

Lokalizáció, GPS mérési jegyzőkönyv

Levente VAJNA

(Mérési partner: Válik Levente Ferenc)

(Gyakorlatvezető: Tihanyi Attila Kálmán)

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

Magyarország, 1083 Budapest, Práter utca 50/a

vajna.levente@hallgato.ppke.hu

Kivonat—Ismerkedünk az időmérési és pozíciómérési eljárásokkal. A mérés során az egyetem környékén mérünk bizonyos pontokban, és azokat összegezzük. Helyzetet, pozíciót határozunk meg a VisualGPS program segítségével, és számítunk távolságot.

Keywords-GPS; lokalizáció; koordináták; helymeghatározás; logfile; VisualGPS

Mérés ideje: 2023.04.20.

I. FELADAT: MÉRÉSEL KAPCSOLATOS FOGALMAK TISZTÁZÁSA

I-A. GPS

A GPS (Global Positioning System) ma már egy széleskörben elterjedt technológia a modern navigációban és helymeghatározásban. A GPS műholdak által sugárzott jelzések segítségével a GPS vevők pontosan meghatározhatják a földrajzi helyzetüket a Föld felszínén, bármilyen időjárási körülmények között és bárhol a világon.

A GPS rendszer a világűrben sugárzott legalább 24 Föld körüli pályán keringő műholdból áll, amelyek körülbelül 20000 km magasan keringenek a Föld felett. A műholdak állandóan sugároznak jelzéseket a GPS rendszerhez kapcsolódó vevőknek (általában passzív helymeghatározás). Az időzített jelzések alapján a GPS vevők számolják ki a saját földrajzi helyzetüket, a sebességüket és az időt, a jel érkezési ideje, beérkezési szöge, jelerőssége alapján. [1]

A GPS eredetileg az Egyesült Államok Védelmi Minisztériumának (DoD) projektje volt. Az első műholdakat a DoD küldte fel a 70-es évek végén és az 1980-as évek elején, hogy a katonák pontos helymeghatározását segítsék elő. Azonban a GPS rendszer hamar felkeltette az ipar és a civilek érdeklődését, így 2000-ben teljesen szabadon hozzáférhetővé tette a GPS rendszert a világ bármely részén, hogy széles körben felhasználható lehessen, mint közlekedésben, mezőgazdaságban, meteorológiában és sok más ágazatban.

Mára már több más ország is kifejlesztette saját navigációs rendszerét, mint például az orosz GLONASS, az európai Galileo, a kínai BeiDou és az indiai NAVIC.

I-B. VisualGPS szoftver

Ez egy olyan program, melynek segítségével könnyedén jeleníthetjük meg a GPS mérési adatainkat grafikusan. Képes kirajzolni a mérési pontok alapján az útvonalat, amelyet bejártunk, ha importáljuk a logfile-t. Mindemellett számos egyéb extra előnye is van, ilyen például, hogy kiírja embernek értelmezhetően is a koordinátákat, megjeleníti minden pontban, hogy hány műholdat láttunk, sőt, egy külön felületen még a műhold nevét is és a ponttól való elhelyezkedését is képes megmutatni a file alapján és például ha nem volt elegendő egy

pillanatban, piros színre való áttéréssel ezt is a tudunkra adja. Összességében egy helymeghatározási mérés feldolgozásában igen hasznos tud lenni ez a program, mind iparilag, mind mint számunkra, oktatásban.

I-C. logfile

A logfile egy szöveges állomány, rendszerint csupán egy ".txt" fájl, amely rögzíti az adatokat vagy az eseményeket, amelyek egy adott számítógépes rendszerben vagy alkalmazásban történnek. A logfile-ok fontos szerepet játszanak a rendszerek diagnosztizálásában és a hibák azonosításában, vagy akár mint esetünkben, a mérési adatok eltárolásában, tehát a logfile-okban gyűlnek össze a rendszer vagy az alkalmazás által generált, és rögzítésre került információk, például az üzenetek, a hibáüzenetek, az események és a teljesítményjelentések. Ez a fájl lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy visszamenőleg megtekinthessék a rendszer korábbi működését.

Ilyen példa még a mi a mérési eredményeinket tartalmazó logfile-on kívül például amikor az egyetem egy szoftvert fejlesztett külső megrendelésre, és a próbaüzemideje alatt ilyen logfile-ban gyűjtötték össze a több hetnyi működés során fellépő hibákat, hogy azokat fixálhassák ezután.

