

Globális Helymeghatározó Rendszer

Heiszman Henrik

Neptun kód: ENV2R9

Pázmány Péter Katolikus Egyetem, Információs Technológiai és Bionikai Kar

1083 Budapest, Práter utca 50/A

heiszman.henrik@hallgato.ppke.hu

Téma–A Visual GPS számítógépes program segítségével különböző pozíciók meghatározása, tereptárgyak rekonstrukciója, séta meghatározása már meglévő, korábban mért adatok segítségével.

azonnal elkezd vizuálisan megjeleníteni számomra az adott mérést. A séta útvonalát az úgynevezett „Survey Window” ábrán kísérhetem figyelemmel. (1. ábra)

I. A JEGYZŐKÖNYVBEN HASZNÁLT FOGALMAK

GPS: az Amerikai Egyesült Államok által kifejlesztett, műholdas helymeghatározó rendszer. A Navstar GPS rövid alakjaként terjedt el.

WGS-84 (World Geodetic System 1984): egy standard koordináta-rendszer a GPS-hez, amelynek az origója a Föld tömegközéppontja és a hiba kisebb, mint 2 cm.

NMEA protokoll: a National Marine Education Association rövidítése. Ezt a protokollt az Amerikai Nemzeti Tengerészeti Elektronikai Egyesület fejlesztette ki tengerészeti eszközök közötti kommunikáció céljára. Minden software ezt valós idejű adatok szolgáltatásához.

II. ADATOK BETÁPLÁLÁSA

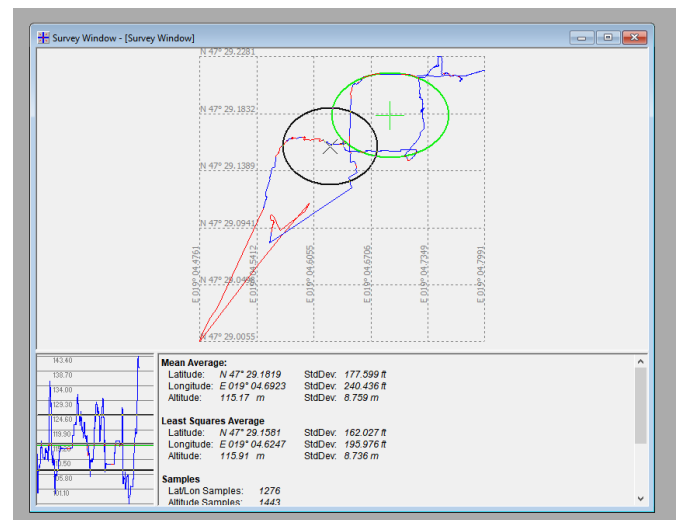
A Covid-19 miatti korlátozások következtében mi saját magunk nem gyűjthettük GPS-es adatok, így előző éves hallgatók adataiból kellett dolgoznunk.

A letöltött LOG-file-t első lépésben betápláltam a Visual GPS nevű programba. Ehhez a program megnyitása után a menüsoron a „Connect to GPS” pont alatt a „Connect to file” alpontra választva a felugró ablak segítségével meg tudtam nyitni az előzőlegesen letöltött, GPS-es adatokat tartalmazó file-t.

III. MÉRÉSI PONT MEGHATÁROZÁSA

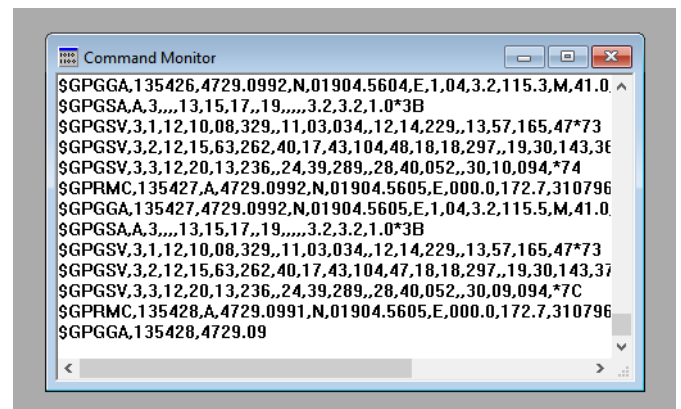
A file-ban található olyan adatok, amelyeknek koordinátái nem, vagy csak nagyon kis mértékben térnek el. Ez annak köszönhető, hogy a mérés során, a mérést végző diákok, úgy nevezett mérési pontokat hoztak létre. Ezek olyan helyek koordinátái, ahol megálltak a mérés során hosszabb időre (15-20 másodpercre). Logikusan következtethetünk arra, hogy ilyenkor a mérési adatok között kell olyan pontoknak lenniük, amelyek koordinátái (ideális esetben) nem térnek el. Ezt a való életben nem várhatjuk el, mert léteznek különböző zajok, amelyek befolyásolhatják a mérés eredményét.

