

Közösségi érzékelés az okos városokban

Összefoglaló: A munka elsődleges célja áttekinteni az okos városokban alkalmazott, illetve várhatóan alkalmazásra kerülő, közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatásokat. A közösség itt olyan felhasználók laza szervezete, akik valamilyen fennálló probléma megoldása érdekében szervezkednek, pl. adatokat gyűjtenek a környezet szennyezettségéről. Érzékelés alatt itt a felhasználók okostelefonjaiban és egyéb mobil eszközeiben rejlő gazdag érzékelési képességeket értjük. Az okos város a tradicionális város szolgáltatásainak, valamint az információs technológiák legújabb vívmányainak és a lakosoknak a bevonásával létesült hatalmas szervezet. Ilyen környezetben a közösségi érzékelés alkalmazási lehetőségei sokrétűek. A munka számos példát villant fel: a környezet szennyezettségének mérése, a városi parkolási gondok megkönnyítése, illetve a tömegközlekedés optimalizálása terén nyújtanak újszerű szolgáltatásokat. A meglévő szolgáltatások elemzése után sor kerül a munka legfontosabb eredményének, név szerint egy közösségi érzékelést szimuláló rendszer-architektúrának a bemutatására, amely lehetővé teszi az új szolgáltatások szimulációját és választ igyekszik adni arra a kérdésre, hogy a tervezett szolgáltatások vajon (várhatóan) elnyerik-e (majd) a közösség tetszését?

Kulcsszavak: közösségi érzékelés, okos város, tömegközlekedés, parkolás

Bevezető

Az információs és kommunikációs technológiák (IT) legújabb vívmányai jelentős változásokat hoznak a városiként ismert közösségek számára. Alkalmazásuk lehetővé teszi az okos városok kialakítását, amelyek olyan hatalmas szervezetek, amelyekben egyrészt a tradicionális város szolgáltatásait újszerű IT alapú szolgáltatások segítik, másrészt maguk a

* *Dr. Lendák Imre, egyetemi docens, Újvidéki Egyetem, Műszaki Tudományok Kara, Újvidék*

** *Dr. Farkas Károly, egyetemi docens, Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék, Budapest*

A kutatást a Szerbiai Oktatási és Tudományügyi Minisztérium támogatja a „Razvoj inteligentnog nadzorno upravljackog sistema za povećanje energetske efikasnosti zgrada”, TR33013, 2011 projekt keretén belül.

A tanulmány az EITKIC_12-1-2012-0001 projekt keretében készült, amely a Magyar Kormány támogatásával, a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség kezelésében, a Kutatási és Technológiai Innovációs Alap finanszírozásával és az EIT ICT Labs Magyar Nemzeti Társult Csomópont közreműködésével valósul meg (www.ictlabs.elte.hu). Farkas Károly munkáját az MTA a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjon keresztül támogatja.

lakosok is részt vesznek bennük, információkat gyűjtenek és megosztanak, így segítve az okos város folyamatainak optimalizálását.

Ha az okos város lakossága összefog és a rendelkezésükre álló, mindenekelőtt IT megoldások adta lehetőségeket sikeresen kiaknázva optimalizálni tudja a lakóhelyük különböző folyamatait, illetve egyes krónikus problémákon enyhíteni tud, akkor az ilyen összefogást a közösségi együttműködés (angolul *crowd sourcing*) egy fajtájának tekinthetjük. A közösségi együttműködés egy válfaja a közösségi érzékelés (*crowd sensing*), amely során a közösség tagjai adatokat gyűjtenek a környezetről, legyen az a természet valamely eleme (pl. légszennyezés), vagy a városban előálló valamilyen probléma (pl. kátyúk az úttesten). A közösség által begyűjtött adatokat ilyen célra fejlesztett adatfeldolgozó rendszerek fogadják, tárolják, elemzik és az elemzések alapján új információkat képeznek, amelyek lehetővé teszik valamilyen probléma megoldását, illetve létező folyamatok optimalizálását.

A tanulmány elsődleges célja, hogy áttekintse az okos városok téren létező közösségi érzékelésen alapuló legújabb alkalmazásokat. A meglévő szolgáltatások elemzése után a munka második részében egy szimulációs architektúra kerül bemutatásra, amely lehetővé teszi majd a közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatások időbeni elemzését szimuláción keresztül, megkönnyítve a fejlesztők és a befektetők számára a döntéshozatalt azon a téren, hogy vajon egy-egy elemzett szolgáltatás fejlesztésébe érdemes-e befektetni a fejlesztők idejét és a befektetők pénzét? Kézelfogható eredményként a városi parkolást segítő lehetséges applikációk szimulációs architektúrája kerül bemutatásra.

