

HELY- ÉS KONTEXTUSFÜGGŐ ALKALMAZÁSOK FEJLESZTÉSÉT TÁMOGATÓ KERETRENDSZER MOBIL KÖRNYEZETBEN

Kovács László

Mátételki Péter

Pataki Balázs

<mailto:{laszlo.kovacs, matetelki, balazs.pataki}@sztaki.hu>

MTA SZTAKI Elosztott Rendszerek Osztály

Bevezetés

A keretrendszer létrehozásának célja egy olyan háttérrendszer megalkotása, mely segíti a mobil kommunikációs eszközön futtatható helyfüggő alkalmazások fejlesztését, sőt, egészen újszerű, kontextusfüggő alkalmazások létrehozását teszi lehetővé. Ennek megfelelően a keretrendszer a felhasználók többféle kontextusát használja, hogy realiztikus, magas absztrakciós szintű kérdésekre is képes legyen választ adni. A felhasználói kontextusok között kiemelkedő szerepet játszik a földrajzi pozíció, mely információt többféle helymeghatározási technológia eredményeinek kombinálásával állít elő a rendszer.

Részletes leírás

Motivációk

A helymeghatározásra használt eltérő technológiák mint pl. GPS, WLAN, GSM, RFID más-más eszközöket, kezelést, felhasználási módot igényelnek. Felmerül az igény ezen megoldások különbözőségeinek elfedésére. A Keretrendszer elfedi a különbözőségeket mind a felhasználók mind pedig a programozók előtt, így a helymeghatározó eszközöktől függetlenül lehet a helyfüggő szolgáltatásokat igénybe venni, illetve készíteni. A különféle helymeghatározási eszközökből kinyert eredmények kombinálhatók, ezzel növekszik a hely-információ pontossága valamint a helymeghatározási szolgáltatás lefedettsége is.

A helyfüggő szolgáltatások úgy tudnak jól használható eredményt nyújtani, ha figyelembe veszik a fizikai környezet adottságait. A környezeti modellen következtetéseket kell tudni végezni olyan kérdések esetén, amik a felhasználó valós környezetére is vonatkoznak. Ha például a felhasználó a leggyorsabban elérhető kórházat keresi, akkor egy hagyományos, csak a földrajzi koordinátákkal dolgozó rendszer egy légvonalban ugyan közeli, de elérhetetlen fekvésűt ajánlana (pl. a folyó túloldalán). A Keretrendszer figyelembe veszi a valós környezetet, így az ilyen jellegű hibákat kiküszöböli.

A „hely” jellemzőn kívül további kontextusok felhasználásával a mobil szolgáltatások jelentősen gazdagabbá, életszerűbbé tehetők. Ilyen kontextusok lehetnek például a környezet (épületek, szobák, tárgyak geometriai jellemzői), a felhasználók preferenciái, akadályozottsága, stb. Ezáltal magasabb szintű, absztraktabb, a mindennapi szituációkhoz

közelebb álló, az igényeket pontosabban kielégítő kérdésekre is képes a Keretrendszer válaszolni.

A Keretrendszer célja, hogy a fent vázolt problémákat megoldja illetve kielégítse a felmerülő igényeket. Segítségével a jelenlegieknél általánosabb, valósabb igények szolgálhatók ki a megfelelő kontextusfüggő mobil szolgáltatások kialakításával. A többféle felhasználói kontextust ismerő, logikai következtetésre képes Keretrendszer nagy mértékben megkönnyíti a szolgáltatás- és programfejlesztést is.

Innovációs jelentőség

A Keretrendszer újszerűségének kulcsa a koncepciójában rejlik.

