



Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# AUGMENTED REALITY EXPERIMENTS WITH MOBILE DEVICES

dr.ing. Tudor Ioan CERLINĂ  
prof.univ.dr. ing. Ștefan-Gheorghe PENTIUC

*Sisteme Distribuite, decembrie 2015*



## **1. OBIECTIVE**

- 2. Stocarea și procesarea informațiilor privind entitățile geografice**
- 3. Determinarea punctelor de interes din jurul locației curente a dispozitivului mobil**
- 4. MappingBooksAR – Aplicație Android pentru Realitate Augumentată**

## **5. CONCLUZII ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE**

**Suport financiar - Proiectul MappingBooks**



Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# 1. OBIIECTIVE

- ❑ Inserarea unor funcționalități de realitate mixtă ce vor asigura suprapunerea imaginii captate de camera dispozitivului mobil cu indicații de orientare (vârfuri de munți, văi, râuri, orașe, străzi, căi ferate, clădiri etc.) împreună cu note documentare extrase din textul sursă.
- ❑ Aplicația să poată fi operațională chiar și în locuri izolate, unde nu este nici conexiune la Internet și nici conexiune telefonică.
- ❑ *Condiții necesare: dispozitivul mobil să aibă GPS, senzor de câmp magnetic al Pământului (busolă) și un spațiu de memorie pentru date de 5Mb.*



Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

## 2. STOCAREA ȘI PROCESAREA INFORMAȚIILOR PRIVIND ENTITĂȚILE GEOGRAFICE

Pentru realizarea obiectivului propus

- informațiile geografice nu se pot prelua online de pe portal, ci trebuie stocate local;
- s-a decis să se utilizeze un fișier în acces direct și nu SQLite deoarece tipurile de interogări sunt următoarele:
  - unde ne aflăm ?
  - ce vecini avem pe o rază R ?
  - cine este entitatea cu un anumit cod geonameId ?
- timpul de răspuns al acestor interogări să fie cât mai mic.

<http://www.geonames.org>

- `geonameid` : integer id of record in geonames database
- `name` : name of geographical point
- `asciiname` : name of geographical point in plain ascii characters
- `alternatenames` : ascii names automatically transliterated, convenience attribute from alternatename table
- `latitude` : latitude in decimal degrees
- `longitude` : longitude in decimal degrees
- `feature class` : ex. P- popula
- `feature code` : see `/export/codes.html`, `varchar(10)` „
- `country code` : ISO-3166 2-letter country code, 2 characters
- `cc2` : alternate country codes, comma separated, ISO-3166 2-letter country code, 60 characters" „

<http://www.geonames.org>

- admin1 code : fipscode (subject to change to iso code), see exceptions below, see file admin1Codes.txt for display names of this code
- admin2 code : code for the second administrative division, a county in the US
- admin3 code : code for third level administrative division
- admin4 code : code for fourth level administrative division
- population : bigint (8 byte int)
- elevation : in meters
- dem : digital elevation model, srtm3 or gtopo30, average elevation of 3"x3" (ca 90mx90m) or 30"x30" (ca 900mx900m) area in meters, integer. srtm processed by cgiar/ciat."
- timezone : the timezone id
- modification date : date of last modification in yyyy-MM-dd format





