

Helymeghatározási technológiák

Detrekői Ákos – Szabó György

Tézis: *A növekvő mobilitás következtében növekszik a helyhez kapcsolódó információk iránti igény. Az ezt kielégítő különböző elveken alapuló helymeghatározási technológiák jelentősége a jövőben tovább nő, terjednek azok az eszközök, amelyek egyidejűleg több technológia megvalósítására alkalmasak, bővül a helymeghatározáson és a hely megjelenítésén alapuló szolgáltatások köre mind a mindennapi életben, mind a gazdasági tevékenységben.*

1. Témakör

A helymeghatározási technológiák célja a helyhez kapcsolódó információk nyérése. A helyhez kapcsolódó információk az információk sajátos csoportját alkotják, amelyeket gyakran földrajzi (geográfiai) vagy térbeli információknak, esetleg geoinformációnak neveznek. Az ilyen információk egy lehetséges definíciója Maguire (1991) alapján:

„Objektumokra vagy jelenségekre vonatkozó olyan információ, amelyet a földfelszín valamely helyéhez viszonyítva adnak meg. A térbeli információk sajátos esetei.”¹

Helyhez kapcsolódó információkat különböző célokra (adóztatás, hadviselés, navigáció) évezredek óta használnak. Az ilyen információk hordozói és megjelenítői az analóg korszakban szinte kizárólag a térképek voltak. *(A térkép a Föld egyes részeinek felszínét, valamint a felszínen vagy alatta lévő természetes és mesterséges tereptárgyakat arányosan kicsinyítve, megadott vetítési szabályok szerint általában síkfelületen ábrázoló rajz vagy fénykép, a rajzot vonalas térképnek, a fényképet ortofotó-térképnek nevezik).* Az információk előállítását és kezelését arra kiképzett szakemberek (mérnökök, tengerészek, katonák) végezték.

Az elmúlt fél évszázadban a helyhez kapcsolódó információk előállítási módjában, mennyiségében és az információkkal kapcsolatba kerülő személyek körében alapvető változás következett be. A változások kiváltó oka lényegében három szakterület:

- az űrtechnika,
- az informatika,
- a hírközlés

gyors fejlődése volt. A fejlődés eredményeként exponenciálisan növekszik a helyhez kapcsolódó információk mennyisége. Az információk előállításában és felhasználásában az elmúlt évtizedekben – az Internet, a mobil távközlési eszközök elterjedése következtében – már nemcsak képzett szakemberek, hanem egyre tömegesebben civil felhasználók is részt vesznek.

A téma érdekességét a gazdasági jelentőség és a civil érdeklődés egyaránt biztosítja. A gazdasági jelentőségre példaként a navigációs eszközök tömeges terjedését, a helyhez kapcsolódó szolgáltatásokat (Location Based Services, LBS) és a hellyel összefüggő „élményszerzést” a GeoCatchingot és a GeoTaggingot említjük. (Ez utóbbi a digitális fényképezés és a GPS alapú helymeghatározás kombinációja, amelynek eredményeként földrajzi koordinátákkal ellátott digitális képek jönnek létre).

2. Jelenlegi helyzet

¹ Maguire, D. J. : An overview and definition of GIS (In: Geographical Information Systems. Longman, London, 1991).

A jelenlegi helyzetben a helymeghatározási technológiák széles köre kerül alkalmazásra. A ma alkalmazott technológiák egy része – elsősorban az űrtechnikán alapuló technológiák – már néhány évtizedes múltat tekintenek vissza, más részük – főként a hírközlési és az informatikai hálózatokon alapuló és az RFID-t felhasználó technológiák – napjainkban kezd elterjedni.

A most említettek mellett léteznek a még az analóg korban kialakult nagy pontosságú helymeghatározási technológiák is, amelyeket sajátos, geodéziai, katonai célra használnak. Valamennyi helymeghatározási technológia alkalmazásának előfeltétele megfelelő vonatkozási rendszer létezése. (Valamely vonatkozási rendszer megvalósításához koordináta rendszer, mértékegység és a fizikai megjelenítést biztosító pontok szükségesek).

A tanulmány a jelenlegi helyzet jellemzésére négy széles körben elterjedt technológia csoportot mutat be:

- A mesterséges holdakon alapuló globális navigációs rendszereket (Global Navigation Satellite Systems, GNSS),
- A távközlési és információs hálózatokon alapuló helymeghatározási technológiákat,
- Az RFID eljárást felhasználó (lokális) helymeghatározást,
- A képkövetést felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározást.

2.1 Technológiák

2.1.1 A mesterséges holdakon alapuló globális navigációs rendszerek (GNSS)

A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás egy klasszikus geometriai probléma megoldásán alapul. A probléma úgy fogalmazható meg, hogy ha adott a térben három ismert koordinátájú pont (például A , B , C), akkor az ezektől a pontoktól adott (például a, b, c) távolságra elhelyezkedő pontok helyzete – az A középpontú a sugarú, B középpontú b sugarú, C középpontú c sugarú metszéspontjaiként – meghatározható. (A gyakorlati megvalósításhoz technikai okok miatt legalább négy pont felhasználása szükséges).

A mesterséges holdakon alapuló navigációs rendszereknél a térben adott pontokat (A , B , C) mesterséges holdak valósítják meg, amelyek folyamatosan sugározzák – földi mérések alapján meghatározott – koordinátáikat. Az a , b , c távolságokat a meghatározandó földfelszíni ponton lévő műszerrel mérik (a távolságmérést fáziskülönbség mérésen alapuló időmérésre vezetik vissza).

A most leírt elv az ideális állapotot mutatja be. A konkrét rendszerek felhasználásakor előfordul, hogy bizonyos helyekről (például középkori városok szűk utcái, erdők) nem lehet a szükséges számú mesterséges holdat észlelni. Ilyenkor a járművekről történő helymeghatározás megszakad. (A megszakadás következtében fellépő hiány pótlására kiegészítő eszközöket, például inerciális rendszereket használnak fel. Az inerciális rendszerek a helymeghatározást giroszkópok segítségével megvalósított rendszerekben gyorsulásmérések alapján végzik.)

