



EDZÉSTÁMOGATÓ RENDSZER KÜZDŐSPORTOKHOZ

**OE-NIK
2021**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Kolozsi Norbert
T/008850/FI12904/N**



Óbudai Egyetem
Neumann János Informatikai Kar
Biomatika és Alkalmazott Mesterséges Intelligencia Intézet

DIPLOMAMUNKA FELADATLAP

Hallgató neve: **Kolozsi Norbert**
Törzskönyvi száma: T/008850/FI12904/N
Neptun kódja: U95726

A diplomamunka címe:

Edzéstámogató Rendszer Küzdősportokhoz
Martial Arts Training Supporting System

Intézményi konzulens: Prof. Dr. Kozlovsky Miklós

Külső konzulens:

Beadási határidő: 2022. december 15.



A feladat

A versenysportok világában egyre elterjedtebb a különböző technológiák beépítése az edzéstervekbe, a sportolókról óriási mennyiségű információ érhető el, amikből jó képet kaphatnak jelenlegi fizikai, illetve mentális állapotukról. A diplomamunka célja egy olyan mikroprocesszorral és szenzorokkal ellátott eszköz létrehozása, ami segítséget nyújt a harcművészeknek a kombinációk begyakorlásában, valamint a reflexek javításában. A feladat, egy olyan rendszer létrehozása, ami egy, az emberi testen fellelhető kiütési felületeken szenzorokkal, valamint jelzőfénnel rendelkezik. A hallgató hozzon létre egy eszközt, ami hangeffektel képes jelezni a találatokat majd az ezekből származó adatokat egy okostelefonra továbbítani. Az okostelefonon létrehozott alkalmazás lehetőséget biztosít a kinyert adatok elemzésére, valamint az edző számára kombinációk létrehozására. A feladatnak része a hasonló rendszerek megismerése, a rendszer megtervezése, majd megalkotása. Végezetül pedig a rendszer tesztelése éles környezetben, majd az eredmények elemzése.

A diplomamunkának tartalmaznia kell:

- a megvalósítandó feladat részletes bemutatását,
- a megvalósítandó feladatban használt elemek ismertetését
- a megvalósítandó feladattal szemben támasztott követelményeket,
- az alkalmazás megvalósításához elkészített rendszertervet,
- az alkalmazás elkészítésének folyamatát, a munka során felmerült problémákat,
- a kialakított rendszer tesztelési tervét,
- az elkészített rendszer tesztkörnyezetének leírását, tesztelését, valamint a tesztek eredményeit,
- a teszteredmények értékelését, továbbfejlesztési javaslatokat.

Ph.

.....

Dr. Eigner György

intézetigazgató

A diplomamunka elévülésének határideje: **2024. december 15.**

(OE TVSz 55.§ szerint)

A diplomamunkát beadásra alkalmasnak tartom:

.....

külső konzulens

.....

intézményi konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat / diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatomban / diplomamunkámban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja.

Budapest, 20. 21.12.09

hallgató aláírása



KONZULTÁCIÓS NAPLÓ

Hallgató neve: Neptun kód: Tagozat:
KOLOZSI NORBERT U95726 ESTI
Telefon: Levelezési cím (pl: lakcím):
+36703418055 5000 SZOLNOK KONSTANTIN U 44/A 2/4
Szakdolgozat / Diplomamunka¹ címe magyarul:
EDZÉSTÁMOGATÓ RENDSZER KÜZDŐSPORTOKHOZ
Szakdolgozat / Diplomamunka² címe angolul:
MARTIAL ARTS TRAINING SUPPORTING SYSTEM
Intézményi konzulens: Külső konzulens:
.. PROF. DR. KOZLOVSZKY MIKLÓS

Kérjük, hogy az adatokat nyomtatott nagybetűkkel írja!

Alk.	Dátum	Tartalom	Aláírás
1.	2021.09.30	ESP-32 kiválasztása	
2.	2021.10.07	ESP-32 kommunikációja	
3.	2021.11.18	Funkciók bemutatása	
4.	2021.12.06	Dokumentum áttekintése	

A Konzultációs naplót összesen 4 alkalommal, az egyes konzultációk alkalmával kell láttamoztatni bármelyik konzulenssel. A hallgató a Szakdolgozat I. / Szakdolgozat II. (BSc) vagy Diplomamunka 1 / Diplomamunka 2 / Diplomamunka 3 / Diplomamunka 4³ tantárgy követelményét teljesítette, beszámolóra / védésre⁴ bocsátható.

Budapest, 2021.12.06....

intézményi konzulens

¹ Megfelelő aláhúzendő!

² Megfelelő aláhúzendő!

³ Megfelelő aláhúzendő!

⁴ Megfelelő aláhúzendő!



Tartalom

Absztrakt.....	5
1.Bevezetés	6
2.Felépítés, Rendszerterv	7
Szenzormodul:	7
Főmodul	8
Felhasználói felület.....	9
Tartó állvány	9
3.ESP32 és Android.....	11
4.Kábel nélküli kapcsolat felépítése	13
Esp-NOW	13
Bluetooth LE.....	15
5.A rendszer funkciói	16
A véletlen kombináció:.....	16
Adott kombináció	17
6.A dolgozat fejlesztésének ütemterve	20
Diplomamunka III	20
2022 nyara	20
Diplomamunka IV	20



Absztrakt

A dolgozat egy olyan rendszer létrehozását mutatja be, ami mikrokontrollerekből épül fel. A rendszer nyomásérzékelésen alapszik, az érzékelőből kinyert adatot dolgozzák fel a mikrokontrollerek. Az adatmozgást egy központi mikrokontroller irányítja. A dolgozat ezen felül tartalmaz egy ezen rendszerhez tartozó mobilos felhasználó felület lefejlesztését is. Ezzel kilépve a hardver közeli programozásból nyitva a felhasználói élményt megcélzó mobilos felületek felé is. A dolgozat folyamán ismertetem a különböző rádiófrekvenciás adatközléseket is, amiket a rendszer használ. Ezen felül érinti a harcművészetek világát is.

The thesis presents a system and its development. The system is built up by microcontrollers and the data it acquires is based on pressure measuring sensors. This data is recorded and then sent to a central computing microcontroller. Interaction with the system is possible through an application developed as part of the thesis. The connection between the different parts of the system is managed by wireless connection, so the thesis touches up on the different radiofrequency-based communication protocols used by the system as well. Other than that, we can get a glance at the world of martial arts.