Ahhoz, hogy ilyen pontokat találja a Visual GPS programot hívtam segítségül. Az adatok betáplálása után a program



1. ábra
A Survey Window

A program futása közben figyeltem a Survey Window térképen kirajzolódó útvonalat és mikor volt olyan időszáv, amelyben a nem változott a helyzet, ott megállítottam az úgynevezett „Command Monitor” (2. ábra) kijelzőjén futó adatokat és olvastam az adott pont koordinátáját.

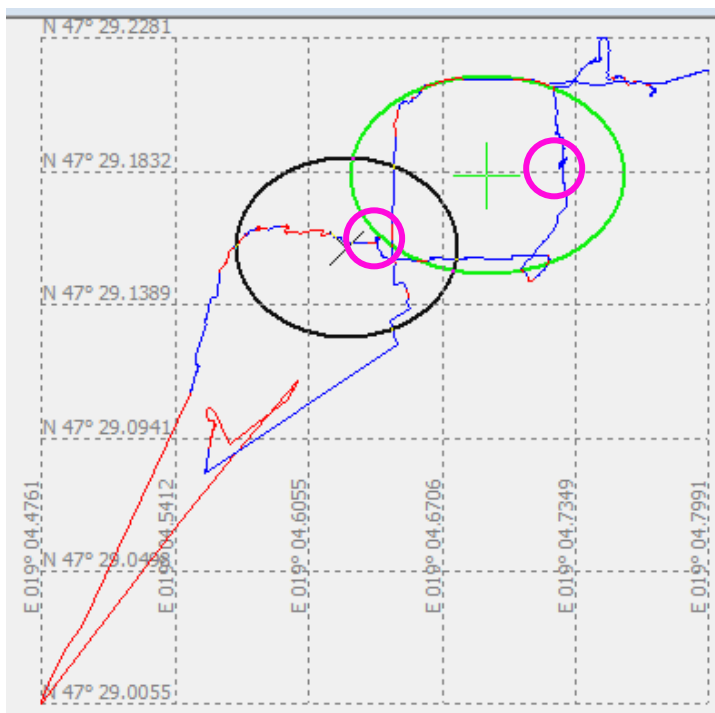


2. ábra
A Command Monitor

Ezek után az adott koordinátát kikerestem a LOG-file soraiban és megvizsgáltam, hogy helyes volt ez az előző sejtésem, miszerint az adott pont egy mérési pont. Ezt az alábbi módon tettem. A LOG-file-ban előre- valamint hátrafelé kerestem, olyan mérési adatok, mely az előzőleg kiválasztott pont mérési időpontjához nagyon közel áll (1 másodperc), majd összevettem a két pont koordinátái, és ha nem, vagy csak minimálisan tértek el a mért értékek, akkor az adott helyet mérési pontnak nyilvánítottam. Példa az ezzel a módszerrel talált mérési pontokra (pontok koordinátája):

- 4729.2143, N,01904.7425, E
- 4729.1550, N,01904.7222, E
- 4729.1291, N,01904.5550, E

ilyen a mérési pontok a Survey Window által rajzolt útvonalon is könnyen megtalálhatóak. (3. ábra)



