

Jarno Harvala

NESTOR-VIDEOPUHELIN IKÄÄNTYNEILLE

NESTOR-VIDEOPUHELIN IKÄÄNTYNEILLE

Jarno Harvala
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, langattomat laitteet

Tekijä: Jarno Harvala
Opinnäytetyön nimi: Nestor videopuhelin ikääntyneille
Työn ohjaaja: Heikki Mattila
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2016 Sivumäärä: 35

Työ tehtiin BelleGames Oy:lle, joka on oululainen pelistudio. Työn aiheena oli suunnitella ja rakentaa laite, jolla pystyy soittamaan videopuheluita ja pelaamaan yksinkertaisia pelejä. Laitteen ohjauksen tulee toimia näppäimillä, joissa on indikaattoriledit. Laite olisi suunnattu ikäihmisille, joilla on ongelmia käyttä uutta teknologiaa.

Päälaitteena päädyttiin käyttämään valmista Lenovon valmistamaa tablettia, koska olisi tullut kalliimmaksi rakentaa komponenteista vastaava laite. Laitetta kuitenkin piti pystyä ohjaamaan käyttäen ulkoisia näppäimiä, joten laitteeseen suunniteltiin sitä varten piiri. Piiri lähettää näppäintiedot ja vastaanottaa ledien ohjauskomennot tablettilta. Kommunikointitekniikaksi valittiin Bluetooth, koska tabletissa on vain yksi USB-portti, jota ei voi käyttää yhtä aikaa laturin kanssa.

Piirisuunnittelu tehtiin käyttäen OrCAD Capture -piirisuunnitteluohjelmaa. Piirissä käytettiin Atmelin ATmega 328P -mikrokontrolleria, joka sijoitettiin muiden komponenttien kanssa nauhakuparoidulle reikälevylle. Mikrokontrollerin ohjelmointi tehtiin käyttäen Arduino Uno -mikrokontrollerialustaa ja sen ohjelmistokehitysympäristöä.

Työssä valmistui piirilevy, joka pystyy lähettämään Bluetoothin yli näppäintietoa Android-laitteelle, ja vastaanottamaan ledien ohjaustietoa ja ohjaamaan ledejä. Prototyyppiä voidaan kehittää eteenpäin korjaamalla havaittu viive ledien ohjauksessa. Myös näppäinten toimintaa voidaan kehittää, jotta näppäimet toimivat yhtäaikaisesti.

Asiasanat: Ikääntyneet, videopuhelu, mikrokontrolleri, Bluetooth, Android, Arduino, näppäinpiiri

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Information Technology, Wireless Telecommunication

Author: Jarno Harvala

Title of thesis: Nestor video call device for elderly

Supervisor: Heikki Mattila

Term and year when the thesis was submitted: spring 2016 Pages: 35

I did this Bachelor's thesis for BelleGames Oy which is a game studio from Oulu. They had a vision for device that elderly people who has trouble using new technology, could be able to use to contact their family. Device should be able to make video calls and run simple games. Navigation of the device should be done by using four big buttons and there also should be four indication LEDs in buttons.

We decided to use ready to use Lenovo tablet as a main device because it is more cost-efficient solution than building device from parts. I decided to design a circuit that can be used for controlling the device and LEDs.

I designed the circuit using OrCAD Capture circuit design program. In the circuit I used the Atmel ATmega328 microcontroller, which was placed to prototyping perfboard among other components. Programming the microcontroller was done by using the Arduino Uno prototyping platform and with its software environment.

Results of the thesis was working prototype microcontroller circuit which is able to send and receive serial data via Bluetooth. Circuit was also able to take input from button and control LEDs.

Prototype can be developed further by fixing latency issue by packaging transmission to fewer packages, which reduce amount of packages that are transported. Also if there is need for more buttons or LEDs its simple to add those to device.

Keywords: elderly, video call, microcontroller, Bluetooth, Android, Arduino, keypad circuit

ALKULAUSE

Haluan kiittää BelleGamesin johtajaa Pirjo Ritokangasta hyvästä aiheesta ja mukavasta työilmapiiristä. Haluan myös kiittää Heikki Mattilaa opinnäytetyön ohjauksesta. Kiitän yliopiston tietojenkäsittelytieteiden opiskelijoita yhteistyöstä.

