

Önálló laboratórium beszámoló

Dolgozat címe: BLUETOOTH ALAPÚ HELYMEGHATÁROZÁS

Konzulens(ek) neve: Tihanyi Attila

A Hallgató a kitűzött feladatot megfelelő színvonalon és a kiírásnak megfelelően

teljesítette

nem teljesítette

Konzulens aláírása

Hallgató neve: Góczán Péter

Leadás dátuma: 2009.12.09

Tartalomjegyzék

<i>A dolgozat témája.....</i>	<i>3</i>
<i>Elméleti háttér.....</i>	<i>3</i>
<i>Mérések.....</i>	<i>4</i>
<i>Következtetések, tervek a jövőre nézve:.....</i>	<i>6</i>
<i>Mellékletek.....</i>	<i>9</i>
<i>Köszönetnyilvánítás.....</i>	<i>10</i>
<i>Irodalmi összefoglaló.....</i>	<i>10</i>
<i>Rövid Összefoglaló.....</i>	<i>11</i>

A dolgozat témája:

A cél egy olyan, mobiltelefonra való szoftver írása, amely segítségével adott bluetooth eszközök pozícióját határozhatjuk meg. Egy ilyen program segítségével megtalálhatnánk az előzőleg a pénztárcánkba vagy a kulcscsomónkra tett jeladót, ha az 30-50 méteres sugarú körön belül található. Ennek elérése érdekében meg kell ismernünk a mobiltelefonunk bluetooth karakterisztikáját, ami készülékenként változhat a jeladó körüli fém alkatrészek elhelyezkedésétől függően.

Egy ilyen jeladó elméletileg gömbkarakterisztikával bír, ám ha található rajta egy „horpadás” egy mellészerelt alkatrész miatt, akkor ez által található rajta egy viszonyítási pont is, aminek segítségével a szerkezet, telefonhoz viszonyított irányát kaphatjuk meg. A távolságot azon, köztudott tény alapján határozhatjuk meg, miszerint egy jeladó által kibocsátott jel erőssége az adótól távolodva exponenciális csökkenést mutat. A „horpadás” helyének megtalálásához, illetve a fent említett állítások igazolásához azonban méréseket kell végeznünk.

Elméleti háttér:

Mérőtársammal, Solymár Zórával először azt kellett kitalálnunk, hogy a feladat megvalósítása érdekében milyen technológia alkalmazása lenne a legcélravezetőbb. Három lehetőségre szűkítettük ezt a kört, a bluetoothra, a WI-FI-re, illetve az RFID-re. Tihanyi Attilával és Dr. Takács Györggyel való konzultálásaink során azonban az utóbbi kettőt elvetettük lévén, hogy kevés adatot akarunk küldeni, a minél gyorsabb és energiatakarékosabb kommunikáció a fő szempont viszonylag rövid távolságon belül. A Wi-Fi használata inkább internet kapcsolat megvalósítására javasolt, mert gyors, és kis bithiba valószínűséget biztosít, ez azonban ötszörös áramfelvételt jelent a Bluetooth-hoz képest. Az RFID technológia ideális lehetett volna, hiszen telep nélkül is működik, pusztán a kapott frekvenciára reagálva bocsát ki egy jelet, melyet telefonunkkal bemérhetünk. Azonban ez nem alkalmas iránymeghatározásra, hiszen egy, az adó és a vevő közti fal, vagy akár egy apróbb tárgy is „eltérítheti” a chip által kibocsátott jelsorozatot, így a telefon akár métereket is tévedhet az esetleges pénztárca pozíciójának meghatározásakor.

A bluetooth egy kis hatótávolságú, alacsony energiaszükségletű, vezeték nélküli protokoll, ami a 2.4 GHz körüli ISM(Industrial Scientific Medical) spektrumban működik. Ezt a frekvenciát más alkalmazások is használják (pl. WI-FI). Az ebből fakadó interferenciák elkerülése érdekében a bluetooth 79 darab 1 MHz-es csatornát használ 2400 MHz és 2483.5 MHz között. Ezen csatornák közt váltogat egy jeladó 1600-szor másodpercenként. Ennek az a lényege, hogy ha egy másik ISM sávot használó eszköz kerül a hatósugarunkba, akkor azt érzékelni, azonosítani, végül kizárni tudjuk.