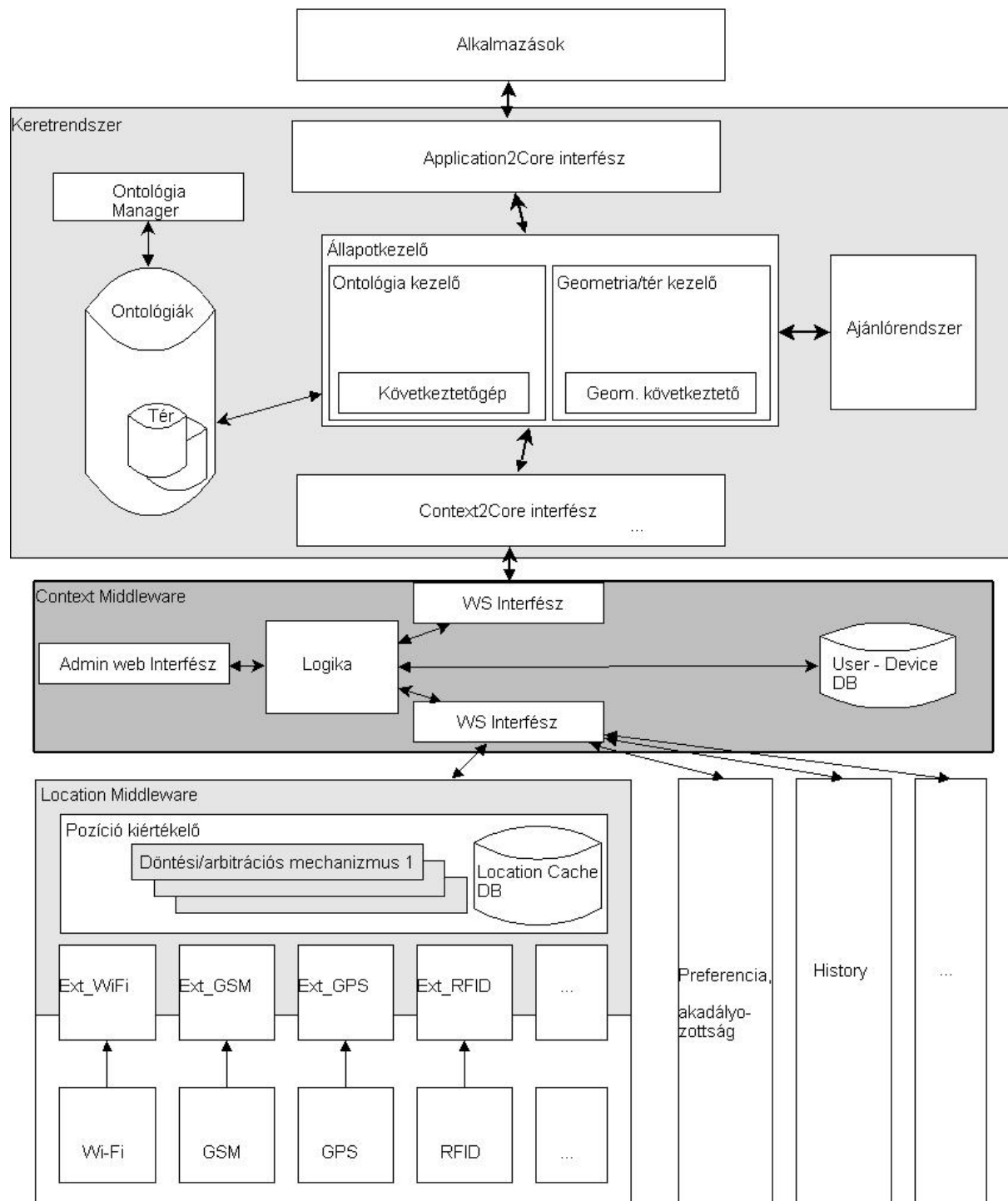
- A Keretrendszer segítségével a mobil szolgáltatások fejlesztői (a programfejlesztők) könnyen készíthetnek a fent leírt elvárásokat megvalósító, manapság elterjedteknél magasabb szintű hely- és kontextusfüggő szolgáltatásokat.
- A felhasználókat így a jelenlegi rendszerekhez képest magasabb logikai szinten lehet kiszolgálni.
- A keretrendszer a jelenlegi helyfüggő szolgáltatásokat kontextusfüggő szolgáltatássá bővíti, hiszen
 - többféle felhasználói kontextust támogat
 - melyek elérése egy egységes adathozzáférést biztosító, szemantikus rendszerkomponensen keresztül valósul meg.
- Helyfüggő szolgáltatás esetén újfajta helymeghatározási módszereket (pl. RFID, WIFI) is használ a meglévő megoldások (GPS, GSM) integrálásán túl, ezeket elfedi a felhasználó elől.
 - Így a felhasználók helymeghatározó eszközük technológiájától függetlenül használhatják az elkészült hely- és kontextusfüggő szolgáltatásokat.
 - A fejlesztők a technológiai részletektől elvonatkoztatva a programlogikára koncentrálnak, hatékonyabban készíthetnek szolgáltatásokat, applikációkat.
- A Keretrendszer kombinálja a különféle technológiájú eszközök által szolgáltatott pozíció-információkat, így elérhető
 - Nagyobb lefedettség és
 - Nagyobb rendelkezésre állás és
 - Nagyobb megbízhatóság, hihetőség.
- Az eddig 2D-ben használt helyfüggő szolgáltatásokat kiterjeszti 3D-re.
- A kontextusfüggő szolgáltatások az ajánlórendszerek segítségével tanuló, intelligens rendszerré alakíthatók.