I-D. Haversine formula

Haversine formulája, amely megadja két pont ortodromikus távolságát, amelyet d jelöl. A két pont földrajzi hosszúságait λ_i jelzi, φ_i a földrajzi szélesség. A föld sugarát jelöli R , ennek értéke 6371 km. A szögtávolságot c jelöli. [2]

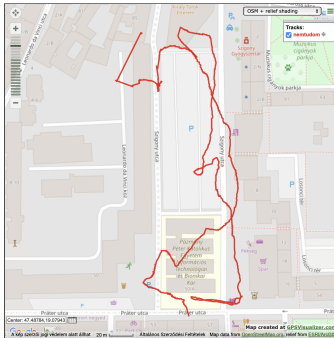
$$\begin{aligned} a &= \sin^2\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) + \cos(\varphi_1) \cdot \cos(\varphi_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right) \\ c &= 2 \cdot \arctan 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a}) \\ d &= R \cdot c \end{aligned} \quad (1)$$

Ahol $\arctan 2$ egy kiterjesztett arcus tangens függvény. [3]

II. FELADAT: KÖRBEJÁRÁS AZ EGYETEM KÖRNYÉKÉN, ÉS HELYMEGHATÁROZÁS MÉRÉSEL

A feladat, és körülményeinek ismeretelése után néhányan feladatot vállaltunk (én a jegyzői pozíciót vállaltam magamra), és kimentünk az egyetem bejárata elé. Kisebb komplikációk után elindítottuk a logfile generálását, és megkezdtük a mérést. Első mérési pontunk a Bejárat volt, ahol rögzítettem, hogy ki választja azt a pontot, a pont nevét, és a mérés idejét, hogy ezt a pontot később azonosítani tudjuk a logfile alapján. Minden hallgató kapott pontot, így mentünk egy kört az ITK körül, kezdve a Bejáratról, érintve a SPAR-t, a parkolót, a kondicionáló termet, így visszatérve az egyetem bejáratához,

ahol is még egy pontot rögzítettünk, ez lett a Bejárat 2, az én pontom. A pontok kiválasztása során figyelembe vettük azt is, hogy legyenek olyan pontok is, ahonnan tisztán "látható" több műhold is, illetve legyen olyan árnyékolt pont is, ahonnan sokkal kevesebb műhold "látható", vagyis a mérés jóval pontatlanabb (ezt a részt a 2. ábra pirossal jeleníti meg).



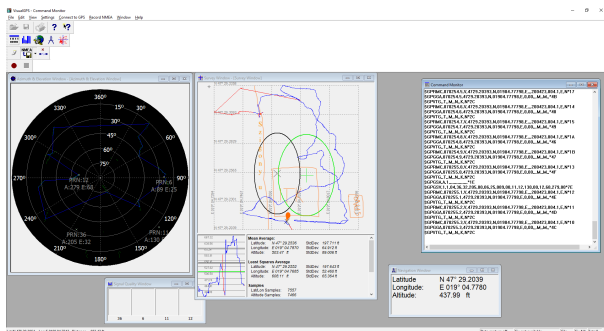
1. ábra. A bejárat úton mért helyzetek Google Maps térképen ábrázolva

Az 1. ábrán látható nagyjából, hogy merre jártunk, hiszen minden mérés hibával terhelt, illetve a "látott" műholdak száma és a magas házak árnyékolása miatt pontatlan bizonyos esetekben a mérésünk. A térképre helyezést a <https://www.gpsvisualizer.com/> oldal végezte el a logfile alapján.

III. FELADAT: SÉTA VIRTUÁLIS BEJÁRÁSA

III-A. Teljes séta kirajzolása és elemzése

Miután visszaértünk a mérésről, a gépre bejelentkezve megnyitottuk a VisualGPS nevű programot, és a "Connect to file" menüpontra kattintva beimportáltuk a logfile-t, és kirajzoltattuk a programmal a mérési pontjainkat, ami viszont feltűnő volt, hogy meglepően lassan vitte mindezt végbe.



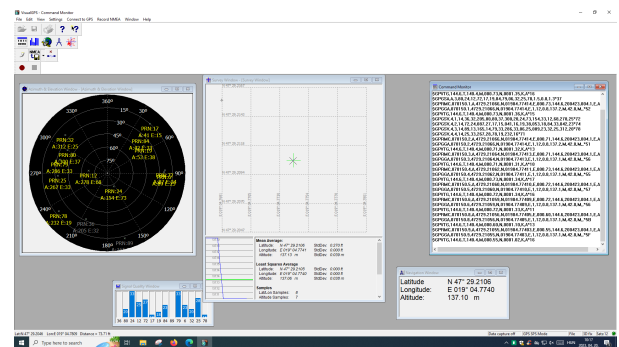
2. ábra. VisualGPS program az útvonal kirajzolása után

