

# A TENISZBEN HASZNÁLT MOZDULATOK MOZGÁSELEMZÉSE MEMS SENZOROK SEGÍTSÉGÉVEL NEURO-MOTORIKUS BETEGSÉGBEN SZENVEDŐ PÁCIENSEKNÉL

## MOTION ANALYSIS FOR MOVEMENTS USED IN TENNIS WITH MEMS SENSORS AT NEURO-MOTOR DISEASE PATIENS

Tóth László <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Természet - és Műszaki Alaptudományi Tanszék, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Neumann János Egyetem, Magyarország

---

### **Kulcsszavak:**

szenzor  
hálózat  
egészségügy

### **Shimmer Keywords:**

sensor  
network  
health  
Shimmer

### **Cikktörténet:**

Beérkezett 2018. október 26.  
Átdolgozva 2019. február 26.  
Elfogadva 2019. március 19.

---

### **Összefoglalás**

A szenzorhálózatok gyors fejlődésével és az egyes élettani folyamatok adatainak gyűjtésének szüksége miatt a vezeték nélküli szenzorhálózat az egészségügyben is elterjedtek. Az alábbi tanulmányban a Shimmer szenzorhálózatok egészségügyi felhasználását mutatja be neuro-motorikus betegségben szenvedő pácienseknél, amelyek feladata, hogy egy személyre szabott edzésterv legyen kialakítható vele, ezáltal gyorsabb felépülést tegyen lehetővé.

### **Abstract**

With the rapid development of sensor networks and the need to collect data on the physiological processes in the senses, wireless sensory networks have been imposed for use in different health care systems. This article describes the use of Shimmer sensors to be used in neuro-motor disease, which is to make easier and better personalized training plan for the patients faster recovery.

---

## 1. Bevezetés

Minden vezeték nélküli hálózat alapvető jellemzője, hogy az adatok átvitele valamilyen fizikailag látható, tapintható kommunikációs csatorna nélkül megy végbe. Ilyen az utóbbi időben széles körben használt rádióhullámok, hiszen az ilyen csatornát használó eszközök nem igényelnek egymásközi láthatóságot.

Mivel a vezeték nélküli érzékelő hálózat (WSN, vagy Wireless Sensor Network) területe egy viszonylag fiatal és attraktív, igen széles körben alkalmazható, tehát tökéletesen alkalmas a különböző objektumok felügyeletének, követésének és ellenőrzésének lehetőségét. Az érzékelő hálózatok specifikus, konkrét alkalmazási területei:

- A környezet megfigyelése (pl. a tüzek megakadályozása céljával),
- Mozgó objektumok követése,
- Atomreaktorok ellenőrzése és a közlekedés felügyelete,
- Egészségügyi rehabilitációk során történő alkalmazása.

---

\* Tóth László. Tel.: +36 76 516 334  
E-mail cím: toth.laszlo@gamf.uni-neumann.hu

Ezeknél az akkumulátorral működő eszközöknél az alkalmazási terület karakterisztikus problémái a topológia felfedezése, a routing, valamint a különböző módon történő energia megtakarítás és az akkumulátor egy feltöltési működési ideje.

A vezeték nélküli szenzorhálózat egy olyan rendszer, amelyet kommunikációs hálózatba összekapcsolt különböző típusú érzékelő mezők alkotnak. A szenzorok által vett értékeket, analóg kimeneti jeleket először át kell alakítanunk digitális jelekké, majd el kell juttatni a WSN hálózatba. Itt az egyik fő feladat, hogy a szenzorok által kibocsájtott adatok alapján kiválassza azokat az adatokat, amelyeket a szenzorok figyelnek. A WSN-t egyenkénti multifunkcionális szenzor csomópontok formálják (Sensor Node - Snod), amelyek vezeték nélkül kapcsolódnak kommunikációs hálózatba.

Az adatok továbbítása mellett az adatvédelem a számítógépes hálózatokban mindig aktuális téma. A gyors fejlődés következtében a vezeték nélküli érzékelő hálózatok egyre nagyobb mértékben vannak kitéve támadásoknak. A WSN-ben található csomópontok specifikus technikai megoldásai miatt a hagyományos számítógépes hálózatokra és az ad-hoc hálózatokra kifejlesztett biztonsági megoldások nem minden esetben elfogadhatók és kielégítőek.

Az itt említett szenzorok használatát alkalmazni lehet az egészségügyben is, hiszen méreteit és súlyát tekintve igen kis és könnyű készülékeket lehet elkészíteni a segítségükkel, amelyek akár távfelügyelet, akár hosszabb idejű folyamatos felügyelettel megvalósítható a páciensek hatékonyabb kezelése, rehabilitációja.

