

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar
Műszaki Informatika Tanszék

Rádiófrekvenciás kommunikáció és lokalizáció épületekben

Készítette: Rucz Gábor
Évfolyam: V. évfolyam

Belső konzulens: Dr. Várady Géza
Beosztása: Tanszékvezető

Pécs
2013
Kézirat lezárás: 2014. május 2.

Tartalom

Rádiófrekvenciás kommunikáció és lokalizáció épületekben	1
Bevezető.....	3
Nyilatkozat.....	4
Köszönetnyilvánítás.....	4
1. Rádiófrekvenciás azonosítás története.....	5
2. RFID rendszer felépítése	8
Frekvencia sávok	9
Távolságok.....	10
3. Helyzetmeghatározás lehetőségei	12
- Háromszögelés	12
- Szektoros felbontás.....	12
- Más módszerek.....	12
4. Eszközök.....	14
Synapse	14
EK2500 fejlesztői csomag	14
RF eszközök.....	16
5. Mérések.....	18
Wifi-RF100 összehasonlítása	18
RF100-as és RF300 összehasonlítása	20
Eszközök használhatósága, gátló - segítő tényezők.....	21
Távolság mérés*	22
Ál három szögelés.....	23
Felmerült fizikai problémák.....	24
6. Szoftverek	25
Mérésekhez fejlesztett szoftvereim.....	26
Eszközök tesztelése.....	26
Maximális távolság vizsgálat.....	27
Jel terjedés mérés	28
Helyzet meghatározás szoftverei	28
Szoftvereknél felmerülő problémák.....	29
7. Összefoglaló.....	30
Irodalomjegyzék	31
Mellékletek	32

Bevezető

Napjainkban nélkülözhetetlenné váltak a vezeték nélküli technológiák. Segítségükkel könnyebbé válnak a normál élethelyzetek, gyorsabbá és ütemesebbé válik az élet. Számptalan helyen találkozhatunk különböző eszközökkel, amik más-más funkciót látnak el és különböző frekvenciákon, más csatornákon működnek. Manapság sok helyen foglalkoznak a helyzet meghatározás pontosságával és pontosításával. Ilyenek az útbaigazító és navigációs rendszerek, akár levegőben, vízen, vagy utakon. Az útbaigazítás lehetősége új, még nem részletesen vizsgált helyeken is felmerül: irodákban, üzletekben, oktatási intézményekben. Az ötletek újszerűek, személyre szóló információk elérése a felhasználók számára, vagy akár egy rendszer ütemezése és hatékonyságának növelése: futárszolgálatok, építkezések, személyszállítás.

Különösen nagy kihívást jelent a technika számára a beltér feltérképezése. Míg kültéren szabad rálátás van a műholdakra, és a GPS hullámok könnyen elérhetik az eszközöket, addig az épületekben már a jelek elvesznek, nehezen megállapíthatókká válnak. A sok interferencia miatt ezen eszközök pozícióik is nehezen meghatározhatók lesznek. Míg kint kevés, vagy egyáltalán nem éri közvetlen elektromos mezőnek a behatása a készülékeket, addig, egy zsúfolt épület komplexumokban körbeveszik az embert a sokféle kommunikáló berendezések.

A dolgozatom azt hivatott bemutatni, hogy milyen történeti hátterei vannak a rádiófrekvenciás azonosításnak, betekint egy RFID rendszer felépítésébe, és kifejti a résztvevőit. Synapse cég, és eszközök bemutatása, és ezekkel végzett több különböző szempontok alapján készült mérések kifejtése. Több program felvázolás, egy működő rendszer körvonalazása. Több különböző szempontból vizsgáltam meg az eszközöket. Távoltság közben fellépő jelgyengülés, ezeket nagy, mérési darab számmal. Több eszköz más irányból való jelerősség vizsgálat. Maximális távoltság vizsgálat.

Célom egy olyan rendszer létrehozása, ami képes, több kommunikáló eszköz egy, vagy több eszköznek közeli helyzetét megállapítani, és ezeket az adatokat számítógépen feldolgozni, relációs adatbázisba tárolni. Ebben a Synapse cég által gyártott Synapse RF100 és RF300 Enginek voltak a segítségemre, melyeket Várady Géza tanár úr segítségével szereztem be. Emellett egy olyan eszközt szerettem volna létrehozni, ami képes több áramforrással ellátni egy kommunikáló eszközt.

Mindemellett olyan felületet szerettem volna létrehozni egy felhasználó számára, ami könnyen elérhető, mégis bejelentkezési lehetőséggel bír, és több beállítási lehetőségekkel is rendelkezik.

Nyilatkozat

Alulírott, Rucz Gábor (RUGRAAP.PTE), a Pécsi Tudományegyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy a benyújtott jelen TDK dolgozat kizárólag saját munkám eredménye, a témavezető útmutatásai alapján meg nem engedett segítség nélkül magam készítettem.

A TDK dolgozatban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem, és a szerzői jogi szabályoknak megfelelően kezeltem (a szükséges lábjegyzet/ végjegyzet hivatkozásokat, valamint az ábrák hivatkozását megfelelően helyeztem el).

Egyúttal elfogadom, hogy a TDK dolgozatban szereplő tudományos eredményeket a témavezető tanszékelem felhasználhatja további kutatási vagy oktatási célokra.

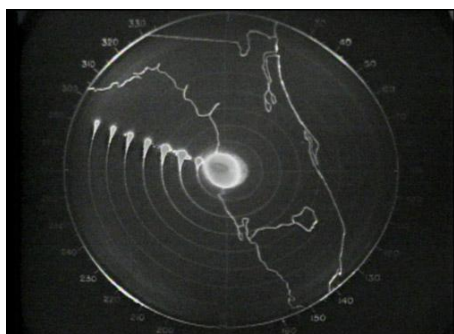
(aláírás)

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Várady Gézának, aki észrevételeivel és tanácsaival, odaadó munkájával segítette a munkámat, valamint az eszközök beszerzését intézte, és rendelkezésemre bocsátotta. Szeretnék köszönetet mondani tanárainknak. Kiemelném Dr. Sári Zoltán tanár urat, aki segítséget és tanácsokat adott a dolgozat megírása során.

1. Rádiófrekvenciás azonosítás története

Az RFID, azaz Radio Frequency IDentification, egy automatikus azonosításhoz és adatközléshez használt technológia. Ez a technika egészen a II. Világháborúhoz nyúlik vissza, mikor a skót származású fizikus Sir Robert Alexander Watson-Watt 1935-ben kifejlesztette a rádiólokátort¹. Mely adatok küldésére még nem volt elegendő, de az észlelésre már elég szükség volt. A radar által kisugárzott jelek visszaverődését figyeli és állapítja meg a tárgyak helyzetét. Rengeteg helyen terjedt el, ilyen például a repülés, hajózás, vagy akár a meteorológia. A háborúk idején lég-vízvédelmi célokat láttak el.



Harc közben a német csapatok vették észre, hogy ha megváltoztatja a gép dőlés szögét, a visszavert hullámok megváltoznak. Ez tekinthető kezdetbeli azonosításnak, első passzív RFID rendszernek.

1939-ban, szintén Watt vezetésével, minden repülőgépbe titokban egy felismerő rendszert fejlesztettek ki (IFF = Identify Friend or Foe, azaz Azonosítás Barát vagy Ellenség). Aminek segítségével a kapott hullámot, egy egyedi jelekből álló sugárzást indított a földfelszínre, így azonosítani tudták a saját repülőgépeiket. Ez megfelel a ma használt RFID rendszerek működési elvének. Megállapíthatjuk, hogy ez lehetett az első aktív RFID szerkezet.

1960-as években² jelentek meg először üzletekben RFID technológiák, de nem a hétköznapi ember számára, hanem a bolti lopások megelőzésére. Ezek voltak az elektronikus termék-felügyeleti rendszerek (EAS), amiket még mindig használnak (pl. ruházati boltokban).



http://www.id-est.it/images/stories/EAS_RFID_UHF.png

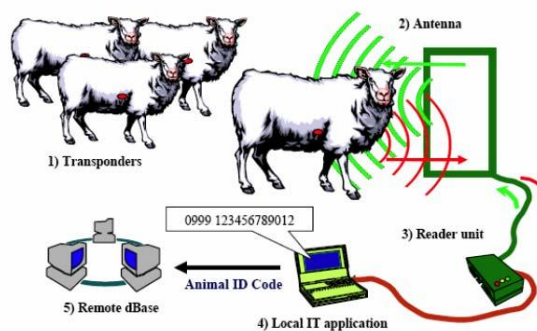
¹ Rádiólokátor [Online] <http://hu.wikipedia.org/wiki/Radar> [2012.11.04]

² RFID, azaz a rádiófrekvenciás azonosítás [Online] <http://www.gaid.hu/info/450> [2012.11.08]

A rendszerek mikrohullámú vagy induktív technológiát használtak.

Eleinte semmi információt nem közöltek, csak megállapították, hogy az adott elem jelen van vagy nincs. Ennek értelmében nem is kellett nagy tárolóval rendelkeznie, csupán 1 bittel. Mégis ezeknek köszönhető, hogy az RFID technológia széles körben elterjedt.

70-es években sok szabadalmat kiadtak RFID használatát illetően, és más területek is alkalmazni kezdték. Már nem csak chippel és antennával, hanem saját memóriával rendelkeztek. Ilyen terület volt az állatok nyomkövetése is. Marhákon és birkákon alkalmazták, arra az esetre, hogy ha valamelyik elcsatangolna. Ilyen rendszer fejlesztettek ki az USA Mezőgazdasági Minisztériuma számára. A chipet egy üvegekapszulába az állat bőre alá ültették. Még napig is használnak állatok azonosítására, és Magyarországon 2013-tól kötelezővé teszik ezek chipek használatát. 1973-ban meg Charles Walton olyan szabadalmat hozott létre mellyel kulcs nélkül lehetett zárat nyitni és itt már újraírható memóriával rendelkeztek (EEPROM-mal).



<http://www.scotland.gov.uk/Resource/Img/233074/0068342.jpg>

USA-ban a Los Alamos kutatóintézete egy olyan rendszert fejlesztett ki, ami nukleáris eszközök nyomkövetésére szolgált.

80-as években az autóiparban is felütötte a fejét, kocszi zár nyitás, beléptetés, tankolás, előfordult alagutaknál és fizetős autópályákon is. Sok nagyobb cég kezdett el foglalkozni a témával, ilyenek voltak az IBM, Philips, Bosch, és a mobil gyártásról híres Alcatel. Próbálták az olvasási távolságot növelni.

1999-ben David Brock³ vezetésével olyan olcsó mikrochipet tartalmazó tagakat fejlesztettek ki, amik csak sorszámmal rendelkeztek és internetes adatbázisban tárolták a róluk szóló információkat. Ilyen rendszereket használnak a nagy cégek eszköznyilvántartásra, futár szolgálatok és a könyvtárak (mint például a pécsi Tudásközpont is). Ezek a nagy előnyük az áraikban vannak, nagyon kicsik, (leginkább

³ RFID rövid története [Online] http://www.bcs.hu/index.php?akt_menu=293 [2012.11.08]

az antenna mérete határozza meg a nagyságukat), és ez miatt nagyon sok vásárolható belőlük. Az üzleti életben az volt a változás, hogy a két fél is tudomást szerezzen a termék hol létééről.

Leginkább a mai fejlesztések ezen a területen arra irányítódnak, hogy minél biztonságosabbá tegyék az adatátvitelt, és nagyobb tároló kapacitással rendelkezzenek.

