

TDK-dolgozat

Szerzők: Bartalis László

Ferenczi János

Jókay Balázs

Ruda Balázs

ANDROID ALAPÚ EGÉSZSÉGÜGYI TÁVMONITOROZÓ ALKALMAZÁS

Szerző(k): **Bartalis László**
mérnök informatikus szak, VI. évf.
Ferenczi János
mérnök informatikus szak, VII. évf.
Jókay Balázs
mérnök informatikus szak, VI. évf.
Ruda Balázs
mérnök informatikus szak, IV. évf.

Konzulens(ek): **Dr. Kozlovszky Miklós**
egyetemi docens
Sicz-Mesziár János
tanszéki munkatárs

Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar

Tartalom

Ábrajegyzék.....	4
Absztrakt.....	5
1. Bevezetés.....	6
2. Kitűzött célok.....	8
3. Irodalomkutatás.....	9
Telemedicina [1],[2],[3]	9
Hasonló rendszerek.....	11
Egészségügyi háttérinformációk.....	15
4. Saját rendszerünk	20
Háziközpont kiválasztása	20
Mobil platform kiválasztása	21
Kommunikációs protokoll kiválasztása [10]	22
5. A Rendszer elemei	24
HomeHub	24
Szenzorok	24
6. Rendszertervezés.....	32
Rendszerkövetelmények.....	32
Megvalósításhoz szükséges feladatok	35
7. Megvalósítás.....	37
Felhasználói felület.....	37
Szenzorkezelő modul.....	40
Adatkezelő modul.....	42
Kiértékelő modul.....	42
Adminisztrációs modul.....	43
8. Tesztelés.....	45
A tesztelés kiértékelése.....	48
Kompatibilitási teszt.....	48
9. Továbbfejlesztési lehetőségek.....	50
10. Összefoglalás.....	51
Elért eredmények.....	53
Elért eredmények értékelése.....	55
11. Irodalomjegyzék	57
Melléklet.....	58
Tesztelési jegyzőkönyv.....	58

Ábrajegyzék

1. Ábra Motorola fülhallgatós pulzoximéter	18
2. Ábra Polar szívritmusmérő melkaspánt.....	18
3. Ábra Nonin pulzoximéter	18
4. Ábra Zephyr HxM szívritmusmérő adatcsomag	26
5. Ábra Zephyr HxM szívritmusmérő adatcsomag - részletes	27
6. Ábra EKG görbe R-R távolság.....	27
7. Ábra AnD adatcsomag 1.....	29
8. Ábra AnD fejléccsomag	30
9. Ábra Rendszerterv	34
10. Ábra Főképernyő	37
11. Ábra Mérés típus kiválasztás.....	37
12. Ábra Segítség nyújtó képernyő 1.....	39
13. Ábra Segítség nyújtó képernyő 2.....	39
14. Ábra Adatmegjelenítő képernyő 2.....	40
15. Ábra Adatmegjelenítő képernyő 1.....	40
16. Ábra Adminisztrátori főképernyő.....	43
17. Ábra Szenzor felviteli és módosítási képernyő	43
18. Ábra Kiválasztható szenzorok listája	44
19. Ábra Kliens-szerver kapcsolat tesztelése képernyő.....	44
20. Ábra BugZilla képernyőkép	48
21. Ábra A wiki oldal képernyőképe.....	52

Absztrakt

A dolgozat témája egy Android alapú páciensmonitorozó alkalmazás tervezése és megvalósítása, amely képes különböző szenzorokból egészségügyi adatok gyűjtésére és megjelenítésére.

Az Android alapú telefonok az utóbbi időben áruk és rugalmasságuk miatt robbanásszerűen terjedtek el a hordozható telekommunikációs eszközök piacán és kiváló alapot biztosítanak olyan telemedicinás megoldások számára, ahol egészségügyi adatok továbbítását kell biztosítani infokommunikációs technológiák igénybevételével a különböző földrajzi helyen tartózkodó páciens, hozzátartozó, illetve egészségügyi szakember között. A kialakított alkalmazás egészségügyi szenzor adatokat fogad Bluetooth-os kapcsolaton keresztül. Az adatokat előre definiált szempontok alapján kiértékeli, grafikusán megjeleníti és vezeték nélküli kapcsolaton (WiFi, 2G-2.5G-3G mobil hálózat) keresztül a távoli adatközpont felé továbbítja. A hardver által nyújtott mobilitás megnöveli a páciensek mozgásterét, és észrevétlen felügyeletet biztosíthat kis mérete és könnyű kezelhetősége miatt.

The subject of our thesis is the designing and the production of an Android based patient monitoring application, which is able to collect and display data from different medical devices.

The main reasons why the Android based mobile phones spread in the market of telecommunicational devices were their low prices and flexibility. Therefore, these devices perform an excellent base to different telemedical solutions, which is forwarding medical data among the patient, relative and doctor, without geographical limitation, using infocommunicational technologies.

Our application gathers data from medical devices, through Bluetooth connection. It evaluates by defined rules, graphically displays, and forwards data through a wireless connection (WiFi, 2G-2.5G-3G mobile network) to a datacenter. The hardware provided mobility extends, and because of the small size and easy handling, invisible surveillance becomes possible over the patients.

1. Bevezetés

Az utóbbi időben egyre inkább népszerűvé váltak olyan számítógépes rendszerek, amelyek lényege valamiféle távsegítség nyújtás. Mindezt lehetővé teszi a hálózati infrastruktúra és a számítógépek kapacitásának rohamos fejlődése.

Speciális távsegítség nyújtó rendszerek a telemedicinás (távorvoslásos) rendszerek is, melyeknek fő célja az emberek távolról való orvosi vizsgálata, amely sok esetben helyettesíteni tudja a személyes találkozást. Ennek következménye, hogy javulhat az egyes betegek életminősége, csökkenhet a kórházi tartózkodás gyakorisága, időtartama, ezek mellett rövidülnek az egyes várólisták, valamint erőforrások szabadulhatnak fel.

Az ilyen távmonitorozó rendszerek legalább három részből állnak, melyek a páciens vizsgáló szenzorok (pl: vérnyomásmérő, mérleg), egy azokkal összeköttetésben lévő otthoni számítógép (mely adatfeldolgozást, kiértékelést és továbbítást végez), valamint egy szerver ahová az adatok felküldésre kerülnek és az orvosok onnan le tudják tölteni az egyes páciensekhez tartozó mérési adatokat.

Ezek közül a középső elem, vagyis az otthoni számítógép nem csupán egy hagyományos asztali computer lehet, hanem akár egy okostelefon is, mivel ezek számítási kapacitása napjainkban már felnőtt ahhoz a feladathoz, hogy a szükséges munkákat ellássák (adatfeldolgozás, kiértékelés, megjelenítés és továbbítás a szerver felé).

Az okos telefonok alkalmazása ilyen formában új lehetőségeket kínálnak, mint például egész napos monitorozást úgy, hogy a felhasználó személy nincs helyhez kötve, vagy amennyiben valahol rosszul lesz egy beteg, akkor akár a pontos GPS pozícióját is továbbítani tudja a telefon az orvosoknak. Mindezek mellett előnyük, hogy kis méretük miatt szinte észrevétlenek.

A TDK dolgozatunkban egy ilyen okostelefont felhasználó telemedicinás rendszer kerül bemutatásra. A dolgozat először is részletesen kifejti a telemedicinás rendszereket, majd áttekintést kínál az e témában lévő hasonló rendszerekről, illetve a rendszer szempontjából fontos egészségügyi háttér információk kerülnek kifejtésre. Ezek után részletezésre kerül, hogy a dolgozatunk elkészítése során milyen megoldásokat választottunk és mi okból, majd ezt a rendszerről készült terv követi, ami után leírásra

kerül a megvalósítás. A megvalósítás után értékeljük az elért eredményeket és felvázoljuk a lehetséges továbbfejlesztési lehetőségeket is.

A TDK munkát egy négyfős csapatban végeztük el, aminek kezdetén szükségszerű volt a rendszer feladatainak a felosztása. A csapat minden tagjának feladata volt, hogy egy általa kiválasztott szenzort illesszen a rendszerhez, valamint az, hogy a rendszeren belül legalább egy modult készítsen el annak bonyolultságától függően.

2. Kitűzött célok

Dolgozatunk célja egy olyan telemedicinás rendszer elkészítése, mely otthoni egységként egy okos telefont használ fel. Ezen belül a fő feladatunk a telefonon futó alkalmazás megírása Android platformra.

A programnak köszönhetően, a mobiltelefonnak tudnia kell a kiválasztott szenzorokkal kommunikálnia, melyek a következők: véroxigén-szint mérő, vérnyomásmérő, mérleg és pulzusszám mérő. Ezek mellett képesnek kell lennie a szenzoroktól kapott adatokat feldolgozni, letárolni, kiértékelni és megjeleníteni, valamint továbbítani azokat a központi szerver felé.

Továbbá kitűztük azt is célul, hogy a programunk törekedjen az energiatakarékosságra, hiszen mobil rendszerről van szó. Ezek mellett a lehető legtöbb Androidos készülékkel legyen kompatibilis a szoftver.

3. Irodalomkutatás

Telemedicina [1],[2],[3]

“Távorvoslás/távgyógyászat/telemedicina egészségügyi szolgáltatások nyújtása információs és kommunikációs technológiák (ICT) igénybevételével azokban a helyzetekben, amikor a beteg és az egészségügyi dolgozó (vagy két egészségügyi dolgozó) nem azonos helyen tartózkodik. Magában foglalja a megelőzéshez, diagnosztizáláshoz, kezeléshez és a folyamatos nyomon követéshez szükséges orvosi adatok és információk szöveg, kép, hang vagy más formában történő biztonságos továbbítását.”

(Az Európai Bizottság definíciója a 2008. november 4-i közleményéből)

A telemedicinának két formája van, szinkron és az aszinkron telemedicina. A szinkronra talán a legjobb példa a telekonzílium, az egymástól akár kontinensnyi távolságra lévő orvosok megbeszélése, melynek feltétele, hogy a résztvevők közt valós idejű kapcsolat jöjjön létre. Aszinkron esetben ennek ellenkezője történik, melyre legjobb példa a leletek kiértékelése és véleményezése.

A telemedicina három nagy csoportba sorolható a kommunikáció módja alapján: „store-and-forward”, távoli megfigyelő rendszerek, interaktív telemedicina.

Az általunk fejlesztett aszinkron telemedicinás rendszer a “store and forward” (magyarul a tárolás és továbbítás) csoportba sorolható, az egyes páciensek egészségügyi adatai egy kliens eszközön tárolódnak és az eszköz továbbküldi az adatokat internet segítségével egy távoli adatbázisba.

Az egészségügy egyes problémáira a telemedicina megoldást nyújthat: egységesíti a tudást, a szakorvosok távolról is elvégezhetnek egyes vizsgálatokat, kiértékelhetnek adatokat, így nem kell földrajzilag ott tartózkodniuk, ahol szükség van a tudásukra, például a leleteket elég letölteniük, és távolról kiértékelhetik.

Egyes szakemberek munkáját bizonyos fókig vagy akár teljes mértékben automatizálja (például a szövettani képek elemzése mesterséges intelligencia segítségével történik, mely megkönnyíti az orvos munkáját, de azért általában orvosi felülvizsgálatra ebben az esetben is szükség van), ezzel a szakemberhiány problémáját mérsékli.

Megoldható segítségével a betegek távfelügyelete, a páciensek olyankor is megfigyelhetők, ha nincs mellettük egészségügyi dolgozó (orvos vagy nővér), így a betegeknek kevesebb kórházi tartózkodási időre lehet szüksége, egyes súlyos betegségek korán felfedezhetők, így akár meg is előzhetők, ezzel rövidülhetnek egyes kórházi várólisták, és természetesen a páciensek életminősége is javulhat.

Fontos megjegyezni, hogy az adatok digitális tárolása segítségével az egész kórtörténet áttekinthető, így az összefüggések könnyen észrevehetőek, vagy mesterséges intelligencia felhasználásával akár a betegségek közti rejtett összefüggéseket is fel lehet fedni.

Hasonló rendszerek

A dolgozat témája egy távmonitorozó rendszer elkészítése. Távmonitorozó rendszerek készültek már korábban is, asztali számítógépre, külön erre a célra kifejlesztett berendezésekre, valamint mobiltelefonos alkalmazásként is.

Ezek a célrendszerek egy pácienshez kitelepített távmonitorozó egységből és a hozzá illesztett szenzorokból állnak, a rendszerek mellé a gyártók interneten keresztül történő adatmentési, tárolási és megjelenítési szolgáltatásokat is kínálnak.

Medistance

A MEDISTANCE egy magyar fejlesztésű távfelügyeleti rendszer, amely otthoni vérnyomás-, láz-, vércukor-, koleszterin- és testsúlymérő készülékekkel mért adatokat a felhasználó aktív közreműködésével mobiltelefon (GSM) hálózaton küldi el egy biztonságos számítógépes adattárba.

<http://www.promedcom.hu/>

Aurora Health Care – In-home health monitoring

Az Amerikai Egyesült Államokban működő vérnyomás, súly, pulzus és véroxigén szint adatokat gyűjtő otthoni távmonitirozó rendszer és szolgáltatás.

