



Tájékozódást segítő funkciók okostelefonokon

Ureczky B.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Automatizálási és Alkalmazott Informatikai Tanszék
1117 Budapest, Magyar Tudósok körútja 2. QB-207.

ÖSZEFoglalás

A térinformatika egyik fő alappillére a pontos térkép. A geodézia, vagy más néven földmérés, a Föld felszínén levő természetes alakzatok és mesterséges objektumok alakjelző pontjainak meghatározásával foglalkozó tudomány. Hasonló mérések szükségesek egy gyalogos tájékozódás során is, ahol saját helyzetünket, vagy más objektumok helyzetét szeretnénk bemérni előremetszés, oldalmetszés, hátrametszés segítségével, de szükség lehet magasságmérés és távolságmérésre is háromszögelés segítségével. Az okostelefonok képességeit kihasználva dolgoztam ki egy tájékozódást segítő eljárást, melyben a telefon GPS-e, tájolója, g-szenzora, kamerája és érintőképernyője segítségével végezhetünk különféle méréseket. Ráadásul mindezeket felhasználóbarát módon, azaz nem szükséges a fent említett eszközök és módszerek pontos ismerete: egy megközelíthetetlen objektum térképen való azonosításához például elegendő 2-3 ismert helyről lefényképezni és a képeken bejelölni a bemérendő helyet. A cikkben ismertetésre kerülnek a fent említett eljárások, eszközök, valamint a tájékozódást segítő alkalmazás.

(Kulcsszavak: térinformatika, geodézia, GPS, okostelefon, Android)

ABSTRACT

Orienteering techniques on smartphones

B. Ureczky

Budapest University of Technology and Economics, Department of Automation and Applied Informatics
H-1117, Budapest, Magyar tudósok körútja 2. QB-207.

A main keystone of geoinformatics is an accurate map. Geodesy, also known as geodetics is a science about measuring the well-defined points of natural shapes and artificial objects on the surface of the Earth. These measurements can also be useful during orienteering technique, where we would like to determine our position or other objects' position. I would like to introduce an orienteering helper application, where we use the mobile phone's GPS, compass, g-sensor, camera, touch screen for measurements. Additionally, in a user-friendly way, so we do not have to know the above instruments' exact functionalities. For example, the only thing we have to do to localize an unknown point is just take some pictures from some well-known place and mark the place on the pictures. In this article the above devices, techniques and the orienteering helper application is going to be introduced.

(Keywords: geoinformatics, geodesy, GPS, smartphone, Android)

BEVEZETÉS

Számítógép és telefon: két különböző célra használt eszköz, eltérő funkciókkal és mérettel. Manapság viszont a számítógépek egyre kisebbek lesznek azonos tudás mellett (ld. PC –

notebook – netbook – tablet), a telefonok pedig egyre több funkcióval rendelkeznek, egyre „okosabbak” és nagyobbak lesznek.

Okostelefon-nak, vagy *smartphone*-nak azokat a telefonokat hívjuk, amelyek fejlettségükben megközelítik a számítógépek által nyújtott teljesítményt és több technikai újítással rendelkeznek a szokványos telefonokhoz képest, mint például az érintőképernyő, kamera, WiFi, GPS, A pontos definíció azonban többféleképp is megfogalmazható és valamennyire folyamatosan változik is a technika fejlődésével, hiszen egy mai alsó kategóriás telefon pár éve még felső kategóriába lett volna sorolva. A mostani eljárás szempontjából az alábbi tulajdonságokat helyeztük előtérbe:

- *Processzor*: A mai telefonprocesszorok számítási képessége meghaladja a régebbi évek laptopjainak teljesítményét. Órajelük már a GHz-es tartományba esik és már nem ritka a többmagos processzor sem. Az okostelefonok ma már az egyszerű, alapfunkciókon kívül tetszőleges, általános célú számításokra is alkalmasak.
- *Nagyfelbontású kamera*: Megfelelő megvilágítási viszonyok között fényképezőgép minőségben fényképezhetünk, rögzíthetünk videót, de az élőképet *realtime*, azaz valós időben is eredményesen feldolgozhatjuk a telefonra írt alkalmazásokban.
- *Szenzorok*: Egyre több érzékelőt tudnak használni minőségben belezúfolni egy telefonba, ami nagyban növeli az alkalmazási lehetőségeket, így a GPS, gyorsulás érzékelő és tájoló már alaptartozékként tekinthető. A *Windows Phone 7*-es operációs rendszer például már követelményként fogalmazza meg ezen eszközök jelenlétét.
- *Érintőképernyő*: Sokak számára ez a technológia jelenti az okostelefont, habár ez csak a beviteli módot jelenti. Két fajtája van, a *rezisztív* (*stylus*-sal, azaz kis pálcikával, vagy körömmel vezérelhető nyomásérzékelő felület) és *kapacitív* (ujjal vezérelhető) érintőkijelző. A rezisztív kijelzők nagyon pontosan vezérelhetőek, de természeténél fogva mégis a kapacitív érintőképernyők az elterjedtebbek mára, hiszen nincs szükség a *stylus*-ra, érintéssel vezérelhető. Alapvetően nehezebb pontos műveleteket végezni ezen, hiszen jóval nagyobb az ujjfelület, mint a *stylus* hegyes vége, ám az erre optimalizált programok sokkal természetesebben és gyorsabban használhatóak, ráadásul a *multitouch* technológiával további mozdulatok könnyíthetik a kezelést, ami rezisztív kijelzőkön nem is igazán valósítható meg.