A Keretrendszer megvalósításának újszerűsége a state-of-the-art technológiák összeházasítása. Ilyenek pl.

- OWL: a flexibilis tárolás és a szemantikus rendszer alapja
- SPARQL: a következtetéshez
- J2D, J3D, VRML: a geometria leírásához és számítások elvégzéséhez
- Webservice: a lazán csatolt rendszerkomponensek korszerű kommunikációjához
- J2EE: a skálázható, platformfüggetlen megbízható szerveroldali programfejlesztéshez és üzemeltetéshez

A keretrendszer felépítése

A következő ábrán a keretrendszer logikai modellje és a hozzá szorosan kapcsolódó külső komponensek láthatóak.



1. ábra: Keretrendszer absztrakt modellje

Az ábrán látható komponensek alulról felfelé haladva a következők:

- **Kontextusok:** az ábra legalsó rétege tartalmazza a különféle kontextusok érzékelésére alkalmas hardvereket és szoftvereket. Ezek a kontextusok paramétereit, értékeit továbbítják a Keretrendszer felé, valamint az innen érkező parancsokat feldolgozzák, megválaszolják vagy végrehajtják. Ebben a rétegben tetszőleges kontextusok kaphatnak helyet, melyek akár eltérő kezelést igényelhetnek. Egy-egy kontextus lehet összetett alrendszer is, mely a Keretrendszer felé egységes interfészen keresztül kommunikál (pl. a Hely kontextus).
 - **Hely kontextus:** ez a kontextus egy összetett alrendszer, melyet a Location Middleware modul fog össze. Ebben a rétegben jelennek meg a helymeghatározásra használt egyedi, egymással inkompatibilis technológiák. A modul célja, hogy elfedje ezek különbségeit, így a Hely kontextus alrendszerbe tetszőleges helymeghatározási rendszer integrálható.
 - § **Location Middleware:** a különféle helymeghatározási módszereket integrálja, a Keretrendszer felé elfedi a különféle technológiákat. Amennyiben egy felhasználóhoz több helymeghatározó eszköz is tartozik, a pozíció meghatározásakor kombinálja a rendelkezésre álló információkat. Ezzel növekszik a helymeghatározási szolgáltatás rendelkezésre-állása és javul az eredmények megbízhatósága és pontossága.
 - **Ext_XXX:** a Location Middleware tartalmaz minden helymeghatározási technológiához egy-egy csatolót.
 - **Preferenciák és egyéb kontextusok:** a Hely kontextuson kívül más kontextusok is a rendszer bemenetét képezik, például a Felhasználói preferenciák és akadályozottság, Történetiség (history). Minden kontextushoz megtalálható annak ontológiai modellje a Keretrendszerben. A heterogén kontextusok tárolása és lekérdezése a Context Middleware interfész modulon keresztül folyik.
 - **History:** a Történetiség, vagyis History kontextus az eddigiektől eltérő jellegű, fő funkciója nem (csak) az információ szolgáltatása, hanem annak megőrzése későbbi felhasználásra. Segítségével az aktuális állapotok időbélyeggel kiegészítve eltárolhatók. Ez tehát elsősorban egy tároló, repository jellegű kontextus, melynek elsődleges funkciói a tárolás és későbbi visszakeresés, lekérdezés. Az itt található információkat elsősorban az ajánlórendszer használhatja fel.
- **Context Middleware:** a Keretrendszer és a kontextusok között elhelyezkedő réteg feladata a kontextusinformációk egységes kezelése. Kapcsolatban áll a különféle kontextusokkal, továbbítja feléjük a Keretrendszer kéréseit, majd segíti a kapott adatok egységes reprezentáción alapuló tárolását. Így a Keretrendszer működése független a felhasznált kontextus jellegétől. Ez a modul biztosítja, hogy a rendszer működése során további kontextusokat is képes egyszerűen, módosítás nélkül integrálni.
 - **Felhasználó – eszközök adatbázis:** bizonyos kontextusok esetén az aktuális információkat a felhasználó eszközei biztosítják (pl. aktuális pozíció). A Context Middleware-ben helyezkedik el az eszközöket és felhasználókat egymáshoz párosító adatbázis és a hozzá tartozó logika. Ennek segítségével a Context Middleware-hez egy eszköztől beérkező adatot a Keretrendszer egy felhasználóhoz rendelve tárolja el.
- **Keretrendszer:** az Alkalmazások és a kontextusokat kezelő réteg között elhelyezkedő, logikai funkcionalitást megvalósító réteg. Fogadja a kéréseket az Alkalmazásoktól, kiértékeli azokat a kontextusokból származó információk alapján. A kiértékelés logikai alapját az ontológiai és geometriai összefüggések adják. A kontextusok (azaz a

felhasználó állapotainak) aktuális értéke az Állapotkezelőn keresztül érhető el. Az Alkalmazás kérdésre adott választ az Application2Core interfészen keresztül küldi vissza a Keretrendszer.

- **Context2Core interfész:** Ez a Keretrendszer irányából elsősorban parancsgenerátorként funkcionál: az Állapotkezelő számára szükséges adatokat a Context Middleware-en keresztül a kontextusoktól lekérdezi. A kapott kontextus adatot az Állapotkezelő felé továbbítja, mely elvégzi a tárolást.
- **Ontológiák:** az Ontológiák megteremtik a kontextusok logikai modelljét. Minden kontextus ontológiai leképezése itt található meg. Ezen megoldás egyik előnye, hogy a szemantikai információknak köszönhetően a tárolt információk gépi értelmezésére lehetőség nyílik, másik előnye az adatmodell nagyfokú flexibilitása.
- **Ontológia Manager:** segítségével új ontológiák definiálása és integrálása, a létrehozott ontológiák folyamatos karbantartása és megtekintése végezhető.
- **Következtetőgép:** a következtetőgép feladata a bonyolultabb kérdések kiértékelése, azaz igazságtartalmuk, vagy válaszértékük meghatározása. A feltett kérdéseket az Állapotkezelőben reprezentált valóságra vonatkozóan értékeli ki, melyhez az Ontológiákban tárolt tudást használja fel.
- **Állapotkezelő:** a világ aktuális állapotát reprezentálja. Ez a világmodell a Context2Core interfészen keresztül a kontextusok által szolgáltatott információk alapján folyamatosan frissül. Az állapotkezelő a bejövő kéréseket alfeladatokra bontja, azokat az Ontológia- illetve Geometria kezelőnek továbbítja. A válaszokat kombinálva állítja elő a végeredményt.
 - § **Ontológia kezelő:** a világmodell jelentős részének ábrázolása ontológiai formában valósul meg. A világmodell ezen részeire vonatkozó kérdések megválaszolásában a Következtetőgép segíti, mely az ontológiában tárolt szemantikus információkra alapozva elvégzi az ontológiában tárolt egyedeken a logikai következtetést.
 - § **Geometria kezelő:** az ontológiák következtetés-hatékony ábrázolására használt DL nyelvek nem alkalmasak geometriai számítások elvégzésére, így ezeket a Geometria kezelő alrendszer végzi. A világ reprezentálására 2D és 3D megoldásokat alkalmazza. A világok definiálásánál felhasználható a VRML nyelv is. Képes a lokális és globális koordináták kezelésére, valamint ezek kombinálására.
- **Ajánlórendszer:** a felhasználók múltbéli viselkedése alapján ezen modul segítségével jóslások, ajánlások készíthetők.
- **Application2Core interfész:** az alkalmazások által feltett kérdések előfeldolgozását végzi, illetve a válaszok visszaküldését. Az alkalmazások irányából érkező kérdéseket alkérdésekre bonthatja. Az így létrejövő alkérdések az Állapotkezelő aktuális világmodellje alapján a Következtetőgép segítségével értékelődnek ki. A végleges válasz meghatározása az alkérdések eredményeinek összekombinálásából ered. A folyamat végén a létrejött választ visszaadja az Alkalmazásnak.