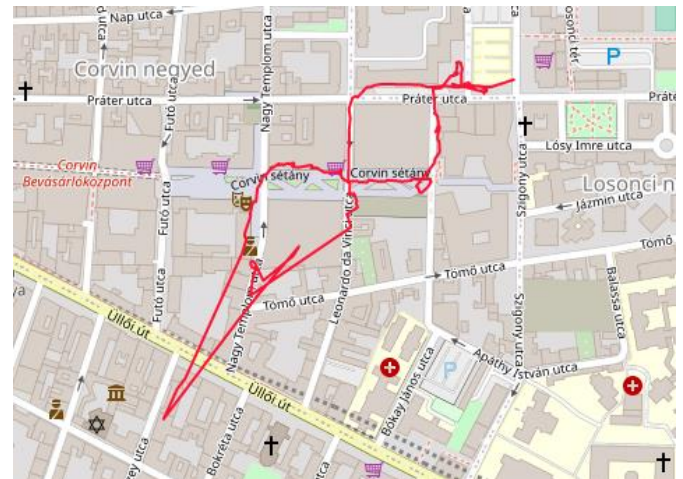
3. ábra

Mérési pontok az útvonalon (rózsaszín körrel jelölve)

IV. A SÉTA ÚTVONALÁNAK BEJÁRÁSA

Sajnos nem végezhattük saját magunk a mérést az adott helyzetbe, de arra van lehetőségünk, hogy programok segítségével virtuálisan bejárjuk az utat.

Mint azt már említettem, a Visual GPS programban találunk beépített útvonal rajzoló programot, amellyel többé-kevésbé vizualizálhatjuk a mérés útvonalát. Ez a módszer sajnos nem a legegyszerűbben érthető, így én FreeNMEA program segítségével rajzoltattam ki az utat. Ahhoz, hogy megkapjam a kirajzolt útvonalat csak be kellett táplálni a LOG-fílet. (4. ábra)



4. ábra

Virtuálisan bejárt útvonal

V. HELYSZÍNI VÁZLAT

Két általam kiválasztott mérési ponttal kapcsolatos helyszíni vázlatot készítettem. Az egyik kiválasztott pont a 4729.1624, N,01904.5754, E koordinátájú pont. Google Maps segítségével látható, hogy ez majdnem a Las Vegas Casino helye. Street View segítségével megvizsgáltam a környező épületeket. (5. ábra)



5. ábra

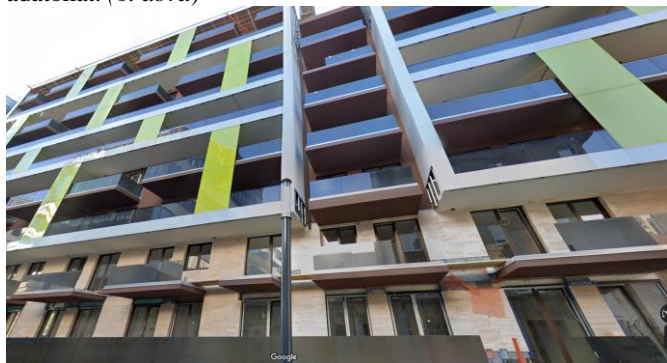
A mérési pont környezet

A környezetet megvizsgálva szembetűnő, hogy a mérési pontot magas épületek veszik körül, amely takarhatták az égboltot ezzel hamisítva a mérési adatait.

Másik mérési pont a

4729.1855, N, 01904.7281, E koordinátájú pont.

Street View segítségével itt is látható, hogy a mérési pontot magas épületek veszik körül, melyek hamisíthatják a mérési adatokat. (6. ábra)