E technológia tanulmányozása céljából több szervezet együtt megalkotta az Auto-ID Center-t 1999-ben.

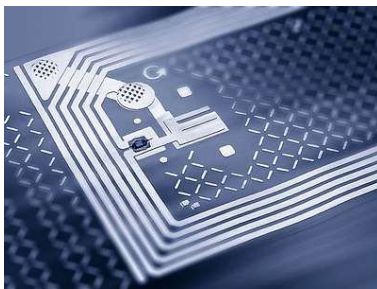
Kifejlesztettek két Air Interface Protocolt (Class 0 és Class 1), az Electronic Product Code (EPC) számozási módszert (amiről még később lesz szó). Majd átadták 2003-ban az Uniform Code Council-nak, és létrehozták közösen, EAN International-nal, az EPCglobal nevű szervezetet, hogy terjesszék az EPC technológiát.

2004 decemberében jóváhagyták a második generációs szabványokat, ezzel is segítve az RFID elterjedését.

2. RFID rendszer felépítése

Eddig sok szó esett az RFID kialakulási körülményeiről és a rövid történetéről. Most nézzük meg közelebbről a működési elvét, felépítését: A technológia arra az elképzelésre épül, hogy az adat kommunikációhoz nem szükséges közvetlen vezetékes kapcsolat, azaz egy adatcsere folyamán nem szükséges meghatározni az olvasandó tárgy helyét. Csak egy adott távolságon belül kell elhelyezkednie, ez függ a rádiófrekvenciától, a leolvasó teljesítményétől, valamint a címke és a leolvasó közötti anyagoktól.

Felépítése: Legtöbb RFID-s rendszer 3 rész(ek)ből áll: tag(ek), reader, middleware.



Tagek, más néven címkéknek, válaszjeladóknak, vagy szakszóval élve Transpondereknek nevezzük. Ezeket a szerkezetek kell az azonosításra szánt tárgyra, élőlényre ráhelyezni. Kétféle transponder létezik:

<http://www.ictrfid.com/images/rfid-tag.jpg>

Passzív és Aktív.

Passzív tag nem rendelkezik saját adóval, sem energiaforrással. Csak a readertől sugárzott energiát képes felhasználni, hogy az apró CMOS IC feléledjen, és a benne lévő egyedi (modulált) karaktereket elküldenie. Vannak olyan változatok, amik rendelkeznek belső, írható memóriával, EEPROM-mal. Jelenleg a legelterjedtebbek közé tartoznak, az olcsó előállítás és az egyszerű kezelés miatt. 2005-ben a legkisebb felületű címke 0,4*0,4 milliméteres volt.

Aktív tag el van látva már belső energiaforrással. Így nagyobb területet tud lefedni, nagyobb memóriával rendelkezik, a belső, szilikon alapú microchipjükben lévő információk mellett.

Némely tag még a reader által küldött információk rögzítésére, és küldés időpontjának rögzítésére is képesek.

Az nagy energiafogyasztás miatt, olyan módszert találtak ki, hogy a válaszokat csak, impulzusszerűen, továbbítsák, ezzel megnövelve az élettartamot. Ezzel a módszerrel akár 10 évig is működhet egy-egy címke.



2. The evaluation board for the G2C501 is a ready-to-go active RFID tag.

http://www.electronicdesign.com/files/29/12208/figure_02.jpg

További kétféle módon is megkülönböztethetünk tageket: Az egyik valósídejű helymeghatározó rendszerekben (real-time locating system = RTLS) használt beacon. Rendszeres időközönként leadja az egyedi azonosítóját, ez lehet pár másodperctől pár napig terjedő. Ezt a rendszert nagy értékű autóknál alkalmazzák. A másik a beléptető rendszereknél használt transponder. A beacon rendszeres időközönként ad jelet, időben folytonosan, a transponder csak az olvasó jelenlétében.

Memória kezelés szempontjából létezhetnek

– Csak olvashatók (RO), ezeket gyártáskor implementálják bele a rendszerbe és nem változtatható meg

- Egyszer írható, sokszor olvasható (WORM), ezeket az eszközöket a gyárban nem állítanak be semmiféle azonosítót, csak egy üres memóriával látják el. És a felhasználó égetheti bele később az adatokat.

- - Többször írható és olvasható, ezeket egy szerkezet, a benne foglalt memóriát megváltoztatják.

A readert olvasónak, más néven Interogátornak hívjuk. Általában fix rögzített helyen helyezkedik el [kapuk(ban), vagy könyvtári kölcsönző asztaloknál], de előfordul, hogy hordozhatóként használják (például egy rendezvény esetén: futás, úszás). Általában hálózati feszültségről működik. A reader funkciója: benne tárolt adatok kisugárzása, a tag-tól kapott adatok begyűjtése, feldolgozása, esetleges átalakítása, és tovább küldése a middleware-nek vagy szervernek.

Middleware, egy olyan szoftver és hardver, ami az olvasó és az informatikai hálózat/szerver között helyezkedik el. Funkciója az adatok feldolgozása, szűrése és küldése a megfelelő végberendezés felé. Több middleware alkalmazás is létezik. Legfőbb különbségük az RFID felügyelete, konfigurálása, szoftver upgrade-elése. Az újabb olvasókba már integrálják a feldolgozó szoftvert futtató egységet, ezzel is felgyorsítva a folyamatot.

Frekvencia sávok

Az RFID rendszereknél használatos frekvenciasávok 9kHz-től egészen 5,8 GHz-ig terjednek.

Alacsony frekvenciában (LF) működő azonosító rendszerek: Ezek az eszközök 9kHz-125 kHz közötti frekvenciákon működnek. Az integrált áramköröknél bezáruló sok menetből álló tekercs az antenna. Ebben az esetben induktív csatolást alkalmaznak: az olvasó antennája és a tag antennája együtt egy elektromágneses mezőt gerjeszt. A tag ebből a mezőből nyeri az energiáját, beépített chip áramot kap és megváltoztatja az antennán való terhelést. Az olvasó érzékeli az energiaváltozást, majd ebből egyeseket és nullásokat hoz létre. Mivel a kettő szerkezet együtt alkotja a mezőt, így viszonylag közel kell lenniük egymáshoz.

Magas frekvenciában (HF) működő azonosító rendszerek: Ezek az eszközök 10MHz-től 15 MHz frekvenciáig terjednek, tipikusan 13,56MHz-et használnak a gyakorlatban. Itt az áramkörnél már kis fordulatokból álló tekercs van, de már spirális alakban, ami hatékonyabbá teszi az adatátvitelt.

Ultra-magas frekvenciában (UHF) működő azonosító rendszerek: Ezeknél az eszközöknél elég keskeny frekvencia sáv használható: 850-950 MHz között. Ezekben az eszközökben az IC-knél összekapcsolódó, kétpólusú (dipól) antennákat használnak. Ezek a rendszerek úgynevezett propagation csatolást alkalmaznak. Itt a tag nem a mezőben tartózkodik, hanem az olvasó által kisugárzott, az antennán megváltozott terhelést egy módosított jelként küldi vissza. Ezt nevezzük backscatter-nek. Az UHF transponderek háromféleképpen tudják visszaküldeni a jelet: amplitudó-, fázis- és frekvencia „shift key” módszerrel. Mivel itt már nagyobb távolságra szóródik ki a jel, figyelembe kell vennünk a jelek terjedésének hibáit. Például a visszaverődés, elnyelődés, jelek ellenőrzése, valamint elérhetnek olyan tageket, amiket nem akarunk beolvasni.

Mikrohullám frekvenciában működő azonosító rendszerek: Ebben a frekvencia sávban már a Wi-fi hullámaival azonos: 2,45 GHz, és ez felett 5,8 GHz-n kommunikálnak az eszközök

Távolságok

A jeltovábbítás távolságát nagyban befolyásolja a frekvencia tartomány, az antenna és aktív, illetve passzív-e az eszköz.

- Alacsony frekvenciákon 15 cm kisebb.
- Magas frekvenciákon 1,5 méter
- Ultra-magas frekvenciákon 1-100 méter (433 MHz-en), 1-2 méter általában
- Mikrohullám frekvenciákon 5 méter (ISM rendszereknél), 200 méter-t is elérhetik

Az olvasó által kibocsátott energia sűrűsége a távolsággal csökken, de a tag-ek által visszavert jel viszont ennél sokkal gyorsabb mértékben módosul. Ezt a rendszer kialakításánál figyelembe kell venni. Mivel az olvasó által kibocsátott energia sűrűsége a távolság négyzetével arányosan csökken. És az UHF transponderek (amelyek nem tartalmaznak belső energiaforrást), nagyon kis energiával adnak jeleket, a visszavert energia a távolság negyedik hatványával csökken.

Sok olvasót külső antennával látnak el a jobb jelátvitel miatt. Ha nagy távolságba helyezük el, (például a kapuknál), a jel csillapodik és gyenge teljesítményt érhetünk el.

3. Helyzetmeghatározás lehetőségei

Két féle helyzet meghatározást használnak: Ebből az egyik az **abszolút**⁴, azaz navigációs mérés. Ez azt jelenti, hogy egy vevő készülékkel és több adóval egy 3 dimenziós koordináta rendszerbe elhelyezzük a keresett tárgyat. Amennyiben nem nagy távolságokról van szó, akkor elég 2 dimenzióban feltérképezni a területet. Amikor már szintekről, magasságokról kellene adatokat nyerni, abban az esetben a harmadik térsíkot is számításba kell venni.

A másik a relatív meghatározás, ami már több vevőt igényel és referencia pontokként használt méréseknél viszonyítani lehet a keresett eszköz helyére.

Vannak utólagos (viszonyítás alapú is ilyen) adatfeldolgozások, és vannak real time, valós idejű, azaz nagyon kis időkésléptéssel megkapott pozíciók. Ezeket a rendszereket hívjuk RTLS (Real Time Location System) rendszereknek. Ezt a módszert használtam én is a későbbiekben.

- Háromszögelés⁵

A legismertebb használati módszer egy ismeretlen pont meghatározására 2 ismert pont és a 3. ponttal bezárt háromszög 2 szöge ismeretében megállapítható a 3. pont. Már a középkorban térképek készítésénél is jelen volt ez a módszer. Ezt a technológiát használták fel, csak 5 rendű ponthálózattal a globális helyzet meghatározásnál is. Itt is távolságokat mérnek, ellenben a kibocsátott jelnek a vétele és kiadása között eltelt időt nézik.

- Szektoros felbontás

Ezt a módszert akkor használják, amikor kis területeket szeretnének lefedni és meggyőződni róla, hogy az adók a kiküldött jelek visszaérkeznek a vevőtől. Ezt használják a mobil szolgáltatók is, hogy biztosan le tudjon fedni több területet is.

- Más módszerek

⁴ Mérési technikák, a vevők típusai [Online] <http://www.geo.u-szeged.hu/~laci/ab-Geoinfo-tananyag/ch12s04.html> [2013.10.02]

⁵ <http://hu.wikipedia.org/wiki/H%C3%A1romsz%C3%B6gel%C3%A9s>

A vezeték nélküli kapcsolatokkal rendelkező eszközök meghatározására a WPS⁶, azaz Wi-Fi Position System-t használják, ami a routerek⁷ vezetékes hozzáféréseire támaszkodik, és ezzel kéri le azt a körzetet, ahol az eszköz jelen van.

Eleinte voltak olyan próbálkozások, amivel egy fotó készítésekor⁸ a képet megfelelően elforgatja, és az ismert pontokból próbálja a készítésének helyét megállapítani. Bel térben kísérletet tettek arra, hogy összekapcsolják az eszközökben lévő bluetooth technológiával a pozicionálást. Arra a megállapításra jutottak, hogy nincs akkora hatóterülete, ami elég lenne az épületekben való használathoz.