A fenti funkciókat természetesen szoftveresen is támogatnia kell egy okostelefon operációs rendszerének, amire ma már jellemző, hogy nagymértékű szabadságot adnak a programozóknak a funkciók kihasználására. Érdemes itt megemlíteni a *Google* nyílt forráskódú *Android* operációs rendszerét, amelyben még az egyes beépített komponensek is lecserélhetőek. Mára ez a platform lett a legelterjedtebb az okostelefonok piacán, az újonnan eladott készülékek 36%-án fut *Android* operációs rendszer és a piaci részesedés növekvő tendenciát mutat (*Gartner*, 2011). Jelen alkalmazás prototípusa is *Android* operációs rendszerre íródott, ám a továbbiakban általános elvekről lesz szó, ahol nem kerül előtérbe a konkrét platform, az elv más operációs rendszereken is alkalmazható.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A főbb komponensek működési elve és használata

A gyorsulásmérő, tájoló, kamera és érintőképernyő segítségével meghatározhatjuk egy fényképen lévő képpont irányát. Vizsgáljuk meg a telefon ezen komponenseit.

Gyorsulásmérő: Más néven g-szenzor. A nehézségi erőt (ill. ezzel ekvivalens gyorsulást) méri 3 egymásra merőleges tengely mentén (1. ábra), amelyből nyugalomban kiszámolható a

helyzete (vagy rögzített helyzetben a gyorsulása számolható, sajnos egy időpillanatban csak az egyik határozható meg, azáltal hogy a másikat változatlanak tekintjük).

1. ábra

Nehézségi erők vetülete 3 egymásra merőleges tengelyre

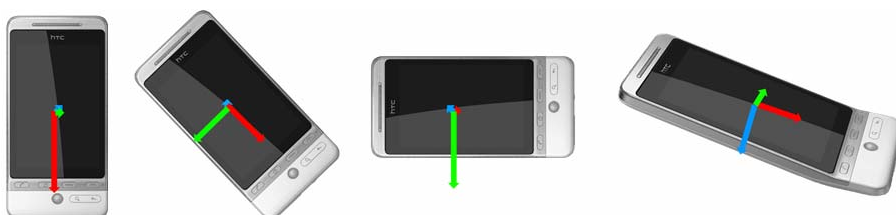


Figure 1: Projection of the gravity to 3 perpendicular axis

A g-szenzor az eredő erő irányát képes számolni (nyugalmi helyzetben ez a föld tömegközéppontja felé mutató irány), viszont ennek a tengelynek a mentén bárhogy forgatjuk el a telefont, ugyanazt érzékeli, így ezek megkülönböztethetetlen állapotok. Az asztalra fektetett telefnál (2. ábra) mindig a hátrafele mutat a nehézségi erő, nem képes különbséget tenni az egyes orientációk között, minden esetben a kék színnel jelölt tengelyre esik az erő vetülete.

2. ábra

G-szenzor számára ekvivalens orientációk



Figure 2: Equivalent orientations for the g-sensor

Tájéoló: A fenti problémát oldja meg a tájoló használata, hiszen a 3. ábra első ábráján például lefele mutat észak a telefon kijelzőjéhez viszonyítva, a másodikon jobbra, a harmadikon pedig felfele, tehát megkülönbözteti az orientációkat.

3. ábra

A tájoló megkülönbözteti az orientációkat



Figure 3: The compass can make differentiate the orientations

A hagyományos tájolókkal ellentétben azonban nem csak vízszintesen képes az északi irányt mérni, más tengelyek mentén is kinyerhető az északi irány, így általánosan is képes a gravitációs erő tengelye körüli elforgatottság szögének mérésére.

Érintőképernyő: A képernyő (vagy a kamerával készített nagy felbontású kép) képpontjainak megfeleltethetünk 1-1 félegyenest, ahogyan a kamerával láttuk a valódi pontot (4. ábra). A félegyenes szögeltérését a kamera nézeti irányához viszonyítva egyértelműen határozza meg a kijelölt pont.