Irodalomáttétekintés

A modern városok folyamatainak felügyelete szempontjából előnyös lenne, ha a várost kiszolgáló különböző kritikus infrastruktúrák (vilamos energia, vízvezeték, telekommunikációs rendszer, stb.) [11] megfigyelhetőek, illetve akár irányíthatóak lehetnének egy központi üzemirányító központból [26]. A jövő generációs okos városok [9], [16] összetett organizmusok, amelyek a kritikus infrastruktúrák alapján véve összetett rendszerein kívül tartalmazhatnak még különböző célokra kifejlesztett szenzor-hálókat, illetve bevonhatják magukat a lakosokat is. A közösség részvétele több szempontból is jelentős: elsősorban azért, hogy az emberek elégedettek legyenek, mert a közösség részének érzik magukat; másrészt azért, mert komoly érzékelési- és adatgyűjtő képességgel bírnak a

mai okos telefonokba telepített számos szenzorok segítségével.

Egy ilyen emberközpontú okos várost elemeznek a szerzők a [15] számú hivatkozásban. A lakosok sikeres megszólításának, vagyis az okos város folyamataiba való bevonásának egyik fontos eleme a közösségi együttműködés (*crowd sourcing*), amely összefogásra készíti az embereket valamilyen közös probléma megoldására [2],[6],[28]. Ha az együttműködés adatgyűjtéssel jár, illetve az az elsődleges célja, akkor közösségi érzékelésről (*crowd sensing*) beszélhetünk. Az érzékeléshez sokszor nincs szükség különleges berendezések beszerzésére, ugyanis a mai okos telefonok gazdag érzékelésre képesek a beépített szenzorok segítségével: a GPS vevő lehetővé teszi a földrajzi hely többé-kevésbé pontos meghatározását, a gyorsulásmérő hasznos információkat gyűjthet a felhasználó tevékenységéről, egyes telefonok képesek a légnyomás és a hőmérséklet mérésére, stb.

A közösségi együttműködés, illetve érzékelés fontos problémái közé tartoznak a különböző kisebbségi csoportok (öregék, nők, gyerekek, stb.) nem megfelelő képviseltsége [18] miatt kialakuló hiányosságok. Komoly kihívást jelent a felhasználók motiválása arra, hogy a passzív, szemlélődés helyett aktívan kivegyék részüket az adatgyűjtésben és megosztásban. Egyes elemzések szerint a felhasználók teljes számának mindössze egy százaléka számít rendszeres adatforrásnak, a többiek passzív résztvevői a közösségnek [19].

Létező alkalmazások

Számos közösségi együttműködésen alapuló alkalmazás létezik. Talán a legismertebbek a közösségi reputációs rendszerek, pl. a filmek osztályzására szolgáló Internet Movie Database (IMDB) [10], vagy a turisztikai célpontok közösségi rangsorolását tartalmazó TripAdvisor [12]. Ismertek még a közösségi pénzelés vezető szolgáltatójaként számon tartott Kickstarter [14], valamint az olcsó Interneten elérhető munkaerőt kiaknázó Amazon Mechanical Turk [3] szolgáltatás.

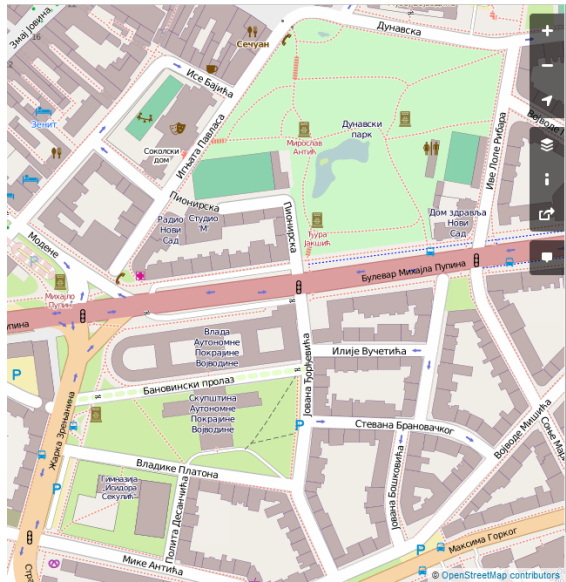
E fejezet célja bemutatni az okos város különböző problémáinak megoldását célul kitűző, Európában is elterjedt szolgáltatásokat. A teljeség igénye nélkül a következő applikációk kerülnek elemzésre: OpenStreetMap, Waze, FixMyStreet és Smart Citizen Kit. A felsorolt négy szolgáltatás bemutatása után kiemelt helyen kerülnek elemzésre a belvárosi parkolási gondok közösségi érzékelésen alapuló megoldási módozata.

OpenStreetMap

Az OpenStreetMap (OSM) projekt célja az egész Földet lefedő ingyenes térképek kialakítása. Elsődleges adatforrásai az ingyenes térképi adatok, amelyek digitalizálása után azokat a közösség Interneten keresztül bevonásával finomítják. Számos elemzés létezik az OSM pontosságáról [8] és a begyűjtött térképek részletességéről a földrajzi terület függvényében [18].

Az OSM 2004-ben alapult az Egyesült Királyságban (UK) és eleinte ott használták intenzívebben. Később használata elterjedt

és ma részletes térképeket tartalmaz világszerte. Magyarország és Szerbia lefedettsége is kiváló. Fejlődésének első fázisára a közösség által végzett kézi feltöltés volt a jellemző, később viszont az ingyenes, hivatalos térképek felhasználása lehetővé tette a munka automatizálását.