1. Bevezetés

A XXI. Századra világunk teljesen átalakult, az információ az egyik legértékesebb dolog lett a világon, gyakran halljuk, hogy „information is the new oil” ami annyit jelent, hogy az információ az új olaj. Ennek a hasonlatnak az alapja, hogy az adat, amit kinyerünk az pont olyan értéktelen, mint az olaj, amit kitermelnek. Mindkettőnek azután lesz értéke, hogy alaposan szortírozták, majd feldolgozták őket.

Az emberek folyamatosan információt gyártanak, ugyanis minden készülékünk adatokat nyer ki, valamint továbbít rólunk, amiket később a cégek elemeznek és képesek javítani az eszközeiken, vagy éppen mi vagyunk kíváncsiak a saját adatainkra, gondoljunk csak az okosórák, valamint fitneszkarkötők térnyerésére az elmúlt pár évben. Ezeken végig követheti a felhasználó a napi lépésszámát, pulzusát, mennyit és milyen minőségben aludt. De akár azt is, hogy ha elesik az ember. A sportokat is teljesen átformálta mostanra a technológia, az edzéseket virtuális dómokban tartják a focisták, ahol az ügyességüket tudják javítani, vagy a sebességüket. A meccseken a bírókat gólvonaltechnológia segíti ki, vagy éppen a VAR.

A fentebb említett példákkal ellentétben azonban a harcművészetek jobban el vannak maradva, bizonyos mértékig talán a tradicionális, harcművész mentalitás miatt is, ami nem összeegyeztethető az új technológiai elemek felhasználásával. Akár több százéves küzdősport esetén nehezebben győzik meg az oktatókat, hogy az ilyen technológiák segíthetnek fejleszteni a képességeiket. Valamint a küzdősportokban az mesterek jóval idősebbek is ezért nehezükre esik egy-egy új dolognak a használata. Azonban idővel be kell látniuk, hogy előnyhöz juttatja a sportolókat egy versenyen, ha több információt kapnak a saját képességeikről. Ahogy Sun-Ce mondta:

“Ha ismerjük az ellenséget és ismerjük magunkat is, akkor száz csatában sem jutunk veszedelembé; ha azonban nem ismerjük az ellenséget, csak magunkat ismerjük, akkor egyszer győzünk, másszor vereséget szenvedünk; és ha sem az ellenséget, sem magunkat nem ismerjük, akkor minden egyes csatában feltétlenül végveszély fenyeget bennünket.”

Én magam is utánpótlás válogatott Kyokushin Karaté voltam, ezért közel áll a szívemhez a téma. Ezért is, illetve a fentebb már említett eszköz hiány miatt választottam diplomamunkámnak egy edzéstámogató rendszer megtervezését, megépítését, valamint dokumentálását. A rendszer, amit tervezek segíthet a reflexek javításában, a versenyzők által használt technikák gyorsításában, valamint kombinációk megtanulásának könnyebbé tételében. A rendszer megtervezésekor mindenképp a legfontosabb szempontok azok voltak, hogy könnyen használható legyen, minél inkább modulárisabb, nyitott legyen a bővítésre, illetve, hogy mobil legyen az eszköz, valamint, hogy minél kisebb erőforrásigénye legyen. Ezen felül, hogy akár gyerekek is képesek legyenek használni, ugyanis a legjobb sportolók már kiskoruk óta készülnek a versenyekre.



2. Felépítés, Rendszerterv

A rendszer, amit a diplomamunka bemutat három jól elkülöníthető egységből épül fel, ezek a "Főmodul", "Szenzormodul", valamint egy interfész, amivel az felhasználó képes kommunikálni a többi egységgel. A dolgozatnak ebben a fejezetében ezeket az elemeket szeretném bemutatni, hogyan is viszonyulnak egymáshoz, valamint, hogy pontosan milyen kisebb eszközök/elemek alkotják a nagyobb modulokat, valamint, hogy hogyan is működnek.

Szenzormodul:

A szenzormodul az az egysége a rendszernek, amivel a sportoló fizikailag van kapcsolatban. Ez az elem jelzi a sportolónak, hogy mikor is kell, valamint, hogy hova is kell ütnie. Ezt képes érzékelni is, majd erről tájékoztatni a Főmodult. Ez az a része a rendszernek, ami nem csak digitális elemek összekapcsolásából áll, hanem sajátkezűleg készített egységet is tartalmaz. A szenzormodul egy olyan elem, amiből többet is lehet a rendszerbe integrálni, illetve a modulon belül is van lehetőség egységek duplikálásra. A modul elemei a következők:

- Mikrokontroller
- Bekapcsoló gomb
- LED Lámpa (zöld)
- LED lámpa (piros)
- Ütésérzékelő szenzor
- Akkumulátor

A fent említett elemek közül a LED-ekből, valamint az ütésérzékelő szenzorból akár több is lehet egy adott Szenzormodulhoz csatlakoztatva.

A dolgozat folyamán Szenzormodulként hivatkozok erre a legalább hat elemet összefogó egységre, bár az ütésérzékelő szenzor maga is egy szenzormodulnak tekinthető, ezt az egyértelműség érdekében mindig ütésérzékelő szenzorként fogom feltüntetni.

A modul központi eleme a mikrokontroller, ez kapja meg az utasításokat, hogy mikor adjon jelzést az ütés kezdeményezésére, valamint arra is, hogy mikor jelezze a sikeres találatot. Természetesen ahhoz, hogy ez megtörténjen képesnek kell lennie érzékelnie a bekövetkezett találatot, amit az



ütésérzékelő szenzor leolvasásából tud meg. A mikrokontroller képesnek kell lennie, hogy információt kapjon, valamint osszon meg a főmodullal bármikor. Azért, hogy minél kevesebb kábelezés legyen, ezzel egyszerűsítve az összeszerelést, valamint a rendszer használatából adódóan (ütések rúgások sorozata), a kábeles kapcsolat létrehozását a tervezéskor elvetettem, ugyanis egy lógó kábel balesetveszélyes lehet. Ezen felül a kábeles kapcsolatok létrehozása mikrokontrollerek között jóval korlátozottabb számú kapcsolat létrehozását engedélyezi. A Szenzormodul különböző elemei kábelesen vannak összekötve, de a rendszer három nagyobb építőeleme egymással kábel nélküli kapcsolatot építenek ki. A mikrokontroller bekapcsolása egy kapcsolóval lehetséges. Ahhoz, hogy minél modulárisabb legyen a rendszer, az áramellátásról mindegyik Szenzormodul saját maga gondoskodik, ehhez egy-egy akkumulátor szükséges