Egy újabb koncepció⁹, hogy ultrahang segítségével be lehet-e mérni az eszközök helyzetét. Olyan több hangfalból álló tereket alakítanak ki, melyeket kis mikrofonnal ellátott eszközök érzékelnek az alacsony hanghullámokat. Ezzel próbálnának a szakemberek következtetéseket levonni a tárgyak helyzetéről.

Ezek mellett sok más módszer¹⁰, illetve elgondolás is született a témában.

⁶Berta Sándor Helyzetmeghatározás GPS nélkül [Online] http://sg.hu/cikkek/57924/helyzetmeghatarozas_gps_nelkul [2013.10.20]

⁷Dojcsák Dániel Wi-Fi-vel követhetőek a plázák látogatói [Online] <http://www.hwsz.hu/hirek/50217/yfind-wi-fi-nyomkovetes-epulet-indoor-helyfuggo.html> [2013.10.22]

⁸Helymeghatározás képfelismerő rendszerrel [Online] http://sg.hu/cikkek/31860/helymeghatarozas_kepfelismero_rendszerrel [2013.10.22]

⁹[Online] http://www.aitia.ai/web/iaws-old/news//asset_publisher/DFJ89azYmf5e/content/id/35573 [2013.10.25]

¹⁰Rádiófrekvenciás technológián alapuló helyzetmeghatározás és 3D megjelenítő alkalmazás kutatása, fejlesztése [Online] <http://www.hwsz.hu/hirek/43310/aquis-radiofrekvencias-helymeghatarozas.html> [2013.10.31]

4. Eszközök

Eleinte a számomra használható frekvenciák közül olyan esetet vizsgáltam meg, aminek tulajdonsága nagyban hasonlít a leendő eszközök tulajdonságaival. Háztartásokban sok helyen előforduló adatforgalom irányítására használt útválasztó segítségével állapítottam meg a jelek terjedését. A router jelét megfelelő eszközzel, esetünkben egy mobiltelefonnal állapítottam meg, továbbá lekértem a térerősségét.

Ezután közbeszerzés segítségével, Várady tanár úr közbenjárásával rendeltünk egy amerikai cégtől rádiófrekvenciás jelek kibocsátására alkalmas eszközöket, név szerint a Synapse¹¹ gyártó termékeit.

Synapse¹²

Synapse Wireless cég székhelye Alabamában egy Huntsville nevű településen található. Fő szakterületük az intelligens, vezeték nélküli ellenőrzési és felügyeleti technológiák, operációs rendszerek, és eszközök kifejlesztése. A cég 2006¹³-ban alakult és mára már több mint 3000 mérnököt foglalkoztat. 2012-től McWane Inc. leányvállalata működik.

Sok felhőszolgáltatásokat kínál: kültéri és beltéri világítás alkalmazások, hőmérséklet felügyelet, vagyon tárgyak pozícióinak meghatározása, stb.



EK2500¹⁴ fejlesztői csomag

Azért volt szükségünk a csomagra, mivel ez tartalmazott olyan fejlesztői kártyákat amivel hozzáférhettem az eszközök belső programjaihoz, emelet plusz eszközöket és kábeleket tartalmazott.

¹¹Company Overview of Synapse Wireless Inc.[Online]
<http://investing.businessweek.com/research/stocks/private/snapshot.asp?privcapId=54715988> [2013.11.02]

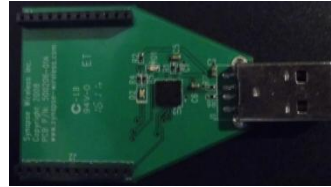
¹²<http://www.synapse-wireless.com/about/synapse-wireless>

¹³<http://www.insideview.com/directory/synapse-wireless-inc>

¹⁴<http://www.synapse-wireless.com/snap-components/kit/network-evaluation>

A csomag tartalmaz:

- ❏ egy SN111-es vég eszközökre fejlesztett demonstrációs panelt,
- ❏ egy SN171-es proto panelt, ami segítségünkre van a fejlesztés letesztelésében,
- ❏ egy SNAP USB stick, ami a számítógéppel való közvetlen kommunikációt oldja meg,
- ❏ két darab RF100-as engine-t, amik egyben betekintést engedtek egy hasonló eszközök világába
- ❏ két adaptert(sajnálatos módon nem kompatibilis a magyarországi elektromos hálózati szabvánnyal), soros kábel, antenna, elemtartó, 2db ceruza elem

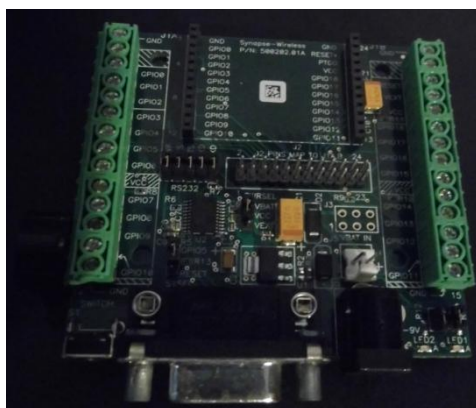


SN111¹⁵: Egy olyan integrált áramkörrel van szó, ami rendelkezik két féle áramellátással: AA-s elemekkel vagy adatterről (mely váltó áramról is működik, beépített AD konverter miatt), több féle bemenettel: RS-232port, kisebb input impulzusokra elegendő



kettő gomb (az egyik a RESET feladatot látja el), kimenettel: egy LED, egy hétszegmenses kijelző és szintén soros port is működik. Ezek mellett sorkapoccsal lehet IO portokkal adatokat közölni.

¹⁵ <http://datasheets.globalspec.com/ds/3792/SynapseWireless/9E6E69C1-08E9-43AF-8BDA-682781822E5C>



SN171¹⁶: Szintén egy integrált áramkörrel beszélünk ebben az esetben is, annyi különbséggel hogy más felépítéssel rendelkezik. Itt már nem integrált elemtartóról beszélünk, hanem külső csatlakozásról. Szintén működik adatterről, de már csak egyenáramot tud fogadni. Az eszköz összes port-ja /lába ki van vezetve, és

szabadon lehet rácsatlakoztatni eszközöket. Már csak 1 gomb található ezen, de 2 LED-el rendelkezik. Ebből az eszközből indultunk ki az RTLS megvalósítása felé.

RF eszközök

A rendszer magját és legfontosabb részét képező egységek az RF eszközök. Ezek felelnek a wireless kommunikációért, olyan posztokat látnak el, mint tag, reader, és middleware. Beszerzés előtt sok szempontot szem előtt tartottam, hogy megfelelő eszközt találhassak a feladatomra. A Synapse sok termékkel rendelkezik, mind különböző adottságokkal. Például: RF200-as – elem barát, RF300-beltérbe ajánlják, SM200-300- kedvező ár, SM700- multi funkció, flexibilis.

Azért választottuk az RF300-as modulokat a rendszer létrehozásához, mert hasonló adatokkal rendelkezett, mint az RF100-as, és beltéri eredményei mellett is nagy távolságot képes lefedni. Ezek mellett pár adat az eszközökről:

	RF100 ¹⁷	RF300 ¹⁸
Frekvencia tartomány	2,4GHz	915MHz
Nyers bitráta	250Kbps	150Kbps
Antenna típus	RP-SMA	RP-SMA
Vételi érzékenység	-102dBm	-99dBm

¹⁶ <http://synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-SNAP-ProtoBoard-SN171-Product-Brief.pdf>

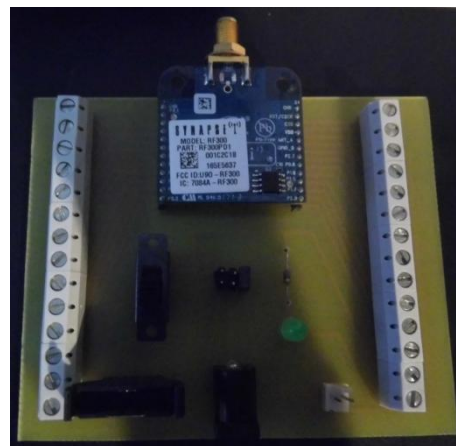
¹⁷ <http://www.synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-RF-Engine-RF100PC6-RF100PD6-Data-Sheet.pdf>

¹⁸ <http://www.synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-RF300xx-Engine-Product-Brief.pdf>

Áramerősség változás küldéskor, fogadáskor	115 mA / 60 mA	85 mA / 15,5 mA
I/O portok	19	15

6-6 darab 915MHz-es (külső és belső antennával rendelkező) RF300 eszközöket rendeltünk.

Létrehoztam Kincs Ákos segítségével, a már meglévő SN171-es Protoboardból, egy leegyszerűsített áramkört. Így a szükséges funkciókat kivezetésekkel olcsón érthetük el. Külső eszközök csatlakoztatására (LED, buzzer, button) képes a lapon keresztül az eszközünk, tápellátást pedig gombelem (CR2032-es gombelem), elemtartó, vagy adapter segítségével tudja



biztosítani. A nyák terv Sprint Layout-ban lett elkészítve. Tervezésnél próbáltuk figyelembe venni a már meglévő fejlesztői lapot, elektronikai szempontból pedig következtetni, hogy melyik portja hova van kivezetve. Ez a tervezés egy prototípus készítésével járt. Észrevettük, hogy a földelése máshol is jelen volt. Kábel segítségével utólag pótoltuk a hiányzó földelést, és a későbbi tervben már benne volt a vezetékezése. Az elkészült tartón kis eltérésekkel tudtuk megállapítani a feszültséget, mivel különböző értékeket tapasztaltunk, de ez betudható az eredeti eszköz összetettségének (plusz kapacitások, ellenállások). Számunkra ezek az eltérések nem annyira lényegesek, hiszen a portokon megjelennek az impulzusok, és az eszköz is tud hasonlóan működni, kommunikálni. Problémát okozott az eszközök beszerzésénél, hogy a tűskesor aljzatot megrendeléssel kellett megvásárolni, mert eltér az amerikai szabványtól, és 2mm-es tűskeközzel rendelkezik. (SI szabvány)

5. Mérések

Az eddig leírtak alapján, arra a megállapításra jutottam, hogy a RF rendszerek szűk köre alkalmas lehet egy időben folyamatos, diszkrét jelek vételénél pozíció megállapítására. Mivel léteznek időperiódusként folytonos jelküdésre képes RF tagek, valamint magasabb frekvenciákban az olvasható távolság nő. Emellett antenna segítségével a hatást lehet fokozni.

2012-ben egy olyan mérést végeztünk egyik társammal, Csizmadia Tamással, ami megmutatja a jelerősségek változását a Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Karának A épületében (aula). Minden mérés fix pontja, azaz az olvasó, az aulában található a tv-k előtt lett elhelyezve. Innen nagy területet tud közvetlen rálátással lefedni. *Összes mérési pont elhelyezkedését a mellékletekben csatoltam.*

Wifi-RF100 összehasonlítása

Az új eszközök segítségével összeszeretném hasonlítani az akkori router - telefon méréseit, a mostani RF100-as wifi frekvencián kommunikáló eszközök eredményeivel.

Egy fix helyzetű TP-Link TL-WR542G¹⁹ router(+Antenna : 5dBi Detachable Omni-Directional) kommunikált egy Samsung Galaxy i9000-as mobil telefonnal. Megfigyelhetjük, hogy nagy eltéréseket mutat az olvasó közelében a két mérés.