4. ábra

Kapcsolat az érintőképernyő és a valódi irány között

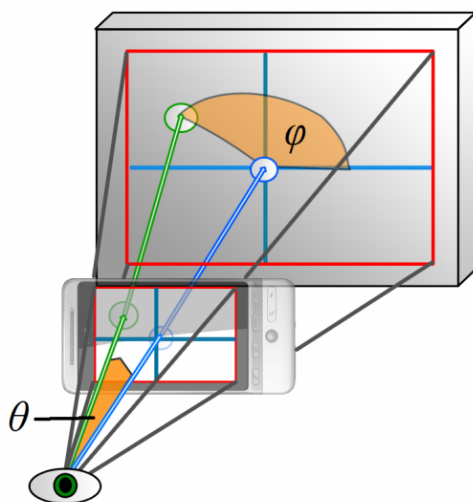


Figure 4: Association between the touch screen and the real direction

Ha a képernyőn nem a képernyő középpontjára bökünk, akkor a kijelölt pont iránya eltér a kamera nézeti irányától. Jelöljük θ -val ennek a szögeltérésnek a nagyságát, φ -vel pedig a kamera nézeti iránya körüli szögelfordulását, tehát hogy melyik irányba böktünk. Ezek a szögek kifejezhetők a képernyő-koordinátákból:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\theta = \text{atan2}(r; f) \tag{1}$$

$$\varphi = \text{atan2}(y; x)$$

ahol x és y a kép középpontjából vett távolság koordinátáit jelenti, az f a *gyújtótávolságot*, az atan2 pedig az *arctg* függvény általánosítása koordinátapárra, így elkerüljük a 0-val osztás hibáját.

A gyújtótávolságot azonban nem ismerjük, viszont a kamera *látószöge* (*aov*, *angle of view*) már lehet egy ismert paraméter. Ha ez sem áll rendelkezésünkre, akkor egy merőlegesen álló falon megnézhetjük, hogy milyen távolságban tölti ki teljesen a képernyőt a kép (5. ábra).

5. ábra

A valódi kép és vetülete

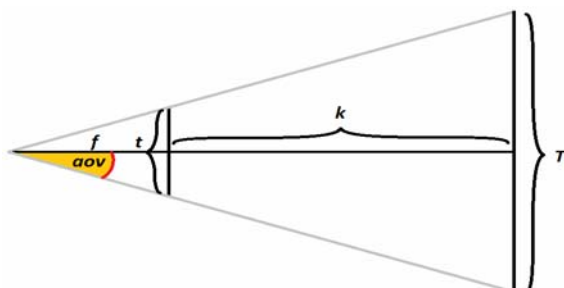


Figure 5: The real image and its projection

Ha a telefon kamerájának érzékelője t magasságú, a k távolságra lévő falon pedig T magasságú a kép, akkor a gyújtótávolság a matematikából ismert hasonló háromszögek arányaiból kiszámolható:

$$\frac{f}{f+k} = \frac{t}{T} \quad (2)$$

azaz

$$f = \frac{k \cdot t}{T - t} \quad (3)$$

Azonban a 4.ábrától eltérően valójában nem a képernyőre képződik a kép, hanem a kamera CCD-jére, a megjelenítés ettől teljesen független. A CCD érzékelő méretéről pedig valószínűleg nincs információnk, így 2 mérést szükséges csinálni (6. ábra).

6. ábra

Fókusz távolság mérése két távolságból készített kép alapján

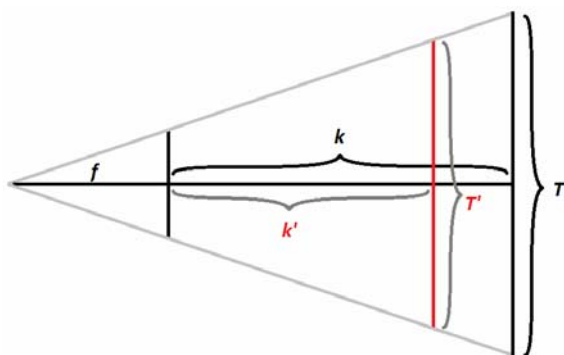


Figure 6: Calculating the focal length using two pictures shot from different distance

A hasonló háromszögekre felírt arányok alapján:

$$\frac{f + k'}{f + k} = \frac{T'}{T} \quad (4)$$

azaz

$$f = \frac{kT' - k'T}{T - T'} \quad (5)$$

Ennél még pontosabb eredményt is számolhatunk a transzformációra, ha a falra egy szabályos négyzetrácsot rakunk, majd a telefonnal készített képet számítógéppel feldolgozzuk. Ez a kimérés akkor lehet hasznos, ha a fényképezőgép lencsének valamilyen torzítása is van (7. ábra) és az egyenes négyzetrácsot görbe vonalakként jelenít meg. Azonban a telefonoknál nem jellemző az ilyen mérhető torzítás.

7. ábra

Lencsetorzítások: a) hordós torzítás, b) torzításmentes, c) párnás torzítás

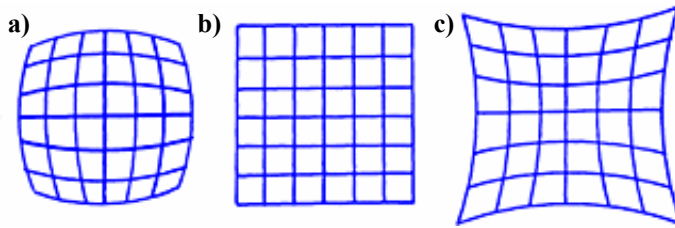


Figure 7: Radial lens distortions: a) barrel distortion, b) no distortion, c) pillow distortion

Pontos irány

Az előző módszerek együttes alkalmazásával meghatározható a pontos irány. Képzeljük el, hogy egyszerűen készítünk egy fényképet a programmal. Egyből utána, vagy valamikor később – akár egy hónap múlva – megnézzük a képet, akár rá is nagyítunk, és bejelölünk rajta egy pontot, például egy barlangot (8. ábra).