Működés

0. Rendszerbeállítások - ContextMiddleware adminisztrációs webinterfész

A rendszerparaméterek beállításait teszi lehetővé az adminisztrációs interfész, segítségével megadható pl. a felhasználók és helymeghatározó eszközök összerendelése.

Context Middleware
Device Administration

Add

Name *

Description

Device type * TODO: viewDetails

Owner * TODO: viewDetails

Provider * TODO: viewDetails

Priority

Parameters TODO: viewDetails

List

ID	Name	Description	Device type	Owner	Provider	Priority	Parameters	Options
0	device 0	device desc 0	device type desc 0	user 0	provider desc 0	0	0	Remove
1	IMEI:351525/00/526286/1	device desc 1	device type desc 1	Pista	provider desc 1	1	1	Remove
2	RFID_sztaki_09	device desc 2	device type desc 2	Mari	provider desc 2	2	2	Remove
3	device 3	device desc 3	device type desc 3	user 3	provider desc 3	3	3	Remove

2. ábra Adminisztrációs interfész

1. Pozíció-információ érkezik

A bejövő adat: (IMEI: 351525/00/526286/1, Coordinates2D, {HasCoordinateX=112, HasCoordinateY=225, HasProbabilityX=95, HasProbabilityY=98, HasPrecisionY=1, HasPrecisionX=5})

Az eszköznév alapján a ContextMiddleware meghatározza az eszközhöz hozzá tartozó felhasználót (jelen esetben Pista).

Az módosított adatokat a ContextMiddleware továbbküldi a Keretrendszernek. (Pista, Coordinates2D, {HasCoordinateX=112, HasCoordinateY=225, HasProbabilityX=95, HasProbabilityY=98, HasPrecisionY=1, HasPrecisionX=5})

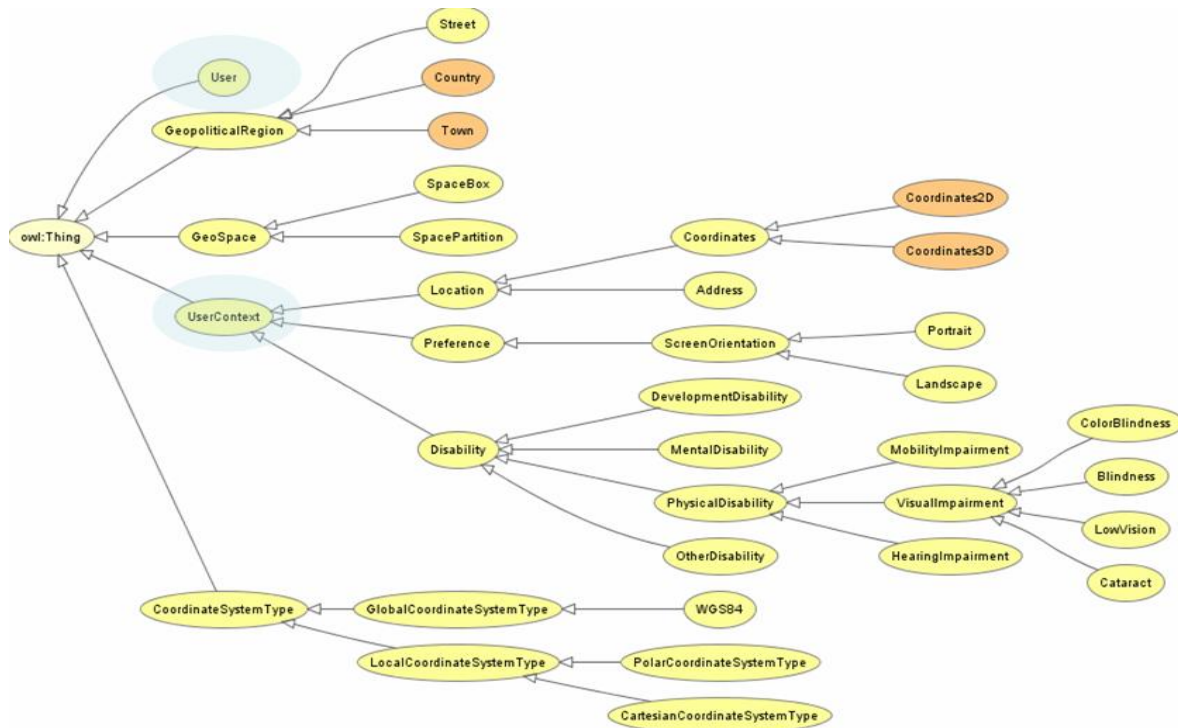
A ContextMiddleware és a Keretrendszer WebService interfészen keresztül kommunikál.

