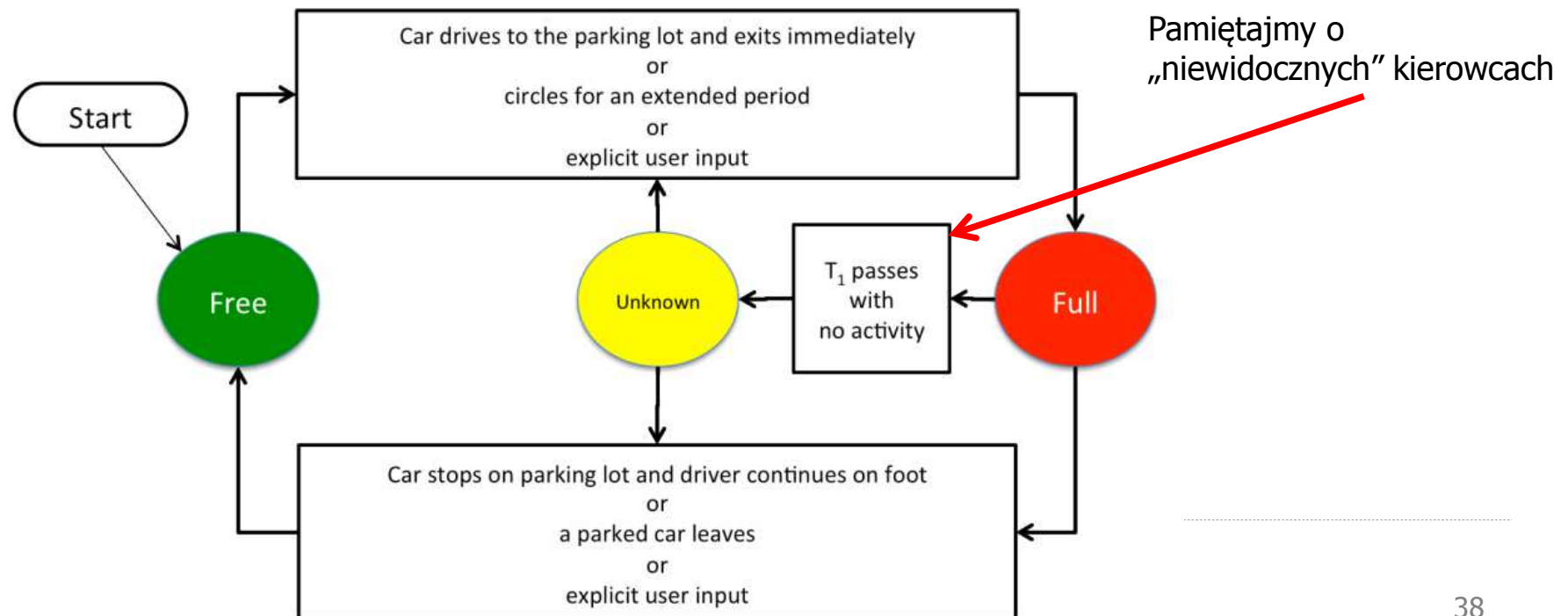
- Wykorzystywane API Google Play Services.
  - *Geofencing API*
    - zdarzenie przy wejściu do obszaru (**enter**) i opuszczeniu go (**exit**)
  - *Activity recognition API*
    - **still, tilting, walking, on bicycle, in vehicle**
  - Wykrywanie „zdarzeń parkingowych” na parkingu R
    - udane parkowanie: **enter R → in vehicle → walking → exit R**
    - nieudane parkowanie: **enter R → in vehicle → exit R**
    - zwolnienie miejsca: **enter R → walking → in vehicle → exit R**
-



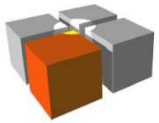
M. Rinne and S. Törmä *Mobile crowdsensing of parking space using geofencing and activity recognition*, 2014

## Przykład: pozyskiwanie wiedzy o miejscach parkingowych (2/4)

- Udane parkowanie -> są miejsca (chyba, że to było ostatnie).
- Nieudane parkowanie -> parking jest pełny
- Zwolnienie miejsca -> są miejsca