A mesterséges holdakon alapuló globális navigációs rendszerek közül a legismertebb az amerikai GPS (Global Positioning System). Ennek mesterséges holdjai (jelenleg 29) a Föld körül mintegy 20000 km távolságban keringenek. Helyzetüket a földi International Terrestrial Reference System (ITRS) mintegy 110 pontján végzett folytonos mérés alapján határozzák meg. Az ismeretlen helyzetű földi pontok koordinátáinak meghatározásához különböző típusú és pontosságú eszközöket használnak. Napjainkban rohamosan terjednek a mobil telefonokkal egybeépített vevőkészülékek. Megjelentek olyan GPS vevők is, amelyek a szórakoztató iparban létrehozott elemeket (például DVD) tartalmazznak.

Nagyobb pontosságú helymeghatározáskor differenciális mérés szükséges (DGPS). A differenciális méréshez két vevőeszköz használata szükséges, amelyek közül az egyiket ismert helyzetű ponton helyezik el. A DGPS technológia kényelmesebbé tétele érdekében világszerte kiépítik az ún. permanens állomások rendszerét (Wide Area GPS).

A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározó rendszerek közül szintén teljes kiépítettségűnek tekinthető az orosz GLONASS (Globalnaja Navigacionnaja Szputnyikovaja Szisztéma) rendszer. Ennek 24 mesterséges holdja 19100 km távolságra kering a Földtől. Készültek olyan vevő eszközök, amelyek egyidejűleg képesek a GLONASS és a GPS jelek vételére.

A kiépítettség alacsonyabb fokán van jelenleg a kínai Beidou-1 rendszer (4 hold) és az Európai Unió Galileo rendszere (1 kísérleti hold).²

2.1.2. Az informatikai és a hírközlési hálózatokon alapuló helymeghatározás

Az informatikai és a hírközlési hálózatok „adókból” tevődnek össze. (A további tárgyalás során „adónak” tekintünk a mobil hírközlési hálózatok átvivő állomásaitól kezdve, a helyi informatikai hálózatok hot spot-jaiig minden információ továbbítást szolgáló eszközt). A helymeghatározáskor előfeltétel, az adók helyzetének ismerete. Az egyes adók adáskörzetét cellának szokták nevezni. A hálózatokon alapuló helymeghatározás különböző módszerei alakultak ki. A most felsorolásra kerülő módszereket gyakran kombinálják. A leggyakrabban alkalmazott módszerek a következők:

a/ A cella meghatározás (Cell of origin (COO)). A helymeghatározás eredménye ebben az esetben azt adja meg, hogy mely – ismert helyzetű – adóhoz tartozó cellájában található az ismeretlen helyzetű pont.

b/ Ívmetszés (Time of Arrival, TOA). A helymeghatározás az ismert helyzetű adóktól az ismeretlen pontig terjedő jel futásidejének – és az ennek segítségével kiszámított távolság - meghatározásán alapszik. Legalább két ismert helyzetű adó esetén az ismeretlen pont két kör metszéspontjaként meghatározható. (Ez az eljárás lényegében egyezik a mesterséges holdak felhasználásával történő helymeghatározás elvével).

c/ Helymeghatározás hiperbolák felhasználásával (Time Difference of Arrival, TDOA).

Ebben az esetben a műszer ismert helyzetű adókból érkezett jelek futási idejének különbségét méri, amelyek alapján a távolságkülönbség számítható. Legalább három ismert adó felhasználása esetén az ismeretlen pont hiperbolák metszéspontjaként határozható meg.

d/ Helymeghatározás szögek felhasználásával (Angle of Arrival AOA, Direction of Arrival, DOA). A helymeghatározás az ismeretlen pontba a különböző ismert pontokból történő jelek irányának felhasználásával történik.

A felsorolt eljárásokat különböző hálózatok esetén alkalmazhatjuk. A szóba jöhető hálózatok egy lehetséges csoportosítása a következő (az elnevezések mellett feltüntettük az adók átlagos távolságát is).

A/ Nagyterjedésű hálózatok (Wide Area)

- WiMax
- GSM (2G)
- GPRS 100m-35km
- UMTS (3G)
- CDMA 2000 (3G)

² Erre vonatkozóan: <http://en.wikipedia.org/wiki> (Global Navigation Sattelite System)

B/ Lokális hálózatok (Local Area)

- WiFi
 - IEEE 802.11a 50m
 - IEEE 802.11b 100m

C/ Személyes hálózatok (Personal Area)

- Bluetooth 10m
- ZigBee 10m
- IrDA (infravörös) 1-1.5m

2.1.3. Az RFID eljárást felhasználó (lokális) helymeghatározás

A rádiófrekvenciás azonosítás (RFID) sajátosságaival a „Rádiófrekvenciás azonosítás és ami utána következik” című mélyfűrés részletesen foglalkozik. Az RFID segítségével történő helymeghatározás előfeltétele a lekérdező egységek helyzetének előzetes meghatározása. A különböző – általában mozgó - objektumok helyének meghatározásához az objektumokon címkék elhelyezése szükséges. Az objektumok helyzetét a lekérdező egységek ismert helyzetén alapján a címkék azonosításával határozzák meg. A helymeghatározáshoz használt eljárások elvei megegyeznek a 2.1.2. pontban a hálózatok esetén bemutatott

a/ cella meghatározás (Cell of origin (COO)),

b/ ívmetszés (Time of Arrival, TOA),

c/ helymeghatározás hiperbolák felhasználásával (Time Difference of Arrival, TDOA) eljárások elveivel. Az RFID eljárások hatótávolsága a címkék jellegétől függően méter-10 méter nagyságrendű.

2.1.4. A képpalkotást felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározás

A különböző eljárásokkal készített képek – bizonyos ismert helyzetű, a képeken azonosítható pontok birtokában, vagy a felvételi hely pozíciójának ismeretében – alkalmasak a helymeghatározásra.

A képeket a földről, a levegőből, vagy az űrből készítik. Tömeges alkalmazásra föld felszínén készített képek és az űrből készített felvételek kerülnek.

A földi felvételek tömeges elterjedését a digitális fényképezés térnyerése okozza. A digitális felvételeket egyre többször olyan eszközökkel állítják elő, amelyek a képpalkotó egységen kívül helymeghatározásra alkalmas egységet is tartalmaznak. Példaként a fényképező egységgel ellátott mobil telefonokat említjük. Megjelentek az első olyan eszközök is, amelyek digitális fényképező egységet és GPS vevőt egyaránt tartalmaznak.