Mérések:

A mérések elvégzéséhez szükségünk volt egy mobiltelefonra, egy bluetooth jeladóra illetve egy programra, ami képes jelszint mérésére. Az egyetem rendelkezésünkre bocsátott egy NOKIA N95 típusú telefonkészüléket, minden mérést ezzel végeztünk, hiszen egy másik típusú telefon más karakterisztikával rendelkezhet. A jeladó szerepét egy IBM ThinkPad X30 típusú notebook töltötte be. Az első probléma ott merült fel, hogy jelszint mérő szoftvert kellett találnunk. Tény, hogy a telefon vételi karakterisztikája megegyezik az adókarakterisztikájával, ezáltal nem számít, hogy a mobil készüléken, vagy a notebookon mérem a jelszintet. Több napos kutatás után az egyetlen alkalmazás, amit találtunk egy hcitool nevezetű parancs volt, amely csatlakozik egy bluetooth jeladóhoz a MAC címe alapján.

Ez után a mérőtársam írt egy SHELL scriptet, ami futáskor egymás után százszor megméri a telefontól kapott jel erősségét, majd kiírja a kapott eredményeket egy külső log fájlba decibelben. A mérések lefutásának végén egy előre meghatározott hang jelzi, majd bármely gomb lenyomásával újraindíthatjuk a folyamatot, az új eredményeket pedig hozzáfűzi az eddig kapottakhoz.

Maga a mérés úgy zajlott, hogy a notebookot rögzítettük a folyosó egyik végén, a telefont elhelyeztük tőle 60 centiméter távolságra fekvő helyzetben, majd amikor lefutott a script, elforgattuk a készüléket 45 fokkal, és újraindítottuk a programot. Amikor körbeértünk, és megkaptuk az eredményeket 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270 és 315 fok esetén is, előlről kezdtük a méréssorozatot úgy, hogy a telefont álló helyzetben raktuk a laptop mellé, és úgy forgattuk körbe 45 fokonként. Az így kapott 1600 mérési eredményt elmentettük, majd a telefont a notebooktól 120 centiméter távolságban elhelyezve előlről kezdtük a folyamatot. Ezzel a módszerrel, 60 centiméterenként haladva 3,6 méter távolságig összesen 9600 eredményt kaptunk. Azért mértünk minden

elhelyezés esetén százszor, hogy a kapott értékeket átlagolva minél pontosabb közelítést kapjunk a tényleges jelszintről.

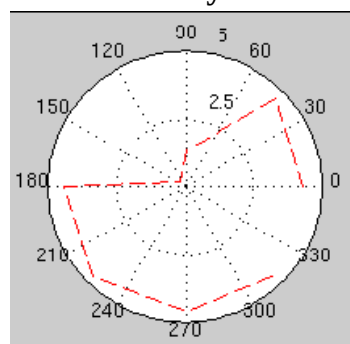
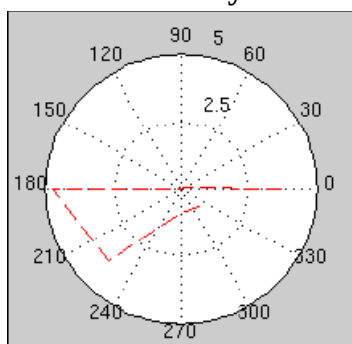
A kapott átlagokat mátrixba rendezve tároltuk, majd MATLAB-ban írtunk egy programot, amely az értékek kétdimenziós ábrázolására szolgált. A laptoptól vett minden távolság esetén két ábrát rajzoltattunk ki attól függően, hogy a telefonkészülék fekvő vagy álló helyzetben volt-e az adott mérések során. Várakozásaink szerint az így kapott 12 ábrán viszonylag azonos helyen kellett „horpadást” találnunk a két dimenzióra vetített gömbkarakterisztikán, ám ennek ellenére majdnem teljesen homogén „köröket” kaptunk.

távolság(cm)

