

Geodéziai technológiák Csak egy gombot kell megnyomni?

dr. Siki Zoltán
elnök

MMK Geodéziai és Geoinformatikai Tagozat

Bevezetés

A Föld felszínén történő tájékozódás és helymeghatározás igénye az emberiség történetével egyidős. A legősibb mesterség elsőségét nem vitatnánk, ezzel együtt a két foglalkozást összehasonlítva egyrészt elmondható, hogy a földmérés többet változott, fejlődött az évszázadok során, másrészt a geodéták is számos emberrel kerülnek kapcsolatban a munkájuk során és térképekkel, pontos geometriai adatokkal elégítik ki az igényeiket.

A cikkben egy rövid történeti áttekintés után a XXI. században felgyorsult technológiai fejlődés geodéziai eszközökre és technológiára kifejtett hatását mutatjuk be a teljesség igénye nélkül.

Történelmi visszatekintés

Az ókori görög tudomány a geometriában fejlett volt, Erasztozthenész végezte az első fokmérést, mely alapján meglepően pontosan ki tudta számítani a gömb alakúnak feltételezett Föld főkörének hosszát.

A következő nagy lépés a középkorban a távcső felfedezése volt. Bár már az ókori asszírok tudtak lencsákat készíteni, mai ismereteink szerint az első távcsövet a XVII. század elején készítette a holland Hans Lippershey. A XX. század második feléig a műszerek optikájának, a mechanikájának tökéletesítésével telt el az idő. Az elektrooptikai távmérők sorozatgyártása az 1950-es években indult el, ezekkel gyors és nagy pontosságú távolságmérés vált lehetővé. Később a távmérő és szögmérő műszereket egybeépítették, ennek eredményeképpen alakultak ki az úgynevezett mérőállomások. Magyarországra az első mérőállomás (Elta 2) az 1980-as évek elején került be, mely ma a Paksi atomerőmű múzeumában látható.

A fényképezés XIX. századi szabadalmaztatása után már nem sokkal fényképeket is alkalmaztak tárgyak méretének meghatározására, ezt a területet fotogrammetriának nevezzük mely a fényképeken végzett mérésekből vezeti le a tárgyak valódi méretét. Aztán repülőgépek és fényképező gépek házasításával alakult ki a légi fotogrammetria, mely felgyorsította a térképek előállítását. Az első világháborúban már tömegesen alkalmazták a légifényképeket a csapatmozgások megfigyelésére.

A távmérők fejlesztésével párhuzamosan az űrkutatás is nagy léptekkel fejlődött, a 1970-es években állították Föld körüli pályára az első, polgári célokra is használható földmegfigyelő műholdakat (LandSat). Elsősorban a haditengerészet navigációs igényeinek kiszolgálására kezdtek globális műholdas helymeghatározó rendszerek fejlesztésébe az USA-ban. A GPS rendszer 1993-ra épült ki teljesen. Geodézia pontosság (néhány cm) csupán a műholdakról érkező jelek feldolgozásával nem érhető el. A különböző hibahatások, elsősorban az ionoszféra időben változó késleltetésének kiküszöbölésére legalább két vevő észlelésének együttes feldolgozásával van lehetőség.

A globális műholdas helymeghatározó rendszerek (GNSS) kapcsán meg kell jegyezni, hogy a magasság meghatározás kisebb megbízhatóságát a Föld nehézségi erőterének nem elég pontos ismerete is okozza.

Új technológiák a XXI. században

Az ezredforduló után eddig eltelt időszakban a leglátványosabb változás a geodéziában a hatékony, horribilis mennyiségű adatot gyűjtő eszközök megjelenése volt. A földi lézer szkennerek (TLS) másodpercenként akár 1 000 000 pont pozícióját képesek meghatározni az eszköz néhány száz méteres környezetében. A távmérő lézer sugár irányát függőleges értelemben egy nagy sebességgel forgó tükör változtatja (270-290 fokban), vízszintes értelemben az eszköz forog körbe (360 fokban). Egy-egy

létesítmény külső és/vagy belső szkenneléséhez több álláspontból kell mérni a takarások miatt. Az egyes álláspontokról készült pontfelhők összetranszformálása a pontfelhőben leképződő, ismert koordinátájú gömb vagy kör alakú speciális jelek vagy a pontfelhők közös pontjai alapján történhet meg, az adatok feldolgozása során egy megfelelő számítógépes programban. A pontfelhőben a pontok sűrűsége az műszer szögfelbontásától és az attól mért távolságtól függ, általában 1 cm körüli értékről beszélhetünk. A szkennelés során általában fénykép is készül és ez alapján minden egyes mért ponthoz a fényképből egy szín rendelhető. Így a szkennelt terület egy pontokra bontott modellje jön létre a számítógépen. Ha a lézersugár mozgását egy síkba korlátozzuk és egy mozgó eszközre rögzítjük azt, akkor a mozgáspálya környezetét mérhetjük fel. A mozgáspálya meghatározása általában GNSS technikával történik. Ha repülőgépre szereljük a sík szkennert akkor légi LiDAR rendszert kapunk. A visszaverődő egy lézer sugárból több diszkrét pont távolsága is meghatározható, például a növényzet leveléről, egy ágról és a talajról érkező részleges visszaverődésekből. Ez alapján a legközelebbi visszaverő pontokból felszínmodell, , vagy a legtávolabbi visszaverő pontokból terepmodell állítható elő (természetesen megfelelő szűrési, feldolgozási módszerek esetén). A sík szkennert egy autóra, hajóra vagy vasúti kocsira szerelve és a GNSS mellett inerciális rendszerrel, odométerrel, fényképezőgépekkel, kamerákkal kiegészítve mobil térképező rendszert (MMS) kapunk. A jármű akár 30-50 km/h sebességgel is mozoghat.