<http://www.aurorahealthcare.org/services/vna/in-home-health-monitoring.asp>

Megvizsgáltuk a piacon található mobiltelefonos megvalósításokat is. A táblázatban az Android rendszerre készített programokat vizsgáltuk meg néhány szempont alapján.

	MyFitnessCompanion	ZephyrME	DailyChek Cardiovascular Health
Illeszthető szenzorok száma	14	5	-
Mért adat elküldése egy távoli adatközpontba	igen	igen	nem
Az adatközpontba elküldés módja/költsége	wifi/mobil internet	wifi/mobil internet	-
Több mérési adat tárolása és megjelenítése	igen	igen	igen
Egy vagy többfelhasználós	többfelhasználós	többfelhasználós	egy felhasználós
Támogatott nyelvek száma	11	1	1
Időzített mérésekre van-e lehetőség	igen	nem	nem
Mérési adatok rögzítése kézzel	igen	nincs	csak ilyen van
Videós bemutató a program használatához?	igen	nincs	nincs
Adatok posztolása facebookra	igen	nem	nem
Mért adatok (hangos) felolvasása	igen	nem	nem
Adatok exportálása fájlba (csv, kép, ...)	igen(csv, png)	nem	nem
Riport készítése	van	nincs	igen(elküldhető e-mailben)
Vendég mód	nincs	van	nincs

iOS rendszerre

iBP Blood Pressure - Az iBP Blood Pressure színes ikonok segítségével jelzi ki, hogy a mért vérnyomás érték normál, magas. Emellett grafikonok segítségével a korábbi mérések adatait lehet hetekre, hónapokra, vagy évekre visszamenőleg megtekinteni, kijelvezve az alacsony a magas és az átlagos értékeket is.

<http://itunes.apple.com/us/app/ibp-blood-pressure/id306526794?mt=8>

HeartWise Blood Pressure Tracker - Egyszerű felhasználói felülettel rendelkező program, amivel a vérnyomás értékeket lehet beírni és követni napszakokra is lebontva.

<http://itunes.apple.com/us/app/heartwise-blood-pressure-tracker/id311716888?mt=8>

Withings mérleg - A Withings wifis mérleghez készített iOS rendszerű készülékek számára kínált alkalmazás és szenzor, ami a mért súlyhoz kapcsolódó statisztikával szolgál.

<http://www.withings.com/en/bodyscale>

WP7 rendszerre

My Blood Pressure - A program a vérnyomással kapcsolatos mért adatok mentését teszi lehetővé valamint a mért adatokat tovább is lehet küldeni e-mailben kezelőorvosnak.

<http://www.windowsphone.com/hu-hu/apps/118a3180-e81d-e011-9264-00237de2db9e>

Blood pressure tracker - Vérnyomással kapcsolatos mérési adatok mentése és a mért adatok grafikonos megjelenítése.

<http://www.windowsphone.com/hu-hu/apps/8dd8365a-5a33-e011-854c-00237de2db9e>

Symbian rendszerre

Wellness Diary v1.06 - Blood pressure + weight - Symbian rendszerre készített vérnyomás és súly és egyéb egészségügyi adatokat tároló, naplózó alkalmazás.

<http://www.symbian-freeware.com/download-wellness-diary-v1-06.html>

Palm OS rendszerre

UTS Blood Pressure for Palm OS - Vérnyomás és pulzus adatok rögzítése Palm OS rendszerű telefonokra. A program az adatokat különféle értékelési szempontok alapján különböző színekkel jeleníti meg.

<http://www.2000shareware.com/info/uts-blood-pressure-for-palm-os/41489/>

RIM rendszerre BlackBerry telefonokhoz

Blood Pressure Tracker - Vérnyomásadatok mérése, a méréshez lehetőség van előre beállított körülményeket beállítani megjegyzésként. Emellett képes a korábbi méréseket is megjeleníteni és exportálni.

<https://appworld.blackberry.com/webstore/content/5749>

BADA rendszerre Samsung telefonokhoz

BP Tracker - A program a rendszeres vérnyomásmérések értékeit menti el BADA rendszerű telefonokon.

<http://www.samsungbadaapps.com/health-life/bp-tracker>

MyFitnessCompanion

A vizsgált hasonló rendszerek közül a MyFitnessCompanion alkalmazást találtuk a legjobbnak.

A MyFitnessCompanion előnye a többi alkalmazással szemben többek között az illesztett szenzorok nagy száma, a szélesebb körű nyelvi támogatás, a szoftver használatát bemutató videók és a mérési adatok exportálásának lehetőségei.

A rendszerek áttekintése során több olyan ötlet jutott eszünkbe, melyek megvalósítása egy új rendszer elkészítésére adott okot: egyik rendszer sem érhető el magyar nyelven (mobil alkalmazások esetén), a szoftverek használata az összetett kezelőfelület miatt nehézkes.

A rendszer tervezési fázisától kezdve fontos szempont volt, hogy az elkészítendő alkalmazás használata egyszerű, egyértelmű legyen, kevés informatikai tapasztalattal rendelkező felhasználók számára is, pl: idős korú páciensek. A magyar nyelvű felhasználói felületet szeretnénk később más nemzetközi nyelvekkel is bővíteni, pl: angol és német, illetve a nyelvi bővíthetőséghez felhasználni a keretrendszer adta lehetőségeket.

Hosszabb távon a szenzorok bővítését is könnyebbé teszi a keretrendszer jellegű megvalósítás.

Egészségügyi háttérinformációk

A projekt célja egy egészségügyi távmonitorozó rendszer elkészítése. A dolgozatunkban ezt a rendszert mutatjuk be, aminek része a különböző egészségügyi mérőberendezések ismertetése is, amelyek megértéséhez hasznos lehet egy rövid összefoglaló azokról az élettani jelenségekről, amelyeket a szenzoraink mérni képesek, és amelyeket a rendszerünk feldolgoz és tárol.

Vérnyomás [5]

A vér feladata, hogy ellássa oxigénnel és tápanyaggal a szervezetet és elszállítsa a széndioxidot és az anyagcsere végtermékeit.

“A vérnyomás a vérnek a szívtől kapott mozgási ereje, amely a keringést fenntartja és egyben az érfalakat is tovafutó hullámként feszíti.” [4]

A szívverés két fázisból áll, a két fázis a szisztolé és a diasztolé. A szisztolé a kamrai összehúzódás, ekkor pumpálódik a vér az artériákba, a szívből elvezető nagy erekbe. A diasztolé a kamra elernyedését jelenti, két szívizom összehúzódás között van az elernyedés. A vérnyomás mérése azért is kiemelten fontos, mert manapság a magas vérnyomás népbetegség. A magas vérnyomáshoz tartozó értékek korfüggőek, felnőtteknél magas vérnyomásnak nevezzük a tartósan 140/90 Hgmm érték feletti állapotot. A magas vérnyomás kialakulásának okai lehetnek: öröklött hajlam, túlsúlyosság, magas koleszterin szint, mozgásszegény életmód, stressz, kiegyensúlyozatlan életmód, túl sok konyhasó-, alkoholfogyasztás, dohányzás. A hosszútávon fennálló magas vérnyomás következményei lehetnek: agyvérzés, agyi ér tárgulat, a veseműködés romlása, szélütés, szívelégtelenség.

A vérnyomás mérési módszerek lehetnek invazív vagy noninvazív vizsgálati módszerek. Az invazív vérnyomásmérés során a bőrön át valamelyik verőérbe vezetnek egy kanült, amivel mérik az artériás nyomást. A noninvazív mérések során nem hatolnak át a bőrön, hanem például mandzsettát használnak, amit a felkarra helyeznek fel.

Otthoni környezetben a páciens leginkább automata vérnyomásmérőt tud használni. Az ilyen típusú készülékekben használt legelterjedtebb módszer az oszcillometriás módszer. 1885-ben Étienne-Jules Marey fedezte fel. A lényege, hogy a felkarra helyezett mandzsetta nyomásában megjelenik az artéria pulzálása. Ha a mandzsettában található

nyomás megegyezik az artéria középnyomásával (MAP: Mean Arterial Pressure) akkor a pulzálás eléri a maximális szintet. A szisztolés és diasztolés értékek számítása a MAP-ból történik előre meghatározott szorzók alapján. Az így kapott számok csak becslésként vehetők figyelembe, nem adnak pontos mérési eredményeket.

Testsúly [6],[7]

A testsúly mérése azért fontos, mert a túlsúly fontos szerepet játszhat pl. a fent említett magas vérnyomás kialakulásában is, de számos más egészségügyi problémát is okozhat, pl. ízületi panaszok, cukorbetegség, epekő, magas koleszterin szint.

Fontos szempont még, hogy ne csak a testsúlyt legyünk képesek megmérni, hanem a testösszetételt is, mert így lehet meghatározni az izomtömeget, víztömeget, csonttömeget és zsírtömeget. A testzsír-százalék azt mutatja meg, hogy egy ember teljes testtömegének hány százaléka zsírszövet. Ezt két részre bonthatjuk, a létfontosságú zsírra és az elraktározott zsírmennyiségre. A létfontosságú zsír az a mennyiség, ami az egészséges életvitelhez szükséges, ez a nőkben 10-13% a férfiakban 2-5%. Ezért nem azonosan jelent rosszat egy rendszeresen sportoló és egy ülő életmódot folytató embernél ugyanaz a súly (ha azonos neműek és magasságúak), mivel a rendszeresen sportolónak a súlya valószínűleg a nagyobb izomtömeg miatt lett több, míg a másik típusú embernél valószínűleg zsírban rakódott le ugyanaz a többlet.

Súlyunkat megmérhetjük egyszerűbb otthoni mérlegekkel is, de léteznek erre a célra professzionálisabb precíziós mérlegek is, amelyek minden bekapcsolás után kalibrációt végeznek, így kiküszöbölve azt a jól ismert problémát, hogy az egyszerűbb mérlegnél a felület típusától függően, amin mérünk, eltérő eredmények születhetnek. Ezen komolyabban felszerelt mérlegek között számos modell létezik, ami nem csak súlyt, hanem egyéb adatot is képes mérni vagy pedig az előre beletáplált felhasználói adatok segítségével számolni. Ilyen lehet pl.: a testzsír-százalék, csonttömeg, izomtömeg, víztömeg, BMI index.

A testzsír-százalék mérésére több módszer is létezik, ezek közül a Bioelektromos Ellenállás Analízis (BIA) az egyik, amit otthoni körülmények között is lehet alkalmazni, bármilyen orvosi előképzettség nélkül. Ez a módszer megfizethető, de nem a legpontosabb, mivel nagyon sok külső tényező befolyásolja a mérés helyes eredményét. Az alap elgondolása az ennek a technikának, hogy két vezetőt csatlakoztatnak az ember testére és

áramot vezetnek bele, majd megnézik mekkora ellenállást fejtett ki a szervezet. Ugyanis míg az izmok jó vezetők, mivel sok bennük a víz (körülbelül 73%), addig a zsír nem jó vezető, mert vízmentes. Az eljárás egyáltalán nem fájdalmas, annak ellenére, hogy a páciensbe áramot vezetnek, mivel nagyon kicsi $800\mu\text{A} - 1\text{mA}$ erősségű áramról beszélünk, az érzetküszöbnek nevezett határ $1-5\text{mA}$ környékén található. Ez a módszer azért nem olyan pontos, mert nagy mértékben befolyásolja az eredményt, ha a mérés előtt sok folyadékot fogyaszt a páciens. Az sem mindegy, hova kapcsoljuk a vezetőket, egy elterjedt megoldás, hogy a testsúlymérlegek felülete azon a helyen ahol rá kell állni fémről van és mezítláb ráállva tudjuk használni. Így viszont az áram az egyik lábon felfelé áramlik, keresztül a has alsó részén és le a másik lábon a fém felületig. Ezzel például az is lehet a baj, hogy a férfiak szervezete máshol tárolja a zsír egy részét mint a nők, így ez a módszer nem működik ugyanolyan jól mindkét nemnél. Vannak olyan testsúly mérlegek is, amikhez tartozik egy kormány szerű kiegészítő, amit megfogva már négy ponton érintkezik a test a vezetőkkel, így pontosabb eredményt lehet elérni.

Pulzusszám [8]

A szív működése hasonlít egy érzékeny mérőberendezésre, mert gyakorlatilag folyamatosan reagál a testünkben végbemenő folyamatokra, emellett érzékeny a lelki állapotunk változására és a környezetünkből érkező különböző hatásokra is. Minden egyes élettani változást egyetlen mutatóval képes értékelni: ez a pulzusszám.

A pulzusszám, avagy szívfrekvencia az egy perc alatt mért szívverések (szívizom-összehúzódások) számát jelenti. Ezzel szemben a pulzus kifejezés alatt a verőerek szívveréssel egyezően fellépő periodikus lüktetését értjük. A pulzus szintén a szív percenkénti összehúzódásainak a számát határozza meg, azonban közvetett módon. A pulzus és pulzusszám mértékegysége is az ütés/perc.