Az űrből készített felvételek előállításával és feldolgozásával foglalkozó szakterület a távérzékelés (Remote Sensing). A távérzékelést különböző típusú mesterséges holdakról, különböző elven alapuló felvevő rendszerekkel végzik. A felvevő rendszereket szokták aktív és passzív rendszerekként csoportosítani. Az aktív rendszerek (például a radar) általában a mikrohullámú tartományban, a passzív rendszerek (például a fénykép) az optikai tartományban működnek.³

A távérzékelte felvételeket elsődleges előállítási céljuk szerint gyakran a következő három csoportba osztják:

- meteorológiai célú,
- erőforrás kutatási és környezetvizsgálati célú,

³ Erre vonatkozóan: <http://en.wikipedia.org/wiki> (Remote Sensing).

- térképészeti célú

felvételek. A geometriai felbontás az első csoportban km nagyságrendű, a második csoportban 10-100 méter nagyságrendű, a harmadik csoportban méter nagyságrendű.

A képkötő rendszerek felbontása fokozatosan javul. 2007 szeptemberében a Digital Globe vállalat felbocsátotta World View 1 mesterséges holdját, amelyről – korábban a polgári gyakorlat számára elképzelhetetlen módon – 50 cm felbontású képeket állítanak elő.

A terület fejlődését mutatja, hogy ma már a világ számos országában állami szervezetek, magánvállalatok, egyetemek bocsátanak fel képkötő rendszerekkel ellátott mesterséges holdakat.

Példaként a korábban említett három célt szolgáló mesterséges holdakat sorolunk fel (http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Earth_observation_satellites):

- meteorológia: GOES 12, Meteosat 9, NOAA-4,
- erőforrás kutatás: Landsat 7, IRS P6,, SPOT,
- térképészet: IKONOS, QuickBird, World View-1.

2.2 Alkalmazás

A helymeghatározási technológiákat széles körben alkalmazzák. Az alkalmazás jellege alapján három (egymást részben átfedő) szintet különböztethetünk meg:

- A helyhez kapcsolódó információk (például koordináták) közvetlen felhasználása. Példa lehet egy tengeri halász által leengedett háló helyének meghatározása.
- A helyhez kapcsolódó információkat is felhasználó térinformációs rendszerek (Geographical Information System, GIS) létrehozása. Példaként az ingatlan nyilvántartást említjük.
- A mobil eszközöket feltételező helyen alapuló szolgáltatások (Location Based Services, LBS) igénybevétele. Példaként a momentán helyzetünkhöz legközelebbi pénzkidó automata (ATM) helyének mobil telefon segítségével történő meghatározását említjük.

A felsorolt szintek mellett a helyhez kapcsolódó információk szerepet játszanak egyéb összetett informatikai rendszerek, illetve alkalmazási területek megvalósításában is. Ezek közül megemlítjük:

- a Közlekedési Információs Rendszereket,
- a virtuális valósággal összefüggő alkalmazásokat,
- a web 2.0 jellegű alkalmazásokat.

A felsorolt szintek között szereplő térinformációs rendszerek (Geographical Information System, GIS) a helyhez kapcsolódó információk gyűjtésére, kezelésére, elemzésére, megjelenítésére szolgáló rendszerek. A rendszerek két alapvető funkciója:

- a grafikus (igen gyakran térképi jellegű) megjelenítés,
- a térbeli elemzés.

A grafikus (gyakran térképi jellegű) megjelenítés célja a meglévő vagy levezetett információk célszerű ábrázolása. Ennek alapjául a rendszerekben tárolt digitális térképek szolgálnak, amelyek a Föld egyes részeinek felszínét, valamint a felszínen vagy alatta lévő természetes és mesterséges tereptárgyakat valamely vonatkozási rendszerben tartalmazó digitális adatállományok. A grafikus megjelenítés eszköztára folyamatosan bővül. A megjelenítésben szerepet játszanak különböző multimédiás eszközök is.

A térbeli elemzés a rendszerben található geometriai és attribútum adatok feldolgozását szolgálja. Az elemzés különböző szintjei léteznek az egyszerű kérdések megválaszolásától (például: Mi található azon a helyen?) a bonyolult modellezési feladatok megoldásáig (például: Mi a következménye a 2°C globális felmelegedésnek Hollandiára?).

Az alkalmazási területek fejlődési irányát jól tükrözi a térinformációs rendszerek (GIS) fő alkalmazási területeivel összefüggő projektek időbeli alakulása:

- katonai,
- nagy állami,
- üzleti,
- szociális.

A térinformációs rendszerek alkalmazási területeinek egy lehetséges csoportosítása a következő:

- üzemeltetési alkalmazások: közművek, telekommunikáció, közlekedés, katasztrófa elhárítás, földhasználat, várostervezés, üzleti alkalmazások, katonai alkalmazások, marketing.
- szociális és környezeti alkalmazások: ország és vidékfejlesztés, egészségügyi alkalmazások, mezőgazdaság, közigazgatási alkalmazások, környezetvizsgálat.

A felsorolásban szereplő helyhez kapcsolódó szolgáltatások (Local Based Services, LBS) olyan mobil hálózatokon mobil eszközökkel elérhető szolgáltatások, amelyek lehetővé teszik a mobil eszközök helyzetének felhasználását. A helyhez kapcsolódó szolgáltatások lehetővé teszik:

- a navigációt (iránymeghatározás, épületen belüli irányítás, parkolás támogatás, közlekedésirányítás),
- az információközlést (turistavezetés, útvonaltervezés, mobil „sárga lapok” használata, vásárlás segítést),
- a követést (személyek, járművek, árúk),
- a játékokat (mobil játékok, geochacing)

(<http://www.geo.unizh.ch/publications> CartouCHe Foundations of Location Based Service).

A külön említett alkalmazási lehetőségek közül a Közlekedési Információs Rendszerek a rendszerek széles körét foglalják magukba. Csoportosításuk alapja lehet a közlekedési útvonal jellege:

- közúti,
- vasúti.
- vízi,
- légi,
- egyéb (például mezőgazdasági),

a rendszer tevékenységi köre:

- egyes járművek,
- a járművek bizonyos csoportja (ezeket gyakran flottának nevezik),
- a közlekedési folyamat egésze.