Ezen a 2. ábrán találhatóak a beolvasott mérési adatok. A referenciapontokat negyvonalakban ábrázoltam rajta. Elsőre meglepő volt, hogy habár miután átmentünk a parkoló bal-oldalára, vissza már nem mentünk, és mégkevésbé vagyunk képesek az ITK-n keresztülgyalogolni. De tekintettel arra a tényre, hogy ilyen magas házak között könnyen fordulhat elő, hogy a beérkező jelet visszaverve kapja meg a vevő műszer, így azt a mérést pontatlanná téve. Mindezeket a műholdak száma is jelzi az egyes pontokban. Mivel másodpercenként 10 mérést végzett a műszer, amíg ilyen árnyékolt helyen voltunk, több száz falsch eredményünk is keletkezhetett. A program van olyan okos, hogy észleli, ha túl kevés "látható" műholdból a mérés idejében, és tájékoztató/ figyelmeztető céllal pirossal rajzolja ki ezen pontok helyét a térképen. A

jobb oldalon található a logfile betöltött sorai, alatta található a pont kooordinátái. Középen található a betöltött pontok ábrázolt gráfja, tőle balra egy Azimuth térképen a mérés során megjelent műholdak ábrázolva, illetve alatta található egy blokkdiagramon ábrázolva a látott műholdak, és hogy azokkal mennyire erős a kapcsolat.

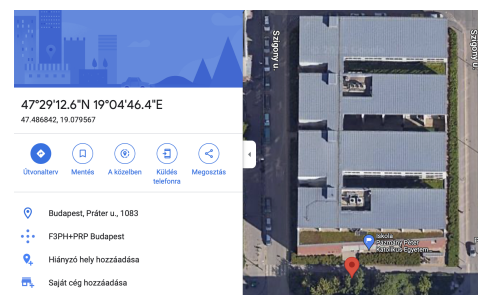
III-B. Saját pontom betöltése és vizsgálata

Következő lépésben a logfile-ból kimásoltam egy másik file-ba a saját pontomat tartalmazó sorokat, és ezt töltöttem be a VisualGPS programba. Ezt úgy azonosítottam be, hogy GSM idő alapján - ami két órával kevesebb, mint itthon - azonosítottuk mind a pontokat, az enyém volt a 07:01:50. Tekintve, hogy 10Hz frekvenciával mért a műszer, vagyis egy másodperc alatt tíz pontot rögzítettünk, az egyszerűség kedvéért az utolsó, tehát a 070150.9 azonosítójú GPGLA pontot választottam ki, ami egy NMEA protokoll mondata.



3. ábra. A saját pontom, "Bejárat 2" betöltve a VisualGPS programba

A 3. ábra alapján meghatároztam a pont koordinátáit, és le tudtam olvasni a hosszúsági és szélességi fokokat. Ezen kívül le tudtam olvasni, hogy a pontom mérésekor 12 műhold jelei alapján lett a helyzetem kiszámítva. Ezt követően a koordináták alapján bejelöltem a pontomat hozzávetőlegesen az első, nagy sétaútvonalon, ami a 2. ábrán látható is.



4. ábra. A választott pontom a Google Maps térképen ábrázolva

Sok egyéb mérési ponttal ellentétben ennek a pontnak a meghatározása meglepően nagyon pontos, hiszen tényleg a bejárat előtt jegyeztük fel, és félreálltunk egy kicsit, hogy a járókelők is elhaladhasanak mellettünk. És mint a 4. ábrán látható, tényleg ott van a mért pont.

IV. FELADAT: TOVÁBBI SZÁMÍTÁSI FELADATOK

IV-A. Mérési pontom meghatározása másik alakban

A feladat az N 47°29.21055 E 019°04.77403 alakban megkapott koordinátát váltam át fok, szögperc, szögmásodperc alakra, majd ábrázoljam.

A nagyjá megmarad, $xx.xxx$ alakot kell átírni, hiszen ez egy tizedesjegyben megadott szögperc érték. 0.21055 perc hány másodperc?

$$\begin{aligned} 1m &= 60s \\ 0.21055m &= 60 \cdot 0.21055 \\ 0.21055 &= 12.633 \end{aligned} \quad (2)$$

És nagyon hasonlóan a 2. egyenlethez, második körben az a kérdés, hogy 0.77403 szögperc hány szögmásodperc?

$$\begin{aligned} 1m &= 60s \\ 0.m &= 60 \cdot 0.77403 \\ 0.77403 &= 46.4418 \end{aligned} \quad (3)$$

A 2. és 3. egyenlet alapján a koordinátám $N 47^\circ 29' 12.633''$ E $019^\circ 04' 46.4418''$.



5. ábra. "Bejárat 2" pontom ábrázolva Google Earth-en 3D-ben

A pontom ábrázolva megtalálható a 3. ábrán Google Maps-en megjelenítve, és az 5. ábrán pedig Google Earth-en megjelenítve 3D kinézetben.