2. Beérkezik az adat a keretrendszerhez

Az adat az Állapotkezelő Ontológiakezelőjéhez jut, ami

- Megvizsgálja az ontológiát, ellenőrzi, hogy létezik-e a hivatkozott néven ontológia, majd megkeresi a paramétereket.

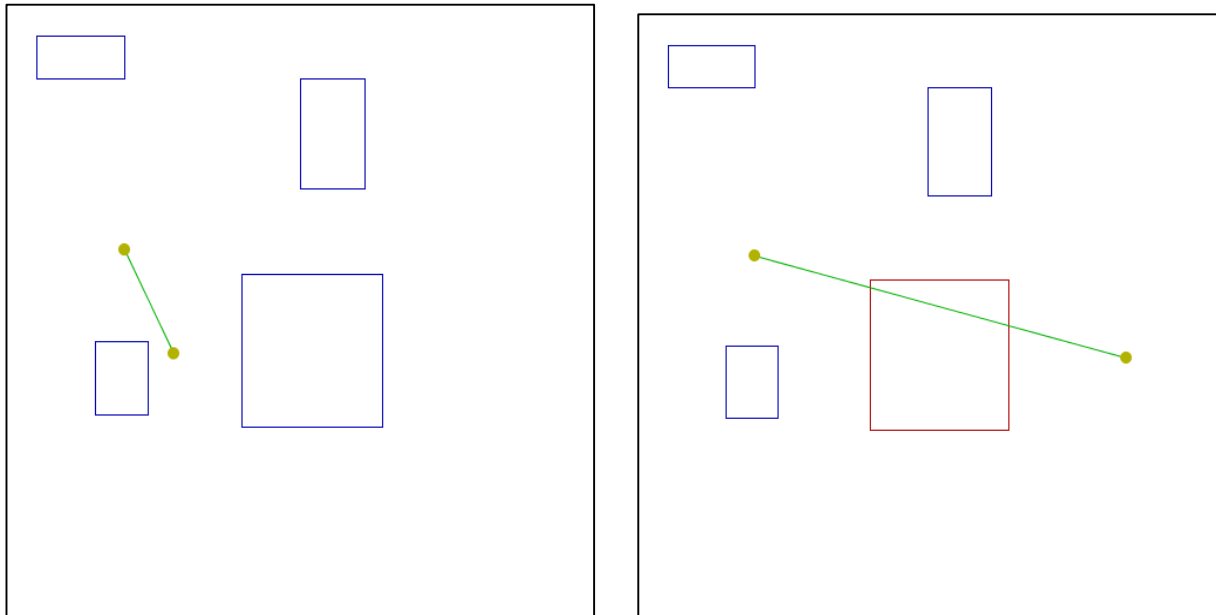
- Siker esetén a felhasználói kontextusok alosztályaként új példány keletkezik az ontológiában, mely tükrözi a bejövő adatokat.



3. ábra Ontológia

3. Keretrendszer szolgáltatásainak igénybevétele: "Látja-e Pista Marit?"

- A keretrendszer szolgáltatásai Webservice interfészen keresztül vehetők igénybe.
- A beérkezett kérés feldolgozásához először le kell kérdezni az ontológiából az Ontológia kezelőn keresztül mindkét felhasználó pozícióját.
- A Geometria kezelő
 - a felhasználókat a kapott koordinátáik alapján elhelyezi a térben,
 - majd ellenőrzi, hogy közöttük található-e valamilyen tárgy.
- A lekérdezésnek kétféle eredménye van: szöveges és grafikus.
 - A szöveges eredmény 0 (nem megállapítható), 1 (igen) vagy -1 (nem).
 - A grafikus eredmény pedig egy kép, melyen látható
 - § az aktuális geometriai elrendezés és a két felhasználó.
 - § Amennyiben nem látják egymást, akkor a láthatóságot megakadályozó objektum ki van emelve pirossal.