8. ábra

Irány meghatározása: a) fényképezés, b) pont bejelölése, c) eredmény

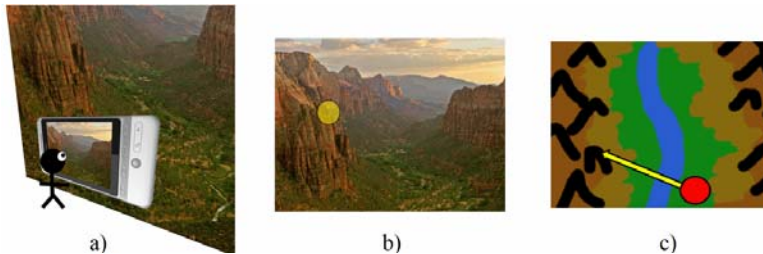


Figure 8: Calculate the direction: a) taking a picture, b) marking a point, c) result

Tájékozódás

A tájékozódás alapeleme az északi irány megállapítása és a térkép tájolása. Mobiltelefonon ez a tájolás automatikusan megoldható a térképnek a pillanatnyi északi irány alapján történő elforgatásával. Ha így közlekedünk túránk során, könnyen azonosíthatjuk a tereptárgyakat és saját pozícióinkat. A GPS segítségével persze teljes pontossággal meghatározhatjuk saját pozícióinkat, de erre nem mindig hagyatkozhatunk, tekintve, hogy rossz idő, kis lefedettség, vagy árnyékolt hely esetén nincs GPS vétel.

A turistatérképeken viszont számos azonosításra alkalmas jelölést találunk. Gyakran már csupán a domborzati viszonyok alapján is követni tudjuk nagyjából a helyzetünket, amit teljesen egyértelműsít, ha jelzett turistaúton haladunk. Ezen kívül távolabbi objektumokat is azonosíthatunk, mint amilyen egy templomtorony, egy jellegfa, egy hegycsúcs, vadetető, vagy egy kút.

Hátrametszés

A hátrametszés során saját pozícióink ismeretlen és a körülöttünk látható, a térképen is felismerhető tereptárgyak segítségével számoljuk ki a saját helyzetünket (9. ábra).

Ehhez a módszerhez először is *írányyszögeket*¹ mérünk a tereptárgyakra, majd a *kiegészítő szögeket*² a térképre mérjük. Ha például a templomra γ irányszöget mérünk, akkor mi a templomhoz képest $180^\circ - \gamma$ irányszögben állunk, ezt a félegyenest jelöljük be a térképre. Elvileg 2 tereptárgy esetén a keletkezett két félegyenes metszéspontja már meghatározza a helyzetünket, a gyakorlatban azonban mégis legalább 3 tereptárgyhoz mérünk irányszöget. Ugyanis a három félegyenes a pontatlanság miatt nem egy pontban fogja metszeni egymást. Ilyenkor a keletkezett háromszög a *hibaháromszög*, nagyjából ezen belül tartózkodunk valahol. (Halász, 1987)

9. ábra

Hátrametszés: saját pozíciónk meghatározása

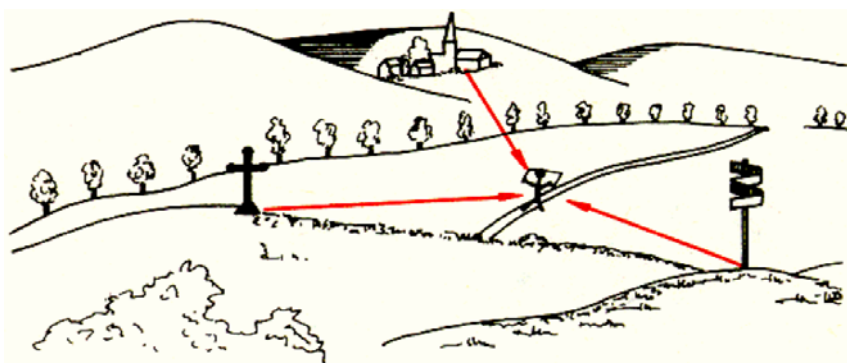


Figure 9: Resection: locate our own position

Mobiltelefonnal ez a művelet arra redukálódik, hogy a térképen felismert tereptárgyakról 1-1 fényképet készítünk, amin bejelöljük azokat. Nincs szükség a mért szögnek a térképre másolására és a félegyenesek megszerkesztésére.

¹ *írányyszög*: negatív forgásszög az északi irányhoz képest. Pl: É: 0° , K: 90° , D: 180° , NY: 270° .

² *kiegészítő szögek*: két olyan szög, amelyek összege egyenesszög, azaz 180° .