A pulzusszám mérése történhet közvetett módon, mechanikai inger alapján, ahol az orvosi értelemben vett „pulsust”, tehát az érfal jól kitapintható pulzálását mérjük. Ezen mérések nagy hátránya, hogy a lüktetések erőssége testrészenként, valamint a bőr és izomréteg vastagságától függően igen eltérő lehet, így ez befolyásolhatja a mérés pontosságát. Ezt a mérési elvet használják a pulzus meghatározására többek közt a mandzsettás vérnyomásmérők is.

Az előzőnél jóval pontosabb módszer, ha mellkasi jeladó övbe rejtett elektródák segítségével számoljuk a szívnek az összehúzódásait. Ez esetben a mérő szenzor az összehúzódások során keletkezett elektromos ingerületet érzékeli az elektrokardiográf műszerekhez hasonlóan. Az ilyen fajta szenzorok alkalmasak lehetnek egész napos vagy sportolás közbeni viseletre is mivel apró méretüknek köszönhetően szinte egyáltalán nem zavarják a mozgást.

Következő lehetőség az optikai úton történő pulzusmérés, mely a véroxigénszint mérőkben is használatos, hiszen ezzel a módszerrel a vérben lévő oxigénmennyiség is meghatározható. Az ilyen eszközöket mérés közben a kezujjunkra vagy lábujjunkra kell felhúzni, ami zavaró lehet, hiszen a végtagokon való eszközviselés korlátozhatja a mozgást. Azonban napjainkban már léteznek ugyan ezen az elven működő pulzusmérők, melyeket fül dugóba integráltak. Előnyük, hogy létezik belőle vezeték nélküli kivitel, illetve egyidejűleg használható akár zenehallgatásra is.

Az utóbbi két egész napos viselésre is alkalmas szenzor közül végül a mellpántos megoldást alkalmazzuk annak széleskörű elterjedése és kedvezőbb ára miatt.



3. Ábra Nonin pulzoximéter
Véroxigén szint [9]



1. Ábra Motorola
fülhallgatós pulzoximéter



2. Ábra Polar szívritmusmérő
mellkaspánt

A sejteink működéséhez oxigénre van szükség, mely a vérrel szállítódik az artériákon keresztül. Ha valamilyen okból a szervezet nem kapja meg a megfelelő mennyiségű oxigént, az anyagcsere folyamatok leállnak, ami az élettel összeegyeztethetetlen. A légzésfunkció romlás hatására csökken a vér oxigén koncentrációja. Ilyen eset például az alvási apnoe (alvás közbeni nem tudatos légzésvisszatartás), ami fulladáshoz vezethet, így fontos lehet ilyenkor a vér oxigénszintjének monitorozása.

Egészséges embernél általánosságban 99% és 95% között van a megfelelő véroxigén telítettség. A 90% és 58% között lévő értékek oxigénhiányt jelentenek, ekkor észlelhető a bőrön a magas szén-dioxid okozta kékes elszíneződés.

Az véroxigén szint elemzés legmegbízhatóbb módszere a vérminta vétel, majd annak laboratóriumi körülmények közötti vizsgálata. Azonban ez egy hosszan tartó folyamat és emellett a hámréteg felszakításával is jár, így a vizsgálati személyek joggal érezhetik kényelmetlennek a beavatkozást. A pulzoximéterek megjelenésével ezek a hátrányok megszűntek így széles mértékben elterjedt az orvosok körében is a használata. Amellett, hogy nincs szükség vérvételre, folyamatosan és gyorsan képesek az oxigén telítettséget meghatározni, valamint hordozhatóak is. A pulzoximéterek működésük közben egy infra lézerrel világítják át az adott végtagot, így a másik oldalon lévő szenzorhoz átjutó fény mennyiségéből következtethetünk a vér oxigén szintjére; minél több fény jut át, annál több oxigén van a vérben.

4. Saját rendszerünk

Háziközpont kiválasztása

Mivel a kitűzött cél egy telemedicinás hálózati rendszer otthoni központjának megvalósítása, elengedhetetlen, hogy elsősorban meghatározzuk a hardvert, amely az egész alrendszernek az alapját adja. Az alapvető kérdés tehát az, hogy vajon egy helyhez rögzített nagyobb méretű nagy számítási és tárolási kapacitással rendelkező számítógépet használjunk e fel, vagy inkább egy apróbb, teljesen mobil, azonban kevésbé komoly erőforrásokkal rendelkező hordozható készüléket alkalmazzunk e.

Hordozhatósági szempont

A helyhez kötött hardver előnye a nagyobb kapacitás mellett az, hogy a nagyobb méret, nagyobb kijelzőt is biztosít, mely fontos a könnyen kezelhetőség szempontjából. A nagyobb ábrák a gyengébben látó felhasználók esetén kifejezetten előnyösek lehetnek. Egy méretesebb számítógép további előnye egy kisebb hordozható készülékkel szemben az, hogy amíg utóbbinál meg van az esély arra, hogy elkallódjon, elveszen, addig egy terebélyesebb tárgy esetén ettől nem kell tartani. Mindez nagy problémát okozhat, amennyiben egy fontos mérés elvégzésére van szükség, de egy ilyen baleset miatt mindez nem vihető végbe. A probléma azonban szerencsére orvosolható, abban az esetben ha a hordozható eszközünk mobiltelefonként is funkcionál, hiszen ilyenkor készülékünk megcsörgetésével, könnyen következtethetünk annak helyére.

A teljesítménybeli különbséget tekintve, a technológia rohanó fejlődésének köszönhetően az okos telefonok és PC-k között nincs olyan nagy mértékű eltérés, ahogyan az az előző évtizedben volt. Így olyan alkalmazások működtetésére is lehetőség nyílik a mobil készülékeken, melyek a nagy sebesség és tár igény miatt eddig elképzelhetetlen volt.

Jelenlegi hátránya a mobil készülékeknek még az, hogy hiába képesek nagy teljesítményigényű feladatok elvégzésére, az akkumulátor idejük véges, így aránylag gyakran töltésre szorulnak, aminek elhalasztása a készülék használhatóságát korlátozza. Így mobil készülék home hub-nak választása esetén rendkívül fontos olyan szenzorkommunikációs megoldás alkalmazása, mely gazdaságosan bánik az akkumulátorral. Ezen felül kiemelten kell arra figyelni, hogy a kommunikációs adapter kizárólag akkor legyen bekapcsolva, amikor arra valóban szükség is van.

Egy mobil eszköz használata mindenféleképpen kényelemmel jár; nem szükséges mindig ugyan arra a helyre odamenni a mérések elvégzéséhez, akár nem is kell otthon tartózkodnia a felhasználónak a mérés ideje alatt, amennyiben képes magával vinni a szenzorjait. További előny, hogy olyan mérések is elvégezhetőek, melyek egy helyben ülve nem lehetségesek. Ilyenek lehetnek az egész napos vizsgálatok (pl. pulzus, EKG, vérnyomás, stb.). Ezek mellett meg kell említeni azt, hogy további funkciók bővítése szempontjából is előnyös az okos telefonnal megoldott elképzelés, például abban az esetben, hogyha valamely egész napos mérési adatból az orvosok arra a következtetésre jutnak, hogy a felhasználó veszélyben van. Ekkor ugyanis az okos telefon pontos helymeghatározó funkcióját kihasználva lehetőség nyílik a veszélyeztetett személy pontos pozíciójának meghatározására, így a mentők célirányosan indulhatnak el érte.

A fentebb megfogalmazott értékelés után, arra a megállapításra jutottunk, hogy egy okos telefon használata home hub célra összességében nagyobb mértékű kényelmet és többletfunkciókat hoz magával, mintha egy helyhez rögzített eszközt alkalmaznánk.

Mobil platform kiválasztása

Miután megállapodtunk abban, hogy a rendszert mobiltelefonra fogjuk megvalósítani, ki kellett választani egy a feladat megvalósítására alkalmas platformot. A választás előtt több szempont alapján mérlegeltünk, ilyen szempont volt az adott operációs rendszer jelenlegi és várható jövőbeni piaci részesedése (a felhasznált Gartner elemzés alapján), az operációs rendszert használó telefonok ára, az operációs rendszer jelenlegi képességei.

A Windows Phone 7 rendszerű telefonokon jelenleg a Bluetooth kapcsolatok programozása nem támogatott, ezért ezt a lehetőséget elvetettük. A jelenlegi és jövőbeni piaci részesedés alapján az iOS és az Android lesz a piacvezető, a BlackBerry telefonokon futó RIM rendszer pedig várhatóan a negyedik legelterjedtebb lesz, a Windows Phone után. Ezzel eljutottunk oda, hogy a szűkítések után az iOS és az Android rendszer maradt. Az Android az iOS-el szemben nyílt rendszer, ez a fejlesztés szempontjából volt fontos. A végére maradt az az érv, hogy az iOS készülékek ára jóval magasabb, mint az Androidot futtatni képes telefonoké.

A fentebb említett előnyök és hátrányok mérlegelése alapján a választás az Android rendszerre esett, minimális rendszerverziónak pedig a 2.1-es változatot jelöltük meg, ezáltal az Androidot futtató telefonok több, mint 95%-a kompatibilis lesz.

Kommunikációs protokoll kiválasztása [10]

Szenzorok házi központhoz csatolása

Miután meghatároztuk, hogy az otthoni központ egy okos telefon legyen, a következő feladat, hogy ehhez szenzorokat kapcsoljunk. A szenzorok kiküldik magukból a mért adatokat, így azok feldolgozására és átmeneti tárolására lehetőség nyílik a home hub-ban. Ahhoz, hogy mindez megtörténhessen, a legfontosabb dolog a szenzor és az otthoni központ közötti kommunikációs csatorna kialakítása.

Vezetékes és vezeték nélküli megoldások

Először is azt kell tisztázni, hogy vezetékes, vagy inkább vezeték nélküli kommunikációt érdemes e használni. Nyilvánvalóan a vezetékes megoldások adatátvitel szempontjából a legbiztonságosabbak, hiszen ez esetben az adatok egy zárt csatornán áramlanak, így külső zavaró jelekre az átvitel kevésbé lesz érzékeny. Emellett fontos kiemelni azt, hogy bizonyos esetekben a vezetékes kapcsolódás lehetővé teszi azt is, hogy a szenzoroknak ne kelljen külön akkumulátorral rendelkezniük, így azok töltésével nem kell külön foglalkozni. A lehetséges vezetékes megoldások lehetnek: hálózati kábel, soros portot vagy USB-t használó vezeték, valamint valamiféle speciális megoldás (pl.: optikai kábel).

A vezetékes megoldás alkalmazásának hátránya esetünkben leginkább az, hogy valamilyen szinten hozzá vagyunk kötözve az adatot fogadó egységhez (a home hub-hoz), ami a felhasználónak kényelmetlenséget okozhat. Ennek elkerülése érdekében inkább vezeték nélküli adatátvitel mellett döntöttünk, ahol szintén több lehetőség közül választhatunk, ezek többnyire a: WiFi, Bluetooth, ANT+ és a Zigbee. Az infravörös átvitel is vezeték nélküli kapcsolatot biztosít, azonban a vezetékes megoldásokhoz hasonlóan itt is felmerül a helyhez kötöttség problémája, mivel az infra adónak és vevőnek aránylag közel kell elhelyezkedniük egymáshoz, ráadásul megszabott pozícióban, mely szintén nem a legkényelmesebb megoldás, így leginkább a rádiós adatátvitelt részesítjük előnyben.

Rádiós adatátvitel

Mivel a vezeték nélküli módszerek esetén már oda kell figyelni arra is, hogy az adatküldés miatt a szenzorunknak az akkumulátora folyamatosan merül, fontos olyan megoldást választani, mely számunkra megfelelő mértékben gazdálkodik az energiával, hogy ne legyen szükség a szenzor gyakori utántöltésére. A WiFi-t használó megoldások ilyen szempontból nem kedvezőek, hiszen nagy energiaigényűek. Természetesen a nagy energiaigény mellé nagy hatótávolság is társul, azonban a rendszerünk mindezt nem igényli, mivel az adatátvitel esetén a felhasználó általában az adathordozó eszköz néhány méteres környezetében van. Így a legoptimálisabb megoldást a Bluetooth, az ANT+, valamint (kis mennyiségű nem sűrűn küldött adatok esetén) a Zigbee biztosítja. Mivel a Zigbee szinte egyáltalán nem támogatott az okos telefonok által, és az ANT+ átvitelt is csupán a készülékek kis százaléka tudja kezelni, a széles körben elterjedt Bluetooth kapcsolat mellett döntöttünk.

5. A Rendszer elemei

HomeHub

A felhasználó életterébe (lakás) “kihelyezett” telemedicinás adatgyűjtő eszköz. Feladatai közé tartozik a szenzorokból beérkező adatok fogadása, szenzorból bejövő információk koordinálása. Általában érintőképernyős felület segítségével kommunikál a felhasználóval/pácienssel/monitorozott személlyel, valamint a beérkező adatokat továbbítja az adatközpont felé, ahol megtörténik az adatok elemzése, kiértékelése, a beérkezett adatok alapján kórtörténet összeállítása.

Ezenkívül használható egyes, kevésbé számításigényes feladatok elvégzésére is, valamint olyan funkciók is integrálhatók az eszközbe, melyek minél gyorsabb elvégzése a páciens számára életmentő lehet (pl. elesésetektálás, kiugró vérnyomásérték vagy szívritmuszavar esetén riasztás küldése a mentőszolgálatnak, stb.)