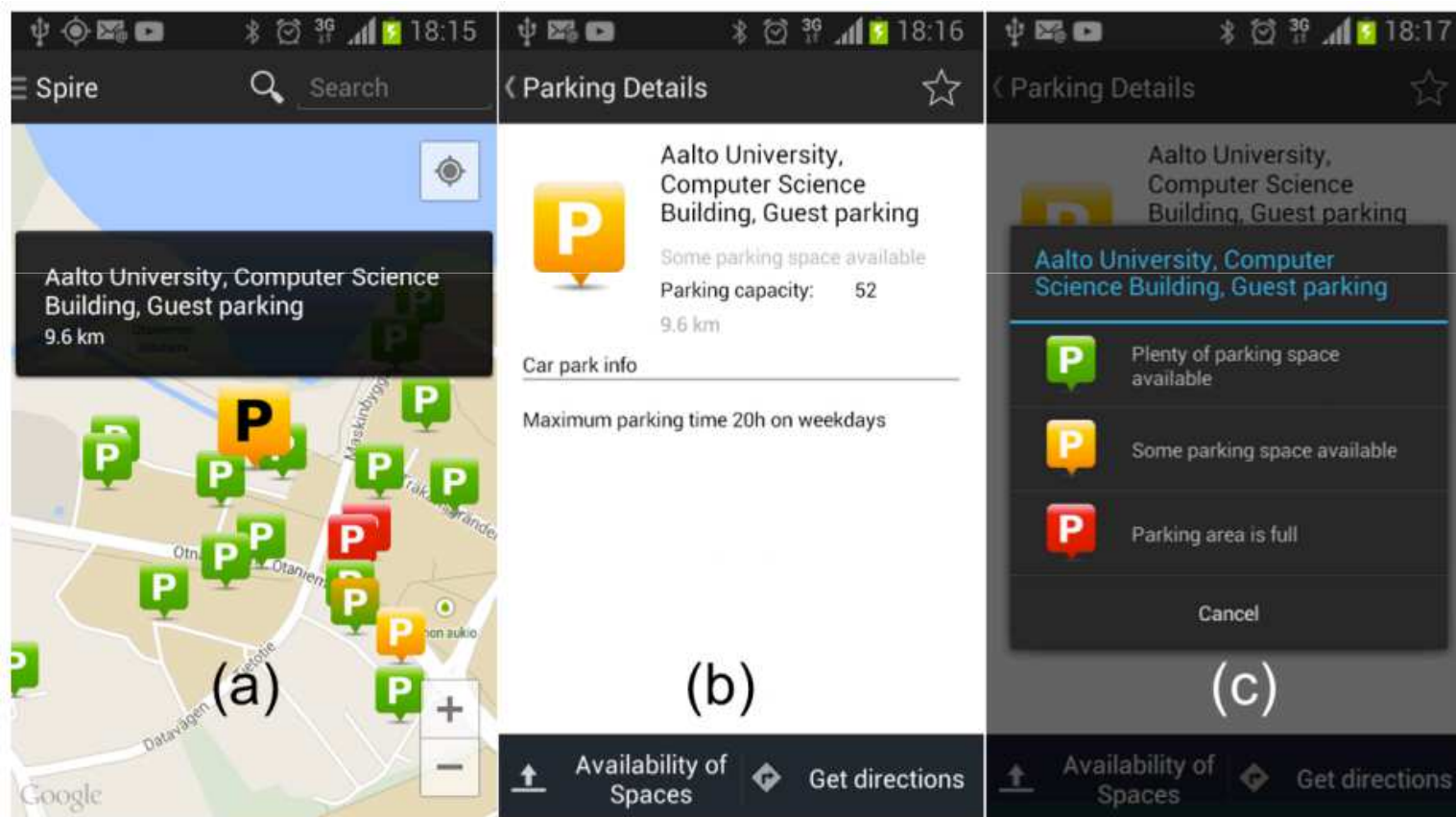


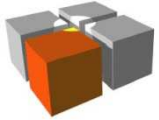




M. Rinne and S. Törmä *Mobile crowdsensing of parking space using geofencing and activity recognition*, 2014

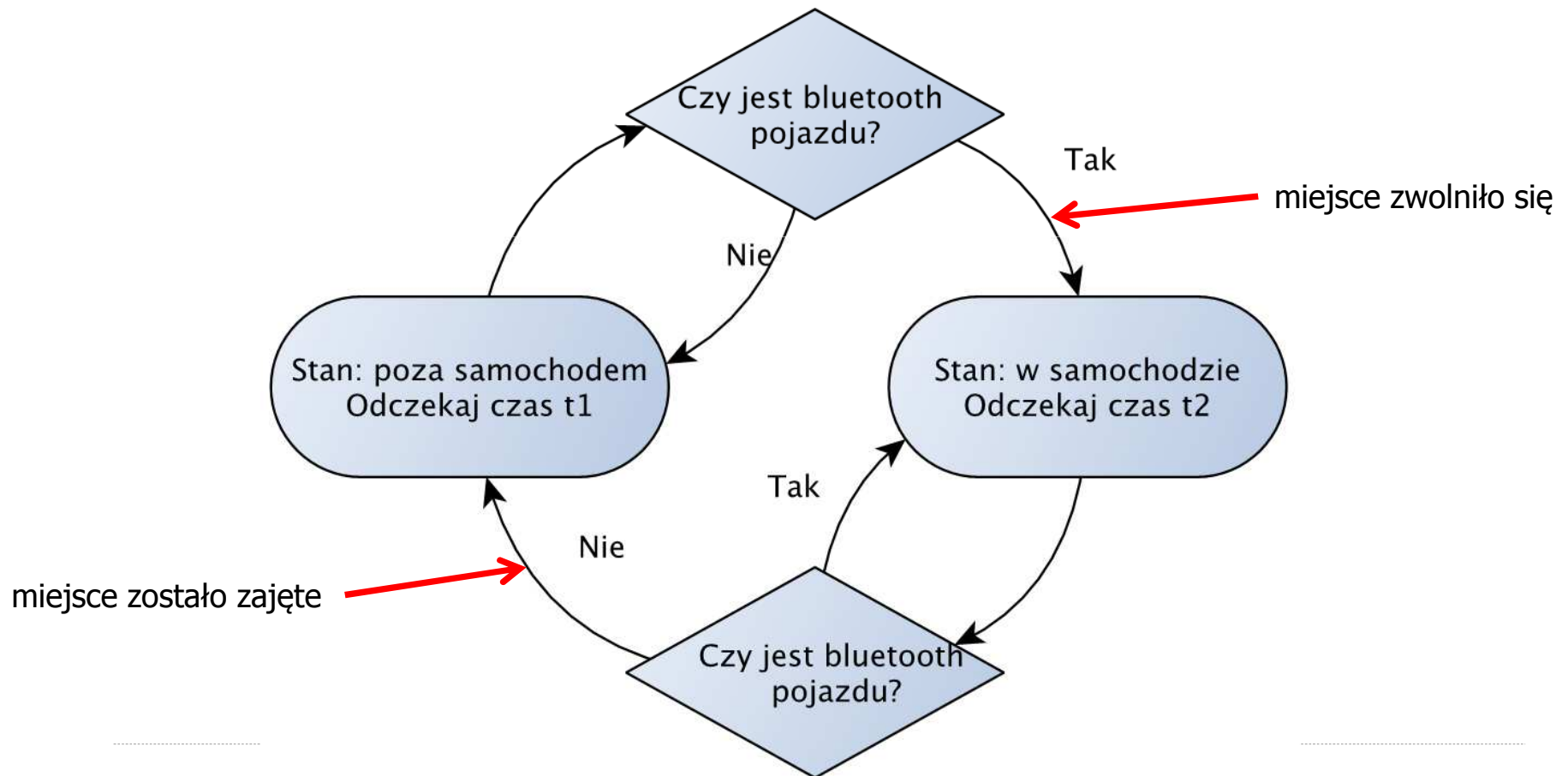
## Przykład: pozyskiwanie wiedzy o miejscach parkingowych (3/4)



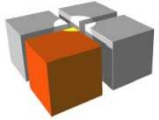


Sz. Pękała *Mobilny system detekcji wolnych miejsc parkingowych*, p. d. inż. (MEAG), 2014

## Przykład: pozyskiwanie wiedzy o miejscach parkingowych (4/4)



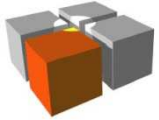




P. Lechnio, P. Wawrzeniuk *Opracowanie mapy gęstości aktywności dla miasta Warszawy*, p. d. inż. (MEAG), 2014

## **Przykład: mapa gęstości aktywności (1/4)**

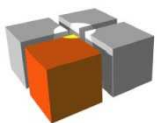
- Aktywność – sposób spędzania czasu.
- Cel: wizualizacja popularności wybranych aktywności w różnych rejonach miasta.
- Podejście typu *participatory sensing* – odpytywanie użytkowników o ich aktywność w losowych momentach
  - metoda typu *experience sampling*
- Forma prezentacji: mapa gęstości (*heatmap*).
- Aplikacja testowana dla miasta Warszawy.



P. Lechnio, P. Wawrzeniuk Opracowanie mapy gęstości aktywności dla miasta Warszawy, p. d. inż. (MEAG), 2014

## Przykład: mapa gęstości aktywności (2/4)

- Zastosowania
  - władze miasta, urbarńsci
    - Które obszary zielone należy szczególnie chronić rozwijać.
    - Gdzie postawić publiczną toaletę?
    - Gdzie inwestować w parkingi?
  - mieszkańcy miasta i osoby przyjezdne
    - W jakiej dzielnicy wynająć mieszkanie?
    - Która dzielnica jest najbardziej przyjazna do mieszkania dla młodych rodzin z dziećmi?
    - Która dzielnica jest najbardziej rozrywkowa?
  - firmy, przedsiębiorcy
    - Gdzie otworzyć kawiarnię?
    - Gdzie otworzyć klub fitness?
    - Gdzie otworzyć aptekę?



P. Lechnio, P. Wawrzeniuk *Opracowanie mapy gęstości aktywności dla miasta Warszawy*, p. d. inż. (MEAG), 2014

## Przykład: mapa gęstości aktywności (3/4)

lista dostępnych aktywności





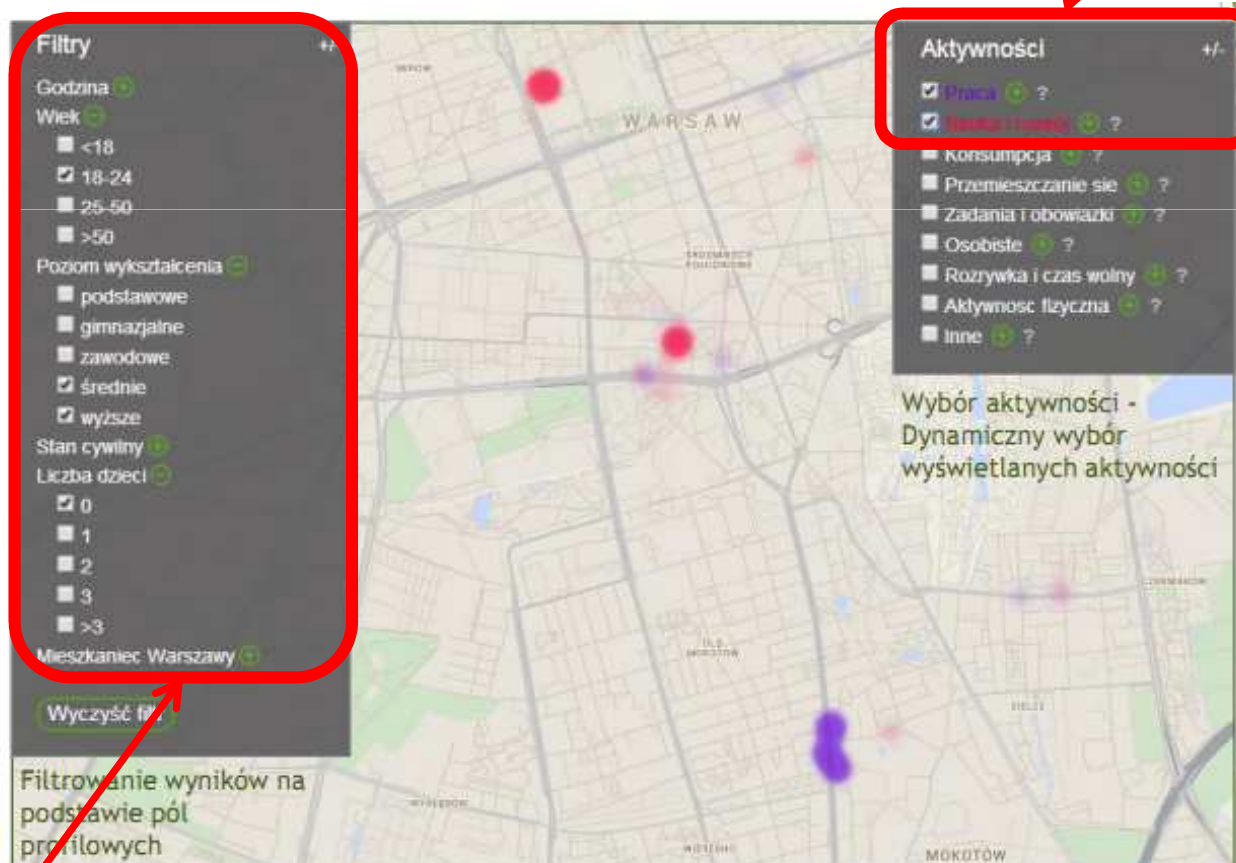
P. Lechnio, P. Wawrzeniuk *Opracowanie mapy gęstości aktywności dla miasta Warszawy*, p. d. inż. (MEAG), 2014