Oldalmetszés

Az *oldalmetszés* során helyzetünk nem teljesen ismeretlen, azt tudjuk, hogy egy – a térképen is jelölt – vonalas tereptárgy mentén vagyunk, mint amilyen egy út, folyó, kerítés, vagy jelleghatár (pl. erdő széle). Ilyenkor helyzetünk nem a síkon, csupán egy 1 dimenziós felületen ismeretlen, így kevesebb, akár már 1 tereptárgy is elegendő a helymeghatározáshoz (10. ábra).

Ennél a módszernél irányszöget mérünk az ismert tereptárgyra, majd a térképen odamérjük ennek kiegészítő szögét. Ahol ez a félegyenes metszi a vonalas tereptárgyunkat, ott állunk. (Halász, 1987)

10. ábra

Oldalmetszés: saját pozíciánk meghatározása vonalas tereptárgyon

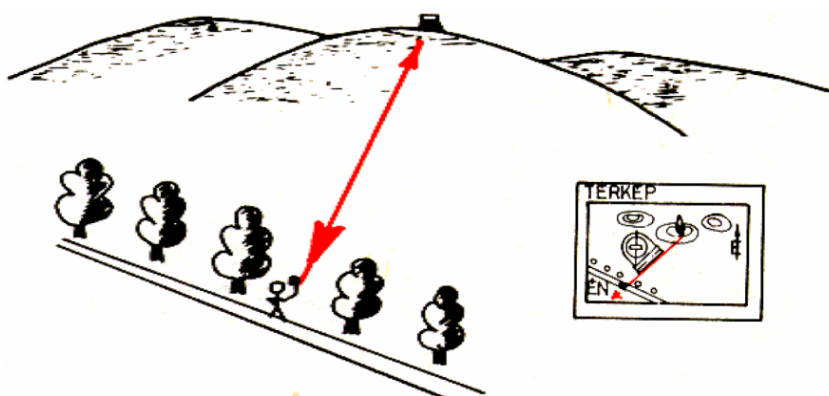


Figure 10: Modified resection: locate our own position on a linear feature

Mobiltelefonnál ez a művelet arra redukálódik, hogy lefényképezzük a térképen felismert tereptárgyat és bejelöljük rajta.

Előremetszés

Az *előremetszés* során egy objektum pozícióját szeretnénk meghatározni anélkül, hogy megközelítenénk (11. ábra). Ez lehet egy megközelíthetetlen szikla, vagy egy távoli objektum. Különösen hasznos lehet például, ha egy erdőtüzet akarunk bejelenteni és a pontos pozícióját így határozzuk meg.

Ehhez a módszerhez 2-3 ismert pontból kell irányszöget mérünk az objektumra és így a félegyenesek metszéspontja megadja a hozzávetőleges helyzetet a hátrametszéshez hasonlóan. (Halász, 1987)

Mobiltelefonnal ismét egyszerűbb a helyzet, hiszen nincs szükség szerkesztésre, elegendő csupán lefényképezni az ismeretlen objektumot több – egymástól minél távolabb fekvő – helyről.

A mobiltelefon előnye itt további egyszerűsítésre adnak lehetőséget, ugyanis a 3 ismert tereptárgynak most nem kell térképen is azonosíthatónak lennie, ha elérhető a GPS-es helymeghatározás. Egyszerűen lefényképezzük a pillanatnyi helyünkről, illetve pár száz méterrel arrébbi helyekről. Ezen kívül nem szükséges a térképen sem bejelölni, hogy honnan fényképeztünk, hiszen a GPS koordináták megadják pozíciónkat.

11. ábra

Előremetszés: ismeretlen pozíció meghatározása

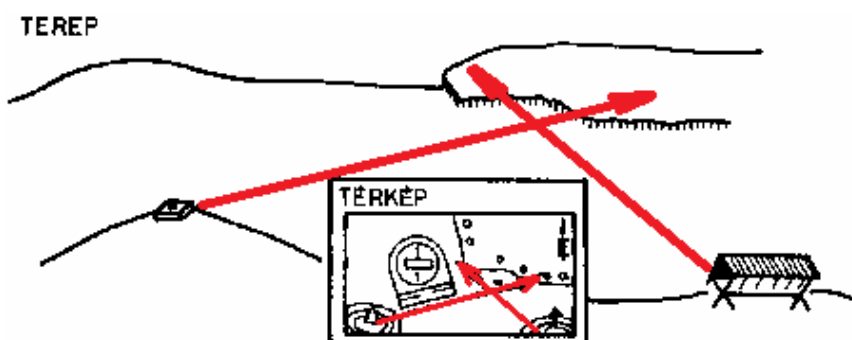


Figure 11: Intersection: locate an unknown point

Metszések pontatlan tájolóval

A fenti metszések megvalósíthatóak tájoló nélkül is, ha rendelkezésünkre áll helyette egy szögmérésre alkalmas eszköz. Mobiltelefonnál ez abban az esetben nyer értelmet, ha valótlan értéket mutat a tájoló.