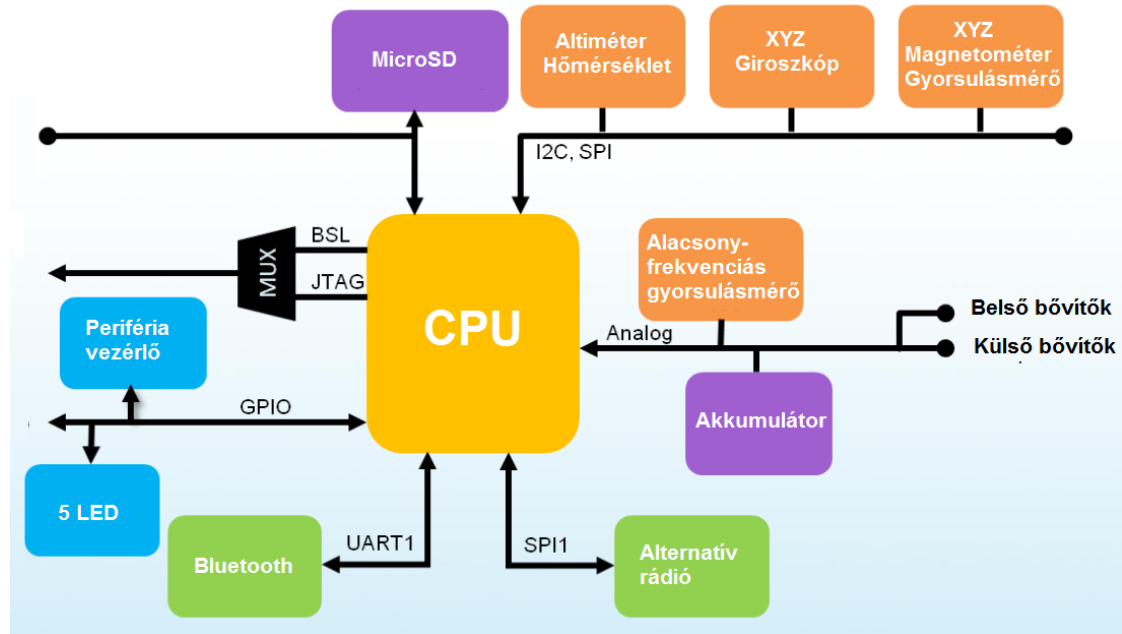
## 1. Szenzorok az egészségügyben

A szenzorhálózatok technológiai fejlődésével – különösen az alacsony fogyasztás, valamint az emberi szervezetben zajló fiziológiai folyamatok követésére alkalmas érzékelők fejlődésével – sor kerül ezek alkalmazására az egészségvédelmi rendszerekben. Egyértelműen észlelhető hatékonyságot növelő szerepük az egészségügyi szolgálatban. Az ilyen célra kifejlesztett alkalmazások első lehetséges alkalmazása a páciensek klinikai állapotának romlásának korai észlelésére irányulnak, (O. Chipara 2009 és J. Ko 2010), hogy a szakszerű beavatkozásokat gyorsabbá tegyék, ezáltal a hatékonyságát növelni tudják. A következő alkalmazása az ilyen hálózatoknak az elsősegélynyújtásban játszik nagy szerepet, ugyanis nagy elemi katasztrófák esetén a sérültek automatikus besorolása szintén nagyban növelheti az ellátás hatékonyságát, (D. Malan 2004 és T. Gao 2008). Ezekon felül az emberek élettartama meghosszabbítható vitális funkcióinak mobil követésével (G. Virone 2006), valamint az emberek viselkedése, továbbá krónikus betegségeinek terepen történő tanulmányozásával és követésével egyaránt (K. Patrick 2007 és S. Kumar 2007).

### 1.1. Hardver

Az egészségügyben használatos szenzorok méreteit és súlyát minimalizálni kell, elkerülve így a páciens mozgásának terhelését, nehezítését. Annak érdekében, hogy ennek az igénynek eleget tegyünk, a SHIMMER eszközeit választottam alapul bemutatásra, hiszen méreteit tekintve kicsik, súlyuk alacsony, kezelhetőségük igen egyszerű és az árát tekintve is igen kedvező. A berendezés kis mérete mellett ennél a platformnál elfogadható az elem élettartama, továbbá egyéb, a fent említett előnyökkel is rendelkezik.

A Shimmer készülékek (1.ábra) központi feldolgozó egysége (CPU) tulajdonképp egy TI MSP430F5437A típusú, alacsony fogyasztású mikrokontroller, amely vezérli az eszköz működését. A mikrokontroller beépített 16 csatornás 12 bites analóg-digitális átalakítóval rendelkezik (AD konverter), amelynek az a szerepe, hogy fogadja az inerciális mérőegységektől (Inertial Measurement Units – IMU) érkező jeleket, majd pedig átkonvertálja digitális jellé. Így például a gyorsulásmérőtől, az akkumulátortól, vagy a szenzorbővítő egységtől stb. A processzor 24 MHz-en dolgozik, 16kB RAM belső memóriával rendelkezik, flash memóriája pedig 256 kB. Az alaplapon egy foglaló van a mikroSD kártya számára, amely az adatátvitel célját szolgálja, az átvitel pedig vezeték nélkül is megvalósítható Bluetooth kapcsolat révén. Lehetőség van a WiFi kapcsolat beépítésére, viszont ilyen esetben szem előtt kell tartani a modul fogyasztását. A készülék teljes fogyasztása aktív állapotban 60mW, míg inaktív helyzetben a fogyasztás néhány mikrowattra csökken, mégpedig az applikáció munkaciklusától függően.



1. ábra: A készülék felépítése

A készülék dobozán található a be- és kikapcsolást szolgáló kapcsoló és egy gomb, amelynek funkcióját a programban definiálhatjuk. Ugyancsak itt található 5 LED dióda, amelyek fényei jelzik a berendezés működését, illetve üzemmódját.

## 1.2. Szenzorok

Ezeknél a készülékeknél többféle érzékelőt használunk, amely a test mozgásának különféle paramétereit, eseményeit méri. Számunkra a legfontosabbak például:

- A gyorsulásmérő egy olyan eszköz, amely a készülékre ható összes erő gyorsulását méri. Ezek a készüléken ható erők magukba foglalják, mind a gravitációs erőt, mind az eszköz használata közben jelentkező inerciális erőket egyaránt. A Shimmer eszközök háromtengelyű axiális (triaxiális) gyorsulásmérővel vannak felszerelve, így tehát ezek az eszközök által mért gyorsulásnak három összetevője van az X, Y és a Z tengelyek mindegyikében.
- Sebességmérő giroszkópokkal akár az emberi test szögsebességét is mérni tudjuk. A Shimmer készülékek triaxiális (háromtengelyű) giroszkóppal vannak ellátva, amelyek ezen három tengely irányú szöggyorsulást tudnak mérni.
- Hőmérő szenzor, amely az emberi test egyik szegmensének hőmérsékletét méri, majd pedig elemezni lehet az idő függvényében történő változását.

## 2. A rendszer kiépítése

A hardverelemek beszerzése után a következő lépés a szenzorcsomópontok összekötése és meghatározott feladatokkal történő ellátása, hogy a szenzorhálózat el tudja látni funkcióit az egészségvédelmi rendszerben. A szenzorcsomópontok rendszerbe történő implementálását követően elemezhető az egészségügyi rendszerben a vezeték nélküli szenzorhálózat működésének hatékonysága.

A szenzorhálózat legösszetettebb konfigurációja a mozgás és tevékenységek kombinációjának követésének alkalmazásával hozható létre. A páciens testén levő szenzorok mérhetik a végtagok mozgását és az izomtevékenységet az atlétikai teljesítményeket vagy a neuromotorikus betegségek rehabilitációs eredményeinek megismerése céljából. A leggyakoribb esetekben a páciens akár nyolc szenzort is magán viselhet, egyet-egyét a végtagok minden

szegmensén (alkar, felkar, lábszár, comb), amelyek MEMS gyorsulásmérőkkel és giroszkópokkal vannak felszerelve. Két féle kivitelben készíthető el a rendszer. Egyik esetben a bázisállomás, a személyi számítógép akár a páciens lakásában is elhelyezhető, amely begyűjti a mobil szenzorokról érkező adatokat, majd elemezi azokat, de fejlesztőgyakorlatok során akár kint a szabadba is kivihető. A másik esetben a mobil érzékelőket memóriabővítő modulokkal látjuk el, így több adat tárolására is alkalmasak lesznek a készülékek. Az adatok elemzésének célja a páciens motorikus képességeinek javítása, a kezelés hatásának felmérése értelmében.