## Przykład: mapa gęstości aktywności (4/4)

wybrane aktywności

aplikacja mobilna do odpytywania użytkownika

wynik działania systemu – mapa gęstości



wybrany profil

krotność odpowiedzi wyrażona za pomocą nasycenia koloru



## Przykład: PRISM

- *Platform for Remote Sensing using Smartphones*
- Główna funkcjonalność: wygodna dystrybucja i uruchamianie na terminalach zadań akwizycji danych sensorowych, wg zadanych warunków kontekstowych.
  - kontekstem jest lokalizacja
- Architektura klient/serwer, Windows Mobile, Windows 7
- Cele przy projektowaniu systemu:
  - minimalne ograniczenia nałożone na uruchamiane zadania (zadania to natywny kod binarny)
  - bezpieczeństwo terminala (konflikt z poprzednim celem)
  - serwer powinien móc obsłużyć wielką liczbę terminali



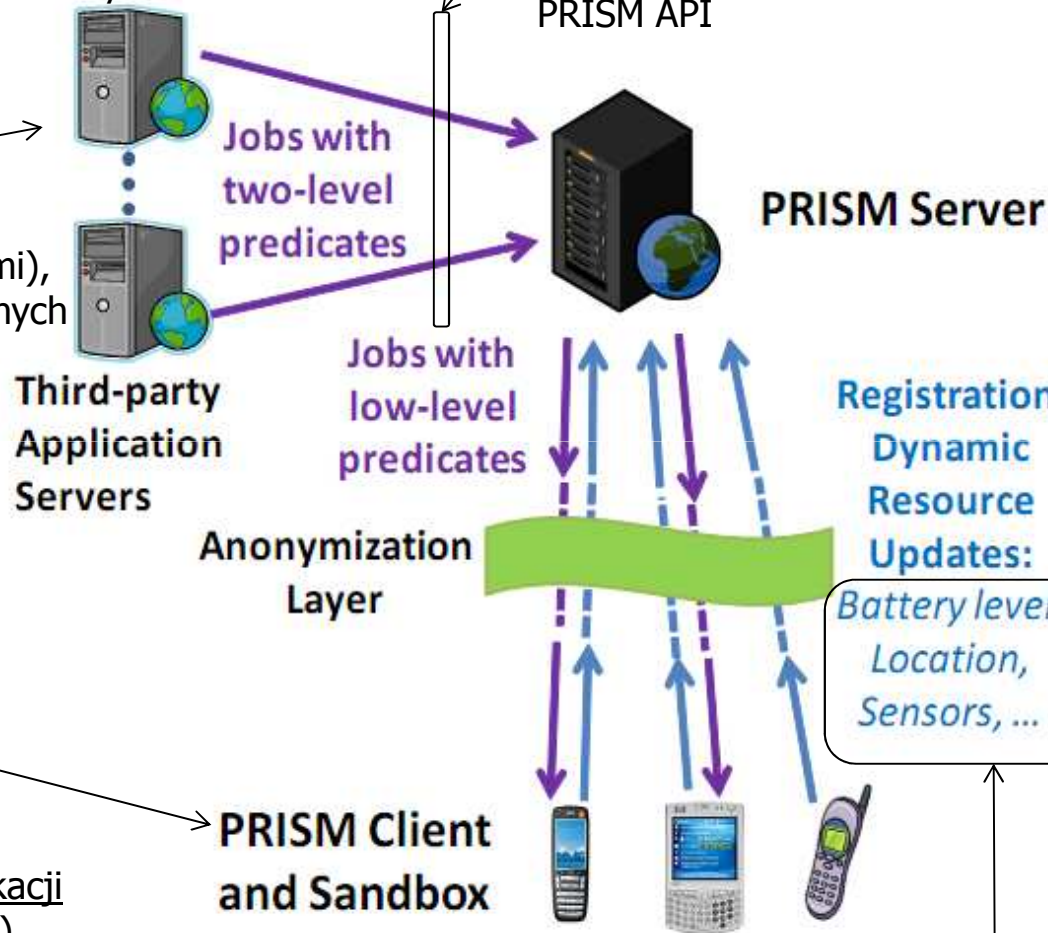
## PRISM: architektura

predykaty =  
kontekstowe warunki wykonania zadania

tu granica „warstwy pośredniej” PRISM  
PRISM API

część serwerowa aplikacji:

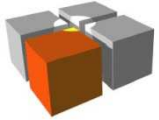
- dostarczenie zadań akwizycji danych do systemu PRISM (razem z predykatami),
- obróbka danych sensorowych otrzymanych od zadań akwizycji



środowisko wykonawcze (*runtime*)  
instalowane przez użytkownika

tu wykonuje się część terminalowa aplikacji  
(zadanie akwizycji danych sensorowych)

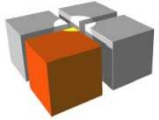
to server wie o terminalach



## PRISM: wybór terminali do instalacji i uruchomienia

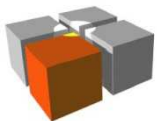
- Rejestracja terminali w technice *soft state* (okresowe odświeżanie).
- Okresowe wiadomości o zasobach (*resource updates*).
- Instalacja zadań akwizycji na terminalach wg modelu *push*.
  - *pull* – terminal pobiera wszystkie zadania, nie ujawniając swojego kontekstu
  - *push* – terminal ujawnia kontekst, serwer wybiera terminale wg kontekstu
- Wybór terminali: oddzielenie instalacji i uruchomienia.
  - do instalacji zadań akwizycji na terminalach: predykat wysokopoziomowy,
    - dostępne sensory, liczba terminali, zgrubna lokalizacja
    - warunek sprawdzany zdalnie (na serwerze)
  - do uruchomienia zadań akwizycji: predykat niskopoziomowy.
    - dokładniejsza lokalizacja, szybkość przemieszczania się, ...
    - warunek sprawdzany lokalnie (w terminalu)