A két LED lámpa, valamint az ütésérzékelő szenzor egy közös ütési felületen kapnak helyet. Az égők jelzik a sportolónak az instrukciókat, a zöld lámpa felgyullad az adott szenzoron, ami a támadást várja. Amennyiben sikeres volt a támadás a lámpa lekapcsol. Ha olyan elemet üt meg a felhasználó amelyik nem a kombinációban a soron következő akkor a piros lámpa villan egyet. A lámpák segítenek a rendszer konfigurálásának folyamatában, a különböző rendszermodulok felismerésében. Ennek a folyamatnak a bemutatása egy későbbi fejezetben kerül sor.

Az ütésérzékelő szenzor szerepét egy FSR szenzor látja el. A szenzorok olyan eszközök, amik a világ fizikai vagy kémiai tulajdonságait képesek digitalizálni. Az FSR a Force Sensitive Resistor rövidítése, ez magyarul „erőbehatásra érzékeny ellenállás” -nak feleltethető meg, ami jól leírja a működési elvét is az egységnek. Amennyiben nyomást fejtünk ki az érzékelő felületre, akkor változik az ellenállása, ezt pedig a feszültségváltozást figyelve az egység két lába között tudja érzékelni egy szenzor. Bizonyos mértékig lehetséges számolni az ellenállás változás mértékéből az őt ért nyomást is, azonban ez az ütések rúgások intenzitásának mérésére nem elegendőek, a nagyobb egységek sem képesek pontos értéket adni ezeknek az erejéről, csak a becsapódás tényét képesek jelezni. Ahhoz, hogy képes legyen egy találatot kijelezni pontosan a szenzor, ahhoz magát a kis szenzort kellene eltalálni, ami bár nem lehetetlen, de nem tükrözi a jelenleg harcművészetekben használt pontkesztyűs megoldást, ahol kézfejnyi méretű a célpont. Azért, hogy nagyobb felületen is érzékelhessen az FSR szenzor, egy fából, illetve alátétekből létrehozott egységet kell létrehozni a rendszerhez. Az FSR egy deszkára van rögzítve, aminek a két végén egy-egy alátét van, majd erre van rátéve egy vékonyabb, rugalmas léc. A lécet találja el a sportoló, ami minimálisan képes belengeni, és ezzel hozzáér, illetve megnyomja az FSR-t, ezzel detektálhatóvá téve az ütest és növelve a támadható felületet. Ezen az elemen helyezkedik el a két LED lámpa is.

Főmodul

Ez a központi eleme a rendszernek, megkapja az instrukciókat a felhasználói felületről, majd kiosztja a feladatokat a már bemutatott Szenzormodul(ok)nak. Kapcsolatot teremt a



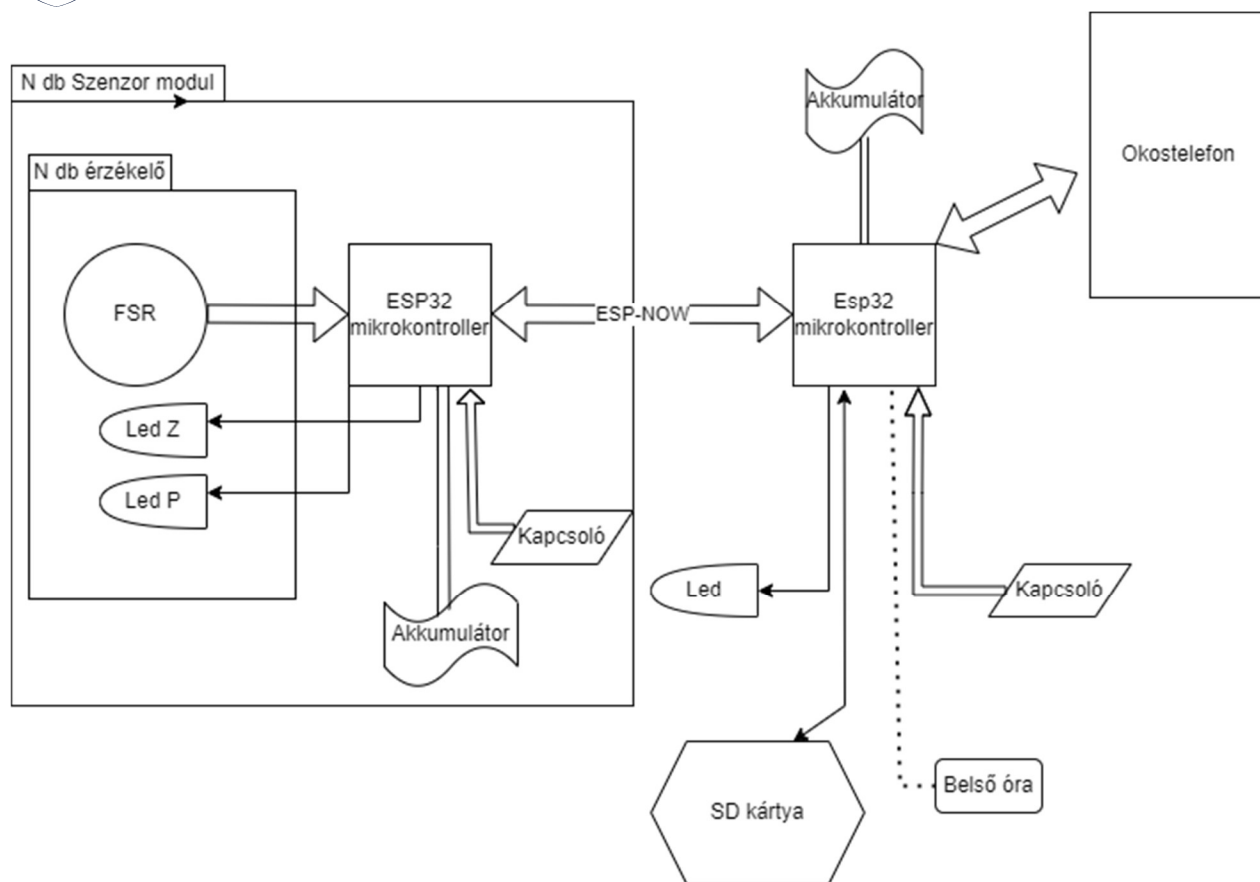
Szenzormodulok, valamint a felhasználó között. Ez az egység is egy mikrokontroller, ami egy master-slave konstrukcióban a master szerepét tölti be. Minden másik elemmel kábelenként csatlakoztatva kommunikál, hozzátartozó elemek egy akkumulátor a tápellátás biztosítása miatt, valamint a kötelező be/kikapcsoló gomb. Ezen felül egy SD kártya modul, ami azért kell, hogy képes legyen a rendszer logolni, ezzel segítve az esetleges debugolást. Ezen felül rendelkezik egy LED izzóval, hogy képes legyen jelezni, hogy működik.

Felhasználói felület

A rendszerrel, konkrétan a Főmodullal a felhasználó egy okostelefonnal képes kommunikálni. Ez természetesen ebben az esetben is egy kábelenkénti kapcsolatról van szó. A felhasználó egy alkalmazáson képes követni a fejlődését, felvenni kombinációkat, elindítani a különböző edzéstervet. Az alkalmazás az, ami az adatokat feldolgozza, a rendszer többi része csak az adatkinyerést végzi. A felhasználó ezen a felületen képes felépíteni a különböző Szenzormodulokból a saját virtuális bábuját amin a kombinációkat képes összekattintgatni. Miután a kombinációk befejeződtek az alkalmazás képes kiértékelni majd megjeleníteni a végrehajtás részleteit, mennyi idő alatt sikerült a kombináció, melyik támadást tartott esetleg több ideig végrehajtani. Ezekkel az adatokkal a sportoló képes megismerni a gyengeségeit. Az alkalmazás ezen felül lementi az összes sorozat minden információját, hogy amennyiben később vissza akarja nézni a teljesítményét a sportoló legyen rá lehetősége, valamint ezzel utat engedve későbbi vizsgálatok futtatására is.

Tartó állvány

Azért, hogy a rendszer képes legyen imitálni az emberi kiütési felületeket, az érzékelőket úgy kell elhelyezni, hogy azok stabilan, anatómiailag megfelelő helyeken legyenek. Ennek elérésében egy átlagos emberi testmagassággal megegyező fémszerkezet megépítése is célja a dolgozatnak. Ez azért, hogy minél inkább mobil legyen az eszköz egy olyan tartóval rendelkezik, aminek segítségével fel lehet tenni egy bordásfalra.



(Rendszer diagram 1.ábra)



3. ESP32 és Android

A használt eszközök bemutatásakor a Főmodul, valamint a Szenzormodulnál is mikrokontrollereket használunk az adatok összegyűjtésére, továbbítására, valamint a szenzorok figyelésére. A mikrokontroller egy kis méretű számítógép, ami rendelkezik központi feldolgozóegységgel, memóriával, valamint programozható IO perifériákkal. A programot a saját ROM-ján tárolja. Ezek az egységek általában a beépített rendszerekben használatosak, alacsony méretük, valamint fogyasztásuk miatt. Általában kisebb számítási kapacitással rendelkeznek, valamint az áruk is alacsonyabb egy nagy teljesítményű rendszeréhez képest. Az egyik legelterjedtebb, jelenleg a hobbi barkácsolók körébe nagy népszerűségnek örvendő mikrokontroller az Arduino. Ezek az eszközök könnyen használhatóak, kimondottan felhasználó barát fejlesztői környezettel rendelkeznek. Ebben a fejezetben szeretném bemutatni, hogy miért is nem az Arduino-t, hanem egy másik mikrokontrollert, az Espressif által készített ESP32-t használom.

Az ESP32 egy az Espressif (ami egy Shanghai székhelyű kínai cég) által létrehozott mikrokontroller. Kimondottan olcsó kategóriás egységként tekinthetünk rá azonban sok funkcióval rendelkezik az árkategóriájához képest. Egyik a projekt számára legfontosabb funkció, hogy a kábelnélküli technológiák integrálva vannak a kontrollerre. Megtalálható mind a WiFi, valamint a Bluetooth (dual mode) modul is, az egyébként is kis méretű egységen. Ez óriási előnye az Arduinoval szemben, ami csak jóval drágábban, illetve nagyobb méretű elemeken biztosítja ugyanezeket. Az ESP32 rendelkezik több modellel is, én a wroover-b fedőnevű egységgel dolgoztam. Ez egy ESP32-D0WD központi feldolgozóegységgel van ellátva, ami két alacsony energiaigényű Xtensa 32 mikroprocesszorral rendelkezik.

Az ESP32 egy elterjedt mikrokontroller család, aminek nagy a felhasználóbázisa. Ennek köszönhetően sok videóanyag, valamint dokumentum, ezen felül program könyvtár érhető el hozzá. A popularitását jól mutatja az is, hogy több fejlesztői környezetbe is integrálva lett az ESP32, ilyen például a Visual Studio Code, MicroPython, de a legtöbbit ajánlott és általam is preferált Arduino IDE. Az ESP32 modul telepítése egyszerű az IDE-n belül, ezután pedig használható az egyébként Arduino fejlesztésnél megszokott összes funkció. A dolgozat folyamán innentől kezdve a mikrokontroller tulajdonságairól, illetve funkcióiról beszélve mindig a Wroover-B egységre fogok hivatkozni.

A rendszer másik fontos eleme a felhasználói felületként használt okostelefon. Amikor okostelefon fejlesztésről beszélünk jelenleg két termékcsaládot különböztethetünk meg, az Android, valamint az Apple eszközeit. A rendszer elkészítésekor én az Androiddal terveztem, ugyanis Android rendszerre teljesen ingyenesen lehet fejleszteni, valamint nem szükséges egy Apple eszköz a



teszteléshez, az egész programot lehetséges a számítógépen futtatni, ugyanis képes Android eszközt emulálni a PC is. Vannak lehetőségek arra, hogy olyan kódbázist hozzunk létre, ami képes futni mind a két termékcsaládon, de ezeknek a feltérképezése nem volt célja a dolgozatnak, valamint az Android-os eszközök jóval olcsóbbak és az rendszerhez tartozó program számára nem szükséges nagyteljesítményű eszköz, az egyedüli kitétel a WiFi, valamint a Bluetooth megléte, ami bármelyik mai Android eszközön is megtalálható. Igaz, hogy Android készülékre terveztem az alkalmazást, azonban az ESP32-es Bluetooth Serviceket el képes érni Apple készülék is, tehát a jövőben lehetséges az Apple eszközök támogatása is, a mikrokontroller programjának módosítása nélkül.