<http://www.geonames.org>

|          |   |   |          |          |   |       |    |    |        |  |      |     |                  |                  |
|----------|---|---|----------|----------|---|-------|----|----|--------|--|------|-----|------------------|------------------|
| 8334793  | Comuna Homoroad                           | Comuna Homoroad                           | 47.63896 | 23.06593 | A | ADM2  | RO | 32 | 137899 |  | 0    | 158 | Europe/Bucharest |                  |
| 7874025  | Spitalul Judetean                         | Spitalul Judetean Sfantul Ioan cel Nou    | 47.63912 | 26.24036 | S | HSP   | RO | 34 |        |  | 0    | 361 | Europe/Bucharest |                  |
| 680191   | Crișeni                                   | Crișeni                                   | 47.63931 | 22.68032 | P | PPL   | RO | 32 | 137443 |  | 256  | 120 | Europe/Bucharest |                  |
| 667672   | Schit-Orasen                              | Schit-Orasen                              | 47.63948 | 26.68958 | P | PPL   | RO | 7  | 36907  |  | 554  | 170 | Europe/Bucharest |                  |
| 683991   | Bozanta Mare                              | Bozanta Mare                              | 47.63949 | 23.44211 | P | PPL   | RO | 25 | 106461 |  | 606  | 159 | Europe/Bucharest |                  |
| 663191   | Vratec                                    | Vratec                                    | 47.63988 | 26.40312 | P | PPL   | RO | 34 | 146370 |  | 1428 | 322 | Europe/Bucharest |                  |
| 680738   | Comuna Corni                              | Comuna Corni                              | 47.64025 | 26.60869 | A | ADM2  | RO | 7  | 36756  |  | 0    | 247 | Europe/Bucharest |                  |
| 9963649  | Universitatea Ștefan cel Mare             | Universitatea Ștefan cel Mare Școlii      | 47.64098 | 26.24507 | S | UNIV  | RO | 34 |        |  | 0    | 300 | Europe/Bucharest |                  |
| 666880   | Manastirea Sf. Ioan cel Nou de la Suceava | Manastirea Sf. Ioan cel Nou de la Suceava | 47.64164 | 26.26315 | S | MSTY  | RO | 34 |        |  | 0    | 360 | Europe/Bucharest |                  |
| 9963652  | Best Western Bucovina                     | Best Western Bucovina                     | 47.64206 | 26.25683 | S | HTL   | RO | 34 |        |  | 0    | 333 | Europe/Bucharest |                  |
| 682123   | Chilia                                    | Chilia                                    | 47.64228 | 23.08453 | P | PPL   | RO | 32 | 137899 |  | 313  | 180 | Europe/Bucharest |                  |
| 685734   | Comuna Balaceana                          | Comuna Balaceana                          | 47.64338 | 26.04764 | A | ADM2  | RO | 34 | 151530 |  | 0    | 359 | Europe/Bucharest |                  |
| 685735   | Balaceana                                 | Balaceana                                 | 47.64338 | 26.04764 | P | PPLA2 | RO | 34 | 151530 |  | 1720 | 359 | Europe/Bucharest |                  |
| 684977   | Berza                                     | Berza                                     | 47.6434  | 27.30938 | P | PPL   | RO | 7  | 38893  |  | 230  | 87  | Europe/Bucharest |                  |
| 10108277 | Gloria                                    | Gloria                                    | 47.64355 | 26.25799 | S | HTL   | RO | 34 |        |  | 0    | 0   | 333              | Europe/Bucharest |
| 667937   | Sasar                                     | Sasar                                     | 47.64406 | 23.49869 | P | PPL   | RO | 25 | 106407 |  | 1662 | 183 | Europe/Bucharest |                  |
| 674717   | Cetatea de Scaun a Sucevei                | Cetatea de Scaun a Sucevei                | 47.64494 | 26.27026 | S | HSTS  | RO | 0  |        |  | 0    | 335 | Europe/Bucharest |                  |
| 668218   | Oraș Salcea                               | Comuna Salcea                             | 47.64509 | 26.35842 | A | ADM2  | RO | 34 | 146370 |  | 0    | 298 | Europe/Bucharest |                  |
| 7280727  | Pensiunea RAPSODIA                        | Pensiunea RAPSODIA                        | 47.6458  | 26.26565 | S | HTL   | RO | 34 |        |  | 0    | 315 | Europe/Bucharest |                  |
| 6945474  | Continental Hotel Suceava                 | Continental Hotel Suceava                 | 47.64591 | 26.25542 | S | HTL   | RO | 34 |        |  | 0    | 350 | Europe/Bucharest |                  |
| 10100880 | Daily Plaza                               | Daily Plaza                               | 47.64599 | 26.2603  | S | HTL   | RO | 34 |        |  | 0    | 0   | 315              | Europe/Bucharest |



Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# Stocarea și procesarea informațiilor privind entitățile geografice