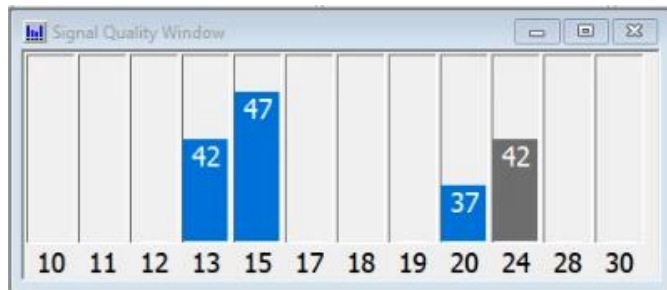


6. ábra

Második mérési pont környezete

VI. ADATOK ELEMZÉSE

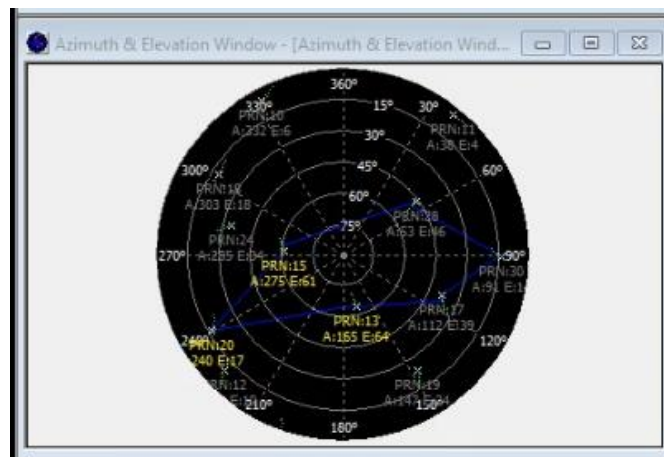
Az első általam választott mérési pontnál láthatjuk a Visual GPS program „Signal Quality” ablakában, hogy a sejtésem igaz volt és a mérési pontot körbevevő épületek tényleg negatív hatással voltak a mért adatok pontosságára. Az ábrán láthatjuk, hogy kapcsolódott műholdak jelei ebben az esetben még rosszabbak is mint az első mérési pontban. (7.ábra)



7. ábra

Első mérési pont jelének minősége

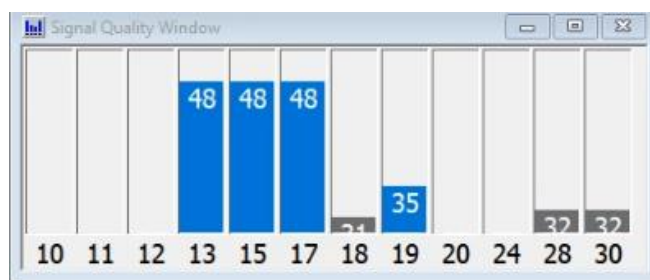
Az Azimuth térképről leolvasható, hogy a mérési pozíciótól északra szinte az egész eget kitakarhatta valamilyen tereptárgy (véltetően társasház). (8. ábra)



8. ábra

Első mérési pont Azimuth térképe

A második általam választott mérési pontnál is látható a Signal Quality ábráján, hogy a sejtésem szintén igaz volt és a mérési pontot körbevevő épületek tényleg kitakarhatták az eget, ezzel befolyásolva a mérési pontosságát. Az ábrán láthatjuk, hogy kapcsolódott műholdak jelei ebben az esetben még rosszabbak is mint az első mérési pontban. (9.ábra)



9. ábra

Második mérési pont jelének minősége

Az Azimuth térképről ebben az esetben is leolvasható, hogy a mérési pozíciótól északra az ég nagy részét kitakarhatta valamilyen épület. (10. ábra)



10. ábra

Második mérési pont Azimuth térképe

VII. NMEA PROTOKOLLAL VALÓ ÉRTELMEZÉS

Az általam kiválasztott első mérési ponthoz tartozó GPxxx mondat a következő:

\$GPGGA,134150,4729.1855,N,01904.7281,E,1,03,2.9,114.0,M,41.0,M,,*48

Ebből a mondatból egy, az előadáson látott táblázattal (11. ábra) könnyen megállapítható, hogy a mérés során három műholdat használt csak a mérőműszer, amely azt jelenti, hogy egy vagy több épület tényleg takarta az égboltot.

Field	Example	Comments
Sentence ID	\$GPGGA	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N = North, S = South
Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E = East, W = West
Position Fix	1	0 = Invalid, 1 = Valid SPS, 2 = Valid DGPS, 3 = Valid PPS
Satellites Used	04	Satellites being used (0-12)
HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision
Altitude	19.7	Altitude in meters according to WGS-84 ellipsoid
Altitude Units	M	M = Meters
Geoid Separation		Geoid separation in meters according to WGS-84 ellipsoid
Separation Units		M = Meters
DGPS Age		Age of DGPS data in seconds
DGPS Station ID	0000	
Checksum	*1F	