Ilyen alkalmazások esetén a szenzorok méreteit és súlyát minimalizálni kell, elkerülve így a páciens mozgásának terhelését és nehezítését. A Shimmer platform szenzorai, amelyeket az elemzésre kiválasztottunk, és amelyeket a 2. ábrán bemutattunk, 51 x 34 x 14 milliméteresek, súlyuk pedig mindössze 23,6 gramm.

A mozgás elemzése több, a páciens testén elhelyezett érzékelő alkalmazását követeli meg, amelyek mindegyike magas rezolúcióval méri a mozgást, a szenzorok általában hat csatornásak, a mintavétel pedig 100Hz-en történik, azaz másodpercenként 100 alkalommal. Ilyen mennyiségű adat átvitele a reális időben lehetetlen, éppen ezért tartalmaz a Shimmer platform szenzorcsomópontjait egy mikroSD memóriakártya számára megfelelő foglalattal látták el, amelyen 2GB mennyiségű adat rögzíthető és tárolható, ami viszont egy teljes hónapra át elegendő az adatok megszakítás nélküli tárolására.



2.ábra: A készülék kinézete ([www.shimmersensing.com](http://www.shimmersensing.com))

### 3. Kutatás

A kutatásban és a hozzátartozó terápiában 40 személy vett részt, ahol a nemek szerinti eloszlás megközelítőleg azonos volt, ugyanis 18 nő és 22 férfi vett részt. A terápiában résztvevő személyek közül mindenkinek értékelhetők voltak az eredményei és beszámíthatók az eredménybe. A kutatás teljes mértékben anonim, minden egyes személy egy sorszámot kapott, és a továbbiakban ez a sorszám alapján azonosítottam a kutatásban résztvevő személyeket.

A kutatásban résztvevő személyek életkorát tekintve inkább a 41-50 év közötti korosztály volt a domináns 17 résztvevővel, ők voltak legnagyobb mértékben hajlandók részt venni önkéntes alapon. Érdekes, hogy a 18-30 év közötti korosztály igen alacsony számban volt hajlandó részt venni a kutatásban (5 fő), holott azt gondolhatnánk, hogy ez az a korosztály, aki informatikai szempontból a legképzettebb és legfogékonyabb az ilyen jellegű újításokra. Gátló tényező lehet az a szempont, hogy ebből a korosztályból kevesebben tudnak olyan jellegű sportot művelni, mint a tenisz. A 31-40 életév közötti korosztályból 9 résztvevő volt, az 51-60 életév közötti korosztályból 6 fő volt, valamint a 60 életév feletti korosztályból pedig 3 fő vett részt a kutatásban.

Ahhoz, hogy a kutatás reális képet tudjon biztosítani, szükség volt egy kontrollcsoportra is, akik nem ezzel a mozgásformával végezték a terápiájukat, hanem a klasszikus, fizioterapeuta segítségével történő fejlesztő mozgásformát. A kontrollcsoportban 30 résztvevő személy vett részt, szintén a nemek arányát tekintve megközelítőleg azonos volt, ugyanis 16 nő és 14 férfi alkotta. Ebben a csoportban is minden résztvevő személy eredményei értékelhetők voltak. A kontrollcsoport életkorát vizsgálva különbséget tapasztalunk a terápiás csoporthoz képest, ugyanis azt tapasztaljuk, hogy a kisebb arányban vettek részt a 41-50 életévű személyek (10 fő), és magasabb arányban a 31-40 év közötti (7 fő), valamint az 51-60 életév közötti személyek (8 fő). Ezt a különbséget figyelmen

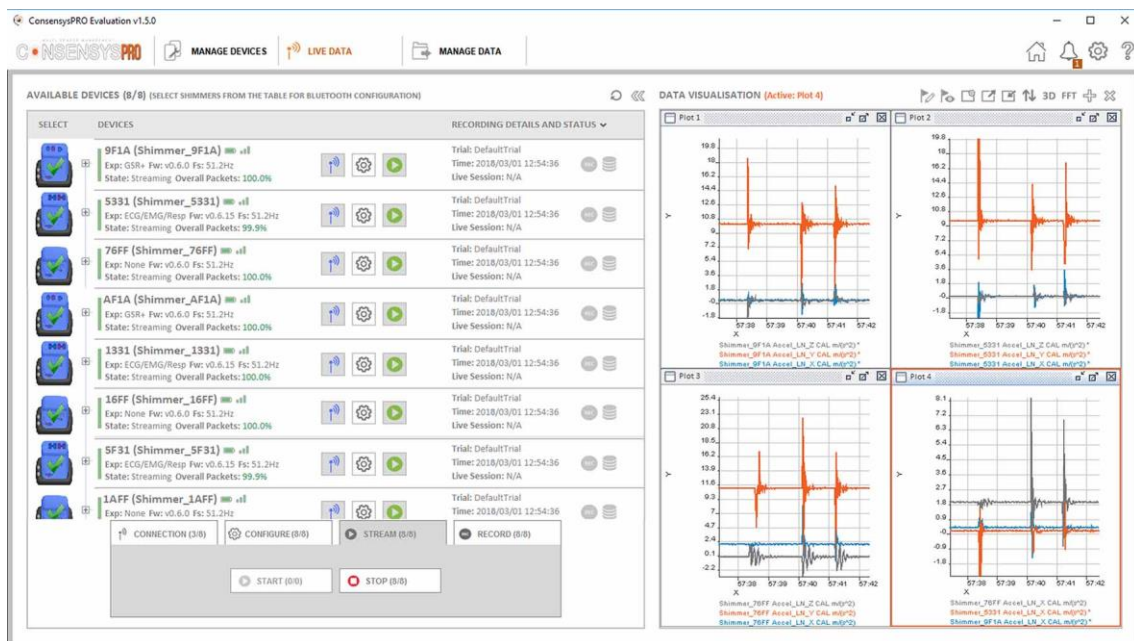
kívül hagyhatjuk, ugyanis nem a korosztályonkénti fejlődési szintet vizsgáljuk, hanem összességében mindkét csoport fejlődési szintjének százalékát hasonlítjuk össze egymással. A 18-30 éves korosztályból 2 fő vett részt, valamint a 60 év feletti korosztályból 3 fő vett részt a kontrollcsoportban.

A kutatásban részt vevő személyek terápiájának ideje eltérő volt, a sérülésük fajtájától és mértékétől függően, amit természetesen orvos határozott meg. A terápiás időszak hossza nem hat ki a kutatás eredményességére ugyanis a fejlődés mértékét vizsgáljuk a terápia kezdetétől, a végéig és nem a terápia hosszát.