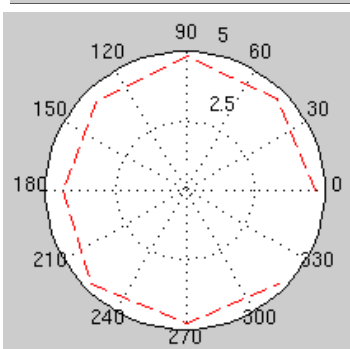
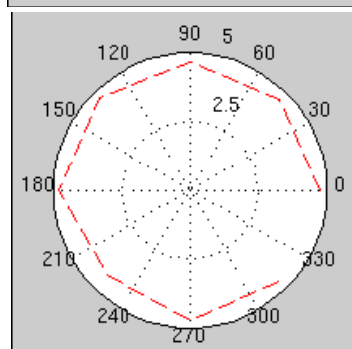
fekvő helyzet

álló helyzet

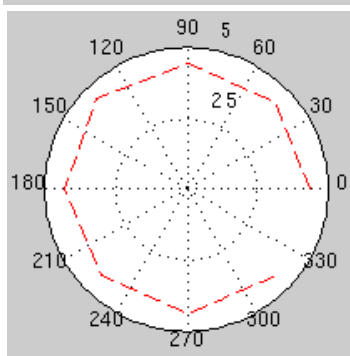
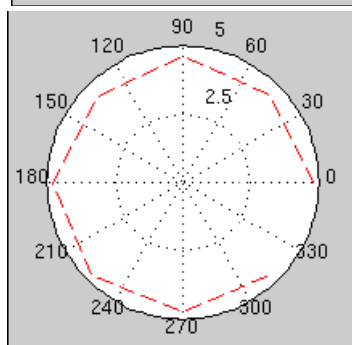
60



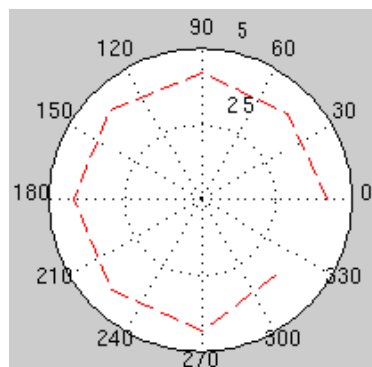
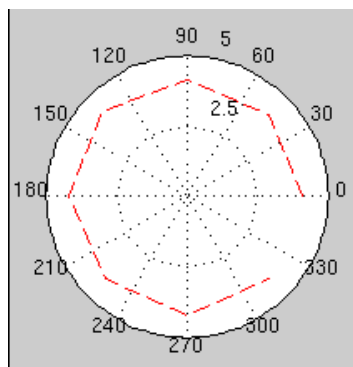
120



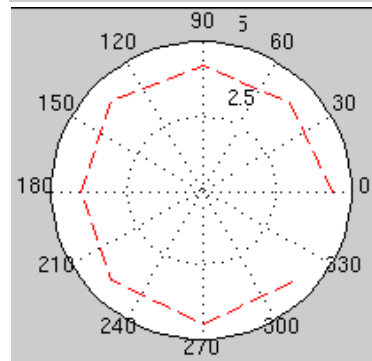
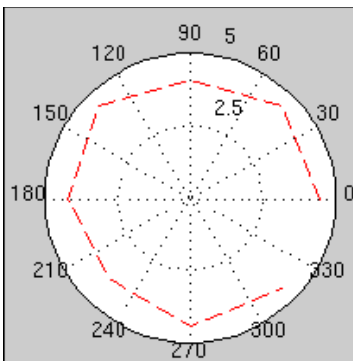
180



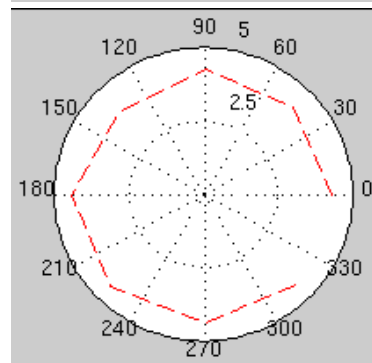
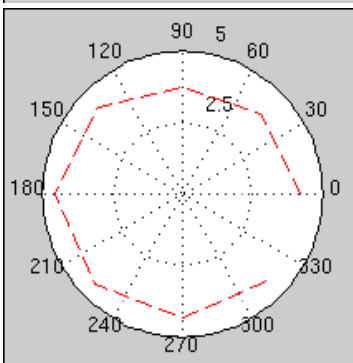
240