Közismert, hogy a föld mágneses északi tengelye és a föld forgástengelye nem esik egybe, így a mágneses északi irány nem azonos a valódi (térképészeti) északi iránnyal. Ez a jelenség a *mágneses deklináció*, azaz *mágneses elhajlás*, ami a föld pontjain más és más (12. ábra). A mágneses pólus ráadásul idővel még változik is, évente átlagosan 15km-t vándorol.

12. ábra

Mágneses deklináció értékek a földön 2000-ben

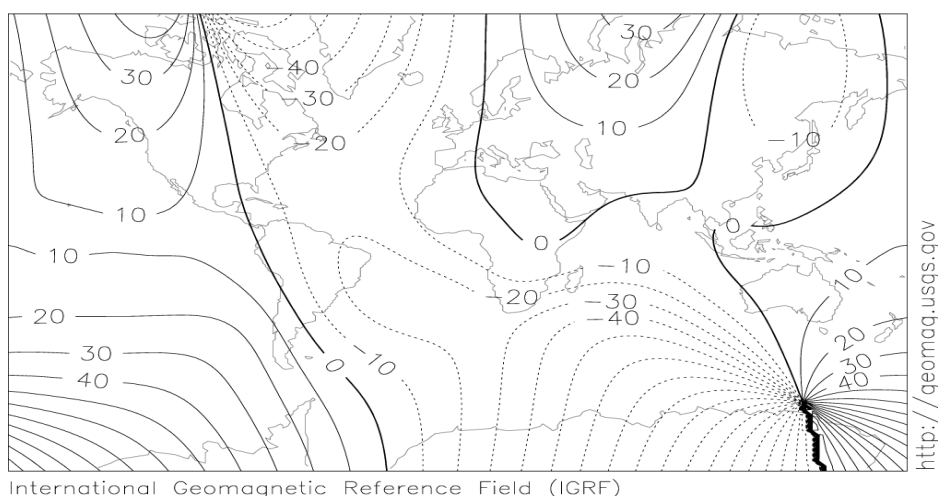


Figure 12: Magnetic declination values on the earth in 2000.

Szerencsére Magyarországon a mágneses deklináció mértéke csak $+3-5^\circ$, Budapesten $+3,5-3,6^\circ$ (Deklin, 2011), így mi gyakorlatilag elég pontosan használhatjuk a tájolórt korrekció nélkül is az északi irány meghatározására. A pozitív előjel azt jelenti, hogy a mágneses észak a valódi északhoz képest az óramutató járásával megegyező irányba tér el, tehát a mért irányszögből le kell vonni a deklináció értékét.

Mindenesetre konkrét úticél esetén könnyű előre felkészülni a mágneses elhajlás értékére (Deklin, 2011), de ehhez hasonló elhajlást okozhatnak a fémek is, éppen ezért mondjuk pontatlannak a tájolórt épületen belül, de akár nagyobb városokban is a hidak, épületek miatt, de a terepen is okozhat elhajlást egy ércbánya.

Ezekben az esetekben azonban nem teljesen felesleges a tájoló használata, ugyanis az egyes tereppontokra mért irányszögek deklinációja ugyanaz az érték (hacsak nem épp mi zavarjuk a mágneses mezőt például fémóránkkal, vagy gyűrűnkkel). Tehát az irányszögek különbsége független lesz a deklinációtól, így pontosan mérhetünk látószögeket akkor is, ha a tájoló pontatlan értéket mutatna.

Hátrametszés esetében ezzel a módszerrel már legalább 3 ismert tereptárgyra van szükségünk (13/a ábra), az ezek közötti irányszög eltéréseket jelöljük α , β , γ -val, amiből a harmadikat már meg sem kell mérni, mert 360° -ra egészítik ki egymást. Ezek alapján kiszámolható pozíciónk, viszont ennek a kiszámítása már valóban nehézkes lenne a terepen, szükségünk lenne egy körzőre, vonalzóra is az adott látószögű körívek megszerkesztésére, ezért itt valóban komoly segítséget jelent a telefon, amely elvégzi a számítást helyettünk.

Érdemes megemlíteni az ún. veszélyes kört is (13/b ábra): ha pozíciónk a tereptárgyak által meghatározott körre esik, akkor az így mért szögek alapján helyzetünk meghatározhatatlan, csak annyit tudunk meghatározni, hogy a körön vagyunk, hiszen a kör minden pontjából ezek a szögek mérhetőek a középiskolai matematikából ismert *kerületi szögek tétele* alapján. Ebből kifolyólag már az sem jó, ha a veszélyes kör közelében tartózkodunk, hiszen ekkor sem lesz pontos a helymeghatározás. (Csépregi, 2007)

13. ábra

Hátrametszés szögméréssel (a) és a veszélyes kör (b)