A kutatás eredményességének ismertetése céljából a kutatásban részvevő 35. sorszámú páciens eredményeit hasonlítom össze a kontrollcsoport 17. sorszámú tagjának eredményeivel. Az összehasonlítható páciensek megközelítőleg azonos korúak, közel azonos testfelépítésük, súlyuk, sérülésük mértéke és a terápia megkezdése előtt az ütéserejük a legközelebb áll egymáshoz a kutatásban résztvevő személyek közül. Tehát összességében elmondható, hogy megközelítőleg két azonos személyről van szó.

A terápia megkezdésekor a páciensek jobb vagy bal csuklójára helyeztünk egy készüléket, attól függően, hogy jobb vagy bal kezesek, illetve melyik kézben tartják az ütőt. A terápiát felíró orvos segítségével felmértük a páciensek jelenlegi erőnlétét, mégpedig úgy, hogy három teniszmozdulatot végeztünk velük, ezek az ütő forgatása, a suhintás és a szerva. Az ütések erejét a készülékeken található gyorsulásmérővel mértük meg, ezeket az adatokat begyűjtöttem, eltároltam. Terápiájuk végén megismételték ugyanazt a három mozdulatot, ahol megmértük az ütéserejüket és ezeket összehasonlítjuk a terápia előtti állapottal.

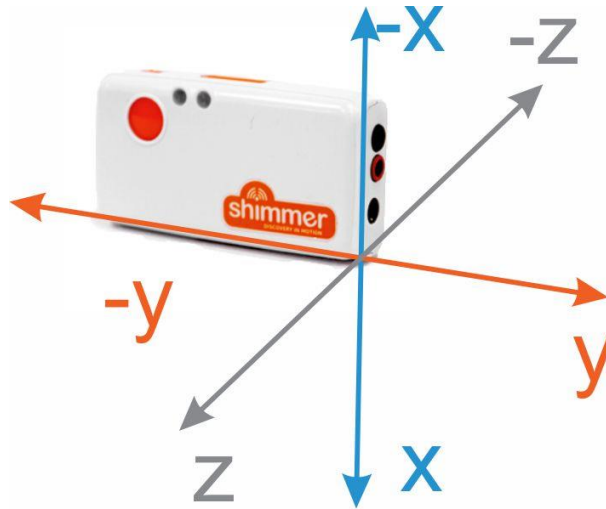
Ahhoz, hogy Shimmer készülékek által begyűjtött adatokat elemezni tudjuk a készülék gyártója által elkészített Consensys nevű programot használtuk, amely működése és kezelése igen egyszerű (3.ábra).



3.ábra: Adatok begyűjtése a Consensys programból

A program bal oldali részében található az érzékelők, amelyekről több adatot is le tudunk olvasni, mint például a jel erőssége, akkumulátor töltöttségi szintje, aktiválni/deaktiválni tudjuk az érzékelőket, stb. A program jobb oldali részében az aktív készülékektől érkező jeleket láthatjuk az idő függvényében, egy diagramban grafikusán ábrázolva. Ezek a diagramok közül a gyorsulásmérő diagramját használjuk fel az adatok elemzésére, amelyben a függőleges tengelyen található a gyorsulás mértéke ( $\frac{m}{s^2}$ ), a vízszintes tengelyen pedig a vizsgálat alatt eltelt idő (s). Minden Shimmer eszközök háromtengelyű axiális (triaxiális) gyorsulásmérővel vannak felszerelve (4.ábra), így tehát

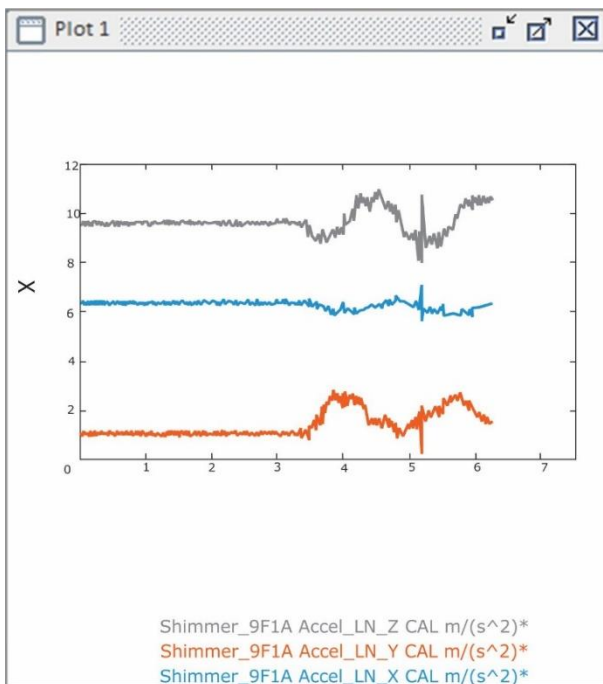
ezek az eszközök által mért gyorsulásnak három összetevője van az X, Y és a Z tengelyek mindegyikében. Tehát a diagramban megtalálható a három tengelyirány és mindhárom tengelyirányban történő mozgásra való gyorsulás olvasható le. Ezek a tengelyirányok már a készülékben definiálva vannak.



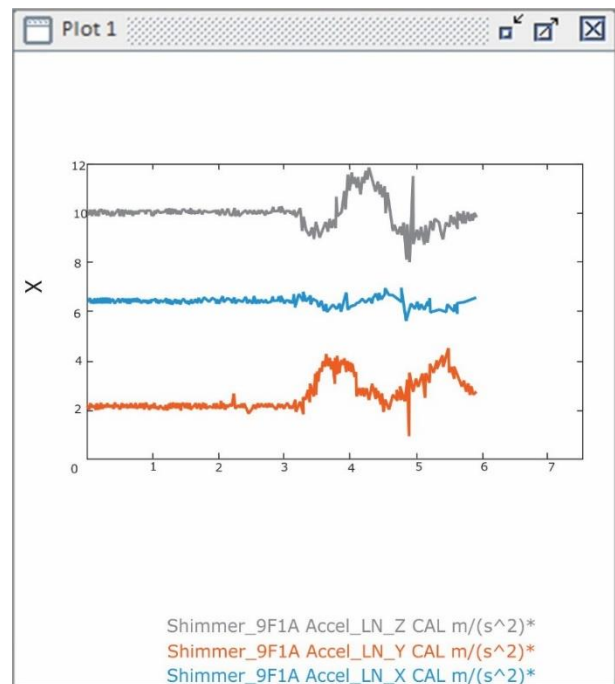
4. ábra: A Shimmer készülék tengelyirányai

Először vizsgáljuk meg a teljes terápiában résztvevő 35. sorszámú páciens eredményeit, összehasonlítva a terápia végén való eredményeivel. A páciens egy 52 éves férfi, átlagos testalkattal, kéztöréses sérüléssel. Az első mérés az ütő X tengely körüli forgatása volt, ugyanis azt vettem észre, hogy a páciensek amíg koncentrálnak gyakran forgatják az ütőt a kezükben.