¹⁹ <http://www.tp-link.com/en/products/details/?model=TL-WR542G>

Pontok	Távolság	Wifi-vel mért	RF100- al mért	Eltérés mértéke
MP009	2,93 m	-66 dBm	-35 dBm	31 dBm
MP002	13,22 m	-71 dBm	-43 dBm	28 dBm
MP006	14,02 m	-72 dBm	-49 dBm	23 dBm
MP001	14,95 m	-65 dBm	-36 dBm	29 dBm

*teljes táblázatot megtekintheti az anyag végén

A mellékelt kivágott táblázatban látható ,hogy az olvasó közelében mért eredmények között nagy különbségek láthatók: 25dBm-30 dBm .

Amennyiben az olvasótól távol mérünk ezek a különbségek kisebbek lesznek.

Pontok	Távolság	Wifi mért	RF100 mért	Eltérés mértéke
MP012	22,35 m	-87 dBm	-79 dBm	8 dBm
MP008	25,39 m	-79 dBm	-65 dBm	14 dBm
MP010	31,07 m	-80 dBm	-65 dBm	15 dBm
MP014/b	53,54 m	-92 dBm	-77 dBm	15 dBm

*a pontok elhelyezkedését a mellékelt térképen nézhetik meg

Látható, hogy elég 10 métert menni és már kevesebb lesz az eltérés a mért értékek között rálátás mellett.(10dBm-17dBm) Ezek az értékek változhatnak változó környezetben. Előfordulhat, hogy növekszik ez az eltérés külső környezeti változók esetén.(25-35 között)

Következtetés: A két mérést megfigyelve egy olyan következtetést tudok levonni, hogy minden esetben jobb jelerősséget kapott/küldött a fejlesztő eszköz. Elmondható, hogy a gyári eszköz megbízhatóbban szerepelt a mérések folyamán. Míg nagy távolságnál a fejlesztő eszköz eltűnt, vagy ritkán jelent meg, addig a telefonon megfigyelt jelerősség pontos értékeket adott és megbízható kapcsolatot alakított ki. Tehát elmondható hogy az én feladatomra a fejlesztő eszköz jobbnak bizonyul.

Pontok	Távolság	Wifi mért	RF100 mért
MP011	32,65	-95	NA
MP013	39,33	-95	NA
MP007	46,79	-87	NA

Míg a gyári wifi-s router és a telefonnal vizsgált jelterjedésnél volt kapcsolat, addig az RF100-assal ez már szakadozott, vagy teljesen el is tűnt.

RF100-as és RF300 összehasonlítása

Kétféle eszközt használtunk a továbbiakban a mérések során: RF100-ast a fejlesztő eszközök mellé, ezek 2,4 GHz-es frekvencián működnek. RF300-as eszközökből rendeltünk többet, melyekkel a végleges rendszert szeretném kialakítani. Ezek 915MHz-es frekvencián működnek, kissé nagyobb (a leírt adatai alapján) a jelterjedési távolságuk. Mindegyik eszközt a mérések során antennával szereltem fel. Így a maximális távolságot és a legjobb jelerősséget szerettem volna elérni.

Az eredmények arra adnak magyarázatot, hogy a kisebb frekvenciával rendelkező eszközök a kis adatkommunikáció miatt bizonytalanabbá válnak, sok olyan kauzális eltérés volt, amit csak egy impulzus erejéig lehetett megfigyelni. Ilyenkor vagy jelerősség csökkenés, vagy erősödés mutatkozott. Pozitívumként elmondható, hogy nagyobb területet lehetett lefedni ezzel az eszközzel, mint az RF100 társával. Igaz, pontatlanabb voltak az értékek. Az RF100-asok 250kbps-os kommunikációval rendelkeznek, míg a 300-as társaik csupán 150kbps-al. Míg hivatalosan mindkét eszközre 3 mérföldet, azaz közel 4 km-t írnak, addig ennek csekély része bizonyult használhatónak a valóságban. Vannak olyan pontjai az épületnek ahol a jelek elvesznek, így ezeket vehetjük egyfajta határnak, emellett, több összetevő befolyásolja a jelek terjedését.

Magyarázattal szolgálhat a különböző értékekre az is, hogy a két mérés nem egy időben zajlott, így az áramforrás már huzamosabb ideig használatban volt, a mobilitást szolgáló elem pedig elkezdett merülni. Itt változó feszültség értékeket lehetett megfigyelni. Változó eltérésekre példák:

Pontok	Távolság	RF100	RF300	Eltérés mértéke
MP009	2,93 m	-36 dBm	-52 dBm	-16 dBm
MP001	14,95 m	-36 dBm	-49 dBm	-13 dBm
MP005	16,16 m	-51 dBm	-84 dBm	-33 dBm
MP012	22,35 m	-79 dBm	-77 dBm	2 dBm
MP017	22,98 m	-42 dBm	-63 dBm	-21 dBm

Az eredményekről leolvasható, hogy elég nagy az a sáv ami tartalmazza a két eszköz mérés.

Eszközök használhatósága, gátló - segítő tényezők

A lefedni kívánt terület 92 méter hosszú és 72 méter széles. Az eszközök sok fal és az elektromos hálózat mellett is, az 52 méter távolságot le tudták fedni (ezek az adatok egy pontról történő jelerősséget mutatják, más körülmények között lehet jobb és rosszabb az adatkommunikáció).

Hátráltató tényezők közé soroljuk a jel elnyelést, esetleges visszaverődést. Ezek a tényezők a két kommunikáló eszköz köztes anyagoktól függenek (levegő, fa, beton, elektromos eszközök, emberek). Mivel nem szabadtéren, hanem zárt térben szeretném a helymeghatározást, így a zárt tér elhelyezkedésének figyelembe vétele fontos és helyszíntől függően változik. Ezek szerint nem mondhatjuk el, hogy bármilyen körülmények között ugyan az lesz az eredmény. Emellett a jelek erőssége nagyban függenek a jelek haladási irányától.

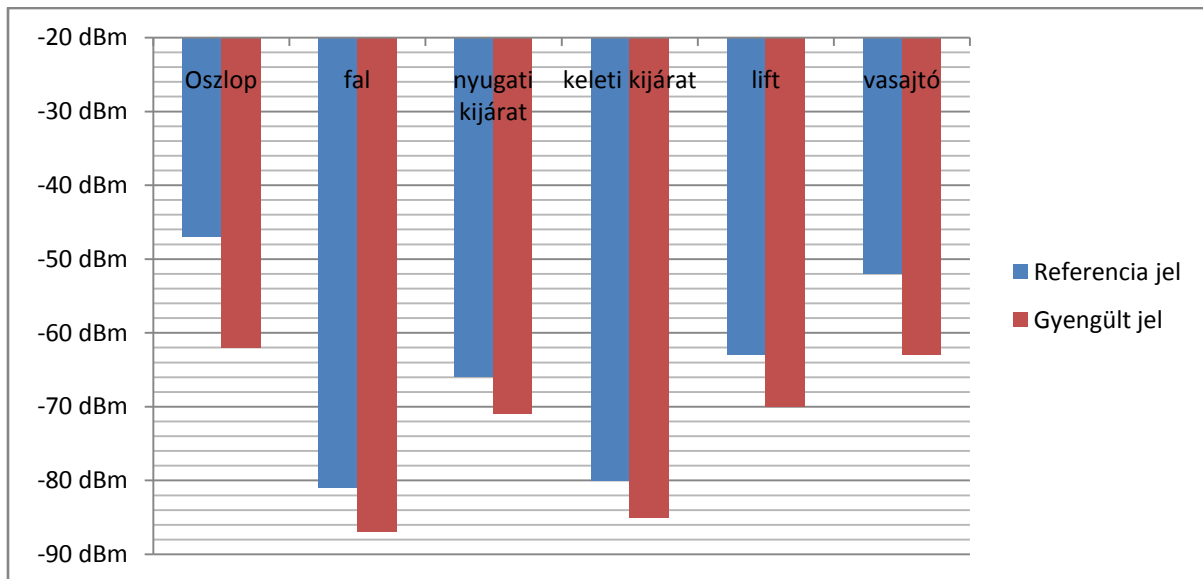
Pár mérési különbségek anyag jellemző szerint:

Beton(oszlop/fal)		Üveg(Kijáratok)		Fém(lift/fém ajtó)	
MP001	-47 dBm	MP004/a	-66 dBm	MP005	-70 dBm
MP002	-62 dBm	MP004/c	-71 dBm	MP006	-63 dBm
MP003	-81 dBm	MP014/a	-80 dBm	MP016	-52 dBm
MP015	-87 dBm	MP014/b	-85 dBm	MP017	-63 dBm

Oszlopok között 15dBm volt a jelvesztés, míg a fal esetében 6dBm. A jel terjedése merőlegesen zajlott, ez megkönnyítette az adatcsomagok küldését.

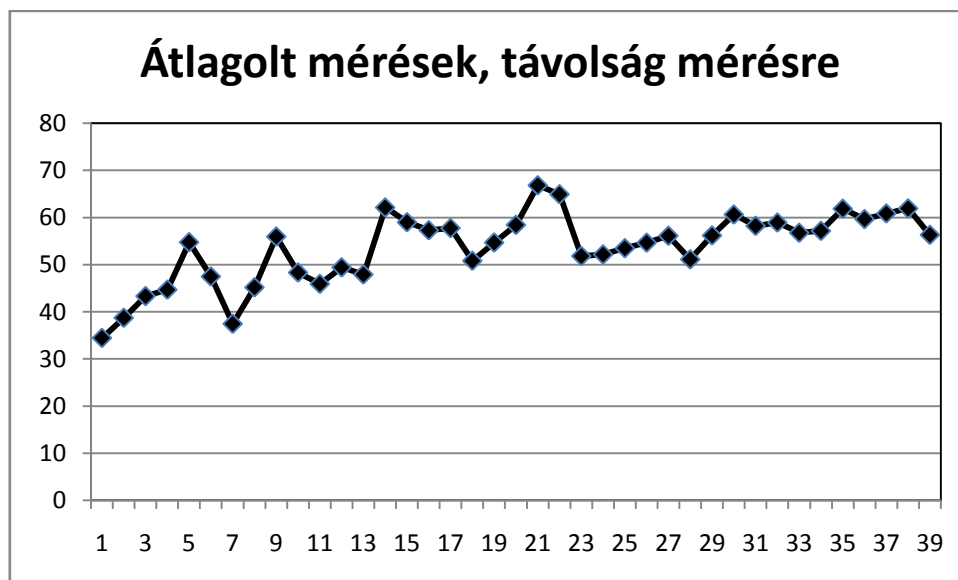
Szigetelésre tervezett üvegek esetén, amik a kijáratoknál is megtalálható 5 dBm volt a signal visszaesése. Az üveg rétegek összege azt okozta hogy a vétel a második ajtó után véglegesen eltűnt.

Fémes környezetben átlagosan 10 dBm-al esik a kapcsolat. A lift estében kicsi az a felület, ahol a hullámok áthatolnak, megerősítik a kontaktot a külső visszaverődésből származó adatcsomagok.