Az általam használt fejlesztői környezet a Google (Android-ot fejlesztő cég) által is javasolt Android Studio. A kód teszteléséhez pedig egy Xiaomi Redmi Note 7-et használtam.



4. Kábel nélküli kapcsolat felépítése

Esp-NOW

A rendszer felépítésében már többször is említett kábelnélküli kapcsolat létrehozásához többféle megoldás is létezik, legyen szó Bluetooth-ról vagy éppen WiFi-ról. Az Espressif az ESP32-es egységeiben, létrehozott egy protokollt, ami képes az ESP32 közötti kábelmentes kommunikációra a Wifi által megszokott 2.4 GHz-s rádiófrekvencián. Ez egy peer-to-peer kapcsolat, nem képes jelszórásra. A kommunikáció lehetséges titkosítva vagy nem titkosítva, a dolgozat folyamán nem titkosítottam a kommunikációt, az eszköz használati módjából kiindulva, az adatok esetleges megfigyelése nem károsítja a felhasználókat, ezen felül a titkosítás időigényes feladat, valamint limitálja a modul számot 10-re míg a titkosítás elhagyása biztosít 20 támogatott peert. A protokoll használatával a komponensek képesek kezelni a sikeres, valamint sikertelen kézbesítést is.

Ahhoz, hogy a peer-to-peer kapcsolat létrejöjjön az egyik félnek legalább tudnia kell a másik egység MAC címét, ugyanis az ESP-NOW ez alapján képes elküldeni az adott címzettnek az üzenetet. Természetesen az üzenet érkezését le kell kezelni a másik oldalon is, itt azonban már rendelkezésre áll a küldő MAC címe, az kiolvasható az üzenetből. Ennek hatására, elég, ha egy elem rendelkezik az összes MAC címmel, utána ahogy az első üzenetet kiküldte a többi eszköz is egyesével megtudja a központi egységnek a MAC címét. Az üzenet a két eszköz között maximum 250byte-nyi lehet.

A dolgozatban egy master-slave kapcsolatot hoznak létre az ESP32-es egységek az ESP-NOW-nak a használatával. A master jelen esetben a már bemutatott Főmodul, a slave(-k) pedig a Szenzormodul(ok). Ahhoz, hogy a MAC címeket megtudja a Főmodul először nekünk kell megtudni, ez kódból könnyen lekérdezhető majd utána feltüntethető a Szenzormodulokon egy matricára ráírva. Miután a felhasználó leolvassa a Szenzormodul MAC címét, utána képes az Android-os telefonon hozzáadni azt a rendszerhez és elküldeni a Főmodulnak, amivel Bluetooth kapcsolaton kommunikál. Miután a Főmodul megkapta a MAC címet elküld egy üzenetet arra a címre. Amennyiben a státusz `ESP_NOW_SEND_SUCCESS` igazat ad vissza akkor az azt jelenti, hogy a Szenzormodul megkapta az üzenetet. A szenzormodul ebben az esetben lementi a Főmodul címét. Amennyiben hamist ad vissza a státusz akkor nem kapta meg az üzenetet a címzett és az ESP-NOW jelzi ezt a telefonon. Lehetséges, hogy elírta a felhasználó a MAC címet, vagy a címzett nem volt bekapcsolva, ebben az esetben a telefonon újra próbálkozhat a hozzáadással.

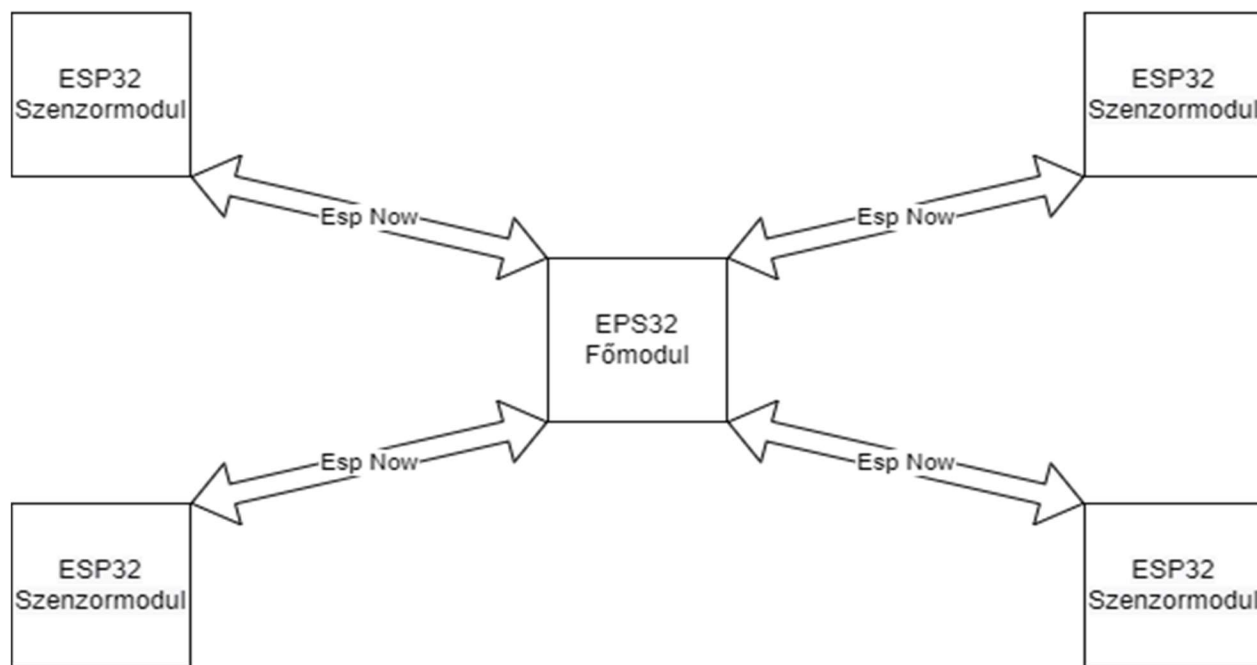
Ha sikeres volt minden akkor a telefonon lehetséges lesz szenzorok hozzáadása, annak megfelelően, hogy hány szenzor elem van fizikailag a Szenzormodulhoz csatlakoztatva. Minden egyes szenzort felvillant a Szenzormodul, hogy a felhasználó be tudja azonosítani, hogy melyik