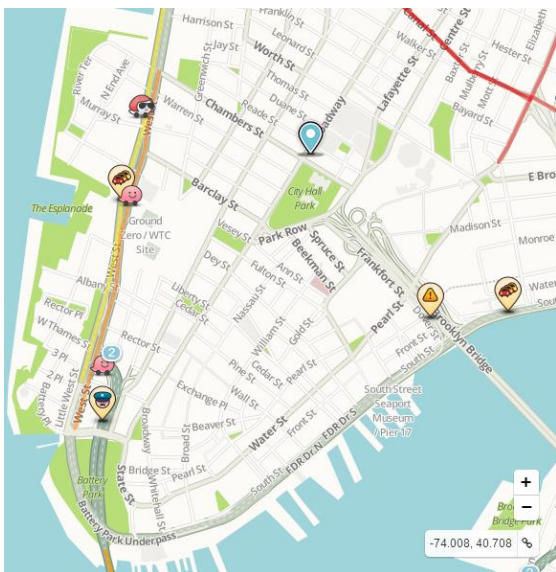


1. Kép
Újvidék központja az OSM-en

Waze

A Waze [27] egy ingyenes, Global Positioning System (GPS) alapú navigációs alkalmazás, mely Android és iOS alapú okostelefonokon fut. Ami megkülönbözteti az egyéb, hasonló feladatra fejlesztett és általában fizetős eszközöktől, az a közösség bevonása és a közösségi adatok által finomított útvonal-tervezés. A Waze nagyon sikeres, különösen az Egyesült Államokban, de például Magyarországon is jelentős felhasználói táborra tett szert. Sajnos felhasználói főleg a nagyobb városok lakói és ezért a közösségi adatok sok helyütt hiányosak, vagy azok minősége alacsony. Szerbiában például nincs jelentősebb felhasználói bázisa. A Waze segítségével a felhasználók alkotta közösség mindenféle útmenti gondokat tud megosztani egymással, pl. rendőr, útzárlat, torlódás [13]. Az így

megosztott események nemcsak megjelennek a Waze okostelefonokon futó navigációs kliensében, hanem ingyenesen elérhetők az Interneten is. A 2. kép például New York Manhattan városrészének Waze térképet ábrázolja, amelyen jól láthatóak az aktív felhasználók különböző színű ikonjai, illetve a torlódások (pl. a keleti peremhez közel) és a rendőri jelenlétet jelző kis képek is (pl. a kép bal alsó sarkában).



2. kép
Manhattan a Waze-ben

götte álló számos fejlesztőből álló csapat. Fontos jellemzője, hogy a terméket és magát a céget is 2013 júniusában megvásárolta a nagynevű Google cég, nem kevesebb mint 966 millió dollárért [25]. Független elemzők szerint a Google célja a Waze integrálása a Google Maps applikációba és annak gazdagítása.

FixMyStreet

A szintén ingyenes, és többféle okostelefonon is elérhető FixMyStreet (FMS) applikáció [4] célja bevonnai a lakosokat a településeik különböző gondjainak megoldásába. Így az FMS lehetővé teszi, hogy a felhasználók lefényképezzék az általuk észlelt problémát, és arról jelentést tegyenek. A jelentés tartalma lehet sokféle, úttesten tapasztalt kátyútól kezdve egészen az utcán hagyott szeméig.

A felhasználók megtartásáért és adatszolgáltatásra ösztönzésére a Waze minden megosztott eseményért pontokat ad a felhasználóknak, melyek különböző szintek elérését teszik lehetővé [27]. A Waze egy fajta ad hoc hálózatot [1] épít ki az adott körzetben közlekedő autósok okostelefonjaiból és így (is) teszi lehetővé az információk egymás közötti hatékony megosztását.

A Waze-t Izraelben fejlesztette ki a mö-

Ez az applikáció amellet, hogy cselekvésre serkenti a lakosságot, megkönnyíti a helyi szintű közigazgatási és karbantartó szervek működését, mivel kevesebbet kell hogy ráfordítsanak a problémák feltárására és ezért nagyobb keret marad azok eredményes orvoslására.

Az FMS elsődlegesen az Egyesült Királyság területére összpontosít, de léteznek más, hasonló alkalmazások is, melyeknek fókuszában más-
sik földrajzi területek vannak, például a SeeClickFix nagyon hasonló jellemzőkkel bír és az USA-ban terjedt el.

Smart Citizen Kit (SCK)

A Smart Citizen Kit (SCK) egy nyílt forráskódú rendszer, amely lehetővé teszi a polgárok számára, hogy a környezetükről különböző méréseket gyűjtsenek és azokat megosszák. Ennek megvalósítása érdekében a rendszer fejlesztői sikeres Kickstarter kampányt tartottak, amely során sikerült megfelelő anyagi háttérrel biztosítani a rendszer fejlesztéséhez. A Kickstarter maga is egy közösségi együttműködésen alapuló rendszer és lehetővé teszi különböző projektek közösségi pénzelését [14].