11. ábra

A dekódolásra használt táblázat

A második általam választott pont GPxxx mondata, a LOG-file alapján, a következő:

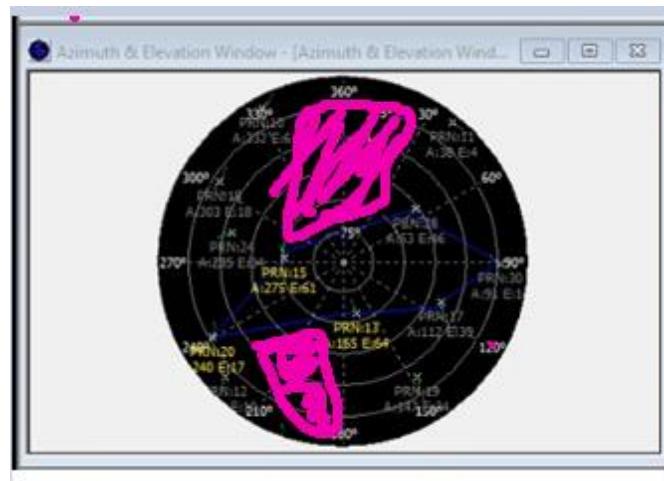
\$GPGGA,135006,4729.1624,N,01904.5754,E,1,04,2.3,120.2,M,41.0,M,,*44

Ebből a mondatból láthatjuk, hogy négy műholdat látott a műszer, itt is takarás volt.

A mondatok korrelálnak a pontokhoz tartozó Azimuth térképpel és a jelek erősséget reprezentáló grafikonnal.

VIII. RAJZ AZ AZIMUTH TÉRKÉPRE

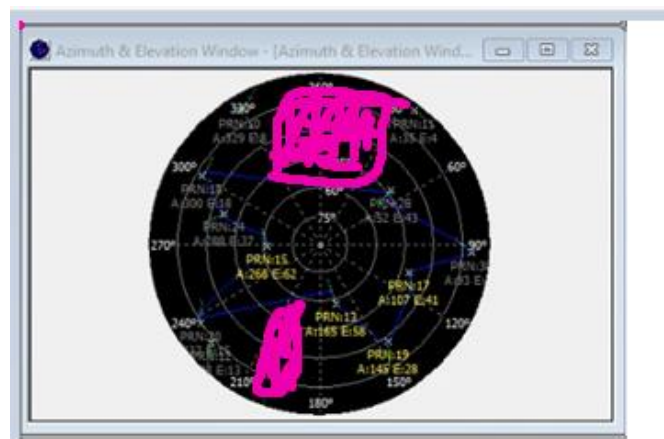
Az Azimuth térkép és a Street View által szerzett tapasztalataim alapján berajzoltam a térképre a feltételezett tereptárgyakat. (12-13. ábra)



12. ábra

Első mérési pontnál lévő tereptárgy

Első pontban vélhetően északra helyezkedett el egy nagyobb épület, amely takart, illetve délre.



13. ábra

Második mérési pontnál lévő tereptárgy

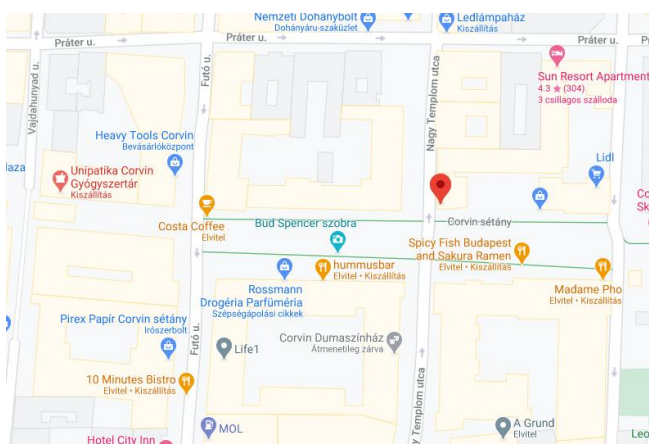
A második pontnál szintén északra és délre helyezkedtek el takaró tereptárgyak, ám ebben az esetben nem árnyékolnak le akkor területet (ez a használt műholdak számából és jelszintjéből is látjuk).