Szenzorok

Mivel a rendszer egyik fő célja, hogy szenzorokból kinyert adatokat fogadjon és feldolgozzon, feltétlenül szükséges a szenzorok kiválasztása valamilyen szempont szerint. A projekt négy személyes, ezért négy különböző szenzor illesztését tűztük ki célul. Ebben az alfejezetben kifejtésre kerül az, hogy miért éppen a jelenlegi szenzorokat választottuk ki, miért tartottuk fontosnak a hozzájuk tartozó mennyiségek mérését. Ezek mellett ismertetésre kerülnek a kiválasztott szenzorok kommunikációs módjai, illetve az, hogy a kommunikáció során milyen adatsomagokat használnak.

A rendszerhez jelenleg egy vérnyomásmérő, egy mérleg, egy véroxigénszint-mérő és egy szívritmusmérő került illesztésre. A kiválasztásnál elsődleges szempont volt, hogy olyan mennyiségeket mérjünk, melyek kapcsolódnak bizonyos népbetegségekhez, így biztosak lehetünk a választott szenzorok hasznosságában felhasználói szempontból. A túlsúlyos páciensek távmonitorozása érdekében szükséges volt a mérleg illesztése, illetve a magas vérnyomásban szenvedő személyek miatt a vérnyomásmérő rendszerhez kapcsolása. Ezt az elvet követve a közeljövőben illesztésre fog kerülni legalább egy fajta vércukorszint mérő is, mely segít a cukorbetegség kezelésében és egészségi állapotuk követésében. A vércukorszint mérő azonban már invazív (testbe vágás vagy szúrás

szükséges) mérés, így a sok tesztelés miatt nem volt előnyös a rendszer korai fázisában integrálni a szenzort, ezért inkább további non-invazív szenzorokat illesztettünk.

További szempont, hogy a mérések gyakran megismételhetők legyenek, így kézenfekvő volt egy pulzoximéter és egy szívritmus mérő illesztése is (ezek esetén másodpercenként érkeznek be adatok, amíg súly- és vérnyomás-mérésnél ez jóval hosszabb idő). A sűrű adatküldés a tesztelést felgyorsította és lehetővé vált számunkra annak megvizsgálása, hogy a rendszerünk egyáltalán képes-e a másodpercenként érkező adatok fogadására és feldolgozására, így utólag is, e szenzorok rendszerbe való integrálása kifejezetten jó döntésnek bizonyult.

Az eddigi négy eszköz további előnye, hogy egyszerűen kezelhetőek, egyszerre aránylag kevés adatot küldenek, így azok feldolgozása nem volt túlzottan bonyolult, így az adatfeldolgozás tesztelése könnyebben kivitelezhető volt. A példának okáért, egy több csatornás elektrokardiográf eszköz használata esetén jóval több adat érkezik egyszerre a telefonra, ami a feldolgozást megnehezíti. Ez a rendszer kialakításánál felesleges nehézséget generált volna.

Végso sorban fontosnak tartottuk azt, hogy a home hub-hoz legyen hozzákapsolva, mind kliens, mind pedig szerver elven kommunikáló eszköz is, melyeknek jelentése az alábbiakban kifejtésre kerül. Az, hogy mind a két féle kommunikációs típust kezelni tudja már a rendszer, lehetővé teszi azt, hogy a későbbiekben a további szenzorok illesztése gördülékenyebben menjen.

Szerver mód

Ebben az esetben a Bluetooth-os eszköz folyamatosan végez mérést és mindeközben felderíthető állapotba állítja magát. Ily módon várva arra, hogy egy kliens hozzákapsolódjon az általa hirdetett szolgáltatáshoz és ezek után megkezdhesse az adatok átküldését.

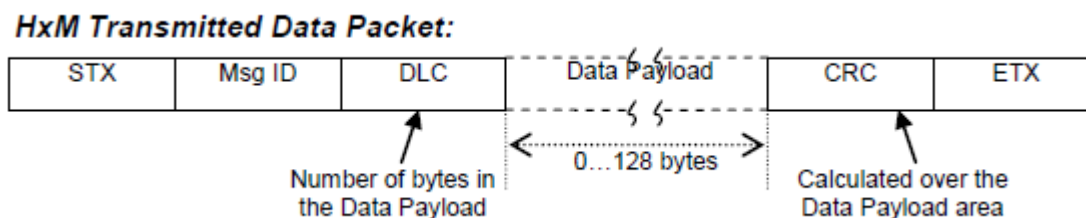
Kliens mód

Ebben az esetben a fogadó eszköz elindít egy Bluetooth szerver csatornát felparaméterezve az elvárt szerviznévvel és UUID-vel (universally unique identifier – univerzális egyedi azonosító), majd a szenzor csak az ilyen paraméterekkel rendelkező szolgáltatáshoz próbál kapsolódni.

Szívritmus mérő szenzor (mellkasi jeladó)

A piacon található Bluetooth kommunikációt támogató mellkasi szívritmusmérők közül a Zephyr cég által gyártott HxM típusú eszköz bizonyult a legmegfelelőbbnek. Ehhez a szenzorhoz volt a legnagyobb mértékű támogatás dokumentáció szempontjából. Ez a szívritmusmérő tudásában is kiemelkedő a piacon lévő eszközökhöz képest, például nem csupán pulzust képes mérni, hanem beépített lépésszámlálóval is rendelkezik, ami a továbbfejlesztés szempontjából igen kedvező lehetőségeket kínál.

Az alábbi ábrán bemutatásra kerül az adatcsomag, melyet a szívritmus mérő szenzor továbbít a telefonnak a Bluetooth kapcsolaton keresztül. A csomagokat másodpercenként küldi a szenzor, ahol minden egyes alkalommal megtörténik a mérés és az adatok csomagrészekbe írása. A kommunikáció egyetlen csatornán, szimplex módon történik úgy, hogy a szenzor csupán kibocsájtja a csomagokat, fogadni nem fogad semmit. Az adat csomagokat hat fő részre bontjuk. Ezek közül a Data Payload jelenti a hasznos adatokat, a többi öt rész egy-egy bájtos adminisztrációs adat. Az STX (start of text) jelzi a csomag kezdetét, ami egy konstans érték, így ezzel a telefon oldalon, amikor a feldolgozás történik detektálható a csomag eleje, így innen elkezdjük az olvasást. Az ETX (end of text) is hasonló, csak az éppen a csomag végét jelöli, egy bizonyos konstans értékkel. Az MsgID ennek a felépítésű csomagnak az azonosítóját jelenti, ami szintén egy fix érték. A DLC mondja meg, hogy a maximálisan lehetséges byte-ból, hány darab hasznos adat. A CRC a hibaellenőrző kód, mely a hasznos adatok tartalmából generálódik egy a gyártó által megadott algoritmus szerint. Amennyiben ily módon, a telefon oldalon is elő tudjuk állítani a CRC értékét, akkor a Bluetooth átvitelben feltehetőleg nem történt hiba.

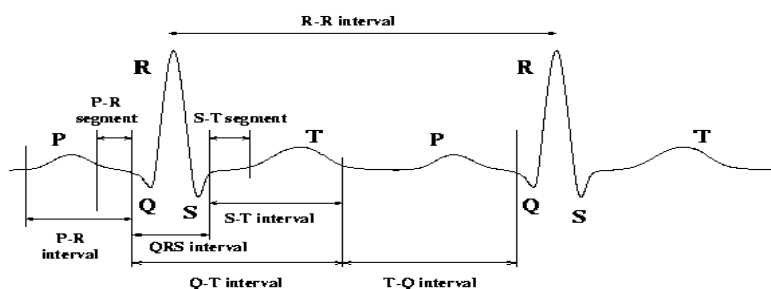


4. Ábra Zephyr HxM szívritmusmérő adatcsomag

Byte/Bit	7	6	5	4	3	2	1	0	Field
0	STX								STX
1	0x26								Msg ID
2	55								DLC
3	Firmware ID								Payload
5	Firmware Version								
7	Hardware ID								
9	Hardware Version								
11	Battery Charge Indicator								
12	Heart Rate								
13	Heart Beat Number								
14	Heart Beat Timestamp #1 (Newest)								
16	Heart Beat Timestamp #2								
18	Heart Beat Timestamp #3								
20	Heart Beat Timestamp #4								
22	Heart Beat Timestamp #5								
24	Heart Beat Timestamp #6								
26	Heart Beat Timestamp #7								
28	Heart Beat Timestamp #8								
30	Heart Beat Timestamp #9								
32	Heart Beat Timestamp #10								
34	Heart Beat Timestamp #11								
36	Heart Beat Timestamp #12								
38	Heart Beat Timestamp #13								
40	Heart Beat Timestamp #14								
42	Heart Beat Timestamp #15 (Oldest)								
44	Reserved								
46	Reserved								
48	Reserved								
50	Distance								
52	Instantaneous speed								
54	Strides								
55	Reserved								
56	Reserved								
58	CRC								CRC
59	ETX								ETX

5. Ábra Zephyr HxM szívritmusmérő adatcsomag - részletes

A fent lévő ábra kibontja a hasznos adat csomagrészt, így látható, hogy milyen lényeges adatok kerülnek átvitelre a telefonba. A firmver és a hardver adatokon kívül a 11-edik sorban, ami a 11-edik bájtának felel meg, a szenzorban lévő akkumulátor-töltöttségről kapunk információt. Ezután található meg a szívritmus mértéke. A szívritmus bejegyzés után az eddigi szívütések száma, majd a következő néhány R-R távolság adat következik. A szenzor képes megtett távolság, lépés szám, és sebesség mérésére, így azok mérési eredményeit is az adatcsomagba foglalja. A feljebb említett R-R távolság a két szívütés közti időt számolja, aminek illusztrálása egy EKG görbén az alábbi módon történik:



6. Ábra EKG görbe R-R távolság

Vérnyomásmérő és mérleg

Az általunk választott UA-767PBT vérnyomásmérő és UC-321PBT mérleg is az AND cég terméke. Azért ezekre az eszközökre esett a választásunk, mert egy cég két termékénél jó esélyt láttunk arra, hogy egy problémát nem kell kétszer megoldanunk és ez be is bizonyosodott. Közös jellemzőik, hogy rendelkeznek saját belső órával, és mind a kettő a mért adatokat Bluetooth kapcsolaton küldi el, kliens módban.

Mindkét szenzor esetén igaz, hogy a mérés után a szenzor az utoljára párosított eszköznek megpróbálja elküldeni a mért adatokat. Amennyiben az nem elérhető, akkor a közelében lévő maximum 10 eszközhöz megpróbál kapcsolódni egy adott nevű Bluetooth szervizt keresve. Ha sikerült a feltételeknek megfelelő eszközt találnia, akkor párosítást kezdeményez vele, sikeres párosítás után pedig elküldi neki a memóriájában tárolható maximum 40 mérésből a legkorábbi méréshez tartozó adatokat. Ha a fogadó oldalról jön egy fogadást megerősíti válaszüzenet, akkor a szenzor a következő méréshez tartozó adatokat küldi el. Ilyen párbeszédet folytatva lehet lekérni az összes tárolt mérési adatot. Van másik típusú válaszüzenet is, azzal a szenzor beállításait lehet módosítani, pl: a belső óra átállítása, PIN kód módosítása.

Az egy méréshez tartozó átküldött adathalmazt két részre lehet osztani: egy fejléc- és egy mérési adat részre. A méréshez tartozó fejléc rész felépítése mindkét eszközénél megegyezik, csupán a szenzorspecifikus mezők értéke tér el egymástól (adatmező hossza, szenzortípus). Az adat fejléc részében az aktuális méréshez tartozó dátum- és időbélyeget a beépített óra szolgáltatja. Emellett megtalálható a szenzor MAC címe, a fogadó egység MAC címe és a szenzor szériaszáma is.

Az egy méréshez tartozó adatokat a következő ábrákban bemutatott struktúra szerint küldi egyszerre a két említett szenzor:

2	10	321	0
---	----	-----	---

2011	11	10	15	01	05
------	----	----	----	----	----

2011	11	10	15	04	59
------	----	----	----	----	----

00A0962DF4E1	CC051BD635B7	5090650402
--------------	--------------	------------

198	4	3
-----	---	---

UA-767PBT és
UC-321PBT
által küldött egy
méréshez tartozó
fejléc

80	28	50	46	5C
----	----	----	----	----

UA-767PBT
vérnyomásmérő
által küldött egy
méréshez tartozó
adat rész

ST,	+072.90	KG
-----	---------	----

UC-321PBT
testsúly mérleg
által küldött egy
méréshez tartozó
adat rész

7. Ábra AnD adatcsomag 1

A szenzortól kapott adatok értelmezése

2	Csomag típus, mindig 2
10	Az adatcsomag hossza, 10 byte (V) vagy 14 byte (M)
767	A szenzor típusa, mérleg esetén 321
0	Flag (jelzésre)
2011	Mérés év
11	Hónap
10	Nap
15	Óra
01	Perc
05	Másodperc
2011	Átküldés év
11	Hónap
10	Nap
15	Óra
04	Perc
59	Másodperc
00A0962DF4E1	A szenzor MAC címe
CC051BD635B7	A fogadó eszköz MAC címe
5090650402	A szenzor széria száma
0	Fenntartott 10 byte hosszú rész
198	Elem töltöttség jelző
4	Fenntartott byte
3	Firmware és hardware info

8. Ábra AnD fejléccsomag

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

Egy vérnyomáshoz tartozó adatrész

80	Az érvényes mérést jelző mező
28	Szisztolé, diasztolé különbsége
50	Diasztolés érték
46	Pulzus
5C	Artériás középnyomás (MAP)

(A fenti hexadecimális számértékek jelentése: 120/80 szisztolé/diasztolé, 70-es pulzus és 92 MAP)

Egy testúlyhoz tartozó adatrész

ST,	+072.90	KG
-----	---------	----

(A mérleget be lehet állítani, hogy kg vagy font mértékegységet használjon)

6. Rendszertervezés

A rendszerterv megalkotása a rendszerrel szemben támasztott elvárások specifikálásával kezdődött, majd ezek megfeleltetésére vettünk fel modulokat, mégpedig úgy, hogy az igényeket csoportokba rendeztük, és ezen csoportok megfeleltetésére alkalmas funkciókat modulokba szerveztük.