Comuna Homoroade

47.63896

23.06593

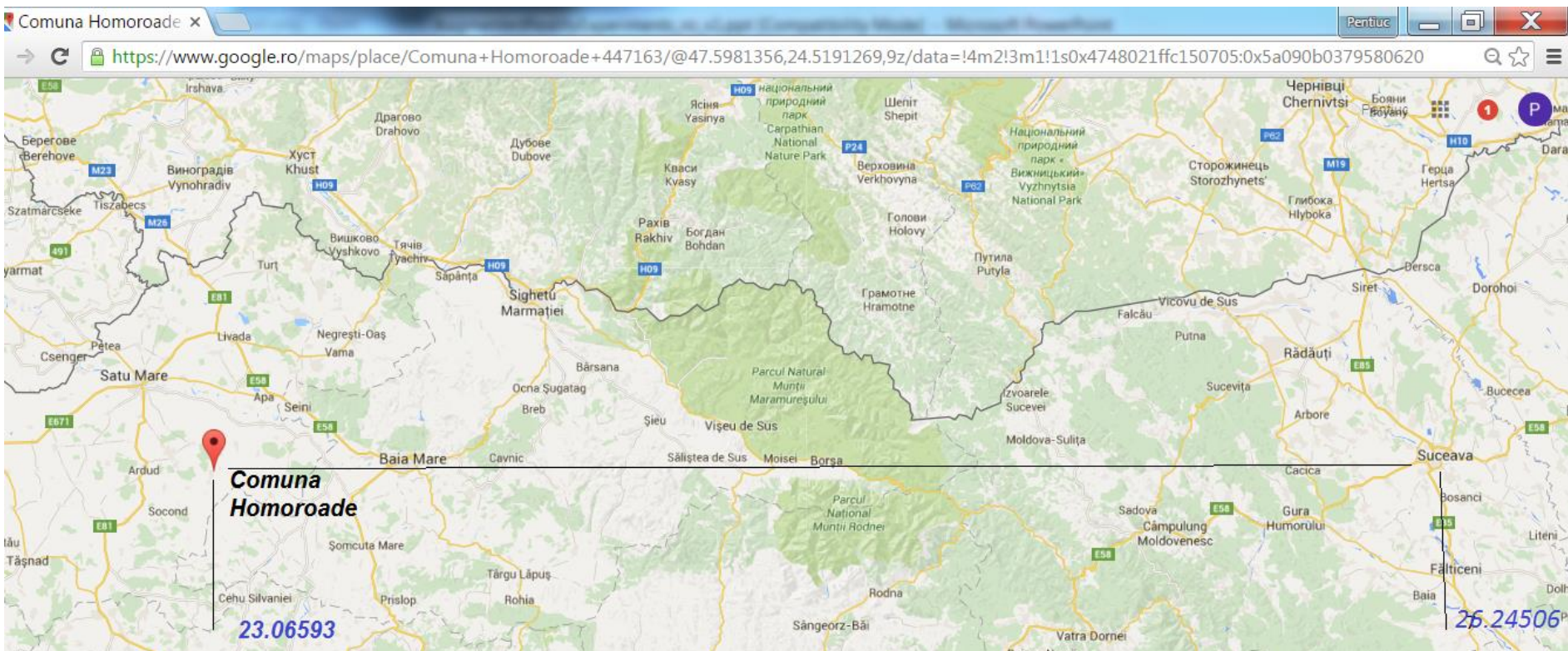
A ADM2 RO 32

Universitatea Ștefan cel Mare Suceava

47.640983

26.24507

S UNIV RO 34



## Colectarea și preprocesarea datelor *Gazetteer*

1. S-au descărcat de pe [www.geonames.org](http://www.geonames.org), secțiunea *Download*, subsecțiunea *Free Gazetteer Data* (<http://download.geonames.org/export/dump/>) următoarele fișiere:
  - RO.zip – inventarul entităților Geonames din România
  - cities15000.zip – orașe cu mai mult de 15.000 de locuitori sau capitale.
2. Pentru a permite utilizatorului să poată vizualiza pozițiile unor puncte remarcabile de interes situate la distanțe de 2.000-3.000 km din Europa s-a procedat la obținerea unui fișier *Gazetteer* extins.
  - din fișierul cities15000.txt s-au reținut capitalele și/sau doar orașele cu mai mult de 1.000.000 de locuitori din Europa. Acestea au fost adăugate la entitățile din RO.txt și a rezultat fișierul RO\_UE.txt.

0000000

|                          |                  |                 |
|--------------------------|------------------|-----------------|
| adr_indexGeonameid       | adr_infoGazetter | nr_entități (n) |
| lungimeInregIndex        | LungId           | LungNume        |
| LungCoordonate           | LungFeatureClass | LungFeatureCode |
| LungTara                 | LungAdmin1       | LungAdmin2      |
| LungPopulatie            | LungAltitudine   | LungReferinte   |
| geonameid <sub>i0</sub>  | adr_i0           |                 |
| geonameid <sub>i1</sub>  | adr_i1           |                 |
| ...                      | ...              |                 |
| geonameid <sub>in1</sub> | adr_in1          |                 |

adr\_indexGeonameid

adr\_infoGazetter

|   |
|---|
| înregistrarea cu geonameid <sub>0</sub>   |
| înregistrarea cu geonameid <sub>1</sub>   |
| ...                                       |
| ...                                       |
| ...                                       |
| înregistrarea cu geonameid <sub>n-1</sub> |



|    |                |                                      |
|----|----------------|--------------------------------------|
| 00 | geonameid      | : id din baza de date geonames (int) |
| 01 | nume           | : numele entității (ASCII)           |
| 02 | latitudine     | : în grade zecimale (float)          |
| 03 | longitudine    | : în grade zecimale (float)          |
| 04 | feature class  | : char(1)                            |
| 05 | feature code   | : char(10)                           |
| 06 | cod țară       | : char(2), ISO-3166                  |
| 07 | admin1 code    | : cod județ, char(2)                 |
| 08 | admin2 code    | : cod comuna, (ASCII)                |
| 09 | population     | : (int)                              |
| 10 | altitudine     | : în metri, (short)                  |
| 11 | referitInCarte | : vector de biți                     |