Az SCK egy sokkal összetettebb az eddig vizsgált rendszereknél, ugyanis az Internet alapú felületen és okostelefonokon futó alkalmazáson kívül minden egyes közösségi tagnak szüksége van mérő műszerekre is, amelyekkel mérni tudja a következőket:

- A levegő összetétele, pl. szén-monoxid és nitrogén-dioxid tartalom
- Hőmérséklet
- Fény intenzitás
- Zajszint
- Nedvesség

A mért adatokat a közösség meg tudja osztani és a rendszer egy OpenStreetMap alapú térképen jeleníti meg őket.

Parkolás

Sűrűn lakott belvárosi környezetben komoly problémát jelent üres parkolót találni [17]. Sokszor a meglelt parkoló nem optimális különböző okoknál fogva, pl. nincs eléggé közel, többet kell érte fizetni, mint másik hasonló parkolóért, stb. Mivel a parkolás ára a nagyvárosokban jelentős is lehet, az autóvezetők különösen motiváltak arra, hogy megfelelően olcsó és közeli parkolót találjanak. Sokszor olyannyira motiváltak, hogy

hajlandóak huzamosabb ideig körözni a városuk utcáin, míg meg nem találják a megfelelő parkolóhelyet. A parkoló-vadászat közben köröző autósok lassítják a forgalmat, szennyezik a levegőt és késnek a munkából [24]. A forgalmat azért lassítják, mert lassabban haladnak a megfelelő parkoló időbeni észlelése érdekében és ezzel tovább nehezítik az egyébként is túlterhelt városi útvonalak használatát. Jelentős a környezetre mért negatív hatásuk is [5], ugyanis a lassú forgalomban araszoló „parkoló-vadászok” jelentős mennyiségű üzemanyagot fogyasztanak és ennek következtében jelentős mennyiségű kipufogógázt juttatnak a légkörbe (feltéve, hogy nem elektromos autóval közlekednek!) és ezzel súlyosabbá teszik az egyébként is jelentős légszennyezettséget a nagyvárosokban. A parkolóra vadászás ideje jobb esetben csak néhány perc, rosszabb esetben hosszúra is nyúlhat. Ha az autó vezetője, illetve utasai a munkába mennek, akkor az autóban körözéssel töltött időt elvesztik, azt nem tudják a munkahelyükön tölteni és hozzájárulni a város termeléséhez. A két-három percnél hosszabb körözés természetesen fárasztó és növelheti a sofőr és utasok stressz-szintjét is, ezzel tovább csökkentve az aznapi munkahelyi hatékonyságukat.

A fenn felsorolt problémák egyesek számára megoldhatók a jól optimalizált városi tömegközlekedés [7] eszközeinek használatával, mások (pl. a futárszolgálatok alkalmazottai) viszont munkájuk természeténél fogva kénytelenek autóval közlekedni.

Google Open Spot

Az Open Spot (OS) alkalmazást a Google cég fejlesztette ki és üzemeltette pár évig (2010-2012) [23]. Célja az volt, hogy a közösségi érzékelés adta lehetőségekkel élve, valós időben tudja követni a belvárosokban elérhető szabad parkolókat. A működési elve a következő volt:

- 1) Amikor az autós beparkol, akkor az OS applikációban foglalként bejelöli a parkolót.
- 2) Amikor az autós kiparkol, vagyis elhagyja a parkolót, akkor okostelefonján bejelöli, hogy elhagyta a parkolót.
- 3) Az OS rendszere segít a parkolót kereső többi felhasználónak úgy, hogy odavezeti őket a nemrég szabadként bejelölt parkolóhoz.
- 4) Az OS kezeli a közösségi adat előregedését, vagyis azt a tényt, hogy feltételezhető, hogy a bejelöléstől számított nagyon rövid időn belül valaki elfoglalja a szabadként bejelölt parkolót, aki nem

feltétlenül OS felhasználó és lehet, hogy a beparkolás tényét nem osztja meg a közösséggel.

Az OS beszüntetésének egyik fő oka az volt, hogy fejlesztői nem optimalizálták megfelelően a nagyvárosi környezetekre, ahol a szabad parkolók másodperceken belül elkelnék [23]. Ezt a körülményt a rendszer nem kezelte megfelelően, ugyanis akár percekig is szabadként jelölte a parkolókat. Sikertelenségének másik fontos tényezője az volt, hogy nem sikerült szert tennie megfelelő nagyságú felhasználói táborra. A megfelelő nagyságú közösség hiányában viszont nem volt elég adata, és a szolgáltatás nem tudott sikeres lenni.

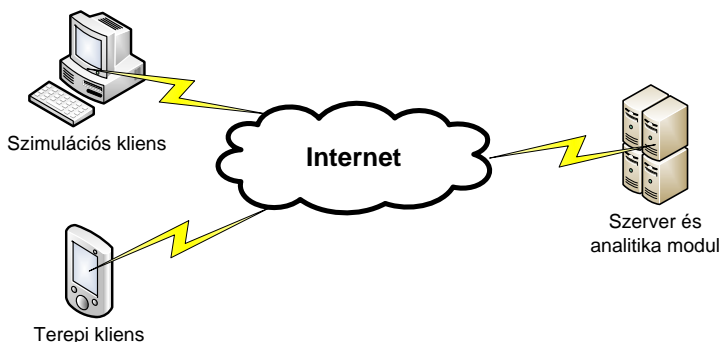
Az OS is alkalmazott motivációs rendszert az aktív felhasználók számára, így igyekezve megtartani őket és gyarapítani is a számukat. Minden egyes parkolási esemény jelentéséért ún. *karma* pontok jártak, amelyek alapján rangsorolni lehetett a közösség tagjait.