A közlekedési információs rendszerek megvalósításában a következő alkotóelemek játszanak szerepet:

- helymeghatározó (navigációs) elem,
- telekommunikációs elem,

- térinformatikai elem (digitális térkép, továbbá érdeklődésre számot tartó információk, Point of Interest, POI),
- irányító központ.

A Közlekedési információs rendszerek különböző fajtái világszerte tömegesen kerülnek alkalmazásra.

A virtuális valóság alkalmazása az informatikában jelentősen bővül. A meglévő konkrét alkalmazások közül a helyhez kapcsolódó információk feltétlenül szerepet játszanak a következőkben:

- műemlékvédelem és régészet,
- játékok,
- tömegmédiá,
- marketing,
- ingatlan értékbecslés.

A helyhez kapcsolódó információk sajátos – s gyorsan nagy népszerűsége szert tevő – formáját jelentik a virtuális valóságban az elmúlt fél évtizedben létrehozott virtuális földgömbök, amelyek jellegzetes képviselői a következők (http://en.wikipedia.org/wiki/Virtual_Globe):

- NASA World Wind, 2004,
- Google Earth, 2005,
- Microsoft Windows Live Local Virtual Earth, 2006.

Ugyancsak a virtuális valóság részét képezik a 3D digitális városmodellek, amelyek közül egyre több található az Interneten. A 3D modellek jelentőségének növekedését mutatja a Microsoft projektje, amely a Föld 3000 városa 3D digitális városmodelljének elkészítését célozza.

A virtuális valósággal kapcsolatos termékek (virtuális földgömbök, 3D városmodellek) részben a szórakoztatást, részben a műszaki, gazdasági alkalmazásokat szolgálják. A műszaki, gazdasági, alkalmazások esetén érzékelhető a fizető szolgáltatások térnyerése.

A web 2.0 jellegű alkalmazások terjedése a könnyen kezelhető helymeghatározó eszközök népszerűségének fokozódásával, továbbá a mobilitás növekedésével függ össze. Példaként a következőket említjük.

- GeoTagging, (digitális kép+GPS koordináta),
- GeoBlogging
- Geoweb.

3. Folyamatban lévő kutatások, fejlesztések

A szakirodalomban megtalálható fejlesztések lényegében három csoportra oszthatók:

- a helymeghatározási technológiákkal kapcsolatos rendszerek fejlesztései,
- helymeghatározásra szolgáló eszközök fejlesztései,
- helymeghatározással összefüggő nagy nemzetközi és egyéb projektek.

A/ A helymeghatározási technológiákkal kapcsolatos rendszerek közül a mesterséges holdakon alapuló navigációs rendszerek fejlesztései közül a legfontosabbak a következők:

- Az Európai Unió GALILEO rendszerének létrehozása. Az Európai Űrügynökség (ESA) gondozásában létrehozásra kerülő rendszerrel kapcsolatos első bejelentésre 2003. május 26-án került sor. Számos vitát követően az EU közlekedési miniszterei 2007. november 30-án megállapodtak arról, hogy a rendszernek 2013-ban működő képesnek kell lennie. A rendszer felépítése a GPS rendszeréhez hasonló. A rendszer

működéséhez 30 mesterséges holdat használnak fel, amelyek a Földtől 23 200 km távolságban keringenek. A rendszerhez tartozó első kísérleti mesterséges holdat (GIOVE-A) 2005 decemberében lötték fel.

- A kínai Beidou rendszer tovább fejlesztése ténylegesen globális helymeghatározó rendszerré. (A jelenlegi rendszer kevés holdat használ, s a helymeghatározáshoz földi segédadatok is szükségesek). A tervezett Compass nevű rendszer 30 közepes magasságon keringő és 5 geostacionárius mesterséges holdat használ fel.
- A mesterséges holdakon alapuló Indiai Regionális Navigációs Rendszer (IRNSS) létrehozása. A rendszer India területén és környezetében biztosít 20 méterpontosságú helymeghatározást. A rendszer létrehozásáról 2006-ban döntött az indiai kormány.
- A GPS rendszer Japán területe fölötti kiegészítését szolgáló Quazi-Zenith Satellite System (QZSS) rendszer létrehozása. A rendszer három mesterséges holdból áll. Az első holdat 2008-ban lövik fel.

Az informatikai és a hírközlési hálózatokon alapuló helymeghatározás fejlődése alapvetően az ilyen jellegű hálózatok fejlesztésével függ össze. A fejlesztés tendenciáit az új generációs hálózatokkal (NGN) foglalkozó mélyfűrés mutatja be. Számos kutatási eredményről számol be a különböző hálózat fajták fejlesztésével foglalkozó szakirodalom.

Az RFID eljárást felhasználó (lokális) helymeghatározással kapcsolatos jelentős fejlesztések elsősorban az RFID technológiát és a GPS rendszert együttes alkalmazására irányulnak.

A képalkotást felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározás fejlődését a mesterséges holdak számának gyors növekedése és a paraméterek (például geometriai felbontás) fejlődése jellemzi. Érdekes fejlődési tendencia a kis súlyú mesterséges holdakkal felbocsátott felvevő rendszerek számának gyors növekedése. Ezekkel a rendszerekkel viszonylag kis intézmények (például egyetemek) is képesek távérzékelési tevékenységre.

B/ A helymeghatározást szolgáló eszközök fejlesztési tervei általában vállalati titkot jelentenek. Érzékelhető azonban az a tendencia, hogy a csupán egyetlen helymeghatározási technológiát szolgáló eszközök jelentősége csökken. Egyre több olyan eszköz jelenik meg, amely két vagy több helymeghatározási technológia (illetve egyéb – például szórakoztatást szolgáló - technológiák) kiszolgálására is alkalmas.

C/ A helymeghatározással összefüggő nagy nemzetközi projektek közül kettőt említünk külön.

- Global Earth Observation System of Systems (GEOSS). A programot a Group on Earth Observation (GEO) 73 tagországa tervezi a 2005-2015 időszakra. Célja a környezetvizsgálat a Föld egész területére. A névben szereplő rendszerek között az eddig szereplő globális helymeghatározó rendszerek és a távérzékelési rendszerek is szerepelnek. A GEOSS programhoz Magyarország is csatlakozott. (<http://www.epa.gov> (geoss))
- Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE). Az Európai Unió által kezdeményezett program célja a térbeli adatok egységes infrastruktúrájának kialakítása egész Európára elsősorban a környezetvédelem (később a mezőgazdaság, közlekedés és egyéb szakterületek) kiszolgálására. A program részét képezi a térbeli adatokat tartalmazó web-szolgáltatások elterjesztése a résztvevő országokban. A program előkészítése 2005-2006 években történt. Az Európai Parlament és a Tanács 2007. március 14-én adta ki a programmal kapcsolatos direktívát. A program tervezett befejezése 2014. (<http://www.ec-gis.org> (inspire)).