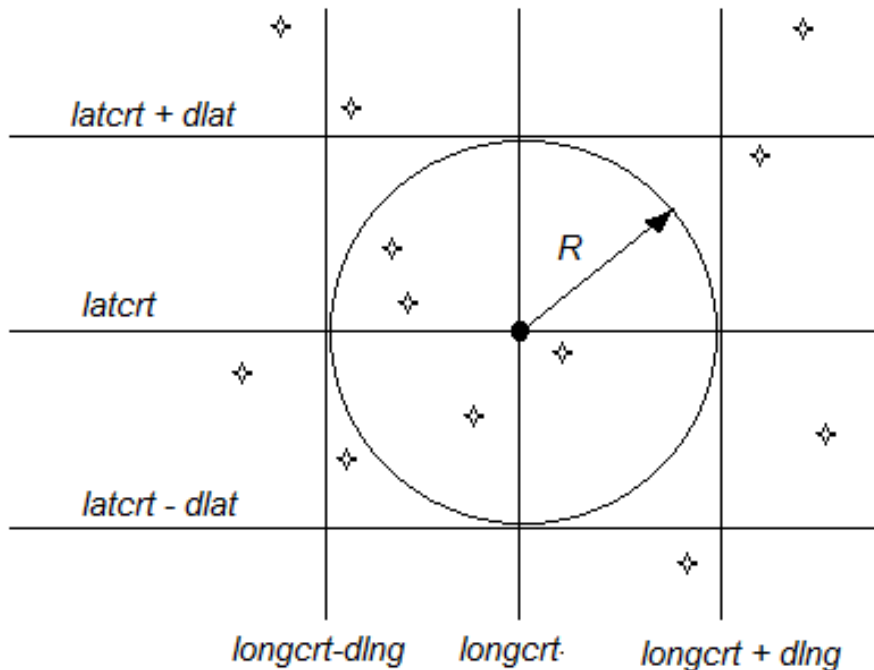


Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# 3. DETERMINAREA PUNCTELOR DE INTERES DIN JURUL LOCAȚIEI CURENTE A DISPOZITIVULUI MOBIL

*Problemă:* pe baza coordonatelor poziției curente ( $lat\_crt$ ,  $long\_crt$ ) și a informațiilor geografice stocate local să se găsească entitățile geografice aflate într-un cerc de rază  $R$  (stabilită de utilizator) având centrul în poziția curentă respectându-se următoarelor restricții privind căutarea:

- să se efectueze într-un timp acceptabil de către utilizator (se va avea în vedere faptul că numărul de entități memorate poate fi de cel puțin 30.000);
- să permită selectarea entităților geografice care apar în carte sau a tuturor entităților geografice învecinate;
- să permită selectarea doar a anumitor tipuri de entități geografice (localități, forme de relief, construcții, monumente istorice etc.);
- să efectueze o filtrare a rezultatului în funcție de relevanța entităților găsite, atunci când pentru o rază  $R$  rezultatul căutării este prea numeros.



```
kmPeGradLatitudine =  
    (float) 111.319;  
kmPeGradLongitudine =  
    (float) 74.956;
```

- Se caută binar în fișierul cu acces direct *latcrt-dlat*
- Se verifică încadrarea în pătrat
- Dacă da atunci se calculează distanța



Introduceti clasele dorite pt. PDI (A,H,L,P,R,S,T,U,V): **S** - *Spot*

Raza (km)=1.4

pozCrt=(47.64081,26.244972) - *(USV)*

latMin=47.628235 latMax=47.653385 longMin=26.226294 longMax=26.263649

## **Lista PDI are 9 elemente**

Biserica Sf. Dumitru (d=1.39 km , 63 gr), alt=360

**Catedrala Ortodoxa** (d=0.78 km , 27 gr), alt=360

**Manastirea Sf.Ioan cel Nou de la Suceava** (d=1.37 km , 86 gr), alt=360

**Spitalul Judetean Sfantul Ioan cel Nou** (d=0.39 km , 241 gr), alt=361

Best Western Bucovina (d=0.90 km , 81 gr), alt=333

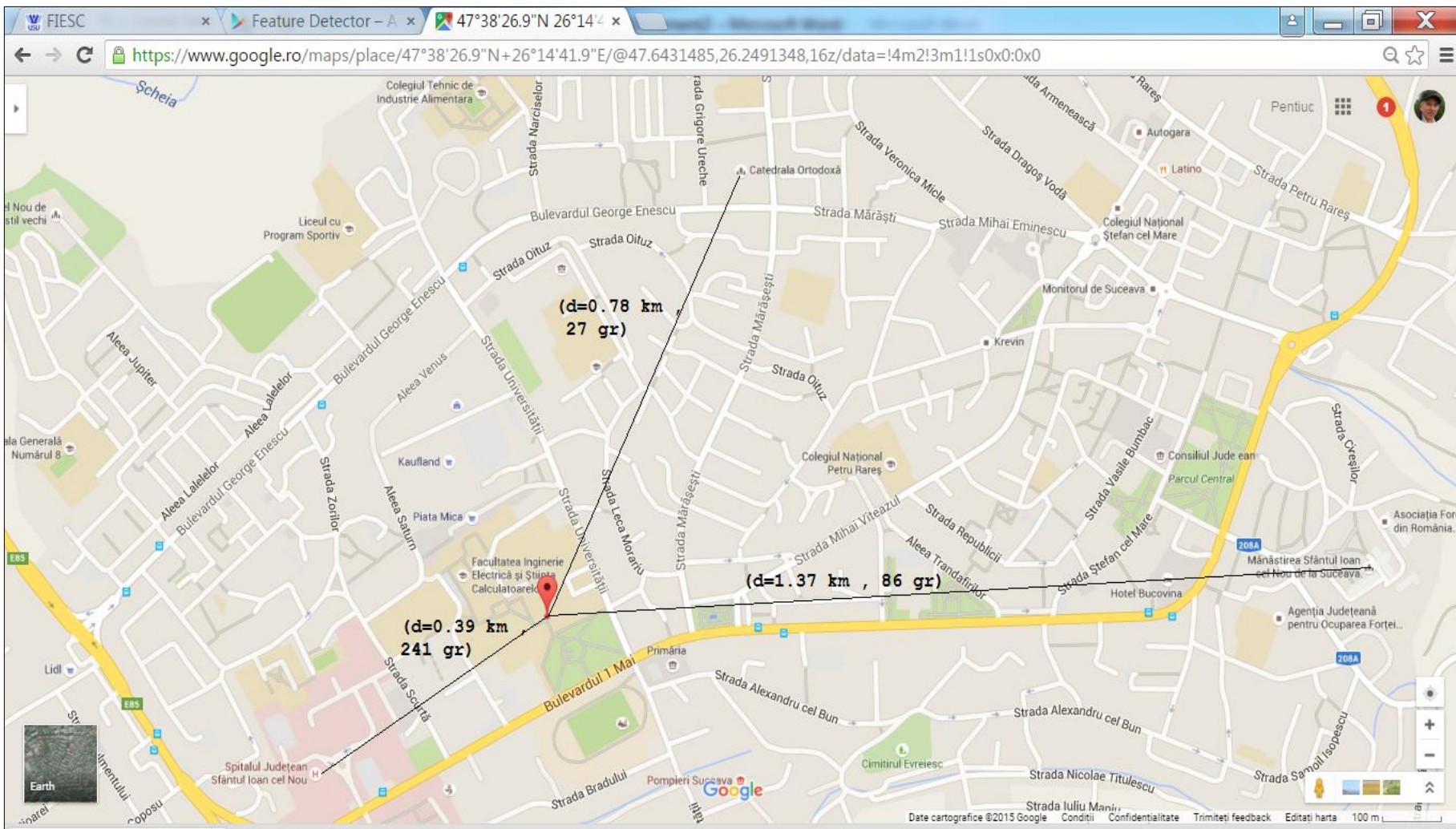
Gloria (d=1.02 km , 73 gr), alt=333

Continental Hotel Suceava (d=0.97 km , 54 gr), alt=350

Daily Plaza (d=1.29 km , 63 gr), alt=315

Continental Arcasul (d=1.12 km , 23 gr), alt=274

# Modele de programare paralelă



Clasa P (localități populate) situate la o distanță de 10 km de locația curentă (USV).

Lista PDI cuprindea inițial 32 de entități, iar după filtrare au rămas doar 11 localități.

Lista PDI nefiltrate (32)

...

**Lista PDI are 11 elemente**

Liteni (d=8.92 km , 202 gr), alt=314, pop=9833

Moara Carp (d=8.30 km , 186 gr), alt=305, pop=4304

Bosanci (d=8.36 km , 140 gr), alt=360, pop=6270

Stroesti (d=8.80 km , 252 gr), alt=353, pop=3524

**Ipotesti** (d=3.94 km , 133 gr), alt=370, pop=4521

Suceava (d=1.42 km , 34 gr), alt=360, pop=105796

**Scheia** (d=1.35 km , 320 gr), alt=307, pop=7533

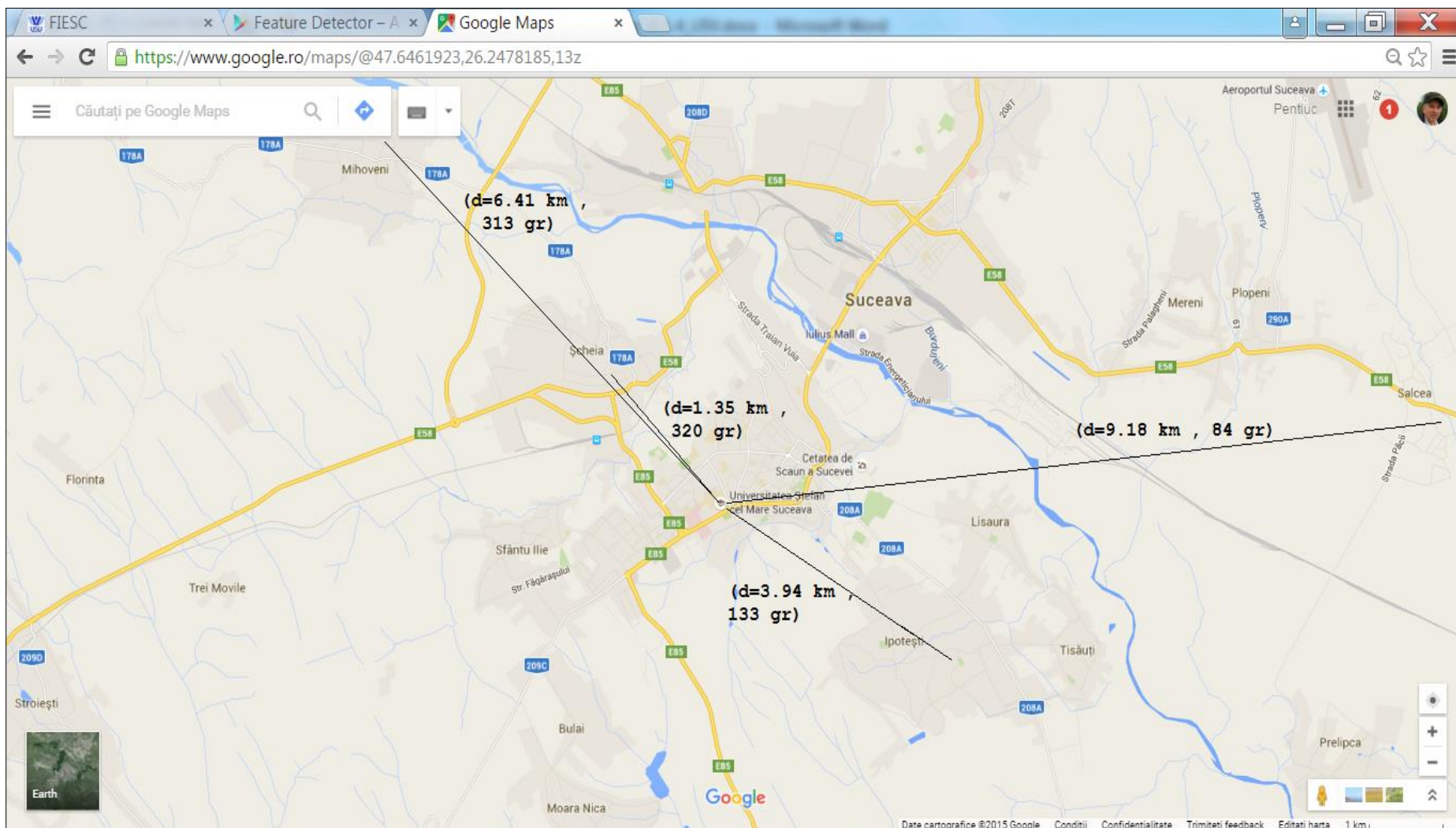
**Salcea** (d=9.18 km , 84 gr), alt=329, pop=8655

Plopeni (d=7.34 km , 74 gr), alt=328, pop=2691

**Mihoveni** (d=6.41 km , 313 gr), alt=374, pop=2152

Patrauti (d=9.09 km , 338 gr), alt=413, pop=4283

# Rezultatul transpunerii pe hartă a testului pentru Poz\_crt=USV, clasa P, d=10km





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# 4. MAPPINGBOOKSAR – APLICAȚIE ANDROID PENTRU REALITATE AUGUMENTATĂ



Un dispozitiv mobil cu Android poate executa aplicația doar dacă este dotat cu

- cameră video
- modul GPS
- accelerometru (*Sensor.TYPE\_ACCELEROMETER*)
- busolă (*Sensor.TYPE\_MAGNETIC\_FIELD*).

```
<uses-permission android:name="android.permission.CAMERA" />
```

```
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />
```

```
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
```