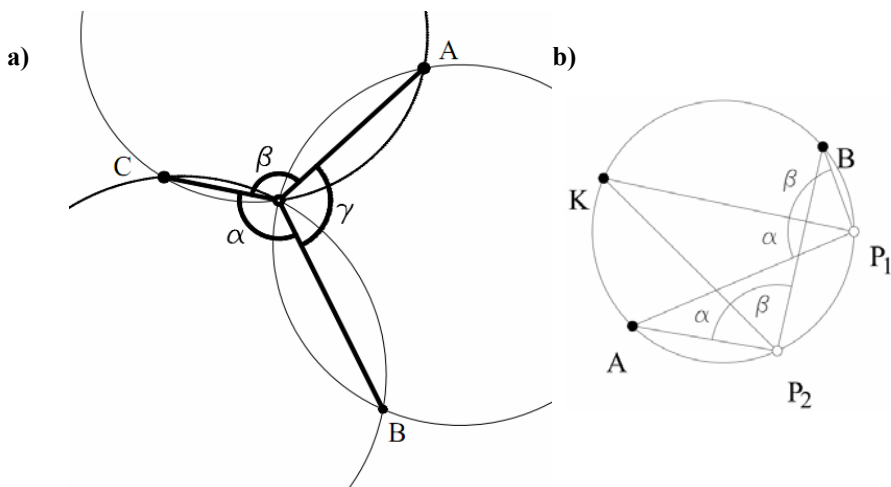


Figure 13: Resection using angles(a) and the danger circle(b)

Hibabecslés

Telefonnal sokkal pontosabb a meghatározott pozíció hibájának becslése is, hiszen lehetnek becsléseink a GPS, vagy a tájoló pontosságáról, azok pontos szórásáról, illetve, hogy a képernyőn mennyire pontosan jelöltük be a pontot. Egy programban sokkal definiáltabb az a jellemző is, hogy mennyire vagyunk közel a veszélyes körhöz. Így a telefon nem csupán a kiszámolt pozíció helyét képes kirajzolni, vagy azt hogy „nagyjából ezen a hibaháromszögön belül van”, hanem az értékek hibával növelt értékeiből képzett modell alapján rajzolhat egy foltot is, ahol az intenzitás az ott tartózkodás valószínűségével arányos, mint egy sűrűségfüggvény.

A 14. ábrán az előremetszés hibájának modellezése látható, ahol az A, B, C pontokból próbáltuk bemérni az O pontot. A pontok koordinátáját és a mért irányszöveget Gauss-zajjal modelleztem.

14. ábra

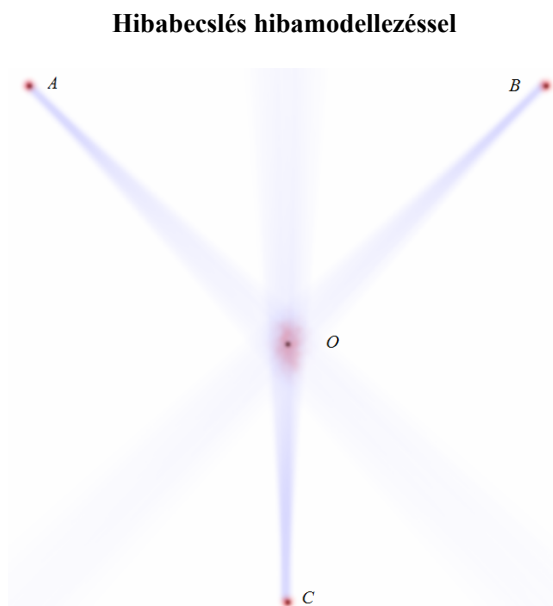


Figure 14: Error estimation using error modelling

Háromszögelés

Ha képesek vagyunk távolságot mérni (például lépésszámlálással, becsléssel, alakzatfelismeréssel, vagy akár az Augmented Reality rendszerekben ismert speciális marker használatával), akkor az alkalmazási lehetőségek tárháza hirtelen megsokszorozódik, hiszen a telefon tájolója és g-szenzora segítségével szögmérésre is alkalmasak vagyunk, így háromszögelési feladatokat végezhetünk.

Ha egy hozzáférhetetlen hosszúságot akarunk megmérni (pl. egy fa, vagy épület magasságát, folyó szélességét), akkor ha 45° -os látószög alatt nézzük a távolságot, akkor a magasságot/távolságot visszavezethetjük egy erre merőleges távolság mérésére. Például a fa magassága (15/a ábra):

$$d = b \tag{6}$$

Ha hely híján ennél kisebb távolság mérésére szeretnénk visszavezetni a feladatot, akkor tetszőleges szög alatt is nézhetjük a távolságot. Például a folyó szélessége (15/b ábra):

$$d = b \cdot \sin(\alpha) \quad (7)$$

Általánosabban, háromszögelési feladatnak azt hívjuk, amikor 2 pontból való szögméréssel, a köztük lévő távolság ismeretében képesek vagyunk a tetszőleges pont koordinátáit megállapítani (Csepregi, 2007). Például a hajó távolsága a parttól (15/c ábra):

$$d = b \cdot \frac{\sin(\alpha) \cdot \sin(\beta)}{\sin(\alpha) + \sin(\beta)} \quad (8)$$