A pilóta nélküli repülő eszközök kisebb, néhány tíz hektáros terület felmérésében költséghatékony megoldást kínálnak. A szélesebb körben elterjedt négy illetve nyolc rotoros kopterek korlátozott teherbírása és akkumulátor kapacitása miatt a fotogrammetria módszerek jönnek szóba. A fényképek automatizált elkészítése után a korszerű fotogrammetriai szoftverek nagy mértékben automatizáltan képesek a fényképekből pontfelhőt előállítani. A repülési magasság függvényében akár néhány centiméteres sűrűségű pontfelhő állhat elő.

Manapság a legnagyobb kihívás, hogy a sok millió pontot tartalmazó pontfelhőből kezelhető mennyiségű adatot tartalmazó állományt állítsunk elő minél hatékonyabban, automatizáltan. Ezen a területen intenzív kutatások folynak.

A műholdakról készített, civil felhasználásra elérhető úrfelvételek ma már a félméteres felbontást is elérik, ezt például a Google térképben is tapasztalhatjuk. Ennél azonban a mérnöki alkalmazások szempontjából izgalmasabb az úgynevezett radar interferometria (InSAR, PSInSAR). A műholdakról különböző időpontokban, ugyanarról a területről készített radarképek interferencia képeiből akár 1 mm/év függőleges felszínmozgások mutathatók ki. Az Európai Űrügynökség (ESA) a Copernicus program keretében két radar műholdat (Sentinel 1A és Sentinel 1B) állítottak Föld körüli pályára 2014-ben illetve 2016-ban, melyek adataihoz a felhasználók ingyenesen hozzájuthatnak. Ezzel a módszerrel nagyobb területekre kiterjedő süllyedésvizsgálatok hajthatók végre, utólag is korábbi, archivált radarképek felhasználásával.

Az ESA egy másik projektjéről is érdemes megemlíteni, mely csak áttételesen érinti a mérnöki tevékenységet. Ez a GOCE projekt (2009-2013), mely a Föld gravitációs terének pontosabb felmérését célozta meg. Ennek hatása a mérnöki felhasználásra a GNSS technológiával meghatározott magasságok pontosság növekedése. 2010-ben az MMK és a BMMK szervezésében, Pécs Európa Kulturális Fővárosa program keretében 3D filmvetítés volt a projektről és műhold makettek állítottak ki. A GNSS technológia geodéziai felhasználásában az aktív GNSS hálózatok, a hálózati RTK szolgáltatások megjelenése lehetővé teszi, hogy egy geodéziai GNSS vevővel és az interneten keresztül érkező korrekciókkal a geodéziai pontosság elérhető. Az amerikai GPS és az orosz GLONASS rendszer mellett az európai Galileo rendszer teljes kiépítése 2020-ra várható.

A radar technika a közművek kutatásában is megjelent a talaj radar (GPR) eszközökben. Ezek kis mélységig, a frekvencia függvényében maximum 10-20 méterig, metszetekben képesek feltérképezni a földalatti térséget.

A számos új eszköz megjelenése ellenére a mérnökgeodéziában még továbbra is találkozhatunk mérőállomásokkal. Ezen a területen a robot mérőállomásokra alapozott monitoring rendszerek

jelentenek újdonságot, a mérőállomás automatizáltnak, emberi beavatkozás nélkül képes kihelyezett prizmákra a mozgásvizsgálati méréseket elvégezni. Ilyen rendszert alkalmaztak többek között a négyes metró illetve a Kossuth téri mélygarázs építésénél.

A nagy tömegű adatok (Big Data) feldolgozásához újabb szoftverek jelentek meg és ezzel együtt a hardverrel kapcsolatos elvárások is megnövekedtek. Ezen a területen bekövetkezett változások ebben rövid áttekintésbe nem, férnek bele. Annyit azért érdemes megjegyezni, hogy az informatika, térinformatika/geoinformatika területén a nyitottság kezd elterjedni. Ez egyrészt a nyílt szabványokat jelenti (a nyílt szabványok mindenki számára ingyenesen vagy minimális költséggel elérhető), másrészt egyre nagyobb mennyiségben nyílt adatokkal találkozhatunk, harmadrészt az adatok kezelésére nyílt forráskódú szoftvereket használhatunk, melyek a (nyílt) szabványokat követik. A nyílt térképi adatok egy része önkéntes közösségek által gyűjtött adatokat jelent, ennek legsikeresebb példája az OpenStreetMap, másrészt a nyílt adatok az adat tulajdonosának döntése alapján jöhetnek létre, itt jellemzően a állami intézmények által létrehozott térképi adatok ingyenes megosztásáról van szó, például az ESA Copernicus projekt keretében előállított műholdas távérzékelési adatok említhetők.

A felsorolt geodéziai műszerek, technológiák mindegyike három dimenziós adatok előállítására alkalmas, így az építőiparban egyre inkább elterjedt BIM rendszerekhez szükséges 3D-s adatok előállítása a geodétáknak nem jelentenek új kihívást, extra igényt.

Mire számíthatunk az elkövetkező években?

A mind gyakoribb technológia váltások a geodéziai mérések területén egyre nagyobb kihívást jelentenek a szakemberek számára. Emellett vagy éppen ezért a technológiák, az eszközök és a szoftverek zöme egyre inkább abba az irányba halad, hogy a felhasználó minél kevesebb ismerettel, gyorsan elsajátíthassa a használatát, „csak egy gombot kell megnyomni”. Ez óhatatlanul együtt jár azzal, hogy a megoldási lehetőségeket leszűkítik és az innováció lehetőségét kizárják.

A gondolkodó, az alkotó mérnököt az automatizált eszközök nem helyettesítik (remélhetőleg még sokáig).