szenzort is adja oda neki. Miután ez megtörtént a Főmodul lementi egy asszociációs tömbbe ezt, ahol a kulcs a szenzor_id az érték pedig a MAC cím. Miután a felhasználó létrehozta az összes elemet és befejeződött ez az elsődleges konfiguráció, a telefon lementi azt, valamint a Főmodul lementi ezt az asszociációs tömböt az SD kártyára, hogy később induláskor amennyiben elérhető be tudja tölteni, ne kelljen mindig a változás nélküli rendszert újra konfigurálni. A Szenzormodulnak nem fontos a Főmodul MAC címét letárolnia, ezt ugyanis az első üzenet érkezésekor úgymint megtudja, az a modul sose fog kommunikációt kezdeményezni elsőre.

Az ESP-NOW használatának elve, hogy feliratkozik a mikrokontroller a különböző, az Espressif által előre deklarált eseményekre, amikre definiálni kell eseménykezelő metódusokat. Ilyen esemény például az `esp_now_register_recv_cb` amire feliratkozva a metódus akkor fut le, ha üzenet érkezik az ESP-NOW-ra. Ez a feliratkozott metódus a WiFi Task-on fog futni, ezért érdemes a kapott üzenetet lementeni és utána egy másik Task-al futtatni, hogy ne tartsa fel a WiFi task-ot. Ez az ESP-NOW dokumentációjában az ajánlott működési elv, ezért ezt is használja a rendszer, bár a dolgozat szempontjából nem lényeges, ugyanis egyszerre nem kommunikál több ESP egymással, egy időben egyszerre mindig csak egy feladó van és egy fogadó fél.

Mindenképp megemlítené negatívum, hogy a master-slave kapcsolat esetén szűk keresztmetszet lehet a master egység, ez ugyanis az egyedüli egység, ami a telefonnal kommunikál, ez adja az instrukciókat minden másik elemnek. Ha ez az egység meghibásodik akkor a többi is használhatatlanná válik.



ESP-NOW példa rendszer (2.ábra)



Bluetooth LE

Az ESP-NOW a mikrokontrollerek közötti kommunikációt biztosítja, míg a master valamint a felhasználói felület (Android-os készülék) között Bluetooth kapcsolat van felépítve. Pontosabban ez egy Bluetooth LE (Low Energy) kapcsolat. A Bluetooth egy rövid távú ultra magas frekvencián (2.402- 2.48 GHz) alapuló kábelenélküli sztenderd. Működési elve a szórt spektrumú frekvenciaugrás, azaz az adatesatorna másodpercenként változik a küldő és a fogadó által előre meghatározott módon. A Bluetooth 79 csatornával rendelkezik, míg a BLE 40-nel, a teljes sáv ugyanakkora, azonban a BLE az nagyobb csatornákra bontja fel azt (2MHz-esekre az 1MHz-vel szemben). A Bluetooth ezeket a csatornákat használja fel arra, hogy a csomagokat, amik a feldarabolt üzenetből jönnek létre elküldje a fogadó oldalnak. A BLE abban az esetben éri meg, amikor egymáshoz közeli, kismennyiségű adatot megosztó eszközt akarunk összekapcsolni. Óriási előnye, hogy akkor megy csak, amikor kapcsolatot vesznek fel vele, egyébként alvó állapotban van. Ennek köszönheti a nevét is, Low Energy, azaz alacsony energiaigényű. Az ESP32 nagy előnye a dual mode Bluetooth tehát klasszikus, valamint LE kapcsolat is létrehozható vele.

A BLE-t Service-ek definiálásával lehet implementálni, amiket egy UUID-vel lehet azonosítani (Universally Unique Identifier), ami egy 128 bites azonosító. A Servicek általában Charactersitics-ekből állnak, amik szintén rendelkeznek UUID-vel. A UUID-k alapján képes egy kliens rákapcsolódni a BLE serverre, ami jelen esetben azt jelenti, hogy ha az Android egység tudja az ESP32-es Főmodulon definiált Service UUID-ját, valamint az azon belül Characteristics-nek is a UUID-ját akkor képes kommunikálni a két egység BLE-n keresztül. A diplomamunkában létrehozott rendszer az alábbi UUID-kal dolgozik.

```
#define SERVICE_UUID          "94d87711-3fbe-4101-8309-ee18e3339d91"  
#define CHARACTERISTIC_UUID  "7ad91cfd-dedb-4b67-b641-d83529b1181f"
```

Az Android-os kliens ezeknek az adatoknak a tudatában képes a kombinációkat küldeni, valamint az eredményeket leolvasni a Service-ből.



5. A rendszer funkciói

A dolgozat ezen fejezetében azt szeretném bemutatni, hogy milyen funkciókat lehet elérni, illetve, hogy ezeket hogyan valósítja meg a rendszer. Az alábbi fejezetben nem kerül külön említve, de a Főmodul az összes ESP-NOW-n, illetve Bluetooth-on küldött, valamint fogadott üzenetet naplózza az SD kártyára, egy szimpla .txt fájlként.

Az első indításkor a rendszer konfigurálását már az ESP-NOW bemutatásakor részleteztem, azonban a rendszer képes letárolni az konfigurációt és újbóli indításkor ezt visszatölteni. Ez egy elvárható funkció, ugyanis az esetek többségében két használat között nem szokott a rendszer összeállítása változni. Ez az alábbi módon történik:

1. Az Android eszköz betölti a lementett konfigurációt és megkérdezi a Főmodult, hogy az rendelkezik-e ilyennel.
2. A Főmodul felkeresi az SD kártyát
 - a. Van SD kártya. → 3-as pont
 - b. Nincs SD kártya, ezt jelzi a telefonnak és friss konfiguráció indul.
3. A Főmodul megpróbálja betölteni a konfigurációt SD kártyáról.
 - a. A Főmodul megtalálja a letárolt konfigurációt, jelzi is ezt a telefonnak → 4-es pont
 - b. A Főmodul nem találja meg a konfigurációt, ebben az esetben jelzi ezt az Android eszköznek. Ezután a már bemutatott módszerrel az elejéről kezdve újra konfigurál.
4. A Főmodul végig iterál az eszközökön, az összes letárolt Szenzormodult megkéri, hogy kapcsolja fel a LED izzóit, ezzel a felhasználó képes ellenőrizni, hogy megvan-e az összes elem.