Oulussa 5.5.2016

Jarno Harvala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	6
SANASTO	7
1 JOHDANTO	9
2 ANDROID	10
3 BLUETOOTH	11
3.1 Yhteys	11
3.2 Häiriönpoisto	11
3.3 Lähetysteho	12
3.4 Bluetooth-protokolla	12
3.5 Linkkityypit	14
3.6 Versiot	15
4 MIKROKONTROLLERI	17
5 LAITTEEN VAATIMUSMÄÄRITTELY JA KUSTANNUSARVIO	18
5.1 Kustannusarvio	18
5.2 Tabletin valinta	19
5.3 Kilpailijat	20
5.4 Kotelo ja näppäimet	20
6 NÄPPÄINTEN JA LEDIEN OHJAUSPIIRI	22
6.1 Piirisuunnittelu	23
6.2 Prototyypin valmistus	25
6.3 Prototyypin hinta	27
7 OHJEMISTOT	28
7.1 Mikrokontrollerin ohjelmointi	28
7.2 Android-taustapalvelu	29
8 PROTOTYYPIN TESTAUS	30
9 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

SANASTO

ACL	Asynchronous Connection-Less link. Bluetoothin yhteydetön asynkroninen siirtomuoto. Käytetään dataa siirrettäessä.
AFH	Adaptive Frequency-hopping Spread Spectrum. Muuten samanlainen kuin FHSS, mutta tarkistaa onko taajuus jolle siirrytään häiriövapaa.
Android	Mobiili-käyttöjärjestelmä, jota kehittää Google.
Android studio	Androidin oma ohjelmistonkehitysympäristö.
Arduino	Avoin mikro-ohjainalusta ja -ohjelmointiympäristö.
Eclipse	Ohjelmistonkehitysympäristö.
eSCO	Enhanced SCO. Paranneltu versio SCO:sta, jossa on tiedon uudelleenlähetysominaisuus.
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum. Tapa lähettää radiosignaaleja vaihtamalla nopeasti taajuutta useilla kanavilla.
HCI	Host to Controller Interface. Jakaa Bluetooth-protokollapinin kahtia Bluetooth-moduulin ja isäntälaitteen kesken.
ISM-taajuusalue	Taajuus on käytettävissä ilmaiseksi suurimmassa osassa maailmaa.
Java	Laitteistoriippumaton ohjelmointikieli.

LMP	Link Manager Protocol. Protokolla, joka hoitaa Bluetooth-yhteyden muodostamisen, hallitsemisen ja päättämisen.
L2CAP	Logical Link Control and Adaptation. Bluetoothin ACL-yhteyden dataprotokolla.
MAC-osoite	Media Access Control Address. Laitteen yksilöllinen osoite.
Mikrokontrolleri	Sulautetuissa laitteissa käytettävä mikropiiri, jossa on prosessori, muistia, lähtöjä ja tuloja.
Orcad	Piirisuunnitteluohjelma.
Play Store	Androidin sovelluskauppa.
RFCOMM	Radio Frequency Communication. Bluetoothissa käytettävä kaapelinkorvausprotokolla.
SCO	Synchronous Connection-Oriented link. Bluetoothin yhteydellinen synkroninen siirtomuoto. Käytetään ääntä siirrettäessä.
SDP	Service Discovery Protocol. Protokolla, joka kertoo ja vastaanottaa toisen Bluetooth-laitteen kyky tietoja.
USB	Universal Serial Bus. Oheislaitteiden kytkemisessä käytettävä sarjaväyläarkkitehtuuri.
USB OTG	(On-The-Go) USB-standardiin lisätty ominaisuus, jossa USB-laite voi olla isäntä- tai lisälaite.
WLAN	Wireless Local Area Network. Langaton lähiverkkotekniikka, jolla laitteet voivat kommunikoida ilman kaapeleita.

1 JOHDANTO

Uusi teknologia on monelle ikäihmiselle haasteellista käyttää, koska laitteet suunnitellaan usein monimutkaisiksi ja niitä käytetään kosketusnäytöllä. Opin- näytetyössä tarkoituksena on rakentaa näppäimillä ohjattava videopuhelin, joka auttaa ikäihmisiä pitämään yhteyttä heidät vertaisryhmiinsä ja omaisiinsa.

Työssä tulisi määritellä ja rakentaa toimiva prototyyppi, jolla voi tehdä videopu- heluita, pelata yksinkertaisia pelejä ja käyttää nettipalveluita. Laitteen pitäisi olla helppokäyttöinen ja ymmärrettävä. Laitetta pitäisi pystyä ohjaamaan isoilla taus- tavalaisuilla näppäimillä. Tavoitteena on myös tutkia työssä käytettäviä tekni- koita.

Opinnäytetyön aloitettiin, koska tällä hetkellä markkinoilla ei ole vastaavaa lai- tetta saatavilla. Työssä ohjelmistopuolen tekee yliopiston tietojenkäsittelyn opis- kelijoiden projekti 2. Työ tehtiin BelleGames Oy:n toimeksiannosta, joka on ou- lulainen pelistudio.

Ensimmäisenä projektia aloitettaessa tuli valita laite ja tapa, jolla laitteