

# Tema 1 - Crowdsensing

Adriana Drăghici, Dan Dragomir  
adriana.draghici at cs pub ro, dan.dragomir at cs pub ro

13.03.2016

## 1 Obiective

- implementarea unei aplicații concurente folosind thread-uri
- folosirea eficientă a elementelor de sincronizare
- interfațarea cu un alt cod Python (tester-ul)

## 2 Descriere și cerințe

Un sistem pentru *environmental crowdsensing* folosește dispozitivele utilizatorilor pentru a afla diverși parametri despre mediu. Acesta este implementat folosind o aplicație instalată pe telefoanele utilizatorilor. Aplicația primește de la un server sau chiar de la utilizator cereri de "sensing" de date și salvează sau trimite ca răspuns valorile măsurate de către senzorii implicați. Un posibil scenariu de crowdsensing este cel de *noise mapping* - realizarea de hărți cu poluarea fonică din mediul urban. Device-urile implicate folosesc microfonul pentru a înregistra nivelul de zgomot din jurul lor. Device-urile sunt mobile și își schimbă poziția, astfel măsurând nivelul de poluare fonică din mai multe locuri.

Pentru această temă va trebui să implementați, folosind limbajul Python, o simulare a unui sistem de crowdsensing pentru noise mapping. Sistemul de testare cu care interfațați tema va simula cereri din partea utilizatorilor pentru a vedea nivelul de poluare din anumite zone. Considerăm că la începerea simulării, device-urile dețin câte o valoare a poluării din ziua anterioară pentru anumite zone. La finalul simulării ele pot avea alte valori pentru același set de zone, valori modificate (îmbunătățite) în urma întâlnirilor cu alte device-uri, schimbării de date și execuției de scripturi. Considerăm că prin aplicarea unui algoritmul (reprezentat de execuția scriptului) pe datele colectate de mai multe device-uri pentru o anumită zonă, valoarea poluării din acea zonă va fi mai precisă.

Pentru simplificarea simulării durata este împărțită în *time-points* și la un anumit time-point un device poate să se învecineze cu câteva device-uri, iar la următorul time-point cu altele (s-a deplasat în altă zonă, sau a stat pe loc iar vecinii lui s-au mișcat). Tot pentru simplificare device-urile nu vor mai colecta date noi de mediu, ci vor rula algoritmul primit prin intermediul script-urilor pe datele deja colectate.

## 3 Detalii pentru implementare

Pentru rezolvarea acestei teme va trebui să completați clasa **Device** cu o implementare corectă a metodelor deja definite în schelet. Pe lângă acestea puteți crea bineînțeles oricâte alte metode/clase/module aveți nevoie în rezolvare. Nu trebuie să modificați clasele tester-ului, trebuie doar să interfațați codul vostru cu acestea.

Detaliile metodelor clasei `Device` și ale celorlalte clase din infrastructura de testare le găsiți în *docstring*-ul temei, în `doc/index.html`.

Clasa `Device` conține o implementare naivă și nesincronizată care funcționează doar pt un moment de timp (time-point) al operațiilor pe care un device trebuie să le efectueze.

La pornire, device-urile cunosc ce zone (*locations*) au vizitat și ce nivel de poluare era în acestea. Pe parcursul simulării ele se vor plimba și vor comunica cu alte device-uri întâlnite, dacă este cazul. La sfârșitul simulării testerul apelează `get_data` cu fiecare zonă pentru care device-ul a primit date inițial pentru a verifica rezultatele.

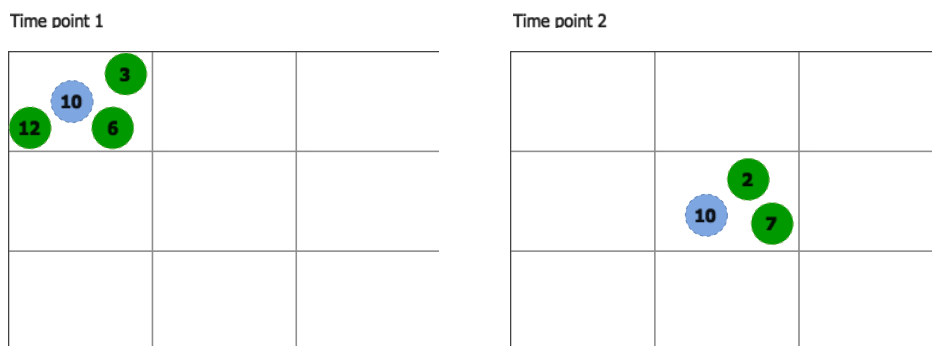


Figure 1: La un moment de timp 1 device-ul 10 a detectat 3 device-uri iar apoi s-a deplasat și la momentul timp 2 a detectat alte device-uri.