Az egyéb projektek közül kiemeljük a hellyel kapcsolatos információk és a web kapcsolatát vizsgáló „geoweb” jellegű projekteket. Ezekkel kapcsolatos Internet oldalak például a következők.

- Geoweb,
- GeoBlogging,
- Geotag,
- Geometatag,
- Fotolog
- GPSTer.

A projektek is tükrözik, hogy a web 2.0 és a további fejlődések növelik a helymeghatározás jelentőségét az informatikában.

A hellyel kapcsolódó információk jelentőségének növekedését mutatja, hogy a nagy informatikai cégek (Microsoft, Oracle) irodai célú szoftverjeiben megjelennek a hellyel kapcsolatos információk feldolgozására szolgáló részek.

A virtuális valóság hellyel összefüggő tartalmának bővülését jelzi, hogy 2008 tavaszán India is bejelentette, hogy úrfelvételeinek felhasználásával új virtuális földgömböt hoz létre.

A különböző kutató helyeken számos fejlesztés irányul speciális célokat szolgáló térinformációs rendszerek (GIS) kialakítására, illetve hellyel kapcsolódó szolgáltató rendszerek (LBS) létrehozására. Mindkét rendszer fajta esetén jellemző tendencia a „szociális jellegű” feladatok nagy részaránya. Példaként az idős emberek, vagy a gyerekek mozgásának követését említjük.

4. Várható fejlődés



1. ábra: 2008-2018

- A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás (GNSS) módszerei közül a GPS meghatározó jellege feltehetően megmarad, de terjedni fognak a több rendszer (például GPS+GLONASS) vételére egyaránt alkalmas vevők. Létrejönnek az EU-s, az

indiai és a kínai rendszerek. Nem elképzelhetetlen, hogy egyéb államok is kifejlesztik saját rendszereiket. A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás mind a gazdaságban, mind a magánéletben általánossá válik.

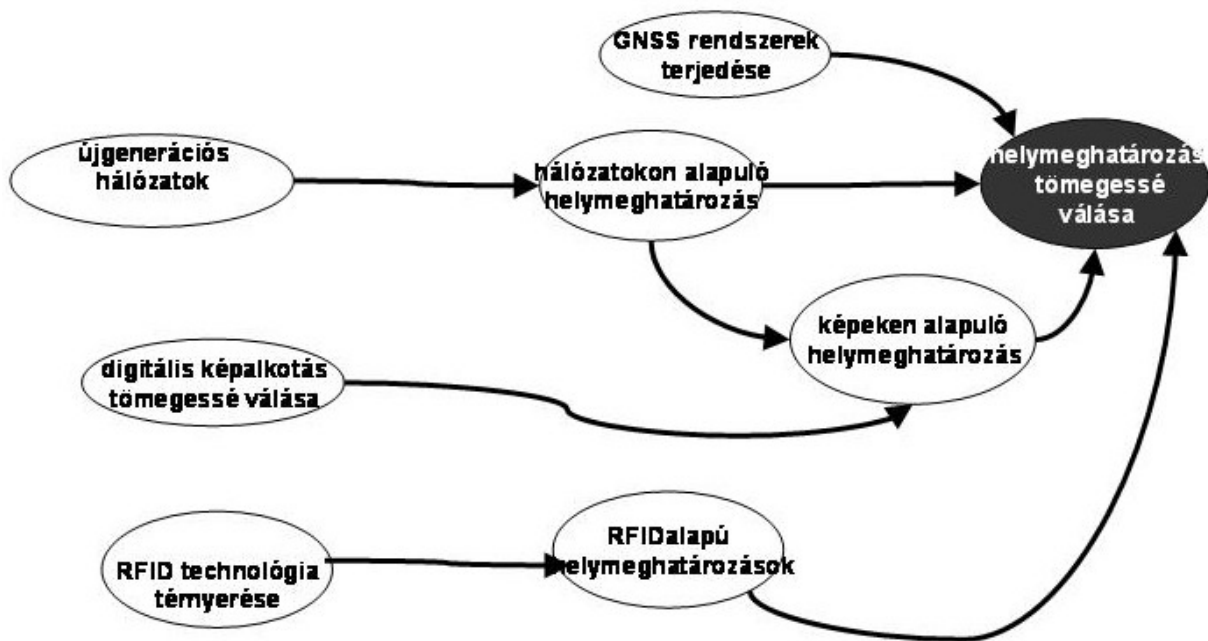
- Az informatikai és hírközlési hálózatokon alapuló helymeghatározás jelentősége feltehetően növekszik. A hírközlési hálózatok fejlődése a cellaméret csökkenését, s ezáltal a pontosság növekedését eredményezi. Az ilyen célra alkalmazott hálózatok esetén a szolgáltatók az eddiginél tudatosabban törekednek a helymeghatározási funkciók létrehozására és propagálására. Ezek a szolgáltatók fejlesztik ki –elsősorban– a helyhez kapcsolódó szolgáltatásokat (LBS). Világszerte terjednek a „behálózott” városok, amelyekben gyakorlatilag mindenütt lehetséges a különböző eszközökkel történő gyors helymeghatározás.
- Az RFID segítségével történő helymeghatározás jelentősége a helyiségeken belüli (indoor) feladatok megoldásában növekszik. Kombinált rendszerek alakulnak ki az RFID és a GPS rendszerek alapján.
- A képeken alapuló eljárások közül a földi felvételek esetén hamarosan várható a GeoTagging térhódítása. Az űrfelvételek felhasználása feltehetően tovább terjed. Ezen a területen kialakulhat a különböző előállító cégek és országok közötti versenyhelyzet, aminek következtében a felhasználók az eddiginél könnyebben és olcsóbban juthatnak űrfelvételekhez. A következő évtizedben a mesterséges holdakról készített űrfelvételek geometriai felbontása tovább javulhat.
- A felhasználás különböző szintjei közül mind a térinformációs rendszerek (GIS), mind a helyhez kapcsolódó szolgáltatások (LBS) további fejlődése várható. Az Internet terjedésével összefüggően fokozatosan növekszik a helyhez kapcsolódó információk jelentősége. Kialakul az ezeken az információkon alapuló „New Geography”. Az emberek - főként az Internet hatására – elsajátítják a helyhez kapcsolódó információk célszerű felhasználásának módszereit. Egyre többek sajátja lesz a helyhez kapcsolódó információkkal összefüggő „írástudás” (geospeaking). A helyhez kapcsolódó információk megjelenítésének különböző módjai – a térképtől a multimédiás szimulációig- tömegesen elterjednek.
- A virtuális valóság és web 2.0 (majd a későbbiek) területén fokozódik a helyhez kapcsolódó információk jelentősége. Újabb virtuális földgömböket hoznak létre (ennek jele a már említett indiai program). Tömegessé válik a 3D városmodellek felhasználása. Várható, hogy az eddigi helyhez kapcsolódó információkat felhasználó közigazgatási feladatok (ingatlan kataszter, közmű térkép) egy része átkerül a virtuális valóságba.