A mérés elemzése során láthatóvá vált, hogy a gyorsulásmérő diagramján, míg az adott tengely körüli forgatás értéke (X tengely) megközelítőleg nulla, a másik két tengely irányában az elmozdulás pedig közel szinuszos és közel koszinuszgörbét rajzol ki (5. ábra).



5. ábra: Az ütő X tengely körüli forgatása

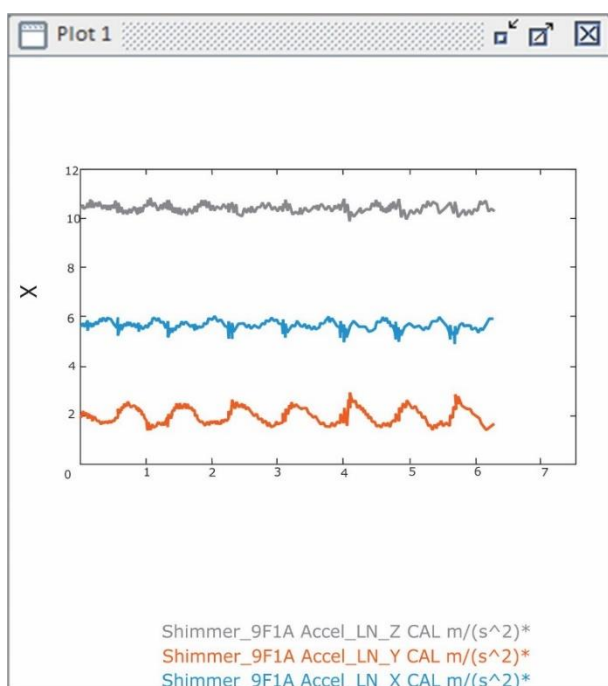


6. ábra: Az ütő X tengely körüli forgatása a rehabilitáció végén

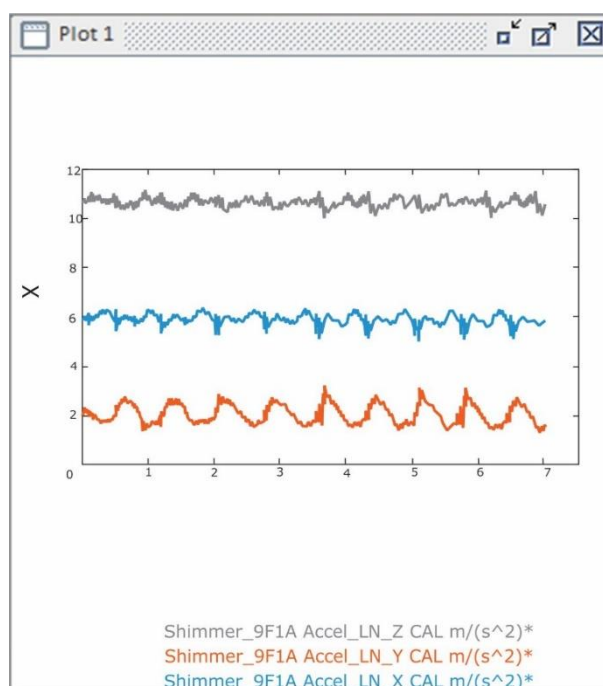


Általánosságban a rehabilitáció végén azt tapasztaltam, hogy az ütő forgatásának mértéke az adott X tengelyre nagyon kevés mértékben változik, szinte változatlan, vagyis mondhatjuk, hogy megközelítőleg nulla maradt, de a másik két tengely irányában elég nagy mértékben változott a sebesség, vagyis azt a következtetést vontam le, hogy a páciensek gyorsabban forgatták a kezükben az ütőt, mint a rehabilitáció elején. Ez a 35. sorszámú páciens esetében is pontosan így van (6. ábra). Ezzel beigazolódt az a feltevés, miszerint a rehabilitációk eredményesek. Az Y és Z tengelyirányú görbe alakja nem változott, most is megközelítőleg szinuszos és koszinuszgörbét rajzoltak ki.

A következő vizsgált mozdulat a suhintás, amelyet többször ismételtünk meg a páciensekkel. A suhintás mozdulata során kivehető, hogy a rehabilitáció elején elég kis mértékű a három tengelyirányú kimozdulása a gyorsulásmérőnek (7. ábra) a vizsgált páciens esetében. Ennek a mozdulatnak a során több ugyanolyan, ismételt mozdulat látható, amelyek megközelítőleg egyformák is, tehát megközelítőleg ugyanolyan hosszúak is és ugyanolyan gyorsaságúak is voltak egymáshoz viszonyítva.