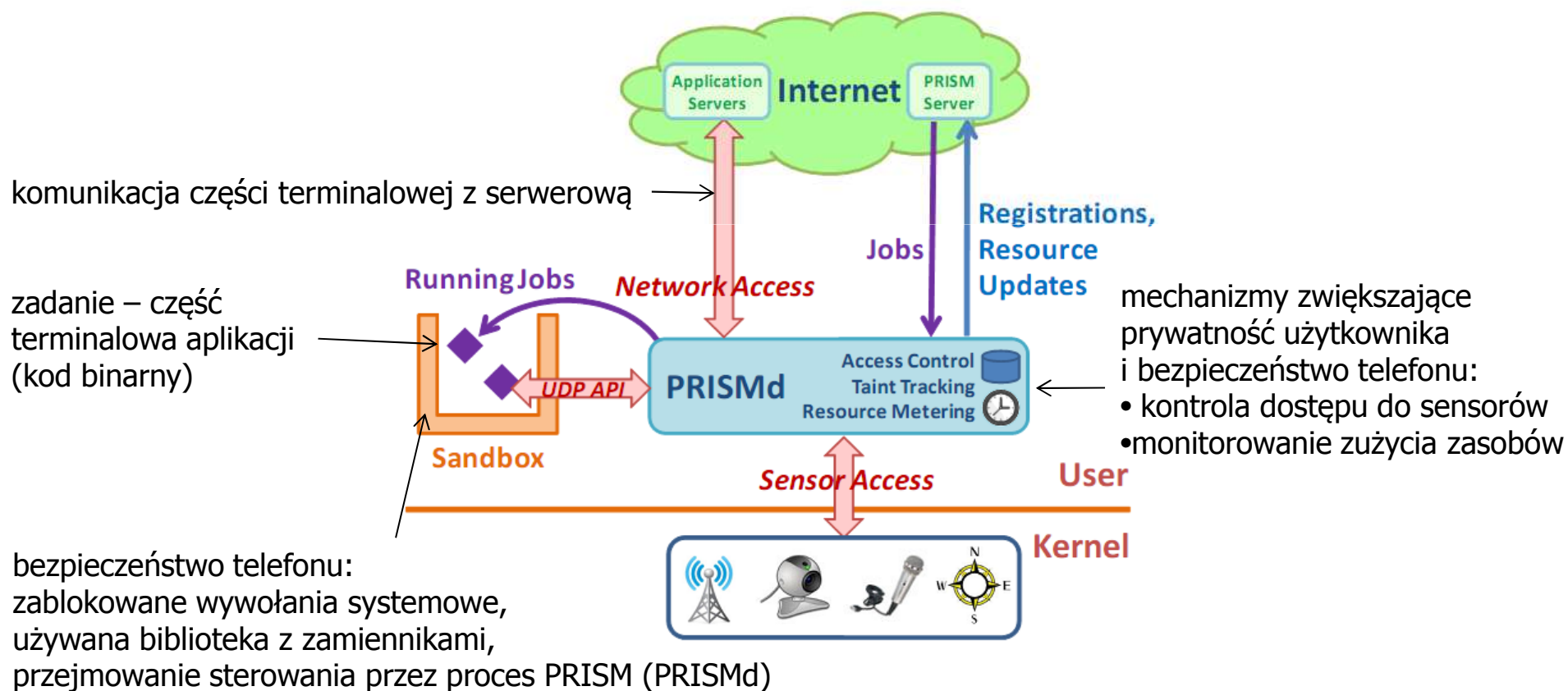


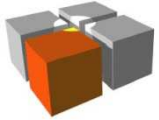
## PRISM: tryby instalacji zadań na terminalach

- Część serwerowa aplikacji może zgłaszać zadania akwizycji w dwu trybach:
  - *deploy-or-cancel*: jednokrotne, natychmiastowe sprawdzenie predykatu wysokopoziomowego, po którym następuje bezzwłoczna instalacja zadania na terminalach spełniających warunek
    - zadania wymagające względnie szybkiej realizacji
  - *trigger*: okresowe sprawdzanie predykatu wysokopoziomowego; instalacja po zgłoszeniu się telefonu spełniającego warunek
    - zadania, w których szybkość nie jest krytyczna
    - dobre dla obszarów o niskiej gęstości terminali



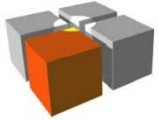
## PRISM: architektura środowiska wykonawczego w terminalu





## **PRISM: środowisko wykonawcze na terminalu**

- Dopuszczone wykonanie dowolnych binariów.
- Przejęcie kontroli nad wywołaniami systemowymi.
- Użytkownik wybiera stopień dostępu do sensorów przez aplikację.
  - żadne
  - tylko lokalizacja
  - wszystkie
- Monitorowanie zużycia zasobów:
  - dostęp do wszystkich zasobów mierzony ilością zużytej energii
  - ograniczenie na zużycie energii
  - dodatkowo ograniczenie na szybkość odsyłania danych (wpływ na prywatność)
- „Wymuszona amnezja” (stan aplikacji okresowo „zerowany”).
  - zapobieżenie akumulacji danych mających wpływ na prywatność



## PRISM: Aplikacja. *Citizen journalist*

- Przykład akwizycji z uczestnictwem.
- Użytkownik znajdujący się w interesującej lokalizacji jest proszony (np. za pomocą dzwonka) o podanie informacji (np. ocena natężenia ruchu + zdjęcie skrzyżowania). Użytkownik może odrzucić prośbę podając przyczynę.