IV-B. Saját pontban, és (0;0) pontban egy szögmásodperc szélesség illetve magasság meghatározása

A feladat, hogy a címben szereplő két pontban vizsgáljuk meg egy-egy szögmásodperc szélességi illetve hosszúsági eltérést, majd a végén vonjunk következtetést. A szélességek / magasságok az alábbi módon, a távolság pedig Haversine formulával számítható. (1)

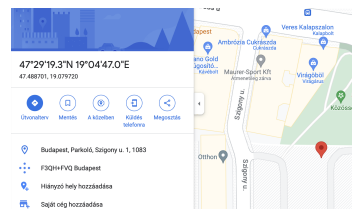
$$\alpha = x + \frac{y}{60} + \frac{z}{3600}, \quad (4)$$

ahol a szélesség / magasság $x^\circ y' z''$ alakban van felírva.

Így képletbehelyettesítéssel megkaptam, hogy az $1''$ szélességi különbség a "Bejárat 2" pontban $20.87m$, (0,0) pontban pedig $30.89m$, valamint $1''$ hosszúsági különbség a pontomban $30.89m$, (0,0) pontban pedig szintén $30.89m$. Ez az eltérés az első esetben annak köszönhető, hogy a Föld alakja nem teljesen gömb alakú, hanem "geoid" alakú, vagyis enyhén lapított formájú. Ezt a lapítást az Föld forgásából eredő centrifugális erő okozza, amely az egyenlítő közelében a legnagyobb.

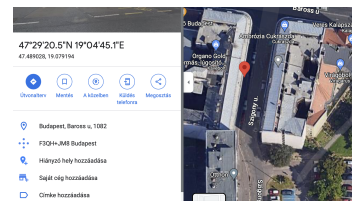
IV-C. Saját pontom, és az 5-tel nagyobb sorszámú mérőtársam pontja közti távolság

Az ötlet nagyobb sorszámú mérőtársam Komáromi János, GSM idővel megjelölt ideje 06:53:35, pontja neve Baross utca, koordinátája $N 47^\circ 29' 19.323''$ E $019^\circ 04' 46.9902''$, ami



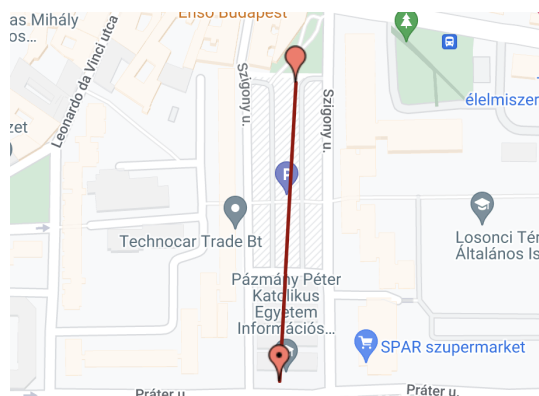
6. ábra. "Baross utca" pont Google Maps térképen

megtalálható a 6. ábrán. Ez a hely azért furcsa, mert valójában amikor ezt a pontot feljegyeztük, körülbelül $N 47^\circ 29' 20.5''$ E $019^\circ 04' 45.1''$ lehetett inkább, ami a 7. ábrán látható.



7. ábra. "Baross utca" pont a mérés idejében ténylegesen a Google Maps térképen

A mért "Baross utca" pont és a saját pontom távolságát most is az 1. képletbe behelyettesítve kapom meg, ami pedig $207m$. Ez a távolság látható az alábbi 8. ábrán.



8. ábra. "Baross utca" és "Bejárat 2" pontok távolsága Google térképen ábrázolva

LEZÁRÁS

Érdekes volt az utat bejárni, és figyelni közben, hogy mennyi és melyik műholdakat látja az eszköz, és még érdekesebb volt aztán térképre vetítve kirajzoltatni a mért útvonalat, és anticipálni, hogy a magas környező házak így befolyásolják a mérésünket. A következtetés az, hogy érdemes olyan helyen mérni, ahol kevésbé tudnak leárnyékolni a magas falak. Ami még szintén tetszett, hogy megismerkedtem a Haversine formulával és az atan2 függvénnyel. Megdöbbenő volt megtapasztalni a számítások után, hogy más az egy szögmásodpercnyi távolság itt, mint az egyenlítőnél.

HIVATKOZÁSOK

- [1] K. András, „Lokalizáció, gps,” 03 2023. [Online]. Available: https://moodle.ppke.hu/pluginfile.php/74071/mod_resource/content/1/Bev_Meres_2022_lokalizacio.pdf
- [2] B. Judit, „Agro-térinformatikai adatfeldolgozás,” 2016. [Online]. Available: <http://dsp.mit.bme.hu/userfiles/diploma/borszokdiploma16.pdf>
- [3] Wolfram, „Arctan2,” 2008. [Online]. Available: <https://functions.wolfram.com/PDF/ArcTan2.pdf>