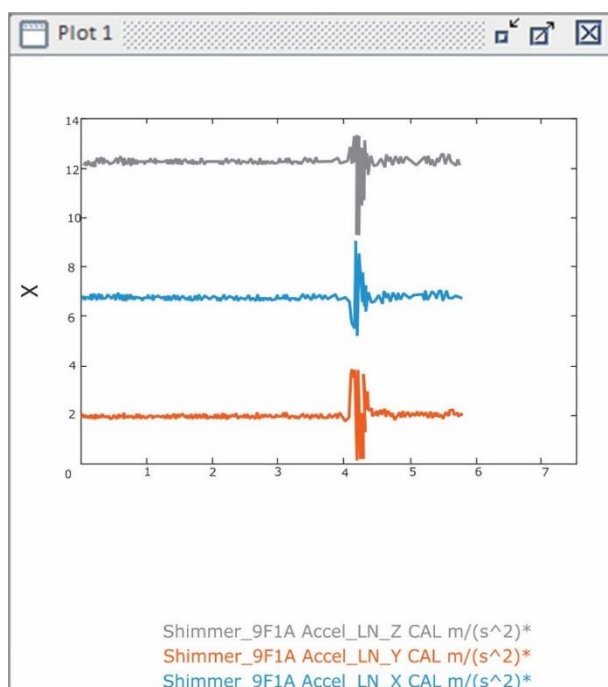
7. ábra: Suhintás



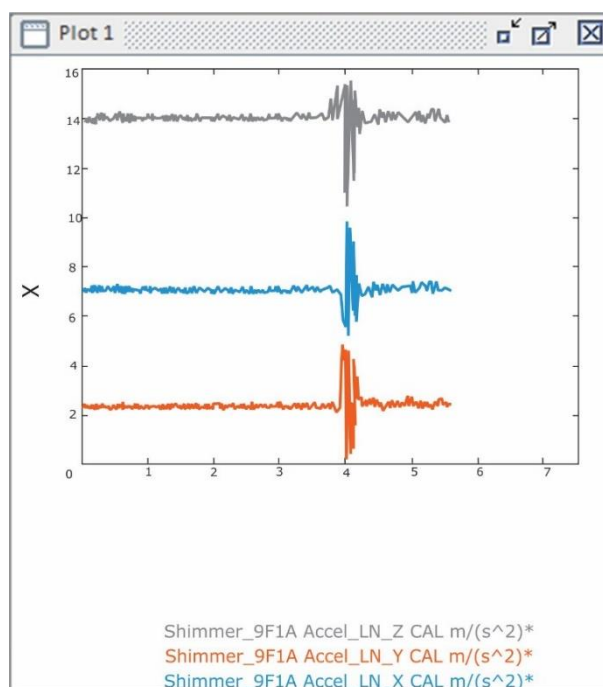
8. ábra: Suhintás a rehabilitáció végén

A rehabilitáció végén megismételtük a suhintás mozdulatsorát a pácienssel. A 8. ábrából kitűnik, hogy a suhintás mozdulata erősebb, ez abból látszik, hogy a három tengelyirányba történő gyorsulásmérő adatai sokkal nagyobbak, mint a rehabilitáció elején, ami arra utal, hogy a páciens ütése is erősebb, tehát fejlődött. További érdekesség, hogy az ismételt mozdulatsor során azonos idő alatt a több ütést tudott a páciens megismételni, ami szintén azt bizonyítja, hogy ütései gyorsabbak, mint a rehabilitáció elején.

A következő mozdulat, ami elemzésre került, az a szerva volt, ugyanis ez az egyik kulcsfontosságú mozdulat, ami erre a sportra jellemző és könnyen kivitelezhető még olyan esetben is, amikor a rehabilitációs páciensek nincs is partnere, akivel a rehabilitációt végezheti.



9.ábra: Szerva



10.ábra: Szerva a rehabilitáció végén

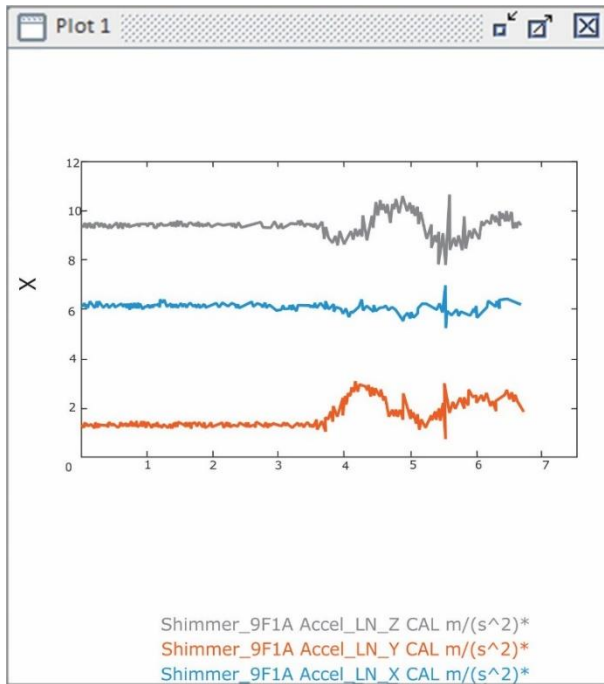
A szerva mozdulatának kivitelezése úgy zajlott, hogy egy labdát függőlegesen elejtettünk, amikor az visszapattant a földről, a páciens elütötte, pont mintha feldobná a labdát szervára. Mint ahogyan az a 9.ábrából kitűnik egy olyan helyzetet valósítottunk meg, ahol az elütés előtti pillanatokban a páciens alig végez mozgást, szinte mozdulatlan. Ez megközelítőleg 4,2 másodpercig tart, majd elüti a labdát. Ennyi idő kellett, hogy az elengedett labda leérjen a földre, majd visszapattanva az ütés magasságába felérjen és a páciens el tudja ütni. Mivel ilyen esetben, amikor a labda kisebb sebességgel találkozott az ütővel, kisebb mértékű volt a becsapódása is. Egyértelmű, tehát, hogy a labda sebessége befolyásolja a különböző ütések.

A rehabilitáció végén elvégeztük ugyanezt a mérést és azt látjuk a kapott diagramból, hogy a labda a föltől való visszapattanásának ideje megközelítőleg azonos a rehabilitáció elején történő visszapattanásának idejével. Ez most megközelítőleg 4 másodperc. A kapott diagramból (10.ábra) kivehető, hogy mindhárom tengelyirányban magasabbak a gyorsulás értékek, vagyis a páciens fejlődött. A gyorsulásdiagram nagyon nagy mértékben hasonlít a rehabilitáció elején mért diagram alakjára.

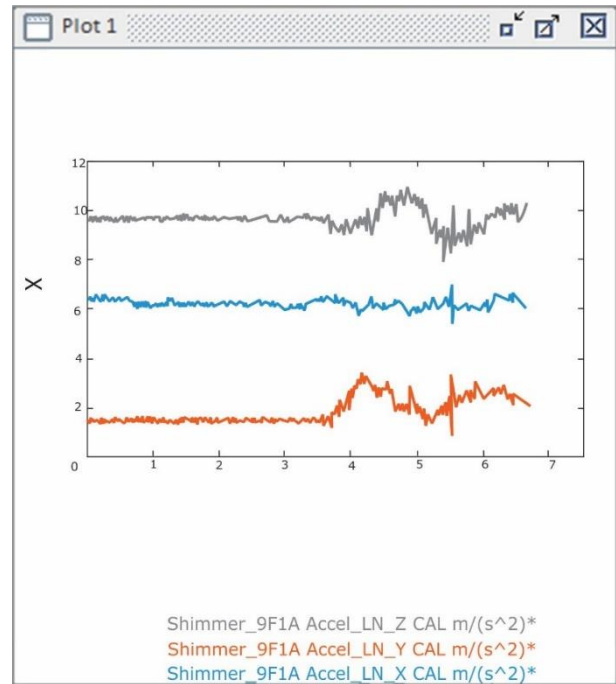
Ahogy azt már előzőleg írtam azért, hogy a kutatást eredményesnek legyen mondható, összehasonlítom az eddigi eredményeket, a kontrollcsoport egy tagjának diagramjaival és fejlődésével.