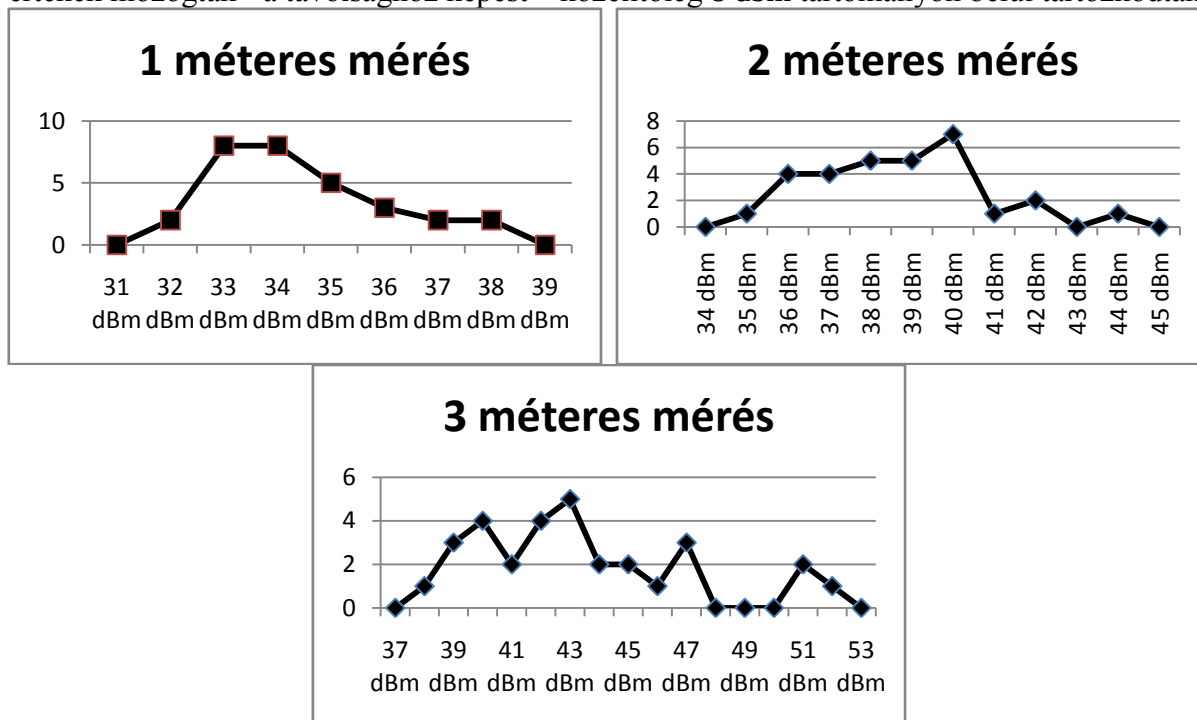
Távolság mérés*

Az eszközök kalibrálásához, és a pozíció pontosításához szükségem volt olyan statisztikát elkészíteni, ami mutatja a jelerősség pontosságát, nagyságát, távolsághoz viszonyított változását. Méréseket méterenként, egyenként 30 mérést végeztünk, a B épület folyosóján. Közel 40 méterig vizsgáltuk az eszközöket.



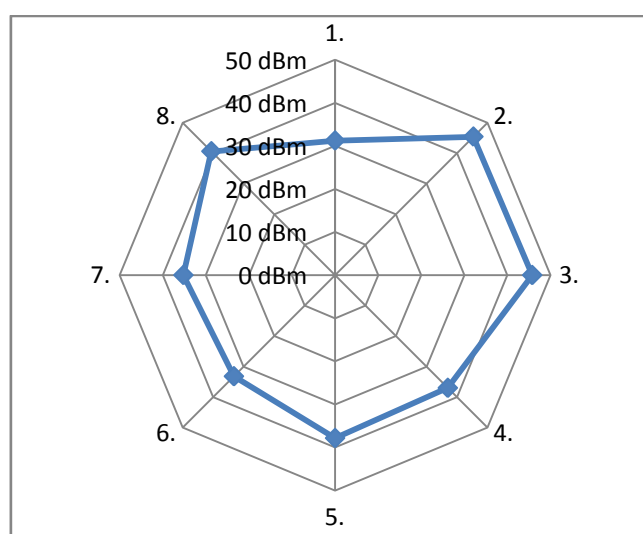
A diagramról leolvasható, hogy minimum tartomány -30dBm-tól kezdődik, ez az érték a méteres távolságon belül is változik. Eddig a legkisebb mért értékek 20dBm körül vannak. A méréseket közvetlen rálátással oldottam meg, bár így is voltak gátló és segítő tényezők: Székek, bútorok, emberek (akik átmentek a mérés közben), falon található poroltó, elektromos vezetékek, és épülettartó elemek. Maximális mérést a távolság közepén mértem, 22. méteren, ahol 87 dbm volt az erősség. Ez az érték közelít a jelvesztéshez (-90~-93). A sáv, amiben az

értékek mozogtak - a távolsághoz képest – közelítőleg 8 dbm tartományon belül tartózkodtak.



Ál három szögelés

Tanárom javasolta ezt a mérési módszert, kezdeti két eszköz kommunikációjának pontosságához. Az elv az, hogy a keresendő eszköztől volt tudomásom, és fix távolságból, de több irányból körbejártam. Eredményeket kiértékelve, olyan megállapításra jutottam, hogy az eszközök távolsága között más irányból mérve eltérő eredmények jelennek meg egy bizonyos tartományban.



Ha a mérés végeredményénél figyelmen kívül hagyjuk az 1. pontot, mivel az adatokat rögzítő eszköz közbeszól a mérés kimenetelébe. Így, egy elég kis intervallummal

meghatározhatjuk az olvasó helyzetét. A mérés során az eszközök között 2 méter távolság volt. Ezen pontok, az olvasóhoz viszonyítva 45°-al voltak eltolva. A megjelenített eredmények 5 beérkezett adat átlagolásából jöttek létre. Így egy olyan következtetés lehet mondani, hogy 2 méteres szektorban van az eszköz, ha a mért érték 35 és 45 dBm között van.

Felmerült fizikai problémák

Az EK2500-as csomag tartalmának felmérésekor és megismeréséhez idő kellett. A működési elvének megismerése nem volt egyszerű feladat. Vannak kisebb rész egységei a két boardnak, amik nem teljesen egyformák. Párat felsorolok.

A táp ellátás az SN111-nél kétféle módon zajlott: adapterrel vagy ceruza elemekkel. Ezek közti váltását, automatikusan megoldotta az SN111, míg az SN171-nél jumper módosítással lehetett váltani az áramforrások között. Ennek a megoldása kis időbe telt.

Míg az adatterről biztos feszültséget kapott, addig az elem sok használat után, merülni kezdett. Mivel nincs sem szoftveresen, sem hardveresen megoldva az elem gyengülésének közlése a felhasználó számára, így a jelentkező problémák (jel vesztes, program feltöltésének elakadása) eleinte nem tudtam mitől lépnek fel. Üzemeltetés egy elemről, és kettőről lehetséges. Egyről bizonytalan a működés.

Mivel az adapter amerikai szabvány volt, így a magyar hálózaton nem tudtuk üzemelni. Így rendeltünk magyar, hasonló értékekkel rendelkező adaptert. De sajnálatos módon megbíztunk abban, hogy az írt értékeket adja le a fogyasztó felé. Több mérést végeztünk az adapteren, miután problémák léptek fel. Azt tapasztaltuk, hogy 2 V-al többet ad le az eszköz felé. Ennek eredményeképpen el lehet mondani, hogy ez a probléma tehet arról, hogy 2 eszköz tönkrement, folyamatos túlfeszültség miatt.

6. Szoftverek

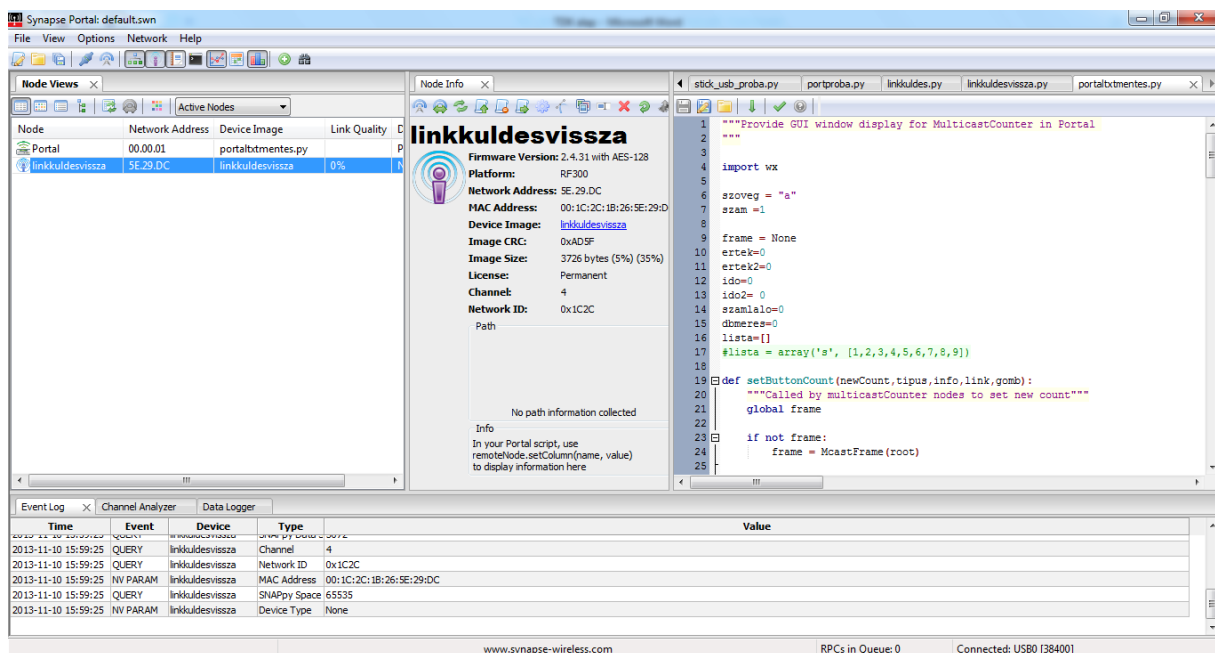
Synapse SNAP: A SNAP egy olyan operációs rendszer amit a Synapse saját IEEE 802.15.4 alapú vezeték nélküli termékeihez fejlesztett ki. A SNAP önmagában egy protokollt jelent: Synapse Network Appliance Protocol. Az operációs rendszer tartalmaz egy mini Python fordítót. Az eszközökre írt Pythonban készült kis programokat SNAPpy-nak nevezik. A csomópontokra írt programok jelentősen meghatározzák a rendszer működését.

Esetünkben a cég, felajánl olyan szoftvert, ami nagymértékben segít a felhasználóknak és fejlesztők. Ez a program a Portal.

Portal: A Portal többféle funkcióval van ellátva. Az eszközökkel USB vagy soros portal tudunk csatlakozni, és azonnal felismeri,

- lekéri a típusát,
- hálózati címét(minden eszköz hálózati címmel rendelkezik),
- firmware verzió számát (ez mutatja az operációs rendszer mennyire friss),
- kommunikáló csatornáját,
- rajta futó program nevét.

A program megkönnyíti a fejlesztést, eszközök működését, konfigurációját és monitorozását.



Bal oldalon az elérhető eszközök láthatók(akár vezetékkel akár vezeték nélkül csatlakoznak), középen a kijelölt eszköz tulajdonságai, jobb oldalt pedig a fejlesztett program.

Míg az események, történések, esetleges visszajelzések alul látható. Figyelemmel lehet követni az adatok áramlását, a csatornák kihasználtságát.

Ez egy szerver applikáció, mely egy XML-RPC szerverként működve, akár az internetről is csatlakozhatunk az eszközeinkhez.

De nem muszáj a felajánlott szoftvert használni, lehetőségünk van arra, hogy saját kliens programot írjunk, akár Pythonban, C++-ban, vagy C#-ban.