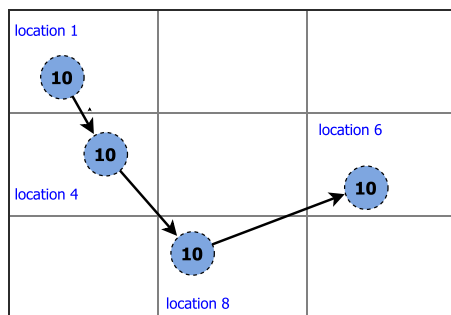


Figure 2: După ce și-a terminat deplasarea, device-ul 10 va stoca valori pentru fiecare zonă vizitată, de exemplu: location1: 30.5 dB; location4: 60 dB; location8: 40 dB; location 6: 45 dB.

### *Ce sunt scripturile?*

Algoritmul executat pe datele de la senzori este încapsulat de clasa `Script`, oferită împreună cu testerul, și care nu trebuie modificată. Rularea scriptului se face prin apelarea metodei `run`. Fiecare script e interesat să prelucreze datele dintr-o zonă și el trebuie rulat la fiecare întâlnire (*encounter*) cu device-uri care dețin date pentru zona de care este interesat scriptul. Metoda `run` primește o listă cu datele device-urilor (inclusiv valoarea device-ului care îl rulează, dacă este cazul), aplică un algoritm și returnează o valoare. Valoarea aceasta reprezintă o îmbunătățire a datelor despre acea zonă și trebuie partajată cu device-urile care au dat datele de intrare. Fiecare device își înlocuiește valoarea stocată cu noua valoare, care reprezintă o informație mai bună despre zona respectivă.

### *Cum primesc scripturi?*

Pe durata simulării fiecare device poate primi mai multe scripturi pe care să le execute, prin apelarea de către tester a metodei `assign_script`. Device-ul va trebui să ruleze aceste scripturi pe unul sau mai multe threaduri create de el.

### *Ce face un device când a primit un script?*

Un device reține că va trebui să colecteze datele din ziua anterioară pentru zona precizată de către script. La timpii următori, atunci când se întâlnește cu alte device-uri, iar acestea au date pentru zona respectivă, va rula scriptul cu date colectate de la acești vecini și va partaja apoi rezultatul cu ei.

### *Cum ia testerul rezultatele de la device-uri?*

Sistemul de testare, prin intermediul clasei **Supervisor**, preia datele de la device-uri la finalul simulării prin apelul metodei `get_data` a clasei **Device**. El apelează metoda aceasta pentru fiecare zonă pentru care device-ul a primit date la pornire.

## Exemplu

Setup: 3 device-uri cu id-uri 0,1,2. 6 zone posibile.

- Device 0 a măsurat date pentru zonele 1,3,5 și are date pentru acestea la începutul simulării.
- Device 1 a măsurat date pentru zonele 2,4,5 și are date pentru acestea la începutul simulării.
- Device 2 a măsurat date pentru zonele 0,1,3,4 și are date pentru acestea la începutul simulării.
- La momentul  $t$  device-ul 0 primește script pentru zona 5.
- La momentul  $t+1$  device-ul 0 întâlnește device-ul 2 și nu se întâmplă nimic deoarece device-ul 2 nu deține date interesante pentru script.
- La momentul  $t+2$  device-ul 0 întâlnește device-ul 1. Device-ul 0 are următorul comportament:
  1. cere valoarea pentru zona 5 de la device-ul 1
  2. aplică scriptul pentru valoarea primită de la 1 și cea stocată de el pentru zona 5
  3. își înlocuiește propria valoare pentru zona 5 și îi trimite și lui 1 noua valoare
- ...
- Se încheie simularea. Tester-ul verifică valorile fiecărui device.