zadanie (kod binarny) ładowany na terminal  
instalacja w *trigger mode* (mało popularne lokalizacje)

obróbka danych sensorowych od części  
terminalowej aplikacji

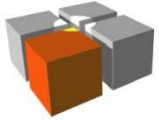
część serwerowa aplikacji, wykorzystanie API PRISM

```
// set up the first level coarse-grained predicate
L1pred = new FirstLevelPredicate();
L1pred.location = <desired location>;
L1pred.radius = <desired coarse radius>;
L1pred.stationary = false;
L1pred.cameraPresent = true;
L1pred.numOfPhones = <desired number of phones>;

// set up the second level fine-grained predicate
L2pred = new SecondLevelPredicate(),
L2pred.location = <desired location>;
L2pred.radius = <desired fine radius>;

// set up the application with the predicates
PRSIMapp = new PRISMApplication();
PRSIMapp.Init();
PRSIMapp.SetPredicates(L1pred, L2pred);
PRSIMapp.SetBinary(<path to 'phoneapp.exe'>);
PRSIMapp.TriggerMode = true;
PRSIMapp.DistributeToPhones();

// read and process data sent by phones
while (appData = PRISMapp.GetData()) {
    <process the received data>;
}
```



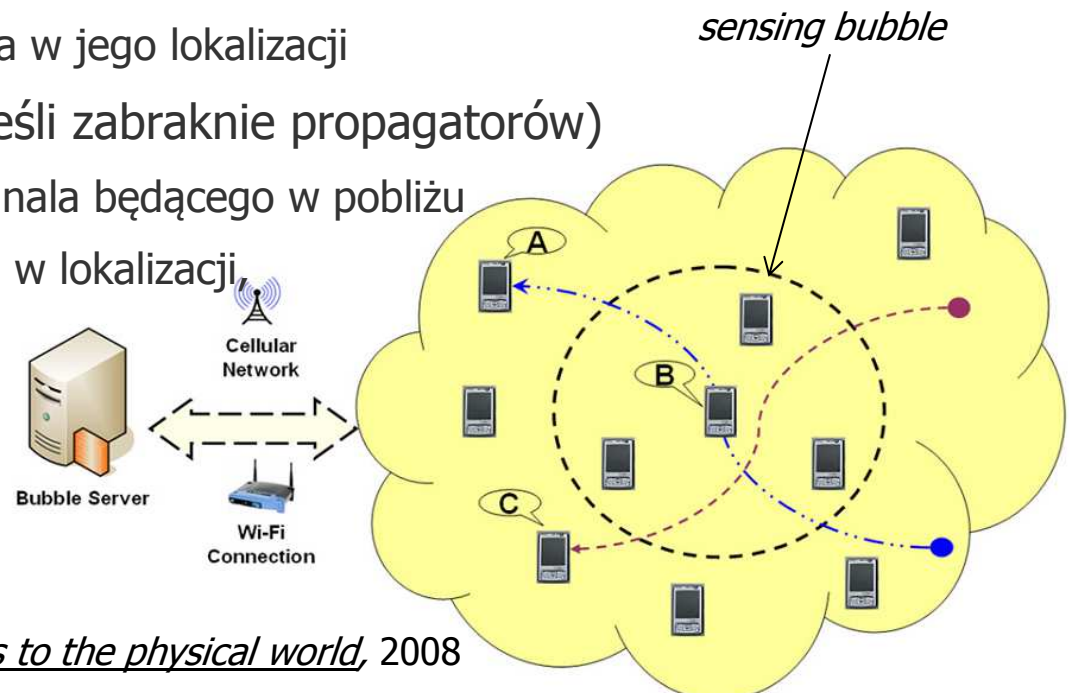
## Przykład: *Bubble-sensing*

- Abstrakcja: przypisanie zadania akwizycji danych do wybranej lokalizacji.
- Zadanie akwizycji: (*akcja, kontekst, obszar, czas trwania*)
  - *akcja*: np. zrób zdjęcie, nagraj próbkę dźwięku
  - *kontekst*: warunki, w których akcja powinna być podjęta
  - *obszar*: (punkt, promień)
- Z punktu widzenia użytkownika:
  - utwórz zadanie (można sobie wyobrazić zadania predefiniowane)
  - w wybranej lokalizacji wciśnij przycisk „przypisz”
  - po jakimś czasie pobierz dane sensorowe z serwera



## Przykład: *Bubble-sensing*. Różne role terminali

- **kreator** zadania (A)
  - rozsiewa je w wybranej przez użytkownika lokalizacji
  - rejestruje zadanie na serwerze
- **propagator** zadania (B, terminal stacjonarny)
  - kontynuuje rozsiewanie zadania w jego lokalizacji
- **przywracający** (C, używany jeśli zabraknie propagatorów)
  - serwer ładuje zadanie do terminala będącego w pobliżu
  - jeśli przywracający znajdzie się w lokalizacji, rozsiewa zadanie jak kreator
- **sensor** (D)
  - wykonuje zadanie akwizycji
  - przesyła wyniki do serwera