15. ábra

Háromszögelési feladatok

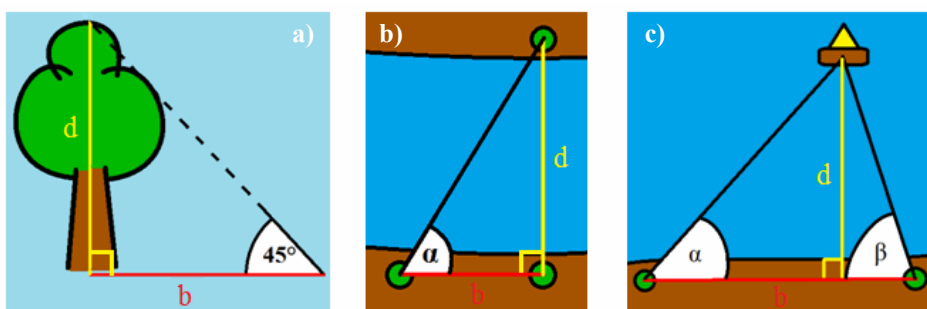


Figure 15: Triangulation problems

Ha a telefonba lézeres távolságmérőt is sikerülne rakni, akkor a távolságmérés még egyszerűbb és pontosabb lenne és a többi érzékelővel együtt nagyon pontos mérések lennének elvégezhetőek.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELES

A helymeghatározás pontosságát több készüléken teszteltem. A pontosság alapvetően a készülék szenzorainak pontosságától függ.

GPS: A tesztek adataiból elmondható, hogy a GPS-ek pontossága jó lefedettség esetén akár 5-10m pontos is lehet. Térképes tájékozódásnál, ha a térképen is jelölt terepponton állunk, akkor ennek a pontnak a bejelölésével ez a hiba kiküszöbölhető.

Tájoló: A tájoló pontossága $\pm 5-10^\circ$, ám a mágneses deklinációnál ismertetett módon hátrametszésnél kiszűrhető a telefon konstans hibája. A tájolóon megfigyelhető egy pár fokokos állandó zaj, ezt azonban egy másodperc alatti csúszóablakos átlagolással kiegyenlíthetjük.

Kézi bejelölés: Az ujjal való érintés további $5-10^\circ$ -ot is ronthat az irány meghatározásánál. Ez függ a kijelző méretétől és típusától is. Ez a hiba viszont szinte teljesen megszüntethető, ha a képre rázoomolva pontosan jelöljük ki a pontot. Éppen ezért a program a még felhasználóbarátabb működés céljából folyamatosan zoomol

kijelöléskor, így a célpontot a kívánt pontosság eléréséig követhetjük ujjunkkal. A rezisztív kijelzőknél még könnyebb a stylus-sal való kijelölés.

Összesített pontosság: A terepen végzett teszteken eredményesen működtek a tájékozdási segédfunkciók. Közelebbi célpontokon pár 10m-es pontossággal, távolabbi hegyeken pár 100m-es pontossággal működtek a metszések, amit a szükséges 2-3-nál még több mérés tovább pontosított.

KÖVETKEZTETÉSEK

Összességében elmondható, hogy a program alkalmas tájékozdási funkciók megvalósítására, aminek pontossága és használhatósága nagyban múlik a telefonba épített szenzorokon. Remélhetőleg a jövőben a technika fejlődésével javuló tendenciát figyelhetünk meg a szenzorok érzékenységében, vagy újabb használható szenzorokat kapunk, mint a szöggyorsulás mérésére alkalmas 3 tengelyű *giroszkóp*, ami például a g-szenzorral ellentétben még nem minden telefonban figyelhető meg.

Az elv alkalmazási lehetőségei túlmutatnak az egyszerű tájékozdási segédfunkciókon. A telefonnal készített kép térbeli elhelyezkedésének információja segítséget nyújthat panorámakép készítő alkalmazásoknak, így a képek összeillesztésénél nem kell minden páron illeszkedést vizsgálni, csak az egymáshoz közelieken, ezért ennek a kezdeti lépésnek a négyzetes futásideje akár lineárisra csökkenthető.

A továbbiakban tervezem az elkészített prototípus fejlesztését és további funkciókat adok hozzá. A rendes használathoz elengedhetetlen a térképek telefonra töltése is, amihez nagyszerű segítséget nyújt a turistautak.hu oldal, ahol ingyenesen tölthetjük le Magyarország turistatérképének tetszőleges részletét.

IRODALOM

- Csepregi Sz. (2007): Pontkapcsolások (Elektronikus jegyzet) SE Földmérési és Földrendezői Főiskolai Kar : Székesfehérvár, 1-15. p. [Online] <http://www.geo.info.hu/portal2007/images/stories/geod-publikacio/csepregi-pontkapcsolasok_2007szept.pdf> (2011.04.15)
- [Deklin] (2011): Find the magnetic declination at your location [Online] <<http://www.magnetic-declination.com/>> (2011.03.15)
- Gartner, Inc. (2011): Gartner Smart Phone Marketshare 2011 Q1 [Online] <<http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=1689814>> (2011.05.19)
- Halász M. (1987): Tereptan és térképismeret, Budapesti Természetbarát Bizottság, 174-176. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Ureczky Bálint

H-7400, Kaposvár, Kálvária u.83/a

Tel: 36-30-855-9098

email: ubalint@gmail.com