300



360



Következtetések, tervek a jövőre nézve:

Jól látható, hogy a 60 centiméteres távolságot leszámítva a kapott karakterisztika homogén, tehát vagy nem számottevő a bluetooth antenna körüli fém alkatrészek árnyékolása, vagy maguk a mérések hibásak. Ez több kérdést is fölvetett:

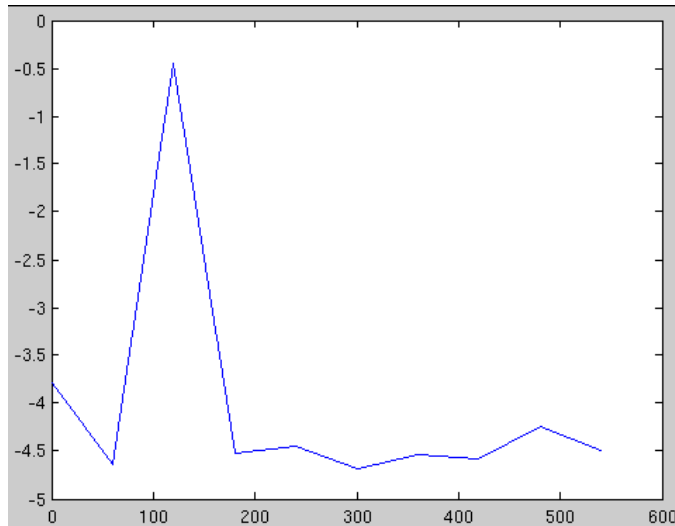
1. Vajon a hcitool megfelelő alkalmazás jelszint mérésre?
 - A különböző, a témához kapcsolódó fórumokon való kutatásaink során több véleményt is olvashattunk ezzel kapcsolatban, miszerint ez a program valóban az általunk kívánt jelszintet méri meg, tehát ez a legkevésbé valószínű probléma.

2. A mérési környezetnek választott folyosó miatt keletkezett reflexió és fading zavarása okozza a „hibát”?
 - A Dr. Oláh Andrással folytatott konzultációnk során megtudtuk, hogy ő maga is végzett hasonló méréseket bel-, illetve kültéren, és a folyosón történő kísérletei hasonló karakterisztikát mutattak. Ez komoly probléma lehet, hiszen egy kulcsosomót, vagy egy pénztárcát általában lakáson belül, falak között keres az ember. Minden esetre a jövőben méréseket fogunk végezni szabad téren is, hiszen az ott kapott eredmények támpontul szolgálhatnak ezen hiba kiküszöböléséhez.
3. Valóban homogén a telefon karakterisztikája, és ez által alkalmatlan iránymeghatározásra? Ha így van, akkor ez vajon minden telefonra igaz, vagy csak néhány modellre?
 - Méréseket fogunk végezni más típusú telefonnal illetve bluetooth jeladóval is. Ha bizonyítást nyer, hogy a beépített fém alkatrészek valóban nem árnyékolnak eléggé az iránymeghatározáshoz, akkor még mindig ott lesz a lehetőség a telefon hardveres módosítására, mint például egy viszonylag vastag fémlap beszerelésére az antenna mellé.
4. A használt notebook bluetooth antennája túl gyenge/árnyékolt?
 - A következő méréseket már egy másik jeladóval fogjuk elvégezni, kezdetben valószínűleg egy HP Pavilion DV típusú lappal, amelyen továbbra is alkalmazható lesz a hcitool parancs a telepített linux környezetnek köszönhetően.
5. A közelben működő WI-FI router azonos spektrumú jeléből fakadó interferencia zavarja-e meg a mérést?
 - A szabadtéri mérések során ez az esetleges probléma kiküszöbölésre kerül.