Egyéb parkolási megoldások

Az OS sikertelensége ellenére léteznek egyéb megoldások, melyek enyhíteni igyekeznek a nagyvárosokat győtrő parkolási gondokon. Egy ilyen rendszer telepítésre került San Francisco városában [22]. A neve SFPark és jellemzője, hogy nem a közösségi adatokon, hanem az utcákra kihelyezett szenzorok alapján méri a városnegyedekben rendelkezésre álló parkoló zónák telítettségét. Az SFPark-hoz hasonló projektek jelentős kezdeti befektetést igényelnek, ami ellehetetleníti őket a kevésbé tehető városokban, illetve ott, ahol az állam nem fordít komolyabb összegeket ilyen jellegű kutatásokra. Ilyen környezetekben eredményes lehet a közösség bevonása és a lakosok összefogásán alapuló rendszer-optimalizáció.

Közösségi érzékelés szimuláció

A munkában felvázolt közösségi érzékelésen alapuló rendszerek szimulációjára alkalmas rendszer a következő elemeket tartalmazza: terepi kliens, szimulációs kliens, adatok fogadására alkalmas szolgáltatás (szerver) és analitika modul (lásd a 3. képet).



3. kép
A szimulációs rendszer elemei

A **terepi kliens** egy olyan adatgyűjtő alkalmazás, amely lehetővé teszi a közösség bevonását és az érzékelések digitalizálását, és az így kapott adatoknak a helyi tárolását, illetve ha megfelelő adatkapcsolatot tud létesíteni, akkor az adatok küldését a szerverre. Ez az alkalmazás használható valós körülmények között, kinn az utcán, illetve a természetben, ahol képes a szükséges adatok helyi gyűjtésére. Természetesen ez az alkalmazás okostelefonon, illetve a „terepre” kihelyezhető egyéb okos eszközön fut.

A **szimulációs kliens** egy, a közösségi adatok szimulációjára képes alkalmazás, amelynek lehetővé kell tennie az adatgyűjtés laboratóriumi szimulációját. A fejlesztés alatt álló közösségi érzékelésen alapuló alkalmazás elé állított követelmények függvényében ez az alkalmazás megvalósítható asztali számítógépen futó, gazdag konfigurációs lehetőségekkel bíró kliensként, illetve a terepi kliens kiegészítéseként (is). Lehetővé teszi az érzékelések pontos idejének és koordinátájának kézi, illetve gépi generálását. A gépi eseményképzés esetén lehetővé teszi a képzett események finom konfigurálását, esemény-kategóriák, esemény-valószínűségek (milyen sűrűn?), időkeret (milyen időszakra?) és földrajzi régió (milyen körzetben?) meghatározását. A szimulált adatokat megfelelően jelöli annak érdekében, hogy azok könnyen megkülönböztethetők legyenek a terepi kliens által gyűjtött valós adatoktól. Követelmény az is, hogy egy vagy több szimulációs kliens képes legyen nagy mennyiségű adat szimulációjára, pl. több ezer, vagy akár több tízezer aktív felhasználó egyidejű adatgyűjtésének megfelelő adatképzésére. Előnyös lenne, ha a szimulációs kliens vissza tudná játszani a beérkezett eseményeket gyorsított időben, vagyis ha tartalmazna ún. *playback* funkcionálisitást.

Mindkét kliens megvalósításának fontos követelménye a gyűjtött adatok, illetve a szimulációs rendszer egyéb összetevőitől kapott információk térképi megjelenítése. A gyűjtött közösségi érzékelések alkalmazástól függően lehetnek különbözőek, de legalább a következő elemeket tartalmazniuk kell:

- esemény kategória, pl. gépjármű elhagyta a parkolóhelyet,
- pontos időpont,
- pontos GPS koordináta,
- adatgyűjtő eszköz típusa, pl. Samsung Galaxy 3.

A gyűjtött, illetve szimulált adatok könnyebb rendszerezése és elemzése érdekében azokat a kliensek beküldik egy központi adatgyűjtő szervernek. A **szerver** feladata megfelelő interfészeket biztosítani, amelyekeken keresztül a kliensek akár nagy mennyiségű közösségi érzékelés eredményeként begyűjtött adatot is tárolni tudnak. A szerver nem végez semmilyen adatelemzést és nem képez új információkat – egyetlen feladata az adatok fogadása és azok megfelelő tárolása. Fontos, hogy a szolgáltatás könnyen elérhető legyen a legfrissebb vonatkozó szabványokat is alapul véve. Ebből a szempontból javasolt az Extensible Messaging and Presence Protocol (XMPP) [21] alkalmazása, amely egy széles körben elfogadott, könnyen bővíthető kommunikációs protokoll. Fontos jellemzője, hogy számos ingyenes megvalósítása létezik, mind a szerver, mind a kliens oldalon.

A közösség által, illetve a szimulációk során begyűjtött adatok elemzése az **analitika modul** feladata. Ez a modul futhat a szerveroldali szolgáltatások bővítéseként, illetve lehet különálló kliens is. A megvalósítás formájától függetlenül a következő alapvető feladatai vannak:

- adatok fogadása,
- adatok elemzése,
- következtetések levonása,
- információk képzése, és
- a képzett információk terjesztése az érdekelt felhasználók számára.

A megfelelő analitika modul alkalmazása nélkül a szimulációs rendszer csakis adatgyűjtésre lenne képes. Az analitika modul viszont lehetővé teszi, hogy a begyűjtött, „nyers” adatokat a rendszer elemezze, azok alapján addig nem létező, hasznos információkat képezzen és azokat eljuttassa a felhasználóhoz.

Megvalósítás

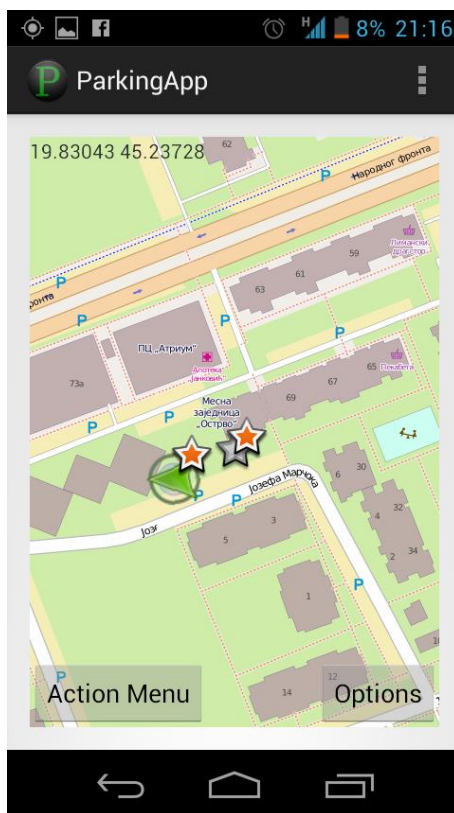
A vonatkozó irodalom áttekintése során szó esett az OpenSpot projektről, amely a közösség segítségével igyekezett optimalizálni a parkolást városi környezetben. Sajnos sikertelen volt és meg is szüntették. Mielőtt ez megtörtént volna, a fejlesztését támogató Google időt és pénzt fordított rá, amelynek egy része kárba veszett. A fenn leírt szimulációs architektúra praktikus megvalósítása lehetővé teszi egy-egy tervezett, közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatás elemzését, és annyiban könnyíti meg a fejlesztők és befektetők munkáját a tervezési fázisban, hogy választ igyekeznek adni arra a kérdésre, hogy vajon az alkalmazás meg tudja-e szólítani a megfelelő számú felhasználót és ezáltal sikeres lesz-e? Egy ilyen szimulációs környezet idejekorán jelezni tudta volna az OpenSpot esetében is a rendszer hibáit és lehet, hogy azokat még javítani lehetett volna, illetve az egész szolgáltatást jóval korábban meg lehetett volna szüntetni és ezzel csökkenteni a vele járó veszteségeket.

Az előző fejezetben leírt általános szimulációs architektúra alkalmazható a közösségi érzékelésen alapuló, belvárosi parkolást segítő szolgáltatás szimulációjára is. Egy ilyen rendszer a következő eseményeket kezeli:

- a gépjármű elhagyja a parkolót,
- a gépjármű elfoglalja az adott, szabad parkolóhelyet, és
- a gyalogos észreveszi és „bejelöli” a szabad parkolóhelyet.

A fejlesztés korai fázisában elegendő, ha a fenn felsorolt eseményeket a felhasználó be tudja vinni kézzel, egy-két kattintással. Ahhoz, hogy a rendszer megfelelően kezelni tudja ezeket az eseményeket, tartalmaznia kell a felvázolt architektúra mind a négy elemét, név szerint: szerver, terepi- és szimulációs kliens, valamint analitika modul.

Az **adatgyűjtő szerver** XMPP alapú. A feladatai közé tartozik az adatok gyűjtése, tárolása és a történeti adatok visszajátszása. Nagy mennyiségű bejövő adat esetén szükséges megfelelő adattárház alkalmazása, pl. NoSQL adatbázis.



4. kép

Terepi kliens – Android applikáció

Képes a terepi kliensek és a szimuláció során előállított parkolási adatok térképi megjelenítésére és azok visszajátszására (*playback*) gyorsított időben.

A tervezett szimulációs környezet talán legfontosabb eleme az **analitika modul**, mely a bejövő adatokat elemzi, azok alapján következtetéseket von le, azokat könnyen használható információkká alakítja és továbbítja a felhasználóhoz. Az analitika modul megvalósításához szükséges, hogy hozzá tudjon férni az összes, „nyers” adathoz, amelyet az adatgyűjtő szerver tárol.