Rendszerkövetelmények

Először bemutatjuk az alapvető elvárásokat, melyek alapján a rendszerterv készült.

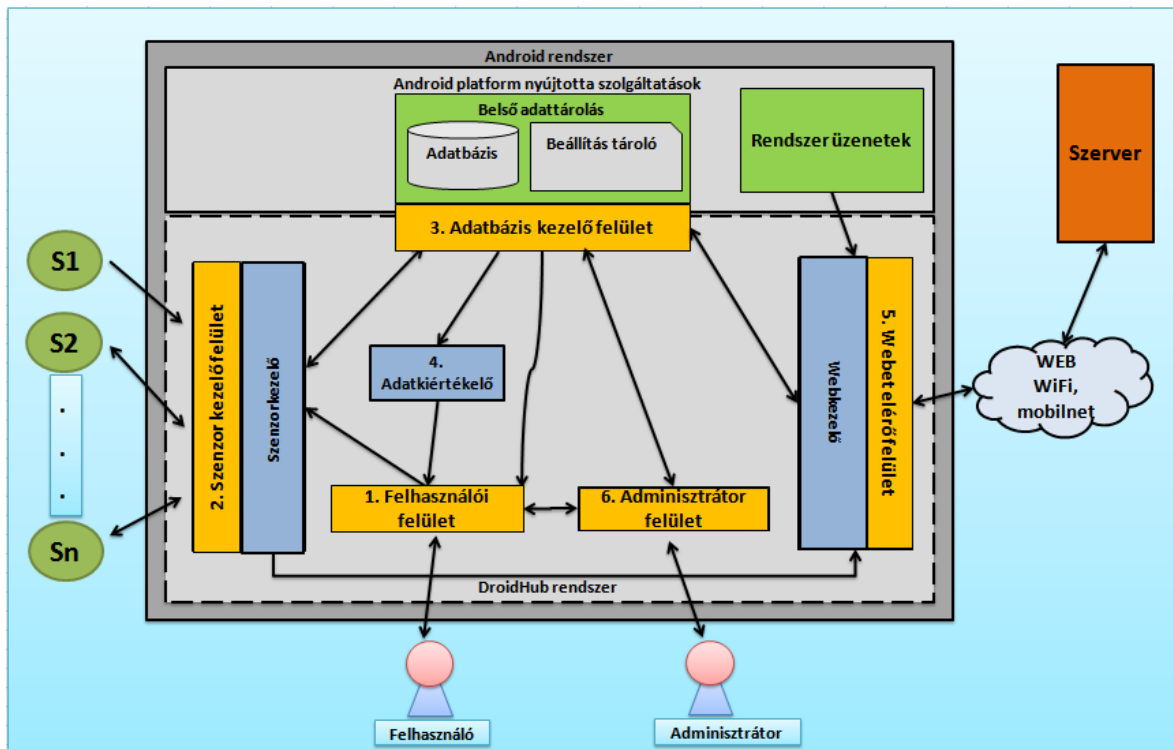
A rendszerrel szemben támasztott követelmények:

- a telemedicinás eszközt össze kell tudni párosítani az Androidos eszközzel
- a szoftvernek képesnek kell lennie létrehozni egy Bluetooth csatornát és azon fogadni kell tudni az eszközről érkező adatokat
- el kell tudnia tárolni a beérkezett mérési adatokat, majd fel kell tudnia tölteni egy távoli adatbázisba azokat, ha nincs hálózati kapcsolata a készüléknek, akkor el kell tudnia tárolni az adatokat, addig amíg nem lesz hálózati kapcsolat, hogy fel tudja tölteni az adatbázisba
- fontos, hogy mivel a szoftver akkumulátorral működtetett készülékeken fut, ezért lehetőleg minél kisebb legyen az energia-felhasználása
- cél az egyszerű bővíthetőség, hogy a későbbiekben újabb és újabb szenzorokat, minél egyszerűbben lehessen illeszteni a rendszerhez
- képes legyen hibaellenőrzést végezni a mért adatokon, amikor az eszköz fogadja azokat, hogy feleslegesen ne mentsen el hibás adatot
- lehessen frissíteni a szoftvert a jövőben a felhasználók oldaláról
- minél több Androidos készülékkel kompatibilis legyen a rendszer, ennek érdekében a jó minimális Android verzió kiválasztása

A felhasználói felülettel szemben támasztott követelmények:

Meg kell felelnie az alapvető ergonómiai elvárásoknak, melyeket a következő pontokban fejtünk ki:

- a könnyű kezelhetőség nagyon fontos, hiszen az egyik célközönsége a szoftvernek az idősebb emberek csoportja, akiknek úgy kell kialakítani a felületet, hogy az egyszerű legyen, egyértelmű, könnyen átlátható, de ez a szempont természetesen a fiatalabb felhasználóknál is fontos
- nagyon fontos a felhasználói felület kontrasztossága, átláthatósága, ezért úgy kell megválasztani a színeket és az ikonokat, hogy egymástól jól elkülönülő csoportokat alkossanak
- lényeges, hogy a felhasználó kapjon visszajelzéseket működés közben (ha pl. valami olyan műveletet végez a program, ami a háttérben fut, de lényeges, hogy a felhasználó tudjon róla, akkor értesüljön a felületen a művelet állapotairól)
- a mért adatokat meg kell tudni jeleníteni a felhasználók számára, hogy önmaguk is le tudják ellenőrizni az adatátvitel sikerességét, illetve, hogy utólag is vissza tudják nézni az adatokat



9. Ábra Rendszerterv

A rendszer moduljainak kapcsolatai

1-

1-Felhasználó között: Vizuális felület nyújtása a Felhasználónak és emellett az érintőképernyő segítségével tudja vezérelni a program működését.

1-2 között: a felhasználó a Mérés típus kiválasztása képernyőről a Mérés indítása gomb megnyomásával jut el a Mérési adatokat megjelenítő modulhoz ami értesítéseket is jelenít meg a mérés állapotával kapcsolatban (pl: megtörtént a szenzorkapcsolódás, vége a mérésnek).

1-3 között: A felhasználóhoz beállított szenzorok tulajdonságainak (feliratok, képek) lekérése a megjelenítéshez.

1-4 között: A Felhasználói felület megkapja a helyi adatbázisban tárolt utolsó adattal kapcsolatos kiértékelést a kiértékelő modultól.

1-5 között: A Webes kommunikációért felelős modul az adatok feltöltésével kapcsolatos visszajelzéseket megjeleníti a felhasználói felületen.

1-6 között: a rejtett Adminisztrációs felületet előhívása, majd a beállítások elvégzése után visszalépés a főmenübe.

2-

2-Szenzor között: a Szenzor és a rendszerünk közötti kommunikációs kapcsolat kiépítése, adatok fogadása és a kapcsolat lebontása.

2-3 között: A Szenzorból érkezett mérési adatok az adatkezelő modul segítségével kerülnek elmentésre.

2-5 között: mérés után, amennyiben rendelkezésre áll internet kapcsolat, a Szenzorkezelő az Adatkezelő modulon keresztül a mért adatokat a helyi adatbázisba elmenti és elindítja a webes távoli adatbázisba való mentést a Webes kommunikációért felelős modul segítségével.

3-

3-4 között: A Kiértékelő modul az aktuális szenzorhoz tartozó utolsó mérési adatot kiértékeli és az eredményt megjeleníti a Felhasználói felületen.

3-5 között: a Webes kommunikációért felelős modul lekéri a helyi adatbázisból a távoli adatbázisba lementendő, feltöltendő adatokat valamint a távoli adatbázisból letöltött korábbi adatokat elmenti a helyi adatbázisba.

3-6 között: az Adminisztrációs modul a szenzorok adatait a helyi adatbázisba menti, valamint onnan is listázza ki a korábban elmentett szenzoradatokat.

5-

5-Web között: a kapcsolat kiépítése a telefon és a távoli adatbázis között, majd a kiépített kapcsolaton adat küldése és fogadása a távoli és a helyi adatbázis között.

5-Rendszer üzenetek között: ha az Android rendszerértesítést küld, hogy van létrejött internet kapcsolat a Webes kommunikációért felelős modul megkísérli a helyi adatbázisból feltölteni az adatokat a távoli adatbázisba.

6-

6-Adminisztrátor: Az adminisztrátor az Adminisztrációs felületen keresztül végzi el a szükséges beállításokat.

Megvalósításhoz szükséges feladatok

Ahhoz, hogy a megtervezett páciensmonitorozó rendszer egy működő egésszé váljon, meg kell határozzunk néhány alapvető feladatot programozás szinten. Először is mivel az Android platformot választottuk alap rendszernek, meg kell ismerkedjünk annak felépítésével, működésével és programozásával. Ezen belül kifejezett hangsúlyt kell fektetni arra, hogy az Android operációs rendszer által nyújtott Bluetooth-os szolgáltatásokkal a lehető legnagyobb mértékben tisztában legyünk, hiszen ennek ismerete nélkül nem lehetséges az egyes szenzorok illesztése. Képesnek kell legyünk arra, hogy a szenzorokat párosítani, csatlakoztatni, azokból adatokat fogadni tudjunk. Ahhoz, hogy ez a három fázis megvalósulhasson, először is meg kell ismerkedni minden egyes szenzornak a Bluetooth kommunikációs módjával (szerver vagy kliens), az általa használt

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

adatcsomaggal (milyen sorrendben és mennyiségben küldi az adatokat), majd ezek után az adatfeldolgozás byte szintű implementálását kell elvégezni.

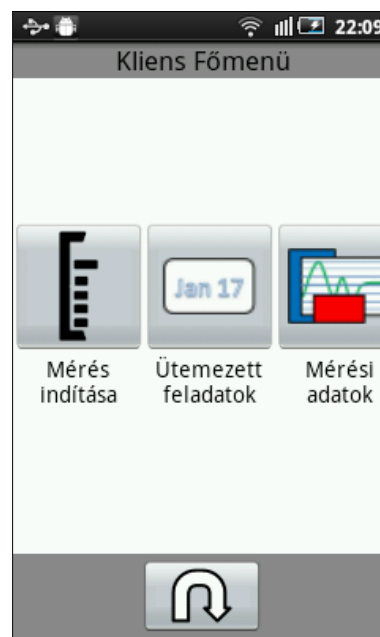
7. Megvalósítás

Felhasználói felület

Főképernyő

Az egyes menüpontokhoz szemléletes nagyméretű képeket rendeltünk gombként, és a kép alatt szöveggel jól láthatóan is kiírtuk a menüpont nevét. Az első menüpont a mérés indítása, itt tudjuk a korábban felvett szenzorok közül kiválasztani az aktuális méréshez tartozó szenzort vagy a kiválasztott szenzorhoz tartozó helyi adatbázisban tárolt korábbi méréseket. A második gomb feladata egyelőre nincs megvalósítva.

A harmadik gomb a mérési adatok névre hallgat. Feladata a távoli adatbázisban tárolt aktuális felhasználóhoz tartozó adatok lekérése és egy webes felületen történő megjelenítése.



10. Ábra Főképernyő

A kliens főmenüből a címmező hosszas nyomva tartásával érhető csak el a beállító adminisztrációs felület, így rejtettük el az általános felhasználók elől.

Látható, hogy a visszalépésre létrehoztunk egy gombot, ami az általános visszalépés fizikai gombot helyettesíti. Így az idősebb felhasználók is könnyebben megtalálják.

Mérési típus kiválasztási képernyő

Az adminisztrációs felületen korábban beállított szenzorok listája alapján megjelennek az egyes szenzorokhoz tartozó képek és szenzor nevek. Üres lista esetén a képernyő közepére írjuk ki az értesítő üzenetet. A mérés indítása előtti segítségnyújtó felület eléréséhez meg kell nyomni a méréshez tartozó szenzor képét. Amennyiben több szenzort vittek fel mint, amennyi kifer egy



11. Ábra Mérés típus kiválasztás

oldalra, lehetőség van a képernyő két oldalán található nyilakkal navigálni a szenzorlistában.