További probléma, hogy jól láthatóan a kapott körök nem koncentrikusak. Ez arra engedett következtetni, hogy a bluetooth jelszint valamiért nem mutat exponenciális csökkenést. Ennek ellenőrzése végett újabb méréseket végeztünk, amelyek során csak a jel erőssége volt a fontos, az irány karakterisztika nem. Először notebookot leraktuk egy székre, a telefont pedig egy másikra ugyanazon a folyosón, ahol az addigi méréseinket is végeztük. Egy egyenes mentén 60 centinként megmértük a jelszintet úgy, hogy a

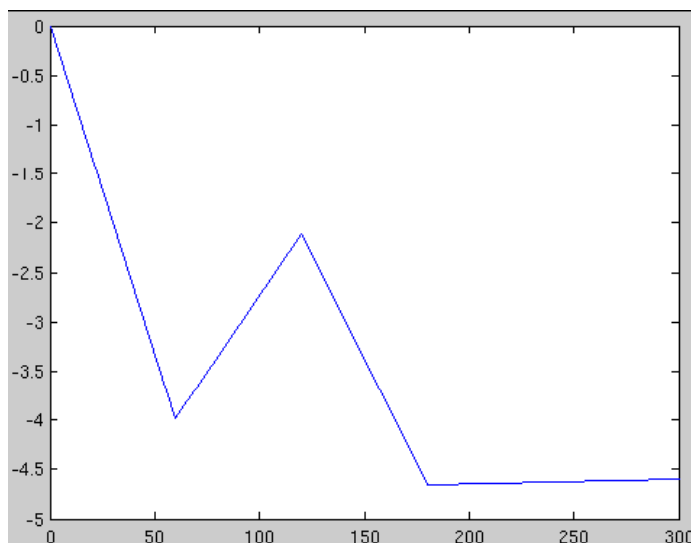
notebookot mozgattuk, a telefonhoz nem nyúltunk. Így 5,4 méterig jutottunk. Az így kapott értékek (decibelben): -3.7948718, -4.6410255, -0.44155845, -4.5263157, -4.452055, -4.679487, -4.5405407, -4.589041, -4.240506, -4.4935064

Ábrázolva Matlabbal:



Ez után a mobil készüléket felfüggesztettük körülbelül 2 méter magasságban egy, a folyosón hosszában kifeszített huzalon, a laptopot rögzítettük egy széken, és a telefont mozgattuk a levegőben 60 centiméterenként a fading és a reflexió csökkentése érdekében. Az így kapott eredmények (decibelben): 0.0, -3.9863014, -2.108108, -4.6578946, -4.6216216, -4.60274

Ábrázolva Matlabbal:



Különösen az első ábrán jól látható, hogy egy kezdeti ingadozás után a jelszint -4.5 DB körüli értékeket vesz föl, ami valóban nem mutat négyzetes csökkenést. Feltételezzük, hogy ennek oka a mérési környezet, a folyosó reflexiója, fadingje. Ez csak alátámasztja azt a tervünket, hogy a méréseket szabad téren is meg kell ismételni.

Mellékletek:

Méréskor használt SHELL script:

#!/bin/bash	do
deg=0	hcitool cc 00:17:00:20:93:6A
echo "tavolsag(dobozban): "	hcitool rssi
read dist	00:17:00:20:93:6A>>logv3i.txt
echo "helyzet(allo/fekvo): "	sleep 2
read pos	done
for ((i = 0 ; i < 8; i++))	mplayer cow.wav>>mplayer.txt
do	deg=\$((deg+45))
echo "">>logv3i.txt	echo ""
echo "\$dist doboz \$pos	echo "Telefonforgatas! \$deg jon!
\$deg">>logv3i.txt	(press any key to continue:D)"
echo "">>logv3i.txt	read key
for ((j = 0 ; j < 100; j++))	done
	rm mplayer.txt

A kirajzoláshoz használt Matlab kód egy része:

60, 120 és 180 centiméterre:

```
d1 = [-3.67, -0.11, 0.0, 0.0, -4.730159,-3.7676768,-0.8989899,-0.88
d2 = [-4.3163266,-4.646465,-1.3366337,-0.2857143,-4.4257426,-4.742574,-
4.622449,-4.6391754];
d3 = [-4.7623763,-4.659794,-4.6907215,-4.7555556,-4.811881,-4.3168316,-
4.74,-4.68]
d4 = [-4.6666665,-4.7083335,-4.811881,-4.556701,-4.4,-4.7722774,-4.76699,-
4.785714];
d5 = [-4.7722774,-4.536842,-4.62,-4.425532,-4.811881,-4.78,-4.7029705,-
4.707071];
```

```
d6 = [-4.357143,-4.379747,-4.4324327,-4.525641,-4.310811,-4.253521,-  
4.3714285,-4.368421];
```

```
fok = [0,pi/4,pi/2,3*pi/4,pi,5*pi/4,3*pi/2,7*pi/4];
```

```
subplot(3,2,1);  
polar(fok, abs(d1),'--r');
```

```
subplot(3,2,4);  
polar(fok, abs(d4),'--r');
```

```
subplot(3,2,2);  
polar(fok, abs(d2),'--r');
```

```
subplot(3,2,5);  
polar(fok, abs(d5),'--r');
```

```
subplot(3,2,3);  
polar(fok, abs(d3),'--r');
```

```
subplot(3,2,6);  
polar(fok, abs(d6),'--r');
```

Köszönetnyilvánítás:

Ez úton szeretnék köszönetet mondani Tihanyi Attilának és Dr. Takács Györgynek, amiért minden felmerülő problémánkat sajátuként kezelték, és amiért irányt mutattak, amikor tanácstalanok voltunk. Továbbá köszönöm Dr. Oláh Andrásnak az elméleti háttér bővítését, és mérőtársamnak, Solymár Zórának támogatását, segítségét és türelmét.

Irodalmi összefoglaló:

[1]Bluetooth SIG, Inc., "Bluetooth Basics", 2009. Elérhető:
<http://www.bluetooth.com>.

[2]Takács György, "Bluetooth, ZigBee, WiFi, WiMAX", digitus.itk.ppke.hu, 2009.Nov.30, Elérhető:
https://digitus.itk.ppke.hu/~takacsgy/Komea12_09.ppt

[3]Anil Madhavapeddy és Alastair Tse, A Study of Bluetooth Propagation Using Accurate Indoor Location Mapping, Cambridge: University of Cambridge Computer Laboratory, 2005. Elérhető:
<http://anil.recoil.org/papers/2005-ubicomp-bluetooth.pdf>

Rövid Összefoglaló

Mérőtársammal, Solymár Zórával a célunk egy olyan szoftver írása mobiltelefonra, amely segítségével megtalálhatjuk a pénztárcánkba, kulcscsomónkra tett bluetooth jeladót. Azért választottuk ezt a technológiát a WI-FI, vagy az RFID helyett, mert ez kis energiaigényű, viszonylag nagy hatótávolságú és sokkal elterjedtebb társainál.

A pontos pozíció meghatározásához szükséges ismernünk az adott telefonba szerelt antenna karakterisztikáját. Ha sikerül rajta találnunk egy esetleges "horpadást", akkor az azt jelentheti, hogy egy fém alkatrész leárnyékolja egy bizonyos irányból az antennát, ezt használhatjuk viszonyítási pontnak iránymeghatározáskor.

A távolság meghatározásához azt a tételt használhatjuk föl, hogy a kibocsátott bluetooth jel erőssége az antennától távolodva négyzetesen csökken. Ezen állítások igazolásához mérések szükségesek, melyeket egy folyosón végeztünk el.

A mérések nem hozták meg a várt eredményt, homogén iránykarakterisztikájú antennáról, és távolság invariáns jelerősségről tanúskodtak. A lehetséges okok közül a szűk folyosón való mérés miatt fellépő fadinget, reflexiót, illetve a közelben működő WI-FI router miatti esetleges interferenciát tartjuk a legvalószínűbbnek. Hogy erről megbizonyosodjunk, kültéri méréseket fogunk végezni, ahol ezek a tényezők elhanyagolhatók lesznek.

Számos mérésünk kiértékeléséhez Java és Matlab kódokat írtunk, az eredményeket ábráztuk, konzulenseink pedig segítettek megérteni azokat, tanácsokat adtak a folytatást illetően.

Több ötletünk van, amelyek megoldhatják a felmerült problémákat, azonban ehhez további mérések szükségesek, így a következő félévben újult erővel vetjük majd bele magunkat a munkába.