4. ábra Látják egymást – Nem látják egymást

Hasznosítási területek

A keretrendszer a mobil szolgáltatások terén hasznosítható elsősorban. Megkönnyíti a hely- és kontextusfüggő szolgáltatások fejlesztését, illetve lehetővé teszi egészen újszerű szolgáltatások megalkotását.

A Location Middleware modul jól hasznosítható többféle helymeghatározási eszközzel rendelkező felhasználók pozíciójának követésére változó helymeghatározási technológiai körülmények között. A rendszer segítségével a következőképpen valósulhat meg egy olyan felhasználó folyamatos követése (pl. egy navigációs rendszerben), aki többféle pozicionáló eszközzel is rendelkezik: a példában a felhasználó otthonról autóval megy munkahelyére. A közúton a GPS vevő által kiszámolt koordináták és a mobiltelefon pozíciójának háromszögeléséből adódó pozíció érkezik a Location Middleware-hez. Mivel a GPS koordináta pontosabb, így ennek megfelelően regisztrálódik a felhasználó helyzete, a GSM hálózathoz tartozó információ pedig hihetőség-vizsgálatra használható fel. Amíg alagútban vagy egyéb GPS-árnyékoltságot tapasztaló helyen tartózkodik a felhasználó, a GSM hálózathoz tartozó adatok alapján tárolódik a helyzete a rendszerben. Ha Wifi hatósugarába érkezik, akkor a különféle (GSM, GPS, Wifi) technológiák által előállított pozíció-információ együtteséből készíti a rendszer pontos pozíció-bebecslést. Ha a felhasználó betér egy épületbe ahol a Wifi rendszeren kívül RFID helymeghatározás is működik, (bár GPS árnyékoltságot tapasztal,) akár méterre pontos, 3D helymeghatározás is készülhet. Mindezen változó körülményeket elfedi (mind a felhasználó, mind pedig a helyfüggő szolgáltatást fejlesztő programozó elöl) a Location Middleware.

A keretrendszer a helyfüggő szolgáltatásoknál fejlettebb, több körülménytől is függő, kontextusszenzitív szolgáltatások fejlesztéséhez nyújt segítséget. Amennyiben a felhasználó pozícióján kívül pl. az akadályozottsága és más preferenciája is helyet kap a rendszerben, az teljesen testreszabott válaszokkal képes szolgálni. Ha például a felhasználó gyengénlátó, akkor az igénybe vett szolgáltatás grafikus felhasználói felülete a mobil eszközön magas kontrasztú színeket alkalmazhat. Amennyiben mozgáskorlátozott, akkor pl. egy színházi

eligazodást, tárlatvezetést végző szolgáltatás nem a lépcsőt, hanem a liftet ajánlja közlekedésre. Ha a felhasználó preferenciái között magasabb helyen szerepel az ó-, mint az újkor, a tárlatvezetéskor ezen kiállítási tárgyakról ad bővebb információt.

Ha a felhasználó egy kiállítási darabnál túl sokat időzött, a térmodellt is alkalmazó szolgáltatásnak felteheti a kérdést, hogy „Velem egy teremben van-e a még tárlatvezető?”. A pozíciókat és a térmodellt felhasználva a keretrendszer megállapítja, hogy a tárlatvezető és a felhasználó láthatják-e egymást, ha nem, akkor a felhasználó mobil eszközére küldheti a térképet, amit követve már megtalálhatja a vezetőt. Ilyen, vagy más magasabb szintű szolgáltatások megvalósítása könnyen elképzelhető a keretrendszer alkalmazásával.

Az ajánlórendszer segítségével a felhasználó preferenciái nem csak explicit, de implicit módon is gyarapíthatóak, így a rendszer testreszabhatósága megkönnyíthető, észrevétlenül automatizálható.

Irodalomjegyzék

OWL - Web Ontology Language - <http://www.w3.org/2004/OWL/>

SPARQL - Simple Protocol and RDF Query Language - <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

J2D – Java 2D API - <http://java.sun.com/products/java-media/2D/>

J3D – Java 3D API - <http://java.sun.com/products/java-media/3D/>

VRML – Virtual Reality Modelin Language - <http://www.w3.org/MarkUp/VRML/>

WebService - http://en.wikipedia.org/wiki/Web_service

J2EE - Java 2 Platform, Enterprise Edition - <http://java.sun.com/javaee/>