5. Befolyásoló tényezők

5.1 Technológia

A technológiai tényezők között meghatározó az informatikai technológiák fejlődése, amely valamennyi felsorolt helymeghatározási technológia esetén lehetővé teszi:

- a teljesítmény paraméterek növelését,
- a méretek csökkentését,
- a mobilitás növekedését.



2. ábra: technológiai hajtóerők

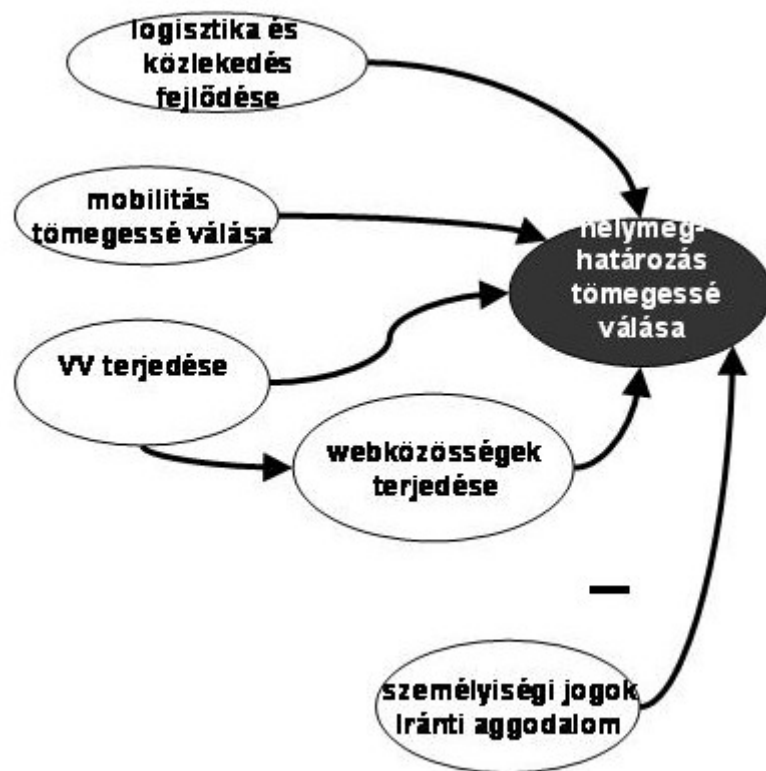
A technológiai fejlődésben szerepet játszhatnak olyan már létező eljárások és eszközök (például az inerciális rendszerek, a lézerszkennerek), amelyek elterjedését – az áruk csökkentése következtében – az informatikai technológiák fejlődése elősegítheti. Pozitívan hathat a fejlődésre a katonai célra fejlesztett – ma még nem, vagy csak szűk körben ismert - helymeghatározási eszközök megjelenése a polgári életben.

5.2 Gazdaság

A gazdasági tényezők közül az alkalmazási területek igényeit, illetve a különböző technológiák üzleti modelljeit említjük.

Az alkalmazási területek igényei (például közlekedés, hírközlés, egyéb infrastruktúra, marketing, ingatlankereskedelem) elviekben feltétlenül segítik a helymeghatározási technológiák térnyerését.

A különböző technológiák üzleti modelljei részben segíthetik, részben akadályozhatják az egyes helymeghatározási technológiák terjedését. Az eddig felsorolt technológiák egy része ingyenes (például a GPS), más részük viszont térítéshez kötött (például a mobil telefonok, az űrfelvétel jelentős része). Várható, hogy a két különböző típusú üzleti modell módosíthatja a technológiák alkalmazása közötti arányt. Például a mobil telefon szolgáltatók jól kialakított üzleti modelljei oda vezethetnek, hogy csökken a mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás részaránya. (Az eddig leírtakból viszont nem következik, hogy a helymeghatározási tevékenység összvolumene csökkenne).



3. ábra: gazdasági és társadalmi hajtóerők

5.3 Társadalom

A társadalmi jellegű hajtóerők közül a következők játszanak pozitív szerepet.

- a helymeghatározási technológiák fejlesztésében meghatározó szerepet játszanak a katonai igények, ezek a vizsgált időszakban – feltehetően – továbbra is hatnak, s serkentik az új fejlesztéseket,
- a helymeghatározás divattá válik (vált), s így a helymeghatározási technológiák a hírközlési, illetve a szórakoztatást szolgáló eszközök részeivé válnak,
- léteznek olyan globális problémák (környezetvédelem, biztonság, közlekedés), amelyek megoldása (kezelése) elképzelhetetlen helymeghatározási technológiák nélkül.

A társadalmi jellegű hajtóerők közül a helymeghatározó eszközök terjedését fékezhetik a magánélet védelmével összefüggő aggodalmak. Az a tény, hogy mobil telefonunk alapján mozgásunk követhető, vagy, hogy egy nagy felbontású úrfelvétel esetleg megmutatja hol állt gépkocsink egy adott időpillanatban jogos aggodalmak és a technológia elterjesztését akadályozó szándékok forrása lehet.

6. Várható hatások

6.1 Technológia

A bemutatott helymeghatározási technológiák alkalmazása számos területen generálhat változásokat. A helymeghatározó eszközök az egyes emberek mindennap használt eszközeivé válnak.