A városi parkolási alkalmazásban a következő analitikákra lehet szükség:

- **Adat-aggregáció**, vagyis azon adatok csoportosítása, melyeket a rendszer redundánsként azonosít, pl. ha az autós bejelenti, hogy elhagyta a parkolót és utána még három gyalogos is bejelöli

Az Android okostelefonon futó, Java programozási nyelvben fejlesztett **terepi kliens** tartalmazza a következő funkciókat: térképi megjelenítés OpenStreetMap alapon [20], események regisztrálása és azok továbbítása a szerverre XMPP üzenetek formájában. A munka írásának pillanatában elkészült a terepi kliens első változata (lásd 4. kép), amely képes adatokat gyűjteni, de azokat még nem tudja XMPP üzenetekre fordítani és az adatgyűjtő szerverre továbbítani.

Az asztali számítógépen futó, Java programozási nyelvben fejlesztett **szimulációs kliens** gazdag konfigurációs lehetőséggel rendelkezik, ami lehetővé teszi, hogy adott típusú napokra a meghatározott időkereteken belül és a megfelelő földrajzi régióban (pl. adott városnegyed) véletlenszerűen eseményeket képezzen.

ugyanazt az üres parkolóhelyet, akkor ennek a négy adatnak a csoportosítása.

- A **terhelésbecslés** funkció lehetővé teszi az adott parkolási zónák terhelésének becslését a történeti adatok alapján. A terhelésbecslés futhat állandóan és az adott pillanatban javaslatokat készíthet az autósok számára, hogy a történeti adatok alapján vajon hol a legvalószínűbb az üres parkolóhelyek előfordulása a közelben. A terhelésbecslés lehetővé teheti a rendszer működését kisszámú közösségi érzékelés esetén is, feltéve, hogy a rendszer elég hosszú ideje gyűjti a történeti adatokat.
- A **dinamikus parkolási díjmeghatározás** lehetővé tehetné a városi önkormányzatok számára, hogy a parkolási díjakat a terheléshez igazítsák, vagyis a legsűrűltabb helyeken legyen a legdrágább a parkoló. Ez az analitikai funkció akár azt is lehetővé tenné, hogy az árakat a város napszakonként szabályozza, így növelve a bevételeket és egyidejűleg csökkentve a parkolók zsúfoltságát.

A fenn felsorolt analitikai funkciók mellett feltehető, hogy később, az adatgyűjtés során kikristályozódó egyéb funkciók is megvalósításra kerülnek.

Összegzés

A munka áttekintést tartalmaz az okos városokban alkalmazott, illetve várhatóan alkalmazásra kerülő, közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatások adta lehetőségekről, például a környezet szennyezettségének mérése, a városi parkolási gondok enyhítése, illetve a tömegközlekedés optimalizálásának elősegítése terén. A vonatkozó tudományos- és szakirodalom áttekintése után bemutatásra kerülnek az OpenStreetMap, FixMyStreet, Waze és Smart Citizen Kit közösségi együttműködésen alapuló szolgáltatások, amelyek alkotó elemei lehetnek a jövő okos városának. A különböző területről érkező szolgáltatások áttekintése után a munka kiemelt helyen elemzi a különböző közösségi érzékelésen alapuló, városi parkolást segítő alkalmazásokat. Taglalja, hogy miért volt sikertelen a nagynevű Google cég pár évvel ezelőtt beszüntetett OpenSpot nevű szolgáltatása, amelynek célja az volt, hogy a közösség bevonásával segítsen a belvárosban parkolni igyekvő autósokon. Ezek a szolgáltatások jelentősek, mert a zsúfolt belvárosi területeken nehéz megtalálni a megfelelő parkolót, amely egyrészt közel van a célhoz, másrészt pedig olcsó is, illetve ideális esetben ingyenes. Az optimális parkoló keresése közben az autósok jelentős ideig köröznek, és ez idő alatt lassítják a forgalmat,

szennyezik a környezetet és nem tudnak azzal foglalkozni, amiért behajtottak a belvárosba.

A munka második része leírja egy közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatások szimulációjára képes rendszer architektúráját, és elemzi, hogy a felvázolja rendszer megvalósítása esetén bevezetésre kerülő analitikai funkciók hozta újszerű lehetőségeket. A szimulációs rendszer segít választ adni arra a kérdésre, hogy milyen lélekszámú közösségre van szükség ahhoz, hogy egy-egy tervezett, közösségi érzékelésen alapuló szolgáltatás elérje a kritikus számú felhasználói számot, és azzal használhatóvá váljon a széles néptömegek számára.