Miután a konfiguráció létrejött, a felhasználó képes elindítani a különböző edzésmódokat. A dolgozat írása folyamán, két különböző módot különböztettem meg, ilyen a „Véletlen kombináció”, valamint a felhasználó által „Adott kombináció”.

A véletlen kombináció:

Ennek a módnak a célja, hogy képet adjon a sportoló reakció idejéről, valamint segítsen abban, hogy javítsa a reflexeit, valamint a koordinációját. Ilyenkor nem az a fontos, hogy a támadások sorozata valós küzdelembe használható legyen, hanem hogy a sportoló a nyílt (védtelen) támadási felületet küzdelem közbe meglátva milyen gyorsan tud élni a lehetőséggel. Ehhez a rendszer véletlenszerűen kiválaszt egy ütésifelületet és várja a kontaktot. A rendszer ezt így valósítja meg:



1. Android-on kiválasztja a felhasználó a véletlen kombináció módot, ez értesíti a Főmodult Bluetooth kapcsolaton keresztül, egy számértékkel, ami a szükséges sikeres támadások száma ez lementésre kerül a siker számlálóba.
2. A Főmodul létrehoz egy véletlenszerű számot egy a nullától a szenzorok számánál egyel kisebb zárt tartományba. Ezután az asszociációs tábla alapján megadott MAC címre megküldi a Szenzormodulnak, hogy melyik felület is lett kiválasztva.
3. A Szenzormodul felkapcsolja a lámpát, valamint lementi az éppen aktuális időpontot egy változóba. Ezután várja a kontaktot a Főmodulból kapott szenzorra, ennek az azonosítóját le is menti a későbbi vizsgálatokért.
 - a. Megtörténhet, hogy nem a megfelelő felületet ütötte meg a sportoló, ekkor a nem megfelelő szenzorhoz tartozó mikrokontroller elküld egy hibás találat-ot jelző üzenetet a Főmodulnak. Ennek hatására a hibaszámláló változó értéke egyel nő.
 - b. Amennyiben jó érzékelőt talált el a sportoló, akkor elküldi a Főmodulnak a jelenlegi időpontból kivont mentett időpont értékét, ezzel megkapva, hogy ténylegesen a lámpa felkapcsolásától kezdődően mennyi időbe tellett a sportolónak eltalálni a célpontot. A Főmodulon ezután csökken a siker számláló értéke egyel. Valamint hozzáadódik a teljes idő változóhoz az eltelt idő.
4. Ezután a kettes ponttól kezdődően ismétlődik egészen addig amíg el nem éri a siker számláló a nullát, azaz megvolt pontosan annyi sikeres támadás amennyit a felhasználó kért.
5. A Főmodul ezután elküldi Bluetooth-on keresztül a sikeres támadások számának eléréséhez szükséges teljes időt, valamint, hogy hány hibát vétett a sportoló.