IX. ÁLTALAM VÁLASZTOTT PONTOK ÁTVÁLTÁSA

Ahhoz, hogy át tudja váltani a két pontom koordinátáit szögfok, szögperc és szögmásodperc alakba, csak annyit kell tenni, hogy a meglévő koordináták pont utáni részét úgy kell venni mintha a pont egy tizedesvessző lenne, amelynek bal oldalán nulla áll. Az így kapott számot szorozni kell hatvannal. (A meglévő koordináta szögperc részének a tört részét kell szorozni) Alkalmazva a számolást a következő értékeket kaptam:

- egyik pont: 4729.1624,N,01904.5754,E
→ $0,1624 * 60 = 9,744$
→ $0,5754 * 60 = 34,524$
→ ebből: $47^{\circ}29'09.744''$ N
 $19^{\circ}04'34.524''$ E
- másik pont: 4729.1855,N,01904.7281,E
→ $0,1855 * 60 = 11,13$
→ $0,7281 * 60 = 43,686$
→ ebből: $47^{\circ}29'11.13''$ N
 $19^{\circ}04'43.686''$ E

Ezt a két pontot ábrázoltam Google Maps segítségével. (14-15.ábra)



14. ábra

Elsőre kiszámolt pont helye



15. ábra

Másodjára kiszámolt pont helye

X. SZÖGPERC ÉS SZÖGMÁSODPERC TÁVOLSÁGA

Tudjuk, hogy a (0° N 0° E) pont a Föld Egyenlítőjén helyezkedik el. A Föld Egyenlítőjének hossza kb. 40 075 km. Ebből adódik, hogy egy fok eltérés $40075/360 = 111,32$ km eltérés jelent. Ahhoz, hogy ebből megkapjuk, hogy egy szögperc mekkora eltérést jelent, el kell osztani a kapott értéket 60-nal, ahhoz pedig, hogy megkapjuk a szögmásodpercre számított értéket 360-nal kell osztani. Az így kapott értékek a következők:

- szögperc: 1855,324 m
- szögmásodperc: 30,922 m

Kiszámoltam ezeket az értékeket az én saját mérési pontomban is. ($47^{\circ}29'09.744''$ N $19^{\circ}04'34.524''$ E)

Ebben az esetben $\alpha = 47.49^{\circ}$, a Föld sugara: 6371 km

$\sin(90 - \alpha) * 6371 = 4305$ km ennek a szélességikörnek a sugara. A kerülete: $2 * 4305 * \pi = 27049,144$ km Ebből a szögpercre és a szögmásodpercre jutó értékek az előbbieken leírt módon számíthatók. A kapott értékek:

- szögperc: 1252,275 m
- szögmásodperc: 20,871 m

A meglepően nagy eltérés azzal magyarázható, hogy a Föld nem gömbölyű, ahogyan azt a számítások során feltételeztük, hanem geoid alakú.

XI. KÉT PONT TÁVOLSÁGA

Kiszámoltam az általam előzőleg választott két mérési pont távolságát.

A számolás menet:

Átváltás után a pontok koordinátái ($47,48604^{\circ}; 19,07625667^{\circ}$) és ($47,486425^{\circ}; 19,07880167^{\circ}$) Tudom, hogy két pont távolsága megegyezik a megegyező koordinátáik különbségének négyzetösszegével. Legyen a távolság a mi esetünkben „S”. Így adódik, hogy $S^2 = 806,993$, ebből $S = 28,407^{\circ}$

XII. ÉRTÉKEKELÉS

A mérés során megtanultuk, hogy hogyan működik a GPS-es helymeghatározás, miket tartalmaz egy LOG-file és megtanultuk használni a Virtual GPS programot. Érdekes volt látni, hogy egy számomra eleinte értelmetlen adathalmaz, hogyan nyert értelmet és miként jelent meg különböző vizuális programokon.

Meglepő volt látni, hogy akár egy szögmásodpercnyi eltérés is milyen sokat számít és azt, hogy a tereptárgyak mennyiben tudják befolyásolni a mérés pontosságát.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

[Előadás anyaga](#)

[Google Maps](#)

[Vizualizáló oldal](#)

[Szög átváltása](#)

[Föld adatai](#)