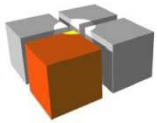




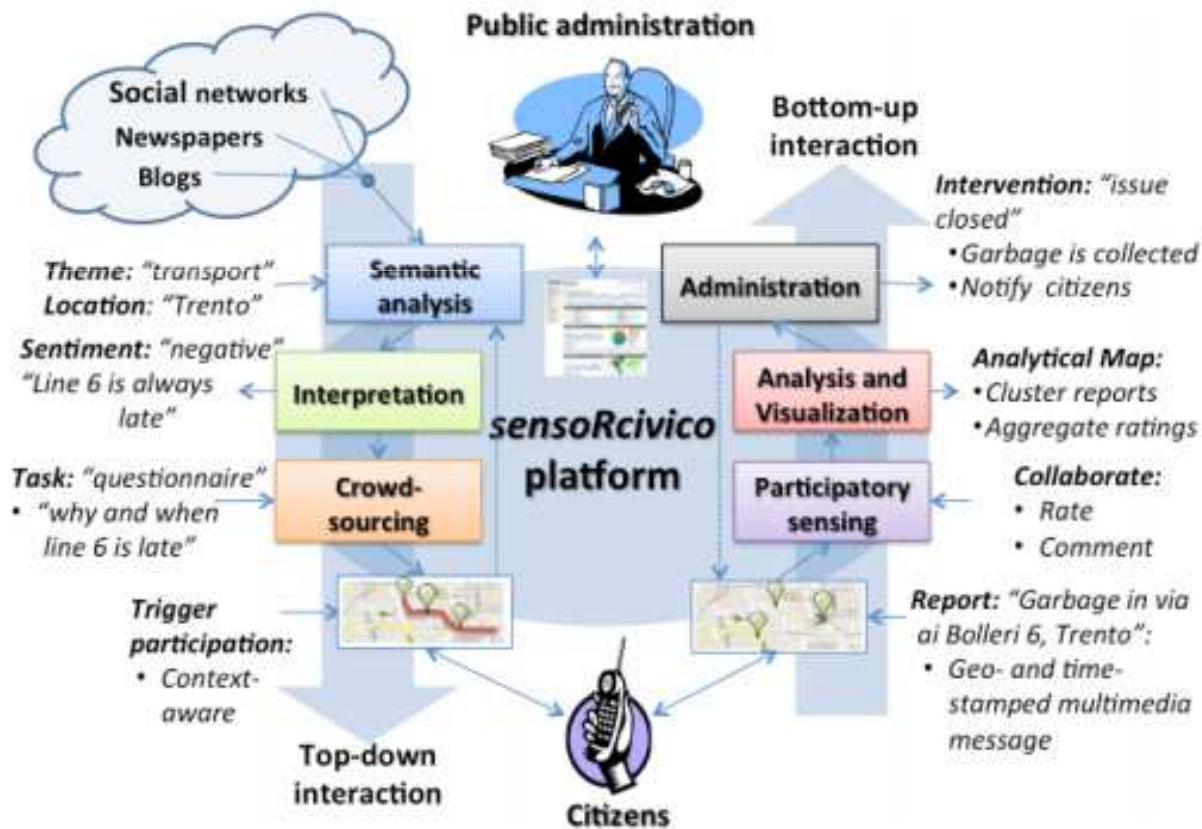
## Przykład: *Bubble-sensing*

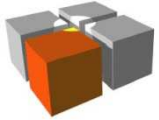
- Architektura z serwerem, ale również z wykorzystaniem trybu ad-hoc.
- Tryb ad-hoc:
  - rozsiewanie zadania przez kreatora, propagatora i przywracającego
  - odciążenie serwera
  - naturalne wykorzystanie wspólnej lokalizacji (związane z istotą abstrakcji)
- Rozproszony protokół wyłaniania propagatorów.
  - propagator sam się nominuje, jeśli nie słyszy innego propagatora
  - daje sobie szansę tym większą, im mniejsza jest jego prędkość
    - propagator powinien terminalem względnie stacjonarnym
- Terminal przywracający dostaje całą paczkę „pobliskich” zadań.





## Przykład: *sensocivico* (władza, obywatele i *crowdsensing*)





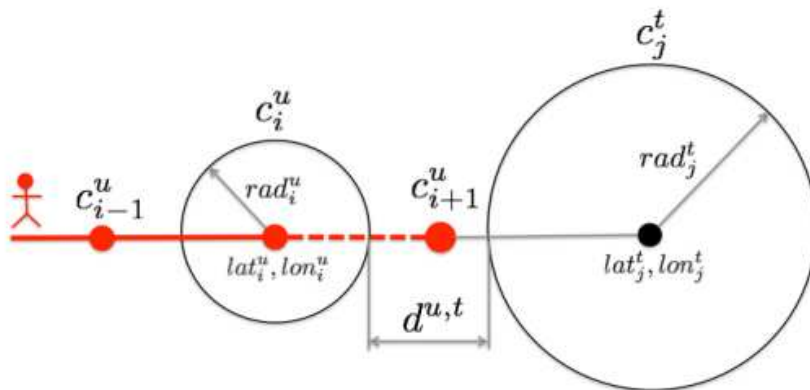
## Przykład: *sensRcivico*

- Prezentowane zadania kwalifikowane kontekstem użytkownika.
  - *zadanie* to  $\langle \textit{kontekst zadania}, \textit{akcja} \rangle$
  - *kontekst zadania* to  $\langle \textit{punkt}, \textit{promień}, \textit{przedział czasu} \rangle$
  - *kontekst użytkownika* =  $\langle \textit{punkt}, \textit{dokładność}, \textit{czas} \rangle$
  - Zadana funkcja odległości  $d(\textit{kontekst zadania}, \textit{kontekst użytkownika})$
  - Zadanie jest wykryte, jeśli  $d(\textit{kontekst zadania}, \textit{kontekst użytkownika}) < \varepsilon$
  - Zakładamy, że znamy zbiór zadań zgłoszonych do systemu.
- 
- Jak próbkować kontekst (lokalizację) użytkownika by wykryć jak najwięcej zadań, przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia energii?



## Przykład: *sensRcivico*

- Główny dylemat: dwie metody określania lokalizacji.
  - GPS : kilka/kilkadziesiąt metrów, duża energochłonność
  - siła sygnału ze stacji bazowych: kilkaset metrów, mała energochłonność
- Pytania:
  - kiedy próbkować?
  - którą metodą?