## Vizualizarea PDI peste imaginea surprinsă de cameră

- se determină cu ajutorul managerului de localizare al dispozitivului mobil (senzorul GPS, Wifi, informații din rețeaua telefonică) coordonatele locației curente a dispozitivului (*latcrt*, *longcrt*);
- se apelează funcția `cautaPDI(latcrt, longcrt, tipPDI, sursa, R)` unde *tipPDI*, *sursa* și *R* sunt preluate din informațiile pe care utilizatorul le-a indicat în *Settings*-ul aplicației;
- funcția returnează ca rezultat o listă de obiecte *PunctDeInteres* care memorează informațiile



- se stabilește pe baza informațiilor primite de la busolă care este orientarea față de nord a perpendicularei pe ecranul dispozitivului în sensul de la utilizator spre ecran;
- pe baza orientării dispozitivului, a azimut-ului fiecărui obiect ***PunctDeInteres*** din listă, a unghiului camerei video, se determină care sunt punctele ce vor fi afișate pe ecran;
- se stabilește mărimea fontului și a icon-ului funcție de distanța dintre locația curentă și ***PDI*** (distPozCrt);
- se rezolvă coliziunile la afișarea numelor și distanței ***PDI*** pe ecran
- se afișează textele și icon-urile peste imaginea de pe ecran.





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# MappingBooksAR – Aplicație Android pentru Realitate Augmentată





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

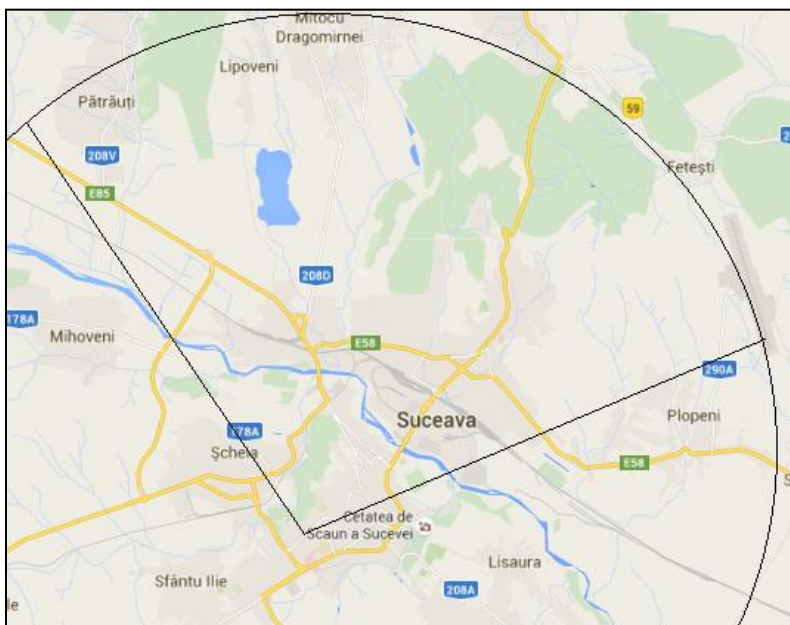
# MappingBooksAR – Aplicație Android pentru Realitate Augmentată





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# MappingBooksAR – Aplicație Android pentru Realitate Augmentată