Mérésekhez fejlesztett szoftvereim

Eszközök tesztelése

Az első programom portok vizsgálása, adat kommunikáció tesztelése, kimeneti eszközök ellenőrzése. Működése: Elindításkor a használni kívánt portokat megnyitja

```
• • •  
@setHook(HOOK_STARTUP)  
def startupEvent():  
    writePin(LED_PIN, False)  
    setPinDir(LED_PIN, True)
```

, az SN111-en lévő hétszegmenses 0-át mutat, és mindkét eszköz másodpercenként villogtatja a ledjét.

```
• • •  
@setHook(HOOK_100MS)  
def poll100ms(msTick):  
    global secondCounter, LED_PIN  
    secondCounter += 1  
    if secondCounter >= 10:  
        pulsePin(LED_PIN, 200, True)  
        secondCounter = 0
```

Majd ha az SN171-en nyomják meg a gombot, átküldi a másik boardre a szegmensen léptetődik a szám egyel.

```

• • •
def buttonEvent(pinNum, isSet):
    global BUTTON_PIN
    if pinNum == BUTTON_PIN:
        if not isSet:
            szamlalo()
            mcastRpc(1,2,'buzzer',1000)
• • •

```

Amennyiben a másikon nyomják, szintén léptetődik, de az SN171-en lévő buzzer, 1000 ms ideig sípól egyed.

Az mcastRpc olyan metódus, ami mindenkinek egy üzenetet küld, de csak az fogadja, akinél deklarálva van a kért metódus. Jelen esetben a buzzer metódust kéri és egy értéket ad át neki. Ebben a programban a sípolás idő tartalmát küldi el. *A programjai teljes egészét nyomtatva mellékelem a dokumentumhoz.*

Maximális távolság vizsgálat

Ezt a programot azért írtam, hogy lehessen látni(hallani), hol van az eszközök határa, mekkora teret fednek le maximálisan. Itt csak annyit tudnak a programok, hogy folyamatosan kapcsolatban állnak, és ha elveszik a kapcsolat, akkor az SN171-es eszközön lévő buzzer, folyamatos impulzust kap.

```

• • •
@setHook(HOOK_100MS)
def poll100ms(msTick):
    global van

    van=1
    if van==1: mcastRpc(1,2,'keres')
    else: valasz(1)
def valasz(ertek=1):
    global BUZZER_PIN, van
    van=0
    if ertek==0: pulsePin(BUZZER_PIN, 1000, False)
    else: pulsePin(BUZZER_PIN, 1000, True)
• • •

```

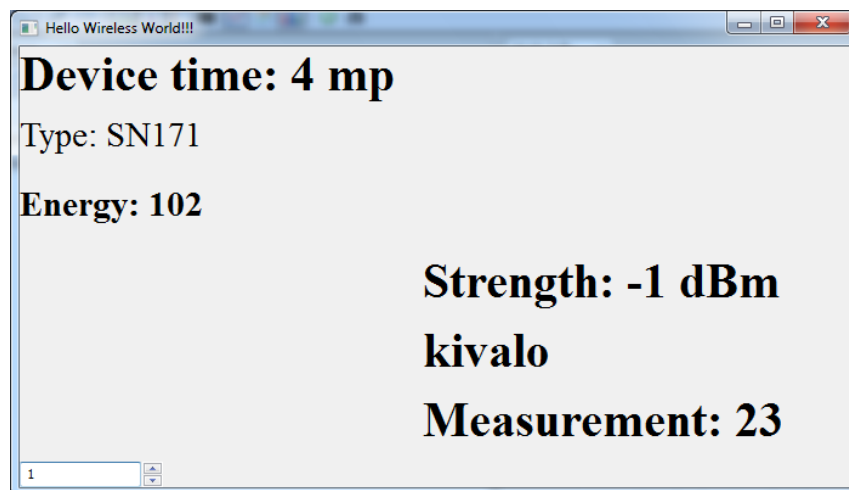
A kódban látszik hogy 100ms-onként vizsgálja az állapotát. Amennyiben külső eszközhívta meg, azaz az ertek amit átadott 0, akkor nem szólal meg, amennyiben a belső folyamat hívta meg a valasz() metódust, megszólal. *Ezt is a dokumentum végén mellékeltem.*

Jel terjedés mérés

A gyorsabb, és több mérés érdekében, plusz a két fejlesztői lap különbség vizsgálata miatt, egy olyan rendszert hoztam létre mely 3 eszköz programból, és egy számítógépen futó programból áll. A működése: a számítógéppel összekötött eszköz (az eszköz nem kommunikál közvetlenül a számítógéppel) kiküld egy lekérést, amit mind a 2 eszköz tud fogadni, és lementeni a kapcsolat erősségét. A számítógépes megjelenítéshez pedig, csak az eszközökön inicializált gombokat kell megnyomni és elküldi a computer számára. Ez mellett tovább fejlesztettem és nem csak a jelerősséget, hanem az eszközön, bekapcsolás óta eltelt időt, az eszközt érintő áramerősséget, és a gombnyomások számát is kiírja. Csizmadia Tamás, akivel a mérést folytattam megkért, hogy ha van rá mód a visszajelzésre a gombnyomásokról, akkor a hétszegmenses kijelzővel azonnal jelenítse meg az eszköz. Így ezt is beleírtam később.

Távolság mérésnél, Sári Zoltán tanár úr rövid konzultáció/tanácsadás után, arra a következtetésre jutottam, hogy ez a módszer nagyon lassú és körülményes. A programot automatikussá alakítottam és 30 mérésenként lementi az eredményeket a program egy txt fájlba. Így megkönnyíti a mérések lebonyolítását a program, és sok adattal lehet dolgozni.

Screenshot a programról:

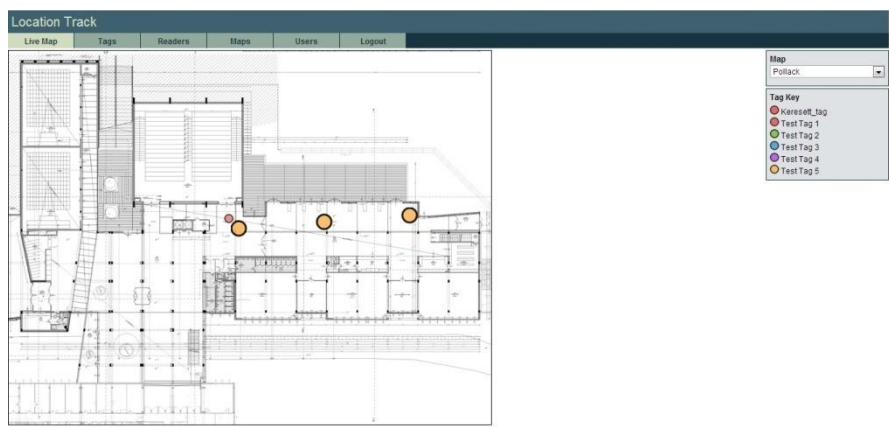
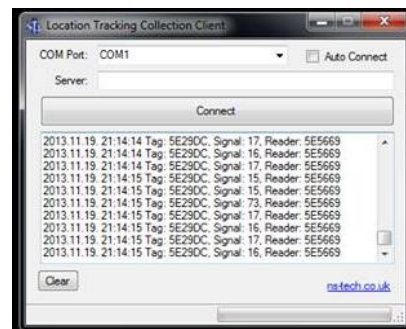


Helyzet meghatározás szoftverei

Eszközoldalról: keresett tagek kiküldik a saját címüket mindenkinek, a readerek a kapcsolat erősségével és a saját címükkel tovább küldik a számítógéppel összekötött eszközre. Ezeket az adatokat tovább küldi soros porton a számítógépnek.

Egy C#-ban írt program segít az adatokat feldolgozni. A megtalálható soros portokat kilistázní, a kiválasztottal felvenni a kapcsolatot, adatokat fogadni, dátum idő bélyeggel ellátni, és továbbküldi a web szerver felé.

A webszerver egy Apache, mysql háttérrel, ahol tárolja a felhasználók adatait (nevüket és kódukat md5-ös titkosításban tárolva). Majd belépve térképek közül választva láthatja az előre integrált nodek helyzetét, és a keresett tageket. Melyik nodehoz esik közelebb, ahhoz közelít. Útvonalukat vonallal jelzi a térkép. A rendszer készítése során én az eszközökre készítettem a programot és a kliens C# programot dolgoztam fel, a php webszerver egy angol oldalról szereztem: <http://www.ns-tech.co.uk/blog/2010/02/active-rfid-tracking-system/> , bizonyos Nicolas Scinner munkája.



Szoftvereknél felmerülő problémák

- külső portokra való hivatkozás, inicializálás. A problémát megoldottam úgy hogy egy plusz sort hoztam be, például: LED_PIN = GPIO_2 – ezzel meghívom a külső portokat.
- Az eszközt számítógéppel való kapcsolatba hozását, a Portal program normálisan lekezelte, de a saját C#-ban írt programhoz nem lehetett közvetlenül hozzáférni, így plusz programmal elértük, hogy az USB-s portot sorosként ismerje fel. De ez azzal a problémával járt, hogy a Portal számára teljesen eltűnt, így sem programot sem láthatóságot nem tudtunk elérni vele. Megoldás az lett hogy egy új firmware frissítést kellett végezni rajta. Ez a frissítés nem működött usb látás esetén, de soros porttal meglehetősen oldani az újraindítást.
- Amennyiben nem írunk be a kliens programba webszervert ne akarjon semmihez se csatlakozni. Megoldás egy kitétel volt.

7. Összefoglaló

A dolgozatom során közelebbről megismerkedhettem a rádiófrekvenciás eszközök történetével, típusaival, és különböző tulajdonságaival. Megtapasztaltam különböző problémák előfordulását, és ezek megoldásait. Készíthettem társammal Kincs Ákossal, egy olyan eszközt ami segítségemre volt további mérések, és a végleges rendszer kialakításában. Megismerhettem az RF eszközök működését, használhatóságát, és közvetlen vezérlésüket. Rájöttem, hogy rengeteg területen ki lehet használni képességeiket, és sok helyzetekben lehetőség adódik ilyen eszközök bevetésére. Tanulmányoztam sok olyan lehetőséget, amik segítségével meg lehet határozni eszközök esetleg állatok, emberek helyét. Ezek közül egy olyan módszerrel próbálkoztam, ami a Synapse eszközökre épül fel, és ezek tulajdonságait használja ki. Összeköttetést hoztam létre a számítógéppel és adatbázisban hálózati címeket, neveket és időpontokat tároltam le. Majd ezeket az adatokat grafikus felületen jelenítettem meg. A TDK munkámban még megtalálható milyen problémákkal kellett szembesülnöm, hardver és szoftver oldalról egyaránt, és ezeket hogy orvosoltam.

Irodalomjegyzék

Balázs György, Rozlosnik Noémi, Sükösd Csaba, Bartal Adrea, Horváth Alice, Szendrei Júlia, Urbán János, Berend Mihályné, Berend Mihály, Körös Jenő : Alapismereti Kislexikon – *Elektromágneses sugárzás*, Novotrade kiadó, Budapest, 1988., 129 p.

Ács István: A rádió története, NÉPSZAVA szakszervezetek országos tanácsa lap- és könyv kiadó, Budapest, 1952., 70 p.

Tomaš Česky: Televízió vevőantennák, *Alapfoglamak, Az antennatechnika elemeinek műszaki jellemzői, Az antennaárbóc és felerősítése, Adapterek és antennaerősítők*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1985., (9-13 p.), (31-76 p.), (135-144 p.), (145-165 p.)