---

### Algorithm 1 User context sampling function $f_{sampling}$

---

```
1: function NEXTCONTEXTSAMPLING( $c^u, t$ )
2:    $c_i^u \leftarrow getCurrentUserContext(c^u)$ ;
3:    $c_{i-1}^u \leftarrow getPrecedingUserContext(c^u)$ ;
4:    $c_j^t \leftarrow getClosestTaskContext(c_i^u, t)$ ;
5:   // Average approach speed wrt task  $t_j$ 
6:    $\bar{v} \leftarrow \frac{|f_{dist}(c_i^u, c_j^t) - f_{dist}(c_{i-1}^u, c_j^t)|}{ts_i - ts_{i-1}}$ ;
7:    $d^{u,t} \leftarrow f_{dist}(c_i^u, c_j^t) - rad_i^u - rad_j^t$ ;
8:   if ( $d^{u,t} \leq \lambda * rad_i^u$ ) then
9:      $\sigma_{i+1} \leftarrow \text{'GPS'}$ ; // Use GPS next
10:  else
11:     $\sigma_{i+1} \leftarrow \text{'NETWORK'}$ ; // Use Network next
12:  end if
13:   $ts_{i+1} \leftarrow \mu * \frac{d^{u,t}}{\bar{v}}$ ; // Next xampling time
14:  return  $\langle \sigma_{i+1}, ts_{i+1} \rangle$ ;
15: end function
```

---



## Czytelnia

- E. Estellés-Arolas and F. González-Ladrón-de-Guevara *Towards an integrated crowdsourcing definition* Journal of Information Science 38: 189-200, April 2012 [SZCZEGÓŁOWE OMÓWIENIE TERMINU „CROWDSOURCING”](#)
- J. Domaszewicz, M. Rój, M. Kunikowski, G. Carroll *OSA/Parlay and J2ME in Tandem: Developing Innovative Services by Combining Intelligence of the Application Server and the Mobile Terminal* In ICIN (International Conference on Intelligence in Next Generation Networks), 2004 [WCZESNA PROPOZYCJA KOPERATYWNEJ APLIKACJI MOBILNEJ Z ITPW](#)
- Lane, N.D.; Miluzzo, E.; Hong Lu; Peebles, D.; Choudhury, T.; Campbell, A.T. *A survey of mobile phone sensing* Communications Magazine, IEEE , vol.48, no.9, pp.140-150, Sept. 2010 [NIEDAWNY ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY](#)
- D. Christin, A. Reinhardt, S. Kanhere, M. Hollick *A Survey on Privacy in Mobile Participatory Sensing Applications* Journal of Systems and Software. Volume 84, Issue 11, November 2011, 1928-1946 [DOBRY ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ZAGADNIEŃ PRYWATNOŚCI](#)
- Ganti, R.K.; Ye, F.; Lei, H. *Mobile crowdsensing: current state and future challenges* Communications Magazine, IEEE, vol.49, no.11, pp.32-39, November 2011 [KOLEJNY NIEDAWNY ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY](#)
- A.T. Campbell, et al. *The Rise of People-Centric Sensing* IEEE Internet Computing 12, 4 (July 2008), 12-21, 2008 [KOLEJNY LEKKI ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY](#)
- N. D. Lane et al. *Urban sensing systems: opportunistic or participatory?* In Proceedings of the 9th workshop on Mobile computing systems and applications (HotMobile '08), 2008 [ILOŚCIOWE PORÓWNANIE DWU MODELI APLIKACJI](#)
- T. Das et al. *PRISM: platform for remote sensing using smartphones* In Proceedings of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys '10), 2010 [OPIS SYSTEMU PRISM](#)



## Czytelnia

- Hong Lu, Nicholas D. Lane, Shane B. Eisenman, Andrew T. Campbell, *Bubble-sensing: Binding sensing tasks to the physical world*, Pervasive and Mobile Computing, Volume 6, Issue 1, Pages 58-71, 2010 [OPIS SYSTEMU BUBBLE-SENSING](#)
- F. C. Pereira et al. *Crowdsensing in the Web: Analyzing the Citizen Experience in the Urban Space* in Foth, M., Forlano, L., Satchell, C., & Gibbs, M. (Eds.) *From Social Butterfly to Engaged Citizen: Urban Informatics, Social Media, Ubiquitous Computing, and Mobile Technology to Support Citizen Engagement*. Cambridge, MA: MIT Press., 2011 [PRZYKŁADY WYKORZYSTANIA DANYCH Z PORTALI WWW](#)
- A. Tamilin, I. Carreras, E. Ssebagala, A. Opira, and N. Conci. *Context-aware mobile crowdsourcing*. In Proceedings of the 2012 ACM Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp '12). ACM, 717-720, 2012 [SYSTEM sensoRcivico](#)
- Ch. Leonardi, A. Cappellotto, M. Caraviello, B. Lepri, and F. Antonelli. *SecondNose: an air quality mobile crowdsensing system*, 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction (NordiCHI '14), 2014
- M. Rinne and S. Törmä *Mobile crowdsensing of parking space using geofencing and activity recognition*, 10th ITS European Congress, Helsinki, Finland 16–19 June 2014
- P. Lechnio, P. Wawrzyniuk *Opracowanie mapy gęstości aktywności dla miasta Warszawy*, praca dyplomowa inż. zrealizowana w zespole MEAG, WEiTI, PW, 2014
- Sz. Pękała *Mobilny system detekcji wolnych miejsc parkingowych*, praca dyplomowa inż. zrealizowana w zespole MEAG, WEiTI, PW, 2014



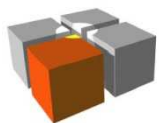
## **Kontakt:**

<http://meag.tele.pw.edu.pl>  
[meag@tele.pw.edu.pl](mailto:meag@tele.pw.edu.pl)

Osoba odpowiedzialna:  
Jarek Domaszewicz  
[domaszew@tele.pw.edu.pl](mailto:domaszew@tele.pw.edu.pl)

Institute of Telecommunications  
Warsaw University of Technology  
Nowowiejska 15/19, 00-665 Warsaw, Poland

---



**DZIĘKUJĘ!**