A kontrollcsoportban levő páciens 54 éves férfi, átlagos testalkattal és szintén ő is kéztöréses sérülés miatt kényszerült terápiára. A terápia megkezdése előtti mérésekből kiderül, hogy ütőereje megközelítőleg azonos az előző páciensével. A készülék felhelyezése után az első mérés szintén az ütő X tengely körüli forgatása volt (11.ábra). A kutatásban résztvevő személy ugyanúgy forgatta az ütőt a kezében, hiszen ahogy a diagramból is látszik, az X tengely körüli forgás értéke most is megközelítőleg nulla, a másik két tengely irányában viszont megint megközelítőleg szinusz és koszinusz görbét rajzol ki.





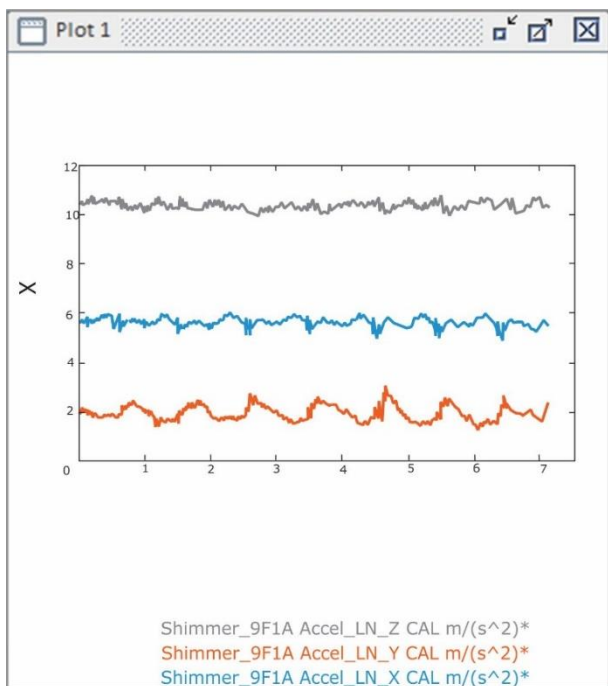
11.ábra: Az ütő X tengely körüli forgatása a rehabilitáció előtt



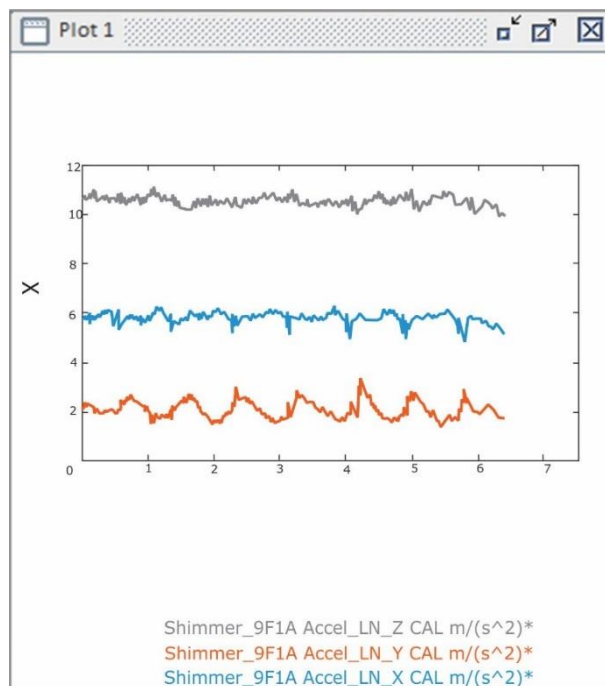
12.ábra: Az ütő X tengely körüli forgatása a rehabilitáció végén

A klasszikus rehabilitáció végén megismételtük a mozdulatsort a pácienssel (12.ábra) és azt vesszük észre, hogy fejlődött is a kezdeti állapotához képest. Fejlődésének mértéke kisebbnek tűnik, de ezt a feltevésem a későbbiek során elemezni is fogom. Ha tovább vizsgáljuk a diagramot észrevevesszük, hogy a három tengelyirányban végbement mozgás most is megközelítőleg azonos alakú, az X tengelyirányban megközelítőleg nulla, vagyis nem történik mozgás ebben az irányban, míg a másik két tengely irányában szintén közel szinusz és közel koszinusz görbét rajzol ki.

A kontrollcsoport tagjának következő vizsgált mozdulata szintén a suhintás volt, ami több, azonos mozdulat ismétléséből állt. A kapott diagramból (13.ábra) kivehető, hogy a mozdulatok ereje, technikája hasonló, mint az előzőleg vizsgált személy mozdulatai.



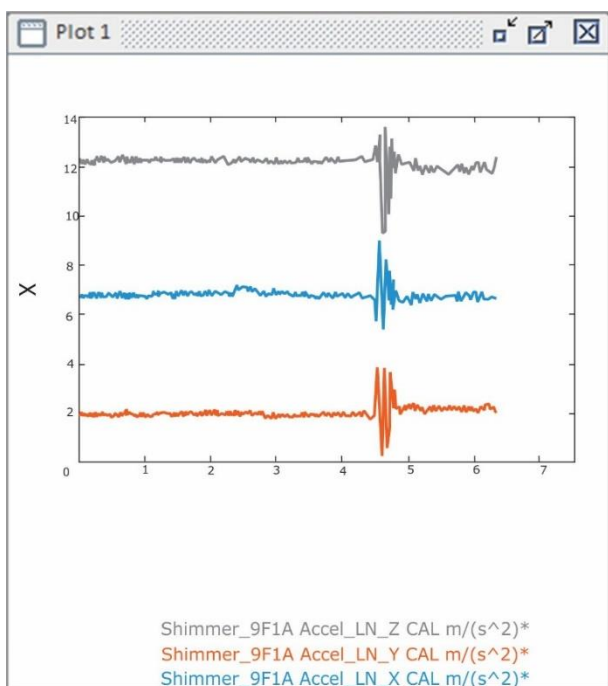
13. ábra: Suhintás a rehabilitáció előtt