Hajdú Mihály: Televízió és rádió URH távolsági vétel, *Antennaépítési tanácsadó, Kis, közepes és nagy teljesítményű antennák tv- és URH rádióvételekhez*, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1988., (20-63 p.), (64-101 p.)

Jurij Petrovics Alekszejev: Korszerű rádió-vételtechnika, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1977., 217 p.

Siegfried Wirsum: HF Erősítők integrált áramkörökkel, Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1974., 168 p.

Internetes könyvek

NEMAI CHANDRA KARMAKAR: Handbook of smartantenna for RFID System, John Wiley & Sons INC., Hoboken, New Jersey, 2010., 615 p.

Albert Lozano-Nieto: RFID Design Fundamentals and Applications, Taylor and Francis Group, Boca Raton (USA), 2011, 256 p.

Maurizio A. Bonuccelli, Francesca Lonetti, Francesca Martelli: Perfect tag identification protocol in RFID networks, Dipartimento di Informatica, Università di Pisa, Pisa, Italy, 2008, 12 p.

Mellékletek

Mérési pontok



Wifi-RF100 összehasonlítása

Pontok	távolság	wifi	RF100	Eltérés mértéke
MP001	14,95	-65	-36	29
MP002	13,22	-71	-43	28
MP003	29,95	-75	-50	25
MP004/a	28,82	-	-50	-
MP004/b	31	-74	-44	30
MP004/c	33,86	-89	-66	23
MP005	16,16	-73	-51	22
MP006	14,02	-72	-49	23
MP007	46,79	-87	NA	NA
MP008	25,39	-79	-65	14
MP009	2,93	-66	-35	31
MP010	31,07	-80	-65	15
MP011	32,65	-95	NA	NA
MP012	22,35	-87	-79	8
MP013	39,33	-95	-85/NA	10/NA
MP014/a	50,55	-	-65/-68	
MP014/b	53,54	-92	-77	15
MP014/c	57,89	NA	NA	NA
MP015	31,79	-85	-59	26
MP016	24,87	-84	-50	34
MP017	22,98	-74	-42	32
MP101	3,9	-76	-43	33
MP102	16,3	-79	-69	10
MP103	9,7	-	-49/-57/-57/- 47	
MP104	7,5	-93	-63/-59	30/34
MP105	20,5	NA	-74/-83/NA	NA
MP201	3,85	-91		
MP202	9,7	-90		

NA = Nincs Adat

Wifi-RF100 összehasonlítása

	távolság (m)	térerősség (dBm) RF100-al	RF300 legnagyobb	Eltérés mértéke
MP009	2,93	-36	-52	16
MP201	3,85			
MP101	3,9	-43	-52	9
MP104	7,5	-63/-59	-72	
MP103	9,7	-49/-57/-57/-47	-70	
MP002	13,22	-43	-62	19
MP006	14,02	-44/-48/-54/-47/-40/-50	52/-63/-68/-67/-69/-80/-70/-72	
MP001	14,95	-36	-49	13
MP005	16,16	-51	-84	33
MP102	16,3	-69	-83	14
MP105	20,5	-74/-83/NA	-78	4/5/NA
MP012	22,35	-79	-77	2
MP017	22,98	-42	-63	21
MP016	24,87	-50	-59	9
MP008	25,39	-65	-72	7
MP004/a	28,82	-50	-70	20
MP003	29,95	-50	-58	8
MP004/b	31	-44	-59	15
MP010	31,07	-78	-80	2
MP015	31,79	-59	-87	28
MP011	32,65	NA	-95	NA
MP004/c	33,86	-66	-81	15
MP013	39,33	-85/NA	-93	8/NA
MP007	46,79	NA	-81	NA
MP014/a	50,55	-68	-86	-18
MP014/b	53,54	-77	-85	-8
MP014/c	57,89	NA	NA	NA

NA=Nincs Adat

1,00 m	2,00 m	3,00 m	4,00 m	5,00 m	6,00 m	7,00 m	8,00 m	9,00 m	10,00 m	11,00 m	12,00 m	13,00 m	14,00 m	15,00 m	16,00 m	17,00 m
37	44	40	45	58	47	37	43	57	49	49	45	50	62	57	67	69
37	40	52	45	57	45	39	41	55	54	43	49	47	63	52	59	55
36	37	43	41	54	47	39	43	53	47	47	48	47	64	53	55	54
36	35	45	43	48	44	38	44	51	50	46	55	46	58	61	56	53
34	39	45	47	46	53	38	47	50	49	45	46	48	68	53	59	77
34	36	42	41	45	45	38	46	53	47	44	47	49	57	65	59	53
33	40	46	43	45	50	37	46	55	46	47	46	49	67	64	59	57
34	40	40	40	62	50	37	44	51	50	50	47	48	50	62	56	55
33	40	40	42	48	46	36	43	54	45	45	47	48	65	68	55	55
34	39	42	44	55	45	37	43	51	48	45	51	48	80	66	60	68
34	36	40	41	60	47	37	47	55	47	45	47	49	72	56	59	55
35	38	39	40	59	44	37	45	67	53	49	47	48	64	57	57	66
34	36	43	51	59	50	38	46	57	48	46	49	47	60	53	55	56
38	40	39	40	61	45	38	44	53	50	46	46	49	62	54	55	56
33	38	42	46	49	47	39	44	51	47	51	53	49	53	54	59	68
38	37	39	50	53	48	37	44	57	51	47	51	46	54	54	55	53
34	41	47	44	56	48	37	44	53	47	43	47	48	62	56	59	54
35	40	41	49	72	49	37	46	54	47	49	48	49	64	58	58	52
36	38	43	44	57	44	37	47	64	47	47	49	48	61	56	56	53
33	39	41	49	57	50	37	47	62	48	51	55	46	54	65	56	53
35	37	38	43	64	47	37	46	54	48	43	51	47	63	69	58	73
35	38	44	45	50	45	38	45	54	48	46	48	47	60	66	53	53
33	39	44	43	61	49	39	45	53	47	43	47	50	58	69	56	53
35	37	43	42	46	44	37	47	62	48	44	51	50	71	56	54	54
34	40	47	42	56	49	37	48	58	51	47	49	46	56	62	54	54
32	38	43	48	56	51	37	45	55	48	44	55	49	58	57	57	55
32	39	42	44	48	48	37	47	59	48	44	56	47	80	59	57	56
33	36	51	47	50	52	37	44	54	46	43	48	47	56	56	59	55
33	42	51	49	49	48	37	46	56	48	44	56	48	66	56	57	62
33	42	47	52	61	47	37	48	70	47	44	48	47	55	55	59	55
34,43	38,70	43,30	44,67	54,73	47,47	37,43	45,17	55,93	48,30	45,90	49,40	47,90	62,10	58,97	57,27	57,73

- RF300 eszköz távolság mérése[dBm-ban] első 17 méteren, minden méteren 30 mérés, és ennek az átlaga

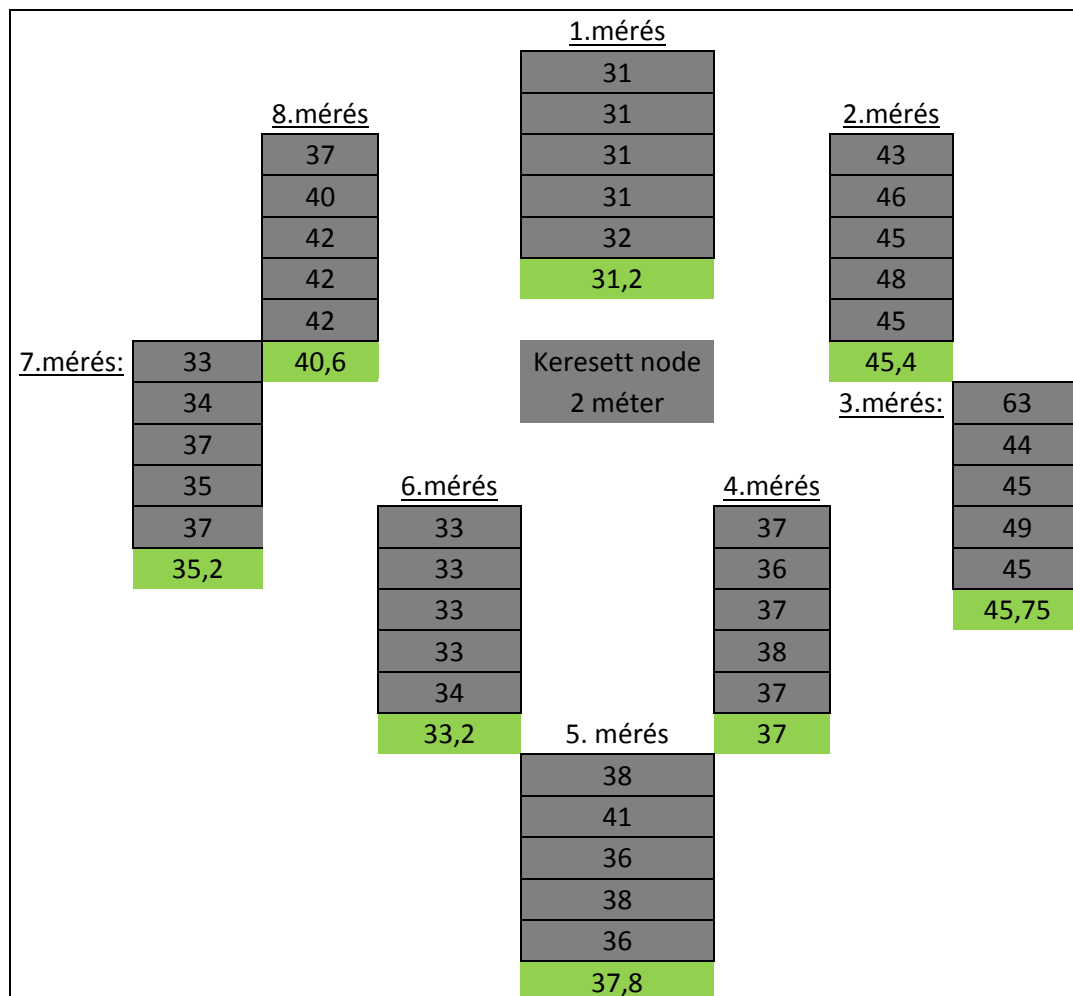
18 m	19 m	20 m	21 m	22 m	23 m	24 m	25 m	26 m	27 m	28 m	29 m	30 m	31 m	32 m	33 m	34 m	35 m
51	54	57	63	60	54	54	56	54	54	51	52	58	59	64	57	61	65
50	56	56	68	60	51	51	62	53	58	52	51	63	60	58	57	57	62
51	56	58	60	60	52	51	50	54	58	50	62	62	59	58	56	57	61
50	54	57	62	69	52	51	52	55	54	54	51	61	56	60	57	57	64
51	54	59	69	61	53	51	51	54	55	57	55	60	59	58	56	60	63
50	53	57	66	60	52	52	50	55	56	54	51	59	59	58	56	57	65
51	56	60	69	83	50	55	60	53	56	51	55	61	59	59	56	57	60
49	53	59	72	60	49	54	56	54	57	51	52	61	58	59	56	59	63
50	53	60	65	60	51	51	50	54	54	50	56	60	58	58	56	58	61
50	54	57	64	61	51	50	53	53	58	55	51	62	60	58	56	58	60
53	54	56	66	62	53	51	51	54	56	49	52	60	58	58	56	58	60
51	56	54	63	61	52	55	51	55	56	55	52	62	59	59	56	58	63
51	56	56	67	60	53	53	50	58	60	50	52	60	57	59	57	58	64
53	57	58	62	87	51	54	59	54	57	50	72	60	58	60	56	62	61
52	56	55	63	60	51	54	64	53	54	50	60	63	57	59	58	57	60
52	55	57	68	69	51	53	50	56	55	50	59	64	59	58	57	57	62
51	53	59	64	60	52	53	49	56	55	50	56	60	59	58	57	56	60
52	53	59	66	60	51	53	50	54	54	50	55	60	58	59	56	57	61
50	56	58	69	66	53	53	50	55	53	50	60	60	60	60	56	59	61
51	54	59	74	61	51	51	52	56	53	50	58	59	59	59	57	56	61
49	54	59	65	59	53	52	50	56	60	50	55	60	58	60	58	56	62
51	56	62	68	59	52	50	62	55	53	51	55	62	57	60	55	54	63
50	54	58	70	65	54	50	58	55	60	50	61	58	56	59	58	56	63
51	56	58	72	59	53	50	64	54	57	51	58	60	60	58	57	57	61
50	53	61	69	60	51	53	52	54	58	49	55	62	56	60	56	54	61
51	56	60	73	59	52	53	54	55	56	49	67	60	59	58	55	56	61
50	54	64	69	76	51	50	51	54	58	50	66	58	57	58	57	56	61
50	54	59	63	85	51	51	49	56	56	49	54	59	57	59	58	55	61
52	56	61	64	62	52	52	49	55	59	50	51	63	58	57	59	56	62
51	54	59	71	83	52	53	49	55	53	55	51	61	57	59	60	55	63
50,80	54,67	58,40	66,80	64,90	51,80	52,13	53,47	54,63	56,10	51,10	56,17	60,60	58,20	58,90	56,73	57,13	61,83