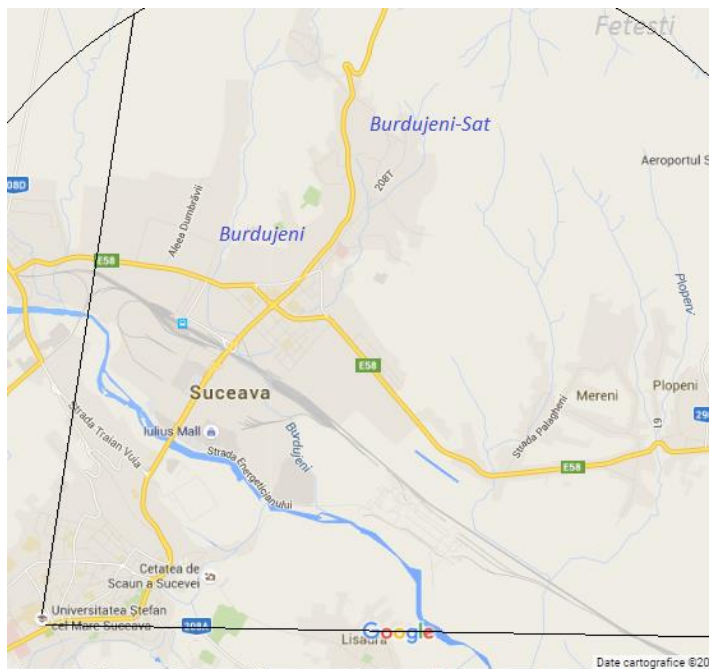




Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

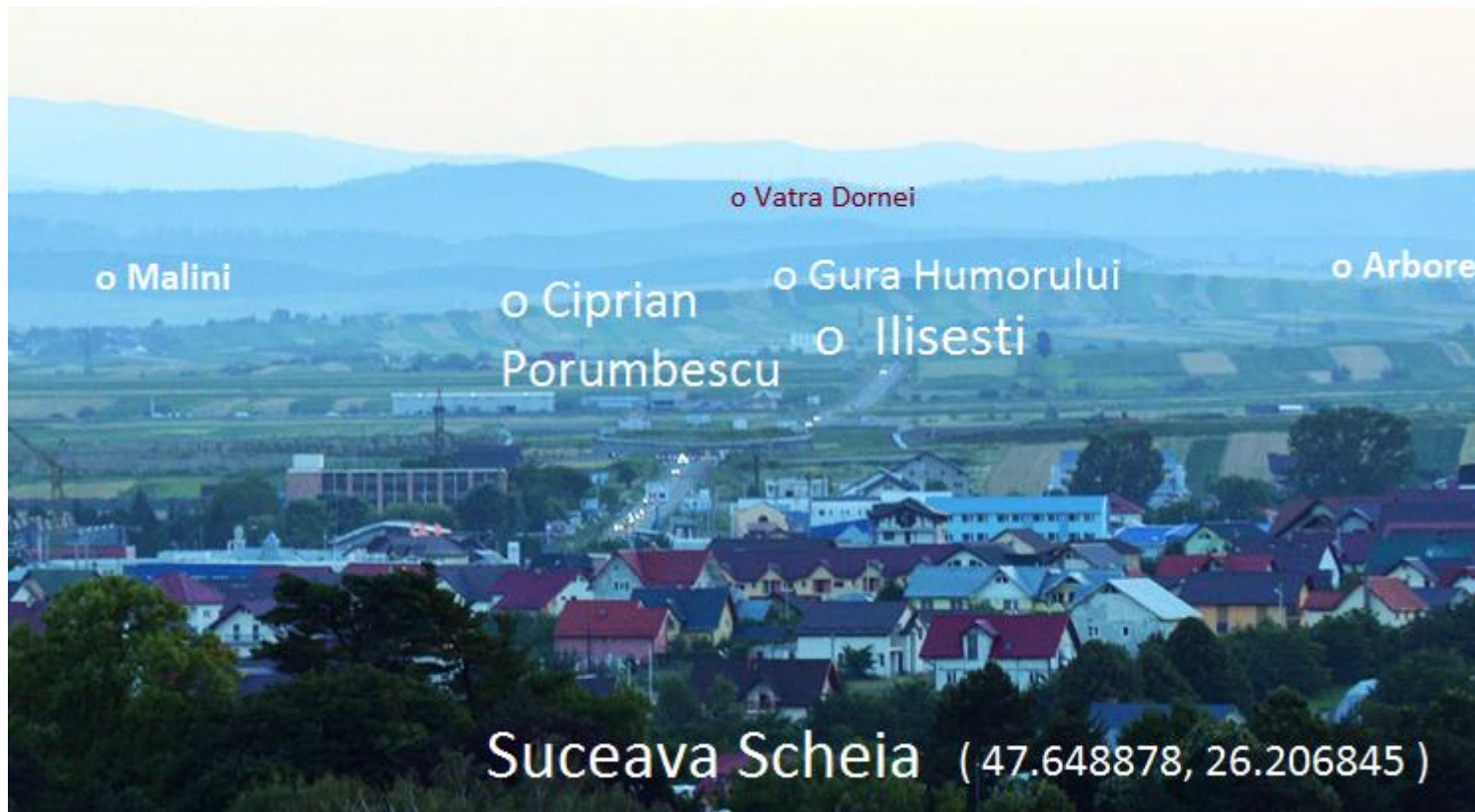
# 5. CONCLUZII ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

- ▶ Algoritm eficient de rezolvare a coliziunilor
  - ▶ Acoperire uniformă
  - ▶ Păstrarea orientării față de privitor



Funcționare în condiții de Internet:

- note documentare
- stabilirea denumirii locației curente
- filtrare eficientă





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

# SUPPORT FINANCIAR

Rezultatele cercetărilor prezentate în această lucrare au fost obținute în cadrul proiectului

**MappingBooks - Intra în carte!**

finanțat prin Programul PARTENERIATE -  
Proiecte colaborative de cercetare aplicativă –  
Competiția 2013 (PCCA 2013),

Consortiul de realizare fiind format din  
Universitatea “Alexandru Ioan Cuza” din Iasi,  
SC SIVECO Romania SA și  
Universitatea „Ștefan cel Mare” din Suceava.





Universitatea  
Ștefan cel Mare  
Suceava

**MULȚUMESC!!**