Felhasznált irodalom:

- [1] P. *Caballero-Gil*, C. *Caballero-Gil* and J. *Molina-Gil* (2013), "How to build vehicular ad-hoc networks on smartphones", *Journal of Systems Architecture*, In Press, Corrected Proof, Available online 4 September 2013.
- [2] G. *Cardone*, L. *Foschini*, P. *Bellavista*, A. *Corradi*, C. *Borcea*, M. *Talasila* et al (2013), "Fostering participation in smart cities: a geo-social crowdsensing platform", *IEEE Communications Magazine*, vol 51 (6), pp. 112-119.
- [3] *Casler K.*, *Bickel L.* and *Hackett E.* (2013), "Separate but equal? A comparison of participants and data gathered via Amazon's MTurk, social media, and face-to-face behavioral testing", *Computers in Human Behavior*, vol 29 (6), pp. 2156-2160.
- [4] *FixMyStreet*, <http://www.fixmystreet.com>
- [5] R.K. *Ghanit*, N. *Pham*, H. *Ahmadi*, S. *Nangia* and T.F. *Abdelzaher* (2010), "GreenGPS: A Participatory Sensing Fuel-Efficient Maps Application", 8th International conference on Mobile systems, applications, and services (MobiSys'10), San Francisco, USA, pp. 151-164.
- [6] M.F. *Goodchild* (2007), "Citizens as sensors: the world of volunteered geography", *GeoJournal*, vol 69 (4), pp. 211-221.
- [7] Y. *Hadasa* and P. *Ranjitkara* (2012), "Modeling public-transit connectivity with spatial quality-of-transfer measurements", *Journal of Transport Geography*, vol 22, pp. 137-147.
- [8] M. *Haklay*, S. *Basiouka*, V. *Antonioni* and A. *Ather* (2010), "How many volunteers does it take to map an area well? the validity of Linus's Law to volunteered geographic information", *Cartographic Journal*, vol 47 (4), pp. 315-322.
- [9] R. *Hollands* (2008), "Will the Real Smart City Please Stand Up?", *City*, vol 12 (3), pp. 303-320.
- [10] *Internet Movie Database (IMDB)*, www.imdb.com.

- [11] I. Lendak, N. Ivancevic, S. Vukmirovic, E. Varga, K. Nenadic & A. Erdeljan (2012), "Client Side Internet Technologies in Critical Infrastructure Systems", *International Journal of Computers, Communications & Control (IJCCC)*, vol 7 (5), pp. 878-890.
- [12] L. Liu and M. Munro (2012), "Systematic analysis of centralized online reputation systems", *Decision Support Systems*, vol 52 (2), pp. 438-449.
- [13] P. Mohan, V.N. Padmanabhan and R. Ramjee (2008), "Nericell: rich monitoring of road and traffic conditions using mobile smartphones", 6th ACM conference on Embedded network sensor systems (SenSys '08), pp. 323-336.
- [14] E. Mollick (2013), "The dynamics of crowd founding: An exploratory study", *Journal of Business Venturing*, In Press, Corrected Proof, Available online 13 August 2013.
- [15] C.E.A. Mulligan and M. Olsson (2013), "Architectural Implications of Smart City Business Models: An Evolutionary Perspective", *IEEE Communications Magazine*, vol 51 (6), pp. 80-85.
- [16] M. Naphade, G. Banavar, C. Harrison, J. Paraszczak and R. Morris (2011), "Smart Cities and their innovation challenges", *IEEE Computer*, vol 44 (6), pp. 32-39.
- [17] S. Nawaz, C. Efstratiou and C. Mascolo (2013), "ParkSense: A Smartphone Based Sensing System For On-Street Parking", *The 19th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'13)*, Miami, USA.
- [18] P. Neis, D. Zielstra & A. Zipf (2012), "The Street Network Evolution of Crowdsourced Maps: OpenStreetMap in Germany 2007–2011", *Future Internet*, vol 4 (1), pp. 1-21.
- [19] J. Nielsen (2006), "Participation inequality: Encouraging more users to contribute"
<http://www.nngroup.com/articles/participation-inequality/>
- [20] OpenStreetMap, <http://www.openstreetmap.org>
- [21] P. Saint-Andre (2009), "XMPP: Lessons Learned from Ten Years of XML Messaging," *IEEE Communications Magazine*, vol 47 (4), pp 92–96.
- [22] SFPark, <http://sfpark.org> (accessed 29th of October, 2013).
- [23] I. Sherwin (2011), „Google Labs’ Open Spot: A Useful Application That No One Uses”, *Android Authority*, <http://www.androidauthority.com/google-labs-open-spot-a-useful-application-that-no-one-uses-15186/>
- [24] D.C. Shoup (2006), "Cruising for parking", *Transport Policy*, vol 13 (6), pp. 479 – 486.
- [25] *The Guardian* (2013), „Google acquisition of Waze traffic app sparks OFT inquiry”,

<http://www.theguardian.com/technology/2013/aug/27/google-waze-app-sparks-of-inquiry>

- [26] N. *Walravens* and P. *Ballon* (2013), “Platform Business Models for Smart Cities: From Control and Value to Governance and Public Value”, *IEEE Communications Magazine*, vol 51 (6), pp. 72-79.
- [27] Waze (2013), „Your Rank and Points”, https://www.waze.com/wiki/Earning_Points
- [28] F. *Zambonelli* (2011), “Pervasive urban crowdsourcing: Visions and challenge”, 2011 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops), Seattle, USA, pp. 578-583.