Segítségnyújtó és mérés indítására való képernyő

A méréshez használt szenzor kiválasztása után megjelenik a szenzor használatra vonatkozó leírás, ami ha nem fér ki egy oldalra, akkor lehet lapozni az oldalak között az arra alkalmas gombokkal. A leírás alatt található egy „Mérés indítása” feliratú gomb, ami rövid gombnyomásra a helyi adatbázisban tárolt kiválasztott szenzorhoz tartozó korábban mért adatok megjelenítését végző felületet indítja el, míg hosszú gombnyomás esetén egy Bluetooth engedélyezés kérés jelenik meg ami 300 másodpercre láthatóvá teszi a készülékünket és egyben engedélyezi is a Bluetooth kommunikációt. Ebben az esetben is a mérési eredményeket megjelenítő felület jön elő, ahol a mért adatok valós idejű megjelenítése történik.

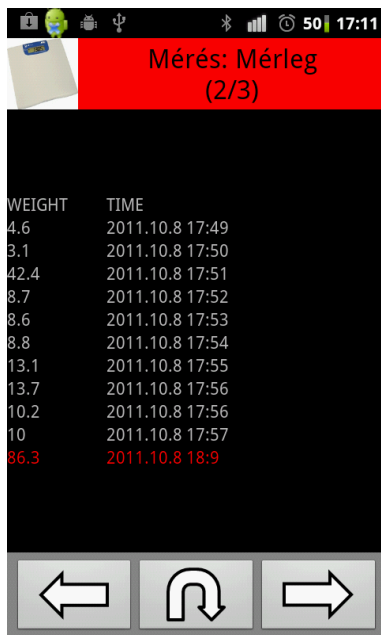
12. Ábra Segítség nyújtó képernyő 1



13. Ábra Segítség nyújtó képernyő 2

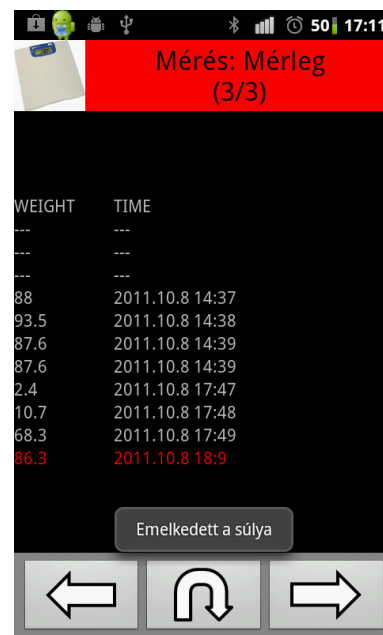
Mérési eredmények képernyő

A megjelenítés táblázatos formában történik attól függően, hogy az adott szenzornak hány darab érték típusa van, annyi oszlopot jelenítünk meg. A legalsó sor mindig az utolsó mérést mutatja, a kiértékelésnek megfelelően színezve. A színezés mellett egy üzenet is megjelenik a felhasználó számára a mérés eredményét kiértékelve. Amennyiben valós idejű adatfogadás történik, a fogadott adatok először beírásra kerülnek a helyi adatbázisba, majd pedig onnan lekérve kiértékelésre kerülnek és megjelennek a táblázatban. Valós idejű mérés fogadása után az előző felületre való visszalépéskor a Bluetooth chipet a rendszerkövetelményekben támasztott energiatakarékosság szem előtt tartása miatt kikapcsoljuk.



WEIGHT	TIME
4.6	2011.10.8 17:49
3.1	2011.10.8 17:50
42.4	2011.10.8 17:51
8.7	2011.10.8 17:52
8.6	2011.10.8 17:53
8.8	2011.10.8 17:54
13.1	2011.10.8 17:55
13.7	2011.10.8 17:56
10.2	2011.10.8 17:56
10	2011.10.8 17:57
86.3	2011.10.8 18:9

15. Ábra Adatmegjelenítő képernyő 1



WEIGHT	TIME
---	---
---	---
---	---
88	2011.10.8 14:37
93.5	2011.10.8 14:38
87.6	2011.10.8 14:39
87.6	2011.10.8 14:39
2.4	2011.10.8 17:47
10.7	2011.10.8 17:48
68.3	2011.10.8 17:49
86.3	2011.10.8 18:9

14. Ábra Adatmegjelenítő képernyő 2

Szenzorkezelő modul

Szenzorkezelő felület

A kiválasztott szenzorhoz tartozó segítségnyújtó képernyőn alul található mérés gomb hosszan tartó megnyomásának hatására elindul a Bluetooth kommunikációért felelős szerviz. A szerviz a kapcsolat kialakításához lekéri a szenzor és a páciens adatait. A szenzor a kapcsolat kialakítási módjától (szerver, kliens) függően meghívja a Szenzorkezelő megfelelő rutinját és a kapcsolat állapotáról felbukkanó üzenetablakban értesíti a felhasználót. Mivel a szenzorokkal való kommunikáció külön szálon történik a Szenzorkezelőben, ezért a mérési adatokat megszakítási csomagokban küldjük vissza a szerviznek, amelyeket az adatkezelő modulnak továbbít a helyi adatbázisba mentés céljából.

Szenzorkezelő

A kliens vagy szerver módon működő szenzorok más-más paraméterekkel rendelkező kapcsolódást igényelnek. Amíg a szerver elven működő eszközökhöz (melyek folyamatosan küldik az adatot) könnyedén csatlakozhatunk, addig egy kliens elven működő szenzor esetén nehezebb a helyzet, mivel az egy hosszabb ideig tartó mérés után küld adatot, így a telefont fel kell készíteni arra, hogy folyamatosan figyelje a mérési adat beérkezését az eszköz felől.

Szerver mód - Ebben az esetben a Bluetooth-os szenzor folyamatosan végez mérést és mindeközben felderíthető állapotba állítja magát. Ily módon várva arra, hogy egy kliens hozzákapcsolódjon az általa hirdetett szolgáltatáshoz és ezek után megkezdhesse az adatok átküldését. Ehhez arra van szükség a Szenzorkezelő részéről, hogy egy Bluetooth csatornát (socket) hozzon létre a szolgáltatást nyújtó szenzor MAC (media access control – fizikai cím) címével.

Kliens mód - Ebben az esetben a Szenzorkezelő elindít egy Bluetooth szerver csatornát (server socket) felparaméterezve az elvárt szerviznévvel és UUID-vel (universally unique identifier – univerzális egyedi azonosító), majd a szenzor csak az ilyen paraméterekkel rendelkező szolgáltatáshoz próbál kapcsolódni.

Mindkettő esetben, a kapcsolódás egyes állapotairól a Szenzorkezelő üzenet csomagokon keresztül értesíti a szervizt és továbbítja az adatokat szintén az üzenet csomagokat felhasználva. Mindezt megelőzve a hibaszűrést a modul a kiválasztott szenzor adatsomagjaiban lévő hibaellenőrző bitek vizsgálatával végzi el.

Adatkezelő modul

Szenzoradatok kezelőfelülete

A rendszerbe beregisztrált szenzorok azon adatait olvassa, módosítja melyekre a kommunikáció során szükség van (pl. a csatlakozáshoz szükséges MAC cím, a szenzor típusa, mely alapján a protokollt kiválaszthatjuk)

Mérési adatok kezelőfelülete

A mérési bejegyzések, a bejegyzéshez tartozó mérési adatok felvitelét, régebbi adatok törlését végző osztály.

Beállítás adatok kezelőfelülete

A felhasználó általános, kiértékelés szempontjából lényeges adatait, a server címét, és hasonló információkat tartalmazó osztály. Ide tartozik a szenzor kereséséhez timeout beállítása.

Kiértékelő modul

A kiértékelendő adatokat lekérjük az adatkezelő modulon keresztül az adatbázisból, illetve a személyi adatokat a Beállítás tárolóból (szintén az adatkezelőn keresztül).

A pulzus adatok kiértékelése egy célzóna táblázatot vesz alapul, ugyanígy a vérnyomás esetén is egy ilyen táblázatot veszünk figyelembe. A mérlegnél nem szabály táblát használunk, hanem a legutolsó méréshez viszonyítjuk az új mérésakor kapott értéket.

A kiértékelő osztály továbbküldi az adatokat a mérési adatok megjelenítésére szolgáló felületre, emellé csatolja a mérés eredményét leíró osztályzatot, aminek megfelelően színezi be a felület a legutolsó mérési adatot, valamint csatol egy rövid szöveges értékelést is, ami a felületen szintén megjelenítésre kerül.

Adminisztrációs modul

Adminisztrátori főképernyő

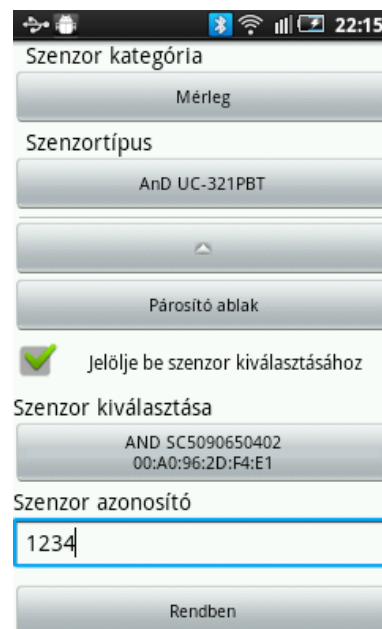
A felület egy lista nézetben teszi elérhetővé a beállítások elérését. Az első menüpontban van lehetőség a páciens azonosító beállítására. A következő menüpontban lehet beállítani a távoli adatbázis eléréséhez szükséges URL címet. A harmadik menüpont a kliens-szerver kapcsolat tesztelésére szolgáló felületet jeleníti meg. A szenzorok beállítása menüpont megjeleníti azt a felületet, ami kezeli az új szenzor felvitele és a meglévő szenzorok módosítása funkciókat.



16. Ábra Adminisztrátori főképernyő

Szenzor felviteli és módosítási képernyő

A különálló felületen új szenzor felvitele esetén ki kell választani az általunk megadott szenzortípusok listából, hogy a rendszerbe felvenni kívánt szenzor milyen kategóriába tartozik (mérleg, pulzoximéter, pulzusmérő, vérnyomásmérő). A kategória kijelölése után ki kell választani a szenzortípus listából az elmenteni kívánt szenzort. Következő lépés a szenzor MAC címének beírása. Ezt általában a szenzoron, a szenzor dobozán vagy leírásában tünteti fel a gyártó. A MAC címet lehetőség van kézzel is beírni vagy a Kiválasztható szenzorok listája által kínáltak közül kiválasztani.

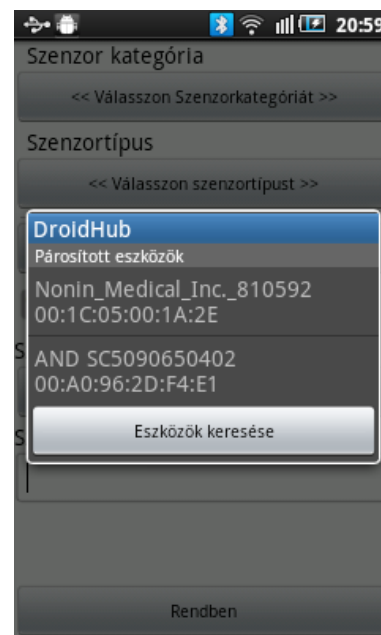


17. Ábra Szenzor felviteli és módosítási képernyő

Az utolsó szükséges adat a szenzorazonosító megadása, ami a távoli adatbázisban történő mérési adatok tárolásához szükséges. Igény esetén lehetőség van egy párosító ablakot is előhozni, ami jelen esetben az Android rendszer beépített Bluetooth beállítások képernyőjét jelenti. A felület alján található Rendben gombbal lehet érvényesíteni a beállításokat.

Kiválasztható szenzorok listája

A Kiválasztható szenzorok listája egy felugró ablak, ami egy olyan listát tartalmaz, ami a korábban párosított vagy felderíthető módban lévő Bluetooth készülékeket adja vissza. Az ablak a jelölőnégyzet bepipálásával és a szenzor kiválasztás gomb megnyomásával jeleníthető meg. Egy listaelem kiválasztásakor a hozzá tartozó MAC cím bemásolásra kerül a hozzáadni kívánt szenzor MAC cím mezőjébe.



18. Ábra Kiválasztható szenzorok listája

Kliens-szerver kapcsolat tesztelése képernyő

A kliens-szerver kapcsolatot lehet ezen a felületen ellenőrizni. A kapcsolat teszteléséhez kézzel be kell írni a távoli adatbázis elérési címét, a páciens azonosítót, a szenzorazonosítót és egy pulzoximéteres mérés két adatát (Pulzus, SpO2). Ha a kapcsolat tesztelése sikeres volt, lehetőségünk van elmenteni a server URL címét.



19. Ábra Kliens-szerver kapcsolat tesztelése képernyő

8. Tesztelés

A projekt célja egy egészségügyi távmonitorozó rendszer megalkotása volt, ami egy Androidos program formájában valósult meg. Egy program fejlesztésénél nagyon fontos fázis a tesztelés.

A fejlesztés során fontos a folyamatos modul tesztek elvégzése, ezeket el is végeztük annak érdekében, hogy ha valamilyen probléma merülne fel, rögtön egységenként el tudjuk végezni a javításokat.

Amikor elkészültünk a rendszer alpha verziójával és úgy ítéltük meg, hogy komolyabb teszteket is kellene végezni rajta, felkértünk egy külsős, tapasztalt tesztelőt a korrekt eredmény miatt.

Tesztelési módnak a funkcionális tesztelést választottuk, az alábbiakban táblázatos formában mutatjuk be a tesztervet.

DroidHub projekt Tesztelési Jegyzőkönyv version:1.0		
Szoftver verzió:	Alpha állapot jelenleg nincs kiadott verzió	
Tesztelő:	Bogdanov Pál	
Dátum:	2011-11-08	
Tesztelt funkcionalitás		
Főképernyő		
Mérés indítása		
Vérnyomás mérés (gomb)		
Felirat: Tegye fel a vérnyomás		
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)		
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)		
Vissza (gomb)		
Pulse-oximéter		
Felirat: Helyezze a készüléket		
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)		
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)		
Hátra (gomb)		
Előre (gomb)		
Vissza (gomb)		

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

Mérleg		
Felirat: Rugja meg a mérleg ...		
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)		
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)		
Vissza (gomb)		
Szívritmusról		
Felirat: Rakja fel az övet!		
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)		
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)		
Mérési eredmények		
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)		
Vissza (gomb)		
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)		
Hátra (gomb)		
Előre (gomb)		
Vissza (gomb)		
Mérési adatok (gomb)		
Rendszer adminisztráció (rejtet gomb)		
Páciens azonosító		
Szerver URL címe		
Kliens-szerver kapcsolat teszt		
Szerver URL címe		
Páciens azonosító		
Szenzor azonosító		
Pulzus		
SpO2		
Szerver URL metése		
Adatküldés tesztelése		
Szenzorok beállítása		
Szenzor kategória		
Szenzor típus		
Párosító ablak		
Szenzor kiválasztás (check boks)		
Szenzor kiválasztás (ha a check boks aktiv)		
MAC cím megadás (ha a check boks inaktiv)		
Szenzor azonosító		
Rendben (gomb)		
Triggerek beállítása		

A tesztelés kiértékelése

- 7 esetben nem tartozott funkció egy adott gombhoz
- 4 esetben stilisztikai javaslattal hibajegy felvétele készült
- 3 esetben programhiba miatt hibajegy felvétele készült
- A tesztelés folyamán mind a négy szenzorról megérkeztek a mérési eredmények.

A tesztelés óta 3 problémát sikerült kijavítanunk, másik kettő pedig javítás alatt áll. Teszteléshez a Bugzilla nevű hibajegykövető rendszert használtuk.

ID	Sev	Pri	OS	Assignee	Status	Resolution	Summary
421	enh	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	NEW		Mérleg mérési utasítás hiba
422	enh	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	NEW		Szívritmusmérő kezelési utasítás hiba
423	tri	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	NEW		Nem egyértelmű cella azonosító
424	blo	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	ASSI		Kliens-szerver kapcsolat adatküldési teszt hiba
425	blo	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	ASSI		Szenzor beállítások értékeinek vizsgálata
418	enh	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	RESO	FIXE	Vérnyomás mérés utasítás hiba
419	tri	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	RESO	FIXE	Mérési eredményeknél hibás perc kiírás
420	enh	P5	Mac	john.ferenczi@citromail.hu	RESO	FIXE	Pulse-oximéter utasítás hiba

20. Ábra BugZilla képernyőkép

A részletes eredmények és a tesztelési jegyzőkönyv a melléklet 1. oldalától.

Kompatibilitási teszt

A fejlesztés folyamán végeztünk egyéb tesztet is, mivel az AnD-s szenzorokkal kapcsolatban felmerült egy probléma, ezek után erre külön figyelmet fordítottunk.

A probléma forrása az volt, hogy az AnD-s eszközök párosításakor néhány mobilnál nem működött a folyamat, míg más mobiloknál igen. Hosszas próbálgatások után egy táblázatban összefoglaltuk ennek a tesztelésnek az eredményeit. Sajnos a tesztek alapján

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

nem tudunk egyértelműen következtetni arra, hogy az Android verziótól vagy az okostelefon márkájától és típusától függ a hiba megoldása.

Márka és típus	Android verzió	Rootolt-e	Szenzor	Siker
HTC Desire S	2.3.3	nem	mérleg	igen
HTC Hero	2.1 update 1	nem	mérleg	nem
LG Optimus 3D	2.2.2	nem	mérleg	nem
LG Optimus 2x	2.3.4	nem	mérleg	igen
Samsung Galaxy 3	2.2	igen	mérleg	nem
Samsung Galaxy 3	2.2	nem	mérleg	nem
Samsung Galaxy Ace	2.3.3	nem	vérnyomásmérő	nem
Samsung Galaxy Mini	2.3.4	nem	mérleg	igen
Samsung Galaxy S	2.2.1	nem	mérleg	nem
Samsung Galaxy S2	2.3.3	nem	mérleg	nem
Samsung Galaxy S2	2.3.4	nem	mérleg	nem
Samsung Galaxy Tab	2.2.1	nem	mérleg	nem
Sony-Ericcson Xperia X10 Mini Pro	2.1 update 1	nem	mérleg és vérnyomásmérő	igen
Vodafone 858 Smart	2.2.1	nem	mérleg és vérnyomásmérő	igen
ZTE Blade	2.3.4	igen	mérleg	igen
15 db eszköz		2 rootolt 13 gyári		15-ből 6-nál siker

A siker oszlopban lévő igen-nem jelzők jelentése: siker esetén létrejött párosításról és sikeres adatküldésről beszélhetünk, ha nem volt siker, az két formában nyilvánult meg vagy lefagyott a program, vagy nem történt sem PIN párosítás, sem lefagyás.

9. Továbbfejlesztési lehetőségek

A dolgozatban felvázolt és elkészített telemedicinás rendszer tervezésekor számos olyan ötlet merült fel, amit a rendszer későbbi verzióiban érdemes lenne bevezetni, használni.

Rövidtávon szükséges lenne a mérési adatok megjelenítéséhez grafikonokat használni, ezek segítségével a mérési adatokkal kapcsolatos tendenciákat jól tudnánk szemléltetni. A grafikonon például átláthatóan, könnyen értelmezhetően jelezni lehetne túl magas vagy túl alacsony értékeket, bizonyos sávok beosztásai alapján. További rövid távú bővítési tervünk, hogy a rendszer képes legyen időzítéseket és figyelmeztetéseket beállítani a mérésekhez és ezekkel a figyelmeztetésekkkel jelezni a felhasználónak. Érdemes lenne a rendszer használatát bemutató jó minőségű videót, videókat készíteni és azokat az interneten is közzétenni.

Középtávú fejlesztési lehetőség az internetes adattovábbítás módosítása és a JSON technológia alkalmazása a hálózati adatforgalom minimalizálása érdekében. Fontos és érdemes lenne a korábban a Neumann János Informatikai Karon egy másik projekt keretében elkészült „Pánikgomb” alkalmazás integrálása a rendszerbe. Ezzel a páciensek monitorozása mellett szükség esetén hamarabb lehetne segítséget nyújtani a bajba jutott embereknek. A jelenleg egy felhasználós mód több felhasználós móddá bővítésével lehetőség nyílna arra, hogy ugyanazokkal a szenzorokkal és egy telefon készülékkel akár az egész család egészségügyi monitorozása megoldható lenne. Az angol és egyéb világnyelvek támogatásával a program szélesebb körben terjedhetne el, nem csak a magyar piacon.

Hosszabb távú tervként a már korábban említett keretrendszer szerű megvalósítást tűztük ki magunk elé. Ez a keretrendszer lehetőséget adna arra, hogy a programkód újrarendezése és újra publikálása nélkül lehetne újabb szenzorokat illeszteni a rendszerhez. A szenzorok illesztése mellett lehetőséget biztosítanánk új szenzortípusok illesztésére is, illetve a szenzorokhoz tartozó kiértékeléshez szükséges információk hozzáadására is. A keretrendszer a további nyelvi változatok egyszerűbb bővítésére is használható lenne.

10. Összefoglalás

A feladat egy telemedicinás rendszer elkészítése volt, melyhez a mobilitás (könnyű hordozhatóság), az eszköz viszonylagos olcsósága, s széleskörű elterjedtsége alapján a mobiltelefont választottuk a fejlesztés céleszközének, ezen belül a piaci részesedés (market share), a különböző árkategóriákban való elérhetőség és a platform nyitottsága alapján fejlesztési környezetnek az Android operációs rendszer mellett döntöttünk.

Ezután következett az életfunkciók mérésének megismerése, valamint az erre használt szenzorok működési elvének tanulmányozása. Miután ezekkel tisztában voltunk, következhetett a szenzorok kiválasztása.

A szenzorok kiválasztásánál arra törekedtünk, hogy a felhasználó minél több életfunkcióját nyomonkövethessük velük, valamint fontosnak ítéltük a vezeték nélküli technológiák felhasználását, hogy ezzel a felhasználó életterét minél kisebb mértékben korlátozzuk, hiszen az Androidos rendszernek egyik fő előnye a könnyű hordozhatóság, és nem szerettük volna ezt az előnyt elveszíteni vezetékes technológiák használatával.

Miután kiválasztottuk a céleszközöket és a szenzorokat, megismerkedtünk a Java nyelv és az Androidos fejlesztés közti különbségekkel, a választott operációs rendszer által nyújtott lehetőségekkel, hogy ezeket minél jobban kihasználhassuk.

A tervezés előtt sok, jelenleg a piacon lévő hasonló rendszert megvizsgáltunk, összevetettünk, valamint megvizsgáltuk, hogy miben tudnánk egyedit alkotni, miben lenne a mi rendszerünk több, mint a jelenlegiek.

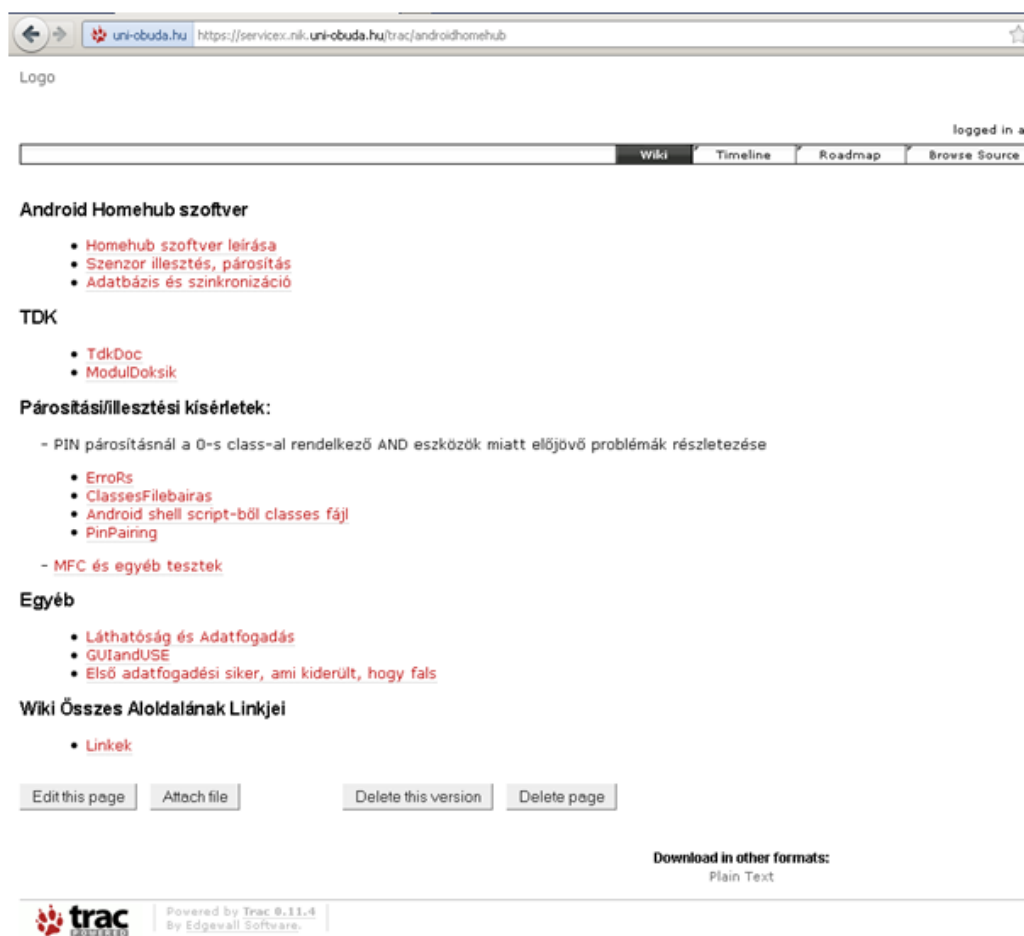
Ezek alapján állítottuk fel a rendszerünk által támasztott követelményeket.

A projekt megvalósítására ütemtervet hoztunk létre melybe csúszást is belekalkuláltunk. A tervezés korai fázisában nagy vonalakban felvázoltuk a rendszertervet, melyben a rendszer moduljai szerepeltek. Ezek után heti rendszerességgel megbeszélést tartottunk, melyben a modulok szerepét külön-külön részletesen megbeszéltük, a funkcióikat valamint a modul interfészeket letisztáztuk.

A letisztult rendszerterv elkészültekor felosztottuk a különböző modulok implementációjának feladatát, és a heti megbeszéléseken mindenki elmondta, hogy mire jutott a feladatával, valamint ha az implementáció során problémákba ütközött, közösen

megpróbáltuk megoldani, amennyiben viszont nem sikerült megoldást találni rá, másik alternatívát kerestünk, azzal a kitéttel, hogy ehhez a meglévő rendszertervet minél kisebb mértékben kelljen módosítani.

A projekt fejlesztése során „team-alapú integráció”-s módszerként az svn-t használtuk. A megbeszéléseket általában személyes találkozók alkalmával, de ha erre nem volt mód, VOIP alapú kommunikációval folytattuk le. A projekt dokumentációk számára létrehoztunk egy trac oldalt (wikit), amit még most is folyamatosan frissítünk.



21. Ábra A wiki oldal képernyőképe

A release tesztekhez külső segítséget kaptunk, a tesztelést végző munkatársunk a Bugzilla jegykezelő-rendszerben viszi fel az észlelt hibákat, valamint ezen keresztül tájékoztatjuk a hibák állapotáról, javításukról, stb.

A rendszerünk ugyan még nem hibátlan, de az alapfunkciók integrálásának nagyrésze már befejeződött.

Elért eredmények

Mivel a telemedicinás rendszerek lényege, hogy az orvos egy egészen más helyszínről képes legyen vizsgálni a beteget, alapvető funkció, hogy az otthoni rendszer és a szenzorok között kialakulhasson kommunikációs kapcsolat. Ennek megvalósítását tűztük ki elsődleges célul, aminek elkészítése sikerült, mind a véroxigén-szint mérő, a vérnyomásmérő, a mérleg és a pulzusszám mérő esetén is.

További eredmény, hogy a szenzorokból érkező adatok feldolgozásra kerültek, ez tette lehetővé, hogy az adatbázisba kerülhessenek mentésre. A hibás adatok adatbázisba jutását a feldolgozás során kiszűrtük, így sem a pácienshez, sem pedig az orvoshoz nem engedjük eljutni a hamis értékeket.

Ezek után értük el azt, hogy a felhasználónak lehetősége legyen lekérnie a helyi adatbázisból a felhasználói felületre a mérési eredményeit, mindezt kiértékelte formában, így azonnal visszajelzést kaphat a mérési eredmények jelentéséről.

Ahhoz, hogy az orvosok is elérjék a páciens adatait, megvalósítottuk, hogy minden egyes mérés után a helyi adatbázisból a szerveren lévő adatbázisba felkerüljenek a mérési eredmények, ezek után azok könnyedén kiböngészhetők.

Mindezek mellett sikerült elérni azt is, hogy a rendszer akkumulátor kímélő legyen, úgy, hogy a kommunikációhoz szükséges Bluetooth szolgáltatást kifejezetten csak a mérés végzése alatt hagyjuk bekapcsolt állapotban, minden többi esetben lekapcsoljuk.

A telemedicinás rendszereknek megfelelő elvárásokat tehát mind sikerült implementálni. Ahhoz, hogy meggyőződjünk arról, hogy mindez akár éles körülmények között is működik e, a szoftvernek a leteszteléséhez az úgynevezett Bugzilla rendszert alkalmaztuk, mely hozzásegített a hibák megtalálásában és követésében is. Ezek után azok javítása jóval egyszerűbb volt.

Ahhoz, hogy a rendszerünk a lehető legtöbb Androidos készüléken működhessen, szükséges volt felmérni azt, hogy melyek azok az Android verziók, amikből jelenleg a legtöbb van a piacon. Ennek megfelelően történt az alkalmazásprogramozási felület (Android API) kiválasztása, így a legtöbb telefonon az alkalmazás használható.

Elért eredmények értékelése

A dolgozat témája egy távmonitorozó rendszer elkészítése, így a dolgozat első felében a már piacon lévő telemedicinás rendszereket vizsgáltunk meg. Ezek a célrendszerek egy pácienshez kitelepített távmonitorozó egységből és a hozzá illesztett szenzorokból állnak, de a rendszerek mellé a gyártók a világhálón keresztül történő adatmentési, tárolási és megjelenítési szolgáltatásokat is kínálnak. Mindezek után azt mondhatjuk, hogy a piacon eddig jelenlévő távmonitorozó rendszerekhez sikerült felőni a funkcionalitást tekintve, mivel e dolgozatban bemutatott Androidos program képes a legfontosabb feladatok ellátására, vagyis a rendszeren keresztül lehetséges a szenzorokkal kommunikálni, azok adatait tárolni, megjeleníteni, majd a szerver oldalra továbbítani.

A távmonitorozó rendszerek otthon használandó szoftverek asztali számítógépekre, külön erre a célra egyedi berendezésekre, valamint mobiltelefonokra készültek, mi ezek közül egy okostelefonra írt, MyFitnessCompanion nevű alkalmazást ragadtunk ki, mivel összességében ezt találtuk a legjobbnak a megvizsgált szempontok alapján. A MyFitnessCompanion előnye a többi alkalmazással szemben többek között az illesztett szenzorok nagy száma, a szélesebb körű nyelvi támogatás, a szoftver használatát bemutató videók és a mérési adatok exportálásának lehetőségei.

Bár a TDK dolgozatban bemutatott szoftverünk a MyFitnessCompanionhoz képest kevesebb kiegészítő funkcióval rendelkezik, mégis néhány szempontból kedvezőbb a mi általunk készített rendszer. Az egyik ilyen szempont a kezelhetőség; amíg a MyFitnessCompanion egy összetetten bonyolult menürendszerrel rendelkezik (csúsztatható menü, felirat nélküli nem egyértelmű ikonok), addig az általunk elkészített program szándékos módon egyszerűen kezelhető és letisztult felhasználói felületet kínál (nagy méretű és beszédes ikonok középre igazítva), hogy a használata egyszerű és egyértelmű legyen kevés informatikai tapasztalattal rendelkező felhasználók (például idős páciensek) számára is. Egy következő szempont, hogy amíg az Android mobil platformra készült hasonló szoftverek körében magyar nyelvű nincs jelenleg a piacon, addig a mi általunk megvalósított programban a felhasználónak meg van a lehetősége arra, hogy magyar nyelvű feliratokkal élvezze az alkalmazásunk nyújtotta szolgáltatásokat.

	MyFitnessCompanion	Saját rendszer
Illeszthető szenzorok száma	14	4
Mért adat elküldése egy távoli adatközpontba	igen	Igen
Az adatközpontba elküldés módja/költsége	wifi/mobil internet	wifi/mobil internet
Több mérési adat tárolása és megjelenítése	igen	igen
Egy vagy többfelhasználós	többfelhasználós	egyfelhasználós
Támogatott nyelvek száma	11	1
Időzített mérésekre van-e lehetőség	igen	nem
Mérési adatok rögzítése kézzel	igen	nem
Videós bemutató a program használatához?	igen	nem
Adatok postolása facebookra	igen	nem
Mért adatok (hangos) felolvasása	igen	nem
Adatok exportálása fájlba (csv, kép, ...)	igen(csv, png)	nem
Riport készítése	van	nem
Vendég mód	nincs	nem

Táblázatos összehasonlítás a TDK dolgozatban elkészített szoftver és a MyFitnessCompanion között

11. Irodalomjegyzék

- [1] Image and Medical Data Communication Protocols for Telemedicine and Teleradiology
ftp://82.135.241.67/Articles/article_11.pdf - 2011-11-10
- [2] AMERICAN TELEMEDICINE ASSOCIATION TELEMEDICINE TECHNOLOGY SUMMIT, TELEMEDICINE/TELEHEALTH TERMINOLOGY
<http://www.americantelemed.org/files/public/abouttelemedicine/Terminology.pdf>
- 2011-11-11
- [3] Telemedicine for the benefit of patient, healthcare systems and society -
http://ec.europa.eu/information_society/activities/health/policy/telemedicine/index_en.htm
- 2011-11-11
- [4] Dr. Székács Béla - Vérnyomás – szerkezetünk kulcsa -
http://www.phoenix.hu/hu_a/40201text.php - 2011-11-11
- [5] Losonczy György dr., Rosivall László dr. - A hipertónia kórétettana -
<http://sunrise.sote.hu/htsz/losoncz.htm> - 2011-11-11
- [6] A testzsír mérése – testzsír-százalék -
http://www.fogyjonvelem.hu/cikkek/testzsir_meres.htm - 2011 - 11 – 11
- [7] Sharon A. Plowman, Denise L. Smith - Exercise Physiology for Health, Fitness, and Performance - 211. oldal, 2007, Benjamin Cummings
- [8] Dömötör Edit - Pulzuskontroll, testsúlykontroll- 56.-59. Oldal, 2005, Carita Bt.
- [9] Stubán Norbert - VEZETÉK NÉLKÜLI MAGZATI PULZOXIMÉTER MEGVALÓSÍTÁSA Ph.D. értekezés- 11.-13. Oldal, 2009, Budapesti M_szaki és Gazdaságtudományi Egyetem
- [10] Kozlovsky, Miklós - Telemedicina tantárgy prezentációja
https://biotech.nik.uni-obuda.hu/web/uploads/slides/Telemedicina/telemedicina_02xwind.ppt
- 7.-15. oldal. - 2011.09.21, 2011, Óbudai Egyetem

Melléklet

Tesztelési jegyzőkönyv

Tesztelés helye:

Óbudai Egyetem 1034 Budapest, Bécsi út 96/b.

Teszt ideje:

2011.11.08.

Tesztet végezte:

Mérésvezető: Bogdanov Pál

Teszteset definiálása:

Funkcionális tesztek elvégzése a DroidHub nevű programon.

Tesztelés eszközei:

Telefon:	Samsung Galaxy GT-I9000
Operációs rendszer:	Android 2.6.32.9 Kernelverzió
DroidHub:	Alpha verzió
Vérnyomásmérő:	AND UA-767PBT
Mérleg:	AND UC-321PBT
Pulse-oximeter:	Nonin 9560BT
Szívritmus mérő:	Zephyr HxM

Tesztelés menete:

A tesztelésre átadott készülékben 4db előre beállított szenzor található.

A tesztelés folyamán végigpróbálom a program felülete által kínált lehetőségeket beleértve a próbamérések elvégzését is.

Tesztelés kiértékelése:

- 7 esetben nem tartozott funkció egy adott gombhoz
- 4 esetben stilisztikai javaslattal hibajegy felvétele készült
- 3 esetben programhiba miatt hibajegy felvétele készült

A tesztelés folyamán mind a négy szenzorról megérkeztek a mérési eredmények.

A tesztelés eredményeit az 1.sz. Melléklet tartalmazza.

DroidHub projekt Tesztelési Jegyzőkönyv version:1.0		
Szoftver verzió:	Alpha állapot jelenleg nincs kiadott verzió	
Tesztelő:	Bogdanov Pál	
Dátum:	2011-11-08	
Tesztelt funkcionalitás	Teszt kimenetele (passed/failed)	Hibajegy ID
Főképernyő	passed	
Mérés indítása	passed	
Vérnyomás mérés (gomb)	passed	
Felirat: Tegye fel a vérnyomás	failed	418
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Pulse-oximéter	passed	
Felirat: Helyezze a készüléket	failed	420
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)	passed	
Hátra (gomb)	failed	nincs funkció
Előre (gomb)	failed	nincs funkció
Vissza (gomb)	passed	

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

Mérleg	passed	
Felirat: Rugja meg a mérleg ...	failed	421
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Szívritmusról	passed	
Felirat: Rakja fel az övet!	failed	422
Mérés indítás (gomb röviden megnyomva)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Mérés indítás (gomb hosszan megnyomva)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Igen (gomb)	passed	
Mérési eredmények	failed	419
Hátra (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Előre (gomb amennyiben több mérési eredmény képernyő van)	passed	
Vissza (gomb)	passed	
Bluetooth-engedély kérése: Nem (gomb)	passed	
Hátra (gomb)	failed	nincs funkció
Előre (gomb)	failed	nincs funkció
Vissza (gomb)	passed	
Ütemezett feladatok (gomb)	failed	nincs funkció

Android alapú egészségügyi távmonitorozó alkalmazás

Mérési adatok (gomb)	passed	
Rendszer adminisztráció (rejtet gomb)	passed	
Páciens azonosító	passed	
Szerver URL címe	passed	
Kliens-szerver kapcsolat teszt	passed	
Szerver URL címe	passed	
Páciens azonosító	passed	
Szenzor azonosító	failed	423
Pulzus	passed	
SpO2	passed	
Szerver URL metése	failed	nincs funkció
Adatküldés tesztelése	failed	424
Szenzorok beállítása	passed	
Szenzor kategória	passed	
Szenzor típus	passed	
Párosító ablak	passed	
Szenzor kiválasztás (check boks)	passed	
Szenzor kiválasztás (ha a check boks aktiv)	passed	
MAC cím megadás (ha a check boksz inaktiv)	passed	
Szenzor azonosító	passed	
Rendben (gomb)	failed	425
Triggerek beállítása	failed	nincs funkció