6.2 Gazdaság

A technológiai változások mindegyike komoly gazdasági következményekkel jár. Néhány várható változás a következő:

- A korábban alkalmazott helymeghatározási technológiák kiváltása a földmérés és a navigáció területén,
- A Közlekedési Információs Rendszerek elterjedésével a közlekedés technológiai folyamatának és kultúrájának átalakulása.
- A logisztika módszereinek korszerűsítése.
- A mezőgazdaság korszerű módszerének (precíziós mezőgazdaság) segítése.
- A katasztrófavédelem különböző ágazatainak hatékonyabbá tétele.
- Egészségügyi intézmények működtetési technológiájának változtatása.

A következmény általában a termelékenység növekedésében és a gazdasági folyamatok követhetőségében jelentkezik. Érdekes szempont, hogy a helymeghatározási technológiák szerepet játszhatnak a gazdaság fehéritésében és a korrupció csökkentésében. (Fuvarozási vállalatoknál a tehergépkocsik GPS eszközzel történő felszerelése 15-20% üzemanyag felhasználás csökkenést eredményezett).

A helyhez kötött szolgáltatások elterjedése – a mobil telefonok elterjedéséhez hasonlóan – növelheti a gazdaság hatékonyságát.

6.3 Társadalom

A helymeghatározási technológiák elterjedése különböző, általában pozitív hatást gyakorol a társadalomra. A gazdasággal kapcsolatos – az előzőekben említett - hatások mellett a helymeghatározási technológiák szerepet játszhatnak a szociális kérdések megoldásában és a magánéletben is. Például a helymeghatározási technológiák segítségével lehetővé válik gyermekek és idős emberek mozgásának követése. A helymeghatározási technológiák alkalmazása megkönnyíti a közlekedést. A helyhez kötött szolgáltatások érdeklődésre számot tartó pontokat (Point of interest, POI) tartalmaznak, amelyek mind a munkavégzés, mind a szabad idő eltöltése esetén hasznos segítséget nyújthatnak.

A személyiségi jogok sérülésével összefüggő aggodalmak következtében módosulhat a szabályozás. Feltehetően folytatódnak a viták a személyiségi jogok kontra nagyobb biztonság témakörben.

7. Hazai helyzet

7.1 Jelenlegi helyzet

A 2.1 pontban felsorolt technológiák mindegyike valamilyen szinten alkalmazásra kerül Magyarországon. A 2.2 pontban felsorolt alkalmazásokra is számos példát találhatunk. A különböző helymeghatározási eljárásokhoz szükséges vonatkozó rendszerek hazánkban rendelkezésre állnak.

A mesterséges holdakon alapuló navigációs rendszerek (GNSS) közül hazánkban a GPS-t alkalmazzák széles körben. A GPS alkalmazásához szükséges ismeretek és eszközök Magyarországon rendelkezésre állnak. A permanens GPS hálózat kiépítése a végéhez közeledik. A szaklapok és az újságok rendszeresen foglalkoznak a témával.

A 2.2 pontban felsorolt alkalmazási területek szinte mindegyikére találhatunk hazai példát. Ezek közül említünk néhányat. Napjaink jelensége a GPS rohamos terjedése a személygépkocsik navigálásában. A külföldön is közlekedő kamionok jelentős részét ellátták ilyen eszközzel. Budapesten megjelentek az első GPS-t tartalmazó autóbuszok. Az újságokban olvasni lehet GPS-hez kapcsolódó vasúti fejlesztési tervekről. Értékes kutató munka folyik a precíziós mezőgazdaság hazai elterjesztése területén is. A GPS használata a magánszférában is terjed. Sokan hódolnak a GeoCaching szenvedélyének. Nemzetközi szinten is sikeresek a mobil GPS navigációt szolgáló hazai szoftver fejlesztések. A Nav N Go szoftverei nemzetközi szinten elismertek. A hazai cégek –mindenek előtt a Geometria

Rendszerház- eredményesen működnek közre a navigációhoz szükséges digitális térképek és egyéb adatbázisok létrehozásában.

Az informatikai és a hírközlési hálózatokon alapuló helymeghatározás a mobil hírközlési szolgáltatóknál értelemszerűen megjelent. Ezek a cégek fejlesztették ki az első hazai helyhez kapcsolódó szolgáltató (LBS) rendszereket. Az informatikai hálózatokon alapuló helymeghatározás kísérleti szintű.

Az RFID eljárást felhasználó (lokális) helymeghatározás első kísérletei most folynak a különböző hazai kutatóhelyeken. (Az RFID azonosításra szolgáló alkalmazása különböző cégeknél üzemszerűen folyik). Az RFID eljárást felhasználó helymeghatározás – külföldi tapasztalatok alapján – a hazai autópálya díj beszedés egyik szóba jöhető technológiájaként is szerepel.

A képkövetést felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározás két lehetősége közül a földről készített digitális képeken alapuló eljárás elsősorban építészeti és régészeti projekteknél kerül felhasználásra.

Az új távérzékelés alkalmazása sokrétű. Elemzésekhez mind meteorológiai, mind erőforrás kutatási, mind térképészeti célra készített felvételeket felhasználnak. A meteorológiai célú felvételek felhasználásának eredményeivel a TV nézők naponta találkozhatnak. Az erő –forrás kutatási célú felvételeket földtani, környezetvizsgálati, mezőgazdasági, régészeti, vízügyi célra használják széles körben. A térképészeti célú felvételek felhasználása egyedi projekteket szolgál. A téma része az Interneten található virtuális földgömbök – mindenek előtt a Google Earth – „élvezetének” elterjedése.

A helymeghatározási eljárások alkalmazásának a 2.2 pontban felsorolt mindhárom módja jelen van hazánkban:

- A helyhez kapcsolódó információk (például koordináták) közvetlen felhasználása.
- A helyhez kapcsolódó információkat is felhasználó térinformációs rendszerek (GIS) alkalmazása.
- A mobil eszközöket feltételező, helyhez kapcsolódó szolgáltatások (Location Based Services, LBS) igénybevétele.

7.2 Fejlesztések és várható fejlődés

Helymeghatározással kapcsolatos kutatások és fejlesztések Magyarországon is folynak. A kutatások és fejlesztések egy része a helymeghatározások vonatkozási rendszereivel kapcsolatosak. Ezek a kutatások részben egy egységes európai rendszerek kialakításával fűggnnek össze.