### Alte detalii:

- terminologie folosită în cod: location - loc vizitat de un device, zonă; encounter - întâlnirea unui device cu un alt device-uri; script - algoritm aplicat pe datele dintr-o zonă
- un device se poate întâlni cu un alt device în mai multe momente de timp
- zona în care se întâlnesc două device-uri în timpul simulării nu este relevantă pentru script, ci faptul că device-ul întâlnit are date pentru zona cerută.
- atenție, învecinarea nu este neapărat simetrică: dacă un device  $D1$  detectează un alt device  $D2$  la momentul  $t$  în locul  $l$  nu este garantat că și  $D2$  îl detectează pe  $D1$  - o constrângere a tester-ului.

## 4 Notare

Tema va fi verificată automat, folosind infrastructura de testare, pe baza unor teste definite în directorul **tests**. Testele conțin mai multe rulări pentru a detecta eventualele bug-uri de sincronizare. Există un timeout, specific fiecărui test, în care trebuie să se încadreze execuția fiecărei iterații a testului respectiv.

Punctajul dat unui test depinde de toate iterațiile acestuia, deci pot exista punctaje parțiale. De exemplu, dacă testul 1 pică o dată din 4 iterații, atunci se primește 75% din punctajul aferent testului.

Infrastructura de testare, scheletul clasei `Device`, precum și documentația API-ului poate fi descărcată de pe site-ul cursului <sup>1</sup>.

Tema se va implementa în Python 2.7. Arhiva temei (fișier .zip) va fi uploadată pe site-ul cursului și trebuie să conțină:

- fișierul `device.py` cu implementarea clasei `Device`
- alte surse .py folosite de soluția voastră (nu includeți fișierele infrastructurii de testare)
- fișierul README cu detaliile implementării temei (poate fi în engleză)

Notarea va consta în 100*pct* acordate egale între teste (cu excepția testului 0 care nu valorează nimic). Depunctări posibile sunt:

- folosirea busy-waiting (între  $-10pct$  și  $-50pct$  în funcție de gravitate)
- folosirea lock-urilor globale ( $-10pct$ )
- folosirea variabilelor globale ( $-5pct$ )
- folosirea incorectă a variabilelor de sincronizare (e.g. lock care nu protejează toate accesele la o variabilă partajată  $-2pct$ )
- prezența print-urilor de debug (maxim  $-10pct$  în funcție de gravitate)
- lipsa organizării codului, implementare încâlcită și nemodulară, cod duplicat, funcții foarte lungi (între  $-1pct$  și  $-5pct$  în funcție de gravitate)
- cod înghesuit/ilizibil, inconsistența stilului (între  $-1pct$  și  $-5pct$  în funcție de gravitate)
  - pentru code-style recomandăm ghidul oficial <https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>
- lipsa comentariilor utile din cod ( $-5pct$ )
- fișier README sumar ( $-10pct$  pentru fișier gol sau inexistent)
- cod comentat/nefolosit ( $-1pct$ )
- alte situații nespecificate, dar considerate inadecvate având în vedere obiectivele temei

## 5 Precizări

- pot exista depunctări mai mari decât este specificat în secțiunea *Notare* pentru implementări care nu respectă obiectivele temei și pentru situații care nu sunt acoperite în mod automat de către sistemul de testare
- implementarea și folosirea API-ului oferit este obligatorie
- toate operațiile făcute de către un device (execuția scriptului, comunicare cu alte device-uri) trebuie făcute din thread-uri proprii device-ului; atenție, metoda `assign_script` este apelată de tester de pe thread-ul său
- avansarea timepoint-ului trebuie să fie făcută în lock-step de către toate device-urile; în orice moment de timp nu trebuie să existe o diferență mai mare de 1 între timepoint-urile la care se află oricare 2 device-uri
- pentru încadrare în timp, tema nu necesită optimizarea operațiilor algoritmului, ci folosirea corectă a operațiilor blocante ale elementelor de sincronizare, paralelizarea pe mai multe thread-uri etc.

---

<sup>1</sup>[http://cs.curs.pub.ro/2015/pluginfile.php/29301/mod\\_assign/intro/tema1\\_skel.zip](http://cs.curs.pub.ro/2015/pluginfile.php/29301/mod_assign/intro/tema1_skel.zip)

- bug-urile de sincronizare, prin natura lor sunt nedeterminate; o temă care conține astfel de bug-uri poate obține punctaje diferite la rulări succesive; în acest caz punctajul temei va fi cel dat de tester în momentul corectării
- recomandăm testarea temei în cât mai multe situații de load al sistemului și pe cât mai multe sisteme (fep, cluster etc.) pentru a descoperi bug-urile de sincronizare