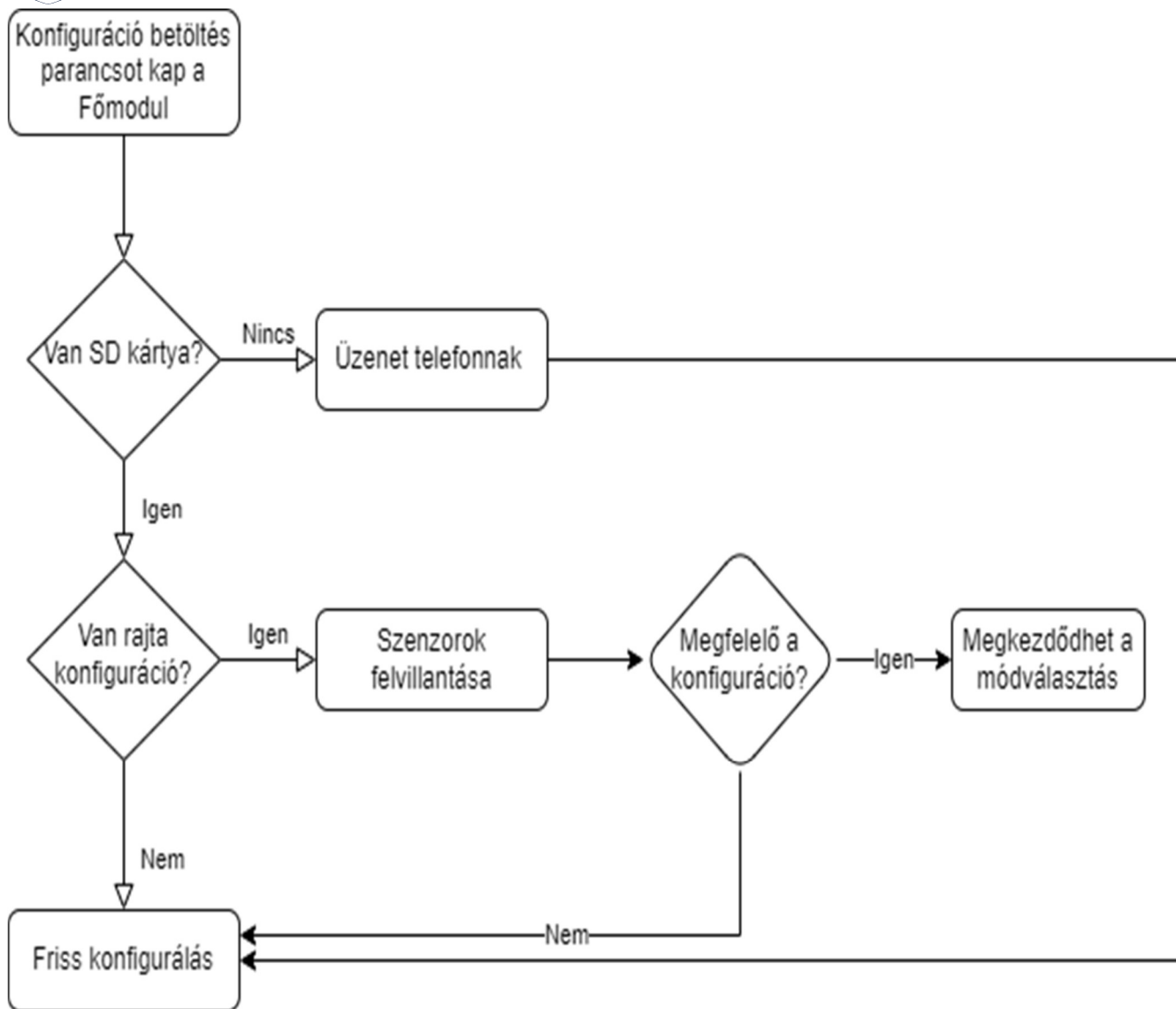
Adott kombináció

Az adott kombináció mód az, amivel az edzők képesek kombinációkat létrehozni, amiket a sportolóknak ezután lehetősége van begyakorolni a végletekig. Ha elégszer gyakorolják a sorozatot, akkor az izommemóriába marad, ez az a szint amikor már nem kell gondolniuk se mi mit követ, egyszerűen csak cselekednek. Ennek a hatása az is amikor a hosszú küzdelmek alatt már mindkét versenyző fáradt, az egyik elindít egy kombinációt és lehet a másik lemegy már a második ütéstől, de a mozgásban lévő játékos észre se veszi, szimplán befejezi a technikákat a levegőbe is akár. Ennek a szintnek az elérésében képes segíteni ez a mód. Ezt a következőképpen éri el:

1. A felhasználó a telefonon kiválasztja az „Adott Kombináció” módot.
2. A telefon kijelzi a konfiguráció folyamán létrehozott szenzorokat, a felhasználó pedig megérinti az egyiket. Ekkor a képernyő alján megjelenik a szenzor azonosítója, valamint bekerül egy verembe az azonosító.



- a. Amennyiben meggondolja magát a felhasználó kitudja törölni egyesével a veremből.
3. Miután végzett a kombináció felvételével a felhasználó, megadja, hogy hány ismétlést kell csinálnia a sportolónak, ezután a telefon elküldi a sorozatot a Főmodulnak Bluetooth-on.
4. A Főmodul lementi egy tömbbe ezt.
5. A siker számlálót 0-ra állítja. Valamint a teljes idő változót is.
6. Kiolvassa a tömb „siker számláló” -adik elemét. Ez lesz a kombinációban következő elem azonosítója.
7. Kiküldi a megfelelő Szenzormodulnak a parancsot, hogy várja a találatot.
 - a. Megfelelő találat esetén a Főmodul megkapja a találathoz szükséges időt, amivel növeli a teljes időt, majd inkrementálja a siker számlálót. → 8-as pont
 - b. Amennyiben rossz elemet ütött meg a sportoló felvillan a piros LED lámpa. → 5-ös pont
8. Megvizsgálja, hogy a tömb mérete kisebb-e, mint a siker számláló (Van-e még hátra elem a kombinációból.)
 - a. Amennyiben igen → 6-os pont
 - b. Ha nem → 9-es pont
9. A főmodul elküldi a kombinációhoz tartozó időt a telefonnak, ami megnézi, hogy meg volt-e a megfelelő számú ismétlés.
 - a. Ha igen akkor a sorozat befejeződik és az értékek megjelennek a telefonon.
 - b. Ha nem → 10-es pont
10. A telefon csökkenti a szükséges sorozatszámot egyel, majd elküldi a kombinációt újra a Főmodulnak Bluetooth-on. → 4-es ponttól folytatódik.



Letárolt konfiguráció betöltésének folyamat ábrája (3.ábra)



6. A dolgozat fejlesztésének ütemterve

Ebben a fejezetben azt szeretném bemutatni, hogy milyen mérföldköveket mikor szeretnék elérni a dolgozat implementálásában. A dolgozat implementálásához a Diplomamunka III. tárgy keretein belül kezdek hozzá, befejezésének időpontja a Diplomamunka IV. tárgy leadási határideje. Ezt az időintervallumot három jól elkülöníthető részre bontottam, ezek a 2022-es tavaszának féléve (Diplomamunka III.) a 2022-es nyári időintervallum, valamint a 2022-es őszi félév (Diplomamunka IV). Az elérni kívánt mérföldkövek ennek megfelelően a következőképpen alakulnak:

Diplomamunka III

Ebben az időintervallumban a rendszernek a mikrokontroller oldali fejlesztésével tervezek foglalatoskodni. Ezen felül a felhasználói felület tervét létrehozni. A félév végére a rendszernek képesnek kell lennie a konfigurálást beégetett értékekkel létrehozni, valamint az ütésdetektálásnak működnie, szintén beégetett kombinációval. Három darab ESP összekapcsolása a cél, egy Főmodul és kettő Szenzormodul felállásban. Ezen kívül a diplomamunka dokumentum kibővítése, esetleges hibák felmerülésének és azok megoldásának dokumentálása. Ebben az időszakban szeretném a TDK-n is elindítani a dolgozatot.

2022 nyara

Ez az időintervallum a felhasználói felület létrehozására, valamint az Android – Főmodul kommunikációjának megalkotására fog szolgálni. Újfént az esetleges hibák, valamint a megoldásuk dokumentációja. Ezen felül az egység megtervezése amire a szenzorokat fel lehet rögzíteni, imitálva az emberi méreteket, valamint az emberi kiütési felületet. A szünet végére képesnek kell a telefonról konfigurálni a mikrokontrollereket, valamint kombinációkat beadni az elkészített felületről. A kombináció befejezésével pedig a kapott információt megjeleníteni a felhasználói felületen.

Diplomamunka IV

Az utolsó időintervallumban a tartó eszköz megépítése a cél, valamint a dokumentum végső formájának létrehozása. Ezeknek az elemeknek az elvégzése nem tartanak az egész őszi félévig, direkt bőven van számítva ez az utolsó időszak azért, ha bármilyen csúszás lenne a Diplomamunka II vagy a Nyári szünet ideje alatt. Az időintervallum végeztével elkészül a rendszer, ami a dolgozatban leírt funkciókat maradéktalanul képes ellátni, valamint a tesztállvány megfelelően használható állapotba kerül.