- RF300 eszköz távolság mérése, 18-35. méterig, minden méteren 30 mérés, és ennek az átlaga

Az utolsó mérések. Sajnos tovább nem lehetett mérni, mivel nem volt elég hely.

36,00 m	37,00 m	38,00 m	39,00 m
63	60	58	56
59	62	64	56
60	59	63	54
58	59	59	53
60	59	61	57
60	56	65	57
58	59	60	54
58	58	65	55
60	59	62	57
60	62	60	56
58	60	58	54
60	58	58	56
59	62	61	56
60	62	60	58
59	61	64	57
59	60	63	57
61	62	65	55
60	60	64	56
58	63	63	56
59	62	63	56
59	64	60	57
60	64	60	57
60	62	61	56
60	63	63	57
59	64	61	60
60	61	61	58
62	63	64	58
61	62	63	57
60	59	66	55
59	60	62	58
59,63	60,83	61,90	56,30

Álháromszögelés, a mérési eredmények[dBm-ban] helyzete nagyjából mutatja az eszköz elhelyezkedését. 5 mérés, és egy átlag eredmény van jelölve



Programok: Tesztelés (Testem1, Adattovabb1)

<pre> from synapse.platforms import * secondCounter = 0 LED_PIN = GPIO_2 BUTTON_PIN = GPIO_5 BUZZER_PIN = GPIO_9 @setHook(HOOK_STARTUP) def startup(): writePin(LED_PIN, False) setPinDir(LED_PIN, True) setPinDir(BUTTON_PIN, False) setPinPullup(BUTTON_PIN, True) monitorPin(BUTTON_PIN, True) writePin(BUZZER_PIN, False) setPinDir(BUZZER_PIN, True) def buzzer(duration): global BUZZER_PIN pulsePin(BUZZER_PIN, duration, True) @setHook(HOOK_100MS) def poll100ms(msTick): global secondCounter, LED_PIN secondCounter += 1 if secondCounter >= 10: pulsePin(LED_PIN, 200, True) secondCounter = 0 @setHook(HOOK_GPIN) def buttonEvent(pinNum, isSet): global BUTTON_PIN if pinNum == BUTTON_PIN: if not isSet: buzzer(1000) mcastRpc(1,2,'szamlalo') </pre>	<pre> from synapse.evalBase import * @setHook(HOOK_10MS) def defaultTimerHandler(): updateSevenSegmentDisplay() BUTTON_PIN = GPIO_1 LED_PIN = GPIO_0 secondCounter = 0 buttonCount = 0 @setHook(HOOK_STARTUP) def startupEvent(): writePin(LED_PIN, False) setPinDir(LED_PIN, True) setPinDir(BUTTON_PIN, False) setPinPullup(BUTTON_PIN, True) monitorPin(BUTTON_PIN, True) display2digits(buttonCount) @setHook(HOOK_100MS) def poll100ms(msTick): global secondCounter, LED_PIN secondCounter += 1 if secondCounter >= 10: pulsePin(LED_PIN, 200, True) secondCounter = 0 @setHook(HOOK_GPIN) def buttonEvent(pinNum, isSet): global BUTTON_PIN if pinNum == BUTTON_PIN: if not isSet: szamlalo() mcastRpc(1,2,'buzzer',1000) def szamlalo(): global buttonCount buttonCount += 1 buttonCount %= 100 display2digits(buttonCount) </pre>
--	---

Maximális távolság vizsgálat(valaszAdo-teszt, figyelo_teszt4)

```
from synapse.evalBase import *

LED_PIN = GPIO_0
secondCounter = 0

@setHook(HOOK_STARTUP)
def startupEvent():
    writePin(LED_PIN, False)
    setPinDir(LED_PIN, True)

@setHook(HOOK_100MS)
def poll100ms(msTick):
    global secondCounter,
    LED_PIN

    secondCounter += 1
    if secondCounter >= 10:
        pulsePin(LED_PIN, 200,
True)
        secondCounter = 0

def keres():
    mcastRpc(1,2,'valasz',0)
```

```
from synapse.evalBase import *

LED_PIN = GPIO_2
BUZZER_PIN = GPIO_9
secondCounter = 0
van=1

@setHook(HOOK_STARTUP)
def startupEvent():
    writePin(LED_PIN, False)
    setPinDir(LED_PIN, True)

    writePin(BUZZER_PIN, True)
    setPinDir(BUZZER_PIN, True)

@setHook(HOOK_100MS)
def poll100ms(msTick):
    global secondCounter, LED_PIN, BUZZER_PIN,van

    van=1
    if van==1:
        mcastRpc(1,2,'keres')
    else: valasz(1)
def valasz(ertek=1):
    global BUZZER_PIN, van
    van=0
    if ertek ==0:
        pulsePin(BUZZER_PIN, 1000, False)
    else: pulsePin(BUZZER_PIN, 1000, True)
```

```
import wx

szoveg = "a"
szam =1
frame = None
ertek=0
ertek2=0
ido=0
ido2= 0

def setButtonCount(newCount,tipus,info,link,gomb):
    global frame
    if not frame:
        frame = McastFrame(root)
    frame.displayButtonCount(newCount,tipus,info,link,gomb)

class McastFrame(wx.Frame):
    def __init__(self, parent):
        wx.Frame.__init__(self, parent , -1, "Hello Wireless World!!!", size=(700,400),
style = wx.DEFAULT_FRAME_STYLE | wx.STAY_ON_TOP)
        self.Bind(wx.EVT_CLOSE, self.onClose)
        self.panel = McastPanel(self)
        self.Show(True)

    def onClose(self, event):
        self.Destroy()
def displayButtonCount(self, newCount,tipus,info,link,gomb):
    global ido, ido2, ertek, ertek2
    if tipus == "SN111":
        self.panel.sc.SetValue(0)
        ido =newCount
        ertek=link
    elif tipus == "SN171":
        self.panel.sc.SetValue(1)
        ido2=newCount
        ertek2=link
    self.panel.text.SetLabel("Device time: " + '%d' % newCount + " mp")
    self.panel.text4.SetLabel("Type: " + tipus )
    self.panel.text2.SetLabel("Energy: " + '%d' % info)
    self.panel.text3.SetLabel("Strength: -'%d' % link + " dBm")
    self.panel.text6.SetLabel("Gombnyomas: '%d' % gomb)

    if link < 40 :
        self.panel.text5.SetLabel("kivalo")
    elif link >= 40 & link < 60 :
        self.panel.text5.SetLabel("jo")
    elif link >=60 & link < 80 :
        self.panel.text5.SetLabel("hasznalhato")
    else :self.panel.text5.SetLabel("gyenge,instabil")

    self.Refresh()
```

```

class McastPanel(wx.Panel):
    def __init__(self, parent):
        wx.Panel.__init__(self, parent, -1)
        self.mcastFrame = parent
        box = wx.BoxSizer(wx.VERTICAL)
        self.SetSizer(box)

        self.text = wx.StaticText(self, -1, "0", (30, 40))
        font = wx.Font(30, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.BOLD, False, "Times
New Roman")
        self.text.SetFont(font)
        box.Add(self.text, 1, wx.Right)

        self.text4 = wx.StaticText(self, -1, "0", (30, 40))
        font4 = wx.Font(22, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.NORMAL, False,
"Times New Roman")
        self.text4.SetFont(font4)
        box.Add(self.text4, 1, wx.Right)

        self.text2 = wx.StaticText(self, 1, "0", (30, 40))
        font2 = wx.Font(22, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.BOLD, False, "Times
New Roman")
        self.text2.SetFont(font2)
        box.Add(self.text2, 1, wx.Right,1,1)

        self.text3 =wx.StaticText(self,1,"0",(30,40))
        font3 = wx.Font(30, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.BOLD, False, "Times
New Roman")
        self.text3.SetFont(font3)
        box.Add(self.text3, 1, wx.CENTER)

        self.text5 =wx.StaticText(self,1,"0",(30,40))
        font5 = wx.Font(30, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.BOLD, False, "Times
New Roman")
        self.text5.SetFont(font5)
        box.Add(self.text5, 1, wx.CENTER)

        self.text6 =wx.StaticText(self,1,"0",(30,40))
        font6 = wx.Font(30, wx.DEFAULT, wx.NORMAL, wx.BOLD, False, "Times
New Roman")
        self.text6.SetFont(font6)
        box.Add(self.text6, 1, wx.CENTER)

        self.sc = wx.SpinCtrl(self, -1, "", (30, 40), style = wx.SP_ARROW_KEYS |
wx.SP_WRAP)
        self.sc.SetRange(0,1)
        """"self.sc.setValue("egy")""""
        """"self.sc.SetValueString("ketto")""""
        self.Bind(wx.EVT_SPINCTRL, self.OnSpin, self.sc)
        box.Add(self.sc, 0, wx.Right)

```

```

def ezt_csinald(self):
    self.button1["text"]="Megnyomtatd a gombot! " + str(ido)
def OnSpin(self, event):
    global szoveg,szam, ido, ido2, ertek, ertek2
    szam = event.Selection
    if szam == 0:
        self.text.SetLabel("Device time: " + '%d' % ido + " mp")
        self.text4.SetLabel("Type: SN111")
        self.text3.SetLabel("Strength: -'%d' % ertek + " dBm")
    elif szam == 1:
        self.text.SetLabel("Device time: " + '%d' % ido2 + " mp")
        self.text4.SetLabel("Type: SN171")
        self.text3.SetLabel("Strength: -'%d' % ertek2 + " dBm")
    """self.text.SetLabel(szoveg)"""
    """multicastRpc(1, 2, 'setButtonCount', buttonCount)"""

if __name__ == '__main__':
    """Mcast Test"""
    class MyApp(wx.App):
        def OnInit(self):
            self.frame = McastFrame(None)
            self.SetTopWindow(self.frame)
            return True

    app = MyApp(0)
    app.MainLoop()

```