Hazai önálló műszerfejlesztésről nincs tudomásunk. Kísérleti célra azonban meglévő elemekből állítanak össze rendszereket. (például az IKTI-ben létrehozott BATSYS rendszer, amely a helymeghatározást az RFID és az ultrahang együttes felhasználásával végzi). Több cég foglalkozik helymeghatározással összefüggő navigációs szoftverek fejlesztésével. A helymeghatározásra alkalmas szoftverek fokozatosan beolvadnak sokféle szolgáltatásra képes szoftver rendszerekbe.

Magyarország résztvevője a 3. fejezetben említett két nagy nemzetközi projektnek (GEOSS, INSPIRE), ezenkívül hazai kutatóhelyek közreműködnek több a témával összefüggő kisebb projektben.

A helymeghatározás várható hazai fejlődése feltehetően alkalmazkodik és kapcsolódik a nemzetközi trendekhez. A négy részletesebben tárgyalt technológia esetén ezek közül a következőket emeljük ki:

- A mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás (GNSS) módszerei közül a GPS meghatározó jellege feltehetően megmarad, de terjedni fognak a több rendszer

(például GPS+GLONASS) vételére egyaránt alkalmas vevők. A GALILEO rendszer feltehetően az EU és az állami projektek esetén bizonyos előnyöket élvez.

- Az informatikai és hírközlési hálózatokon alapuló helymeghatározás jelentősége feltehetően növekszik. Az ilyen célra alkalmazott hálózatok esetén a szolgáltatók az eddigénél tudatosabban törekednek a helymeghatározási funkciók létrehozására és propogálására. Ezek a szolgáltatók fejlesztik ki –elsősorban- a helyhez kapcsolódó szolgáltatásokat (LBS). Magyarországon is megjelennek a „behálózott” városok, amelyekben gyakorlatilag mindenütt lehetséges a különböző eszközökkel történő gyors helymeghatározás.
- Az RFID segítségével történő helymeghatározás jelentősége a helyiségeken belüli (indoor) feladatok megoldásában növekszik. Elképzelhető, hogy ezen az eljárás (esetleg GPS eljárással kombinálva) alapul a magyarországi útdíj beszedési rendszer.
- A képeken alapuló eljárások közül a földi felvételek esetén hamarosan várható a GeoTagging térhódítása. Az űrfelvételek felhasználása feltehetően növekszik. Ezen a területen kialakulhat a különböző előállító cégek és országok közötti versenyhelyzet.

A helymeghatározás eredményeinek feldolgozásában az egyes szakterületek adatszolgáltatásának alapját szolgáló térinformációs (GIS) rendszerek jelentősége megmarad, ugyanakkor tért hódítanak a helyhez kapcsolódó szolgáltatások (LBS). Várható, hogy a hazai szociális hálók (például az iWiW) kínálatában is megjelennek a helymeghatározás eredményei.

A virtuális valóság felhasználása várhatóan növekszik. Ennek egyik állomása lehet a magyar települések 3D modelljeinek a létrehozása.

8. Összegzés

A helymeghatározási technológiák gyors fejlődése napjaink egyik jellegzetes trendje. A fejlődés eredményeként exponenciálisan növekszik a helyhez kapcsolódó információk mennyisége, terjednek a helyhez kapcsolódó információk megjelenítését, elemzését szolgáló eljárások. Az információk előállításában és felhasználásában az elmúlt évtizedekben – az Internet és a mobil távközlési eszközök elterjedése következtében – már nemcsak képzett szakemberek, hanem egyre tömegesebben civil felhasználók is részt vesznek.

Az alapvető helymeghatározási technológiák:

- a mesterséges holdakon alapuló globális navigációs rendszerek (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) ,
- a távközlési és információs hálózatokon alapuló helymeghatározási technológiák,
- az RFID eljárást felhasználó (lokális) helymeghatározás,
- a képalkotást felhasználó (távérzékelési alapú) helymeghatározás

egyenként gyorsan fejlődnek. A katonai tevékenységgel is összefüggő technológiákat nemcsak a hagyományos katonai nagyhatalmak (USA, Oroszország), hanem a gyorsan fejlődő nagy országok (India, Kína) is jelentős mértékben fejlesztik. A helymeghatározási technológiák fejlődése a következő évtizedben várhatóan folytatódik. Nem kizárt a verseny kialakulása a globális navigációs rendszereken, illetve a hálózatokon alapuló helymeghatározási technológiák között. A távérzékelési mesterséges holdak száma növekszik. Ezen a téren is bízni lehet a különböző szállítók közötti verseny kialakulásában.

A helymeghatározási technológiák felhasználása mind a gazdaság, mind a mindennapi élet területén sokrétű. A felhasználás három lehetséges szintje a következő:

- A helyhez kapcsolódó információk (például koordináták) közvetlen felhasználása.

- A helyhez kapcsolódó információkat is felhasználó térinformációs rendszerek (GIS) alkalmazása.
- A mobil eszközöket feltételező helyhez kapcsolódó szolgáltatások (Location Based Services, LBS) igénybevétele. Mindhárom szint jelentős fejlődést mutat.

A helymeghatározási technológiák alkalmazásában –mint már említettük- meghatározó az Internet terjedése és a mobil távközlési eszközök térhódítása. Az Internet terjedése következtében fejlődik a web 2.0 jellegű és a virtuális valósággal kapcsolatos helymeghatározással összefüggő tevékenység.

A következő évtizedben a fejlődés folytatódik. Az alkalmazási területek fejlődésében feltehetően meghatározó lesz a helyhez kapcsolódó szolgáltatások (LBS) tömeges térnyerése, továbbá az a tény, hogy mind a nagy informatikai cégek (Microsoft, Oracle), mind a szórakoztatóipar felhasználja a helymeghatározási technológiák által létrehozott információkat. A hellyel kapcsolatos információk felhasználásának ismerete (geospeaking) általánossá válik.

A helymeghatározási technológiák alkalmazásában Magyarország a nemzetközi trendeknek megfelelő formában vesz részt.

A helymeghatározási technológiák terjedése alapvetően befolyásolja olyan területek, mint a katasztrófavédelem, a közlekedés, a logisztika, a mezőgazdaság fejlődését. A helymeghatározási technológiák szerepet kapnak bizonyos szociális feladatok megoldásában is.