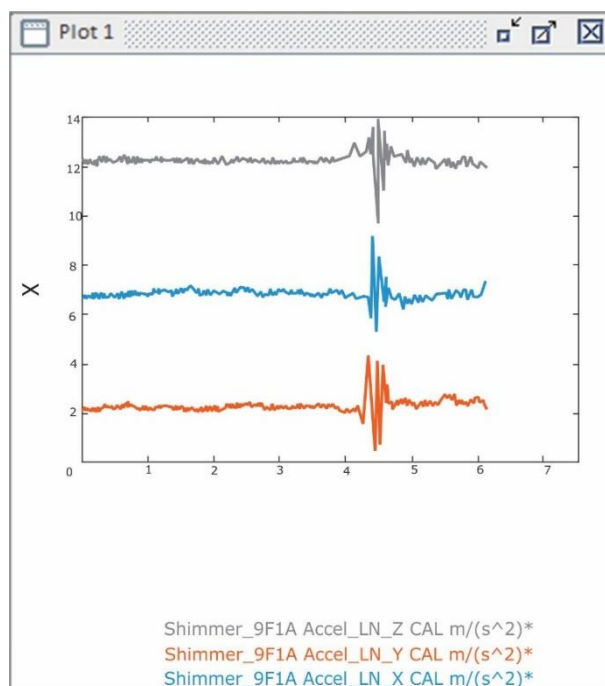
14. ábra: Suhintás a rehabilitáció végén

A 14.ábrából kivehető, hogy a rehabilitációs folyamat végére a kontrollcsoport tagja is fejlődött, ami megmutatkozik abban is, hogy az adott mozdulatsorozatot rövidebb idő alatt volt képes elvégezni, mint a terápia előtt.

A kutatásunk elemzésének utolsó mozdulata a kontrollcsoportban szintén a szerva volt, amit ugyanúgy oldottunk meg, mint az előzőekben. A kapott eredményekből (15.ábra) láthatjuk, hogy a páciens megközelítőleg 4,5 másodpercig nem végez semmilyen mozgást, ugyanis eddig tart, hogy az általunk elejtett labda lepattanjon a földre, majd vissza az ütés magasságáig. Ekkor tudja elütni a páciens a labdát. Ütésének ereje megközelítőleg azonos a terápiás csoportunk tagjának ütéserejével.



15. ábra: Szerva a rehabilitáció előtt



16. ábra: Szerva a rehabilitáció végén

A rehabilitáció végén megismételtetett mozdulat során azt láthatjuk a 16.ábrán, hogy a labda mozgásának ideje szinte azonos a terápia előtti ütésnél vizsgált esethez képest. Továbbá megállapítható az ütés erejének növekedése is, ami fejlődést mutat.

#### 4. Összegzés

Mivel a felgyorsult világunk hatékonyabb, gyorsabb fejlődést kíván az orvostudományban is, így szükségessé vált a különböző mozgásszervi megbetegedések utáni rehabilitációs eljárások hatékonyabbá tétele, illetve a betegségből való gyorsabb felépülés is. A rehabilitációs eljárások során alkalmazandó mozgásforma a tenisz lett, ahol a kapott eredményeket összevetve a rehabilitáció elején kapott eredményekkel azt tapasztalhatjuk, hogy a feltevésünk, miszerint a tenisz, mint mozgásforma igenis hasznos és segít a neuro-motorikus mozgásszervi betegségben szenvedő páciensek felépülésében.

Feltevésünk alátámasztása érdekében összehasonlításra került két megközelítőleg azonos testfelépítésű, súlyú és ütőerejű személy, vagyis a terápiában résztvevő 35. sorszámú páciens három ütésének fajtája, a klasszikus fizioterápiát végző, a kontrollcsoport 17. sorszámú tagjának azonos ütéseivel. Összességében azt láthatjuk, hogy mindkét páciens ütésének erejében látható változás, tulajdonképp mindkét páciens fejlődött, de eltérő mértékben.

Ha a gyorsulások mértékét összehasonlítjuk, akkor azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tenisz mozgásformájával való fejlődés nagyobb volt, vagyis a páciens jobban fejlődött megközelítőleg 10%-al. Ebből azt a további következtetést vonhatjuk le, hogy ez a mozgásforma, vagy a tenisz segítségével végzett fizioterápia eredményesebben alkalmazható, mint a klasszikus fizioterápia.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatásáért, amely az EFOP-3.6.1-16-2016-00006 „A kutatási potenciál fejlesztése és bővítése a Neumann János Egyetemen” pályázat keretében valósult meg. A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával, a Széchenyi 2020 program keretében valósul meg.

#### Irodalomjegyzék

- [1] O. Chipara, C. Lu, T. C. Bailey, and G.-C. Roman, BReliable patient monitoring: A clinical study in a step-down hospital unit, [Dept. Comput. Sci. Eng., Washington Univ. St. Louis, St. Louis, O, Tech. Rep. WUCSE-2009-82, Dec. 2009.
- [2] J. Ko, J. Lim, Y. Chen, R. Musaloiu-E., A. Terzis, G. Masson, T. Gao, W. Destler, L. Selavo, and R. Dutton, BMEDiSN: Medical emergency detection in sensor networks, [ACM Trans. Embedded Comput. Syst., vol. 10, no. 1, pp. 11:1–11:29, 2010, article 11.
- [3] D. Malan, T. Fulford-Jones, M. Welsh, and S. Moulton, BCodeBlue: An ad hoc sensor network infrastructure for emergency medical care, [in Proc. MobiSys/ Workshop Appl. Mobile Embedded Syst., Jun. 2004, pp. 12–14.
- [4] T. Gao, C. Pesto, L. Selavo, Y. Chen, J. Ko, J. Lim, A. Terzis, A. Watt, J. Jeng, B. Chen, K. Lorincz, and M. Welsh, BWireless medical sensor networks in emergency response: Implementation and pilot results, [in IEEE Int. Conf. Technol. Homeland Security, 2008, pp. 187–192.
- [5] Virone, A. Wood, L. Selavo, Q. Cao, L. Fang, T. Doan, Z. He, and J. A. Stankovic, Ban advanced wireless sensor network for health monitoring, [in Proc. Transdisciplinary Conf. Distrib. Diagnosis Home Healthcare, Apr. 2006, pp. 95–100.
- [6] K. Patrick, “A tool for geospatial analysis of physical activity: Physical activity location measurement system (PALMS),” NIH GEI project at the University of California at San Diego, 2007.
- [7] S. Kumar, “Autosense,” NIH GEI project at The University of Memphis, 2007.
- [8] <https://www.shimmersensing.com/products/shimmer3> [Megtekintés: 07-Június-2017].
- [9] <https://es.scribd.com/document/55750053/49CA4d01> [Megtekintés: 06-Június-2017].
- [10] <https://www.shimmersensing.com> [Megtekintés: 25-Július-2017].
- [11] Alargić P, Kaurin T, “Digitalna forenzika mobilnih uređaja korišćenjem JTAG interfejsa”, Infoteh-Jahorina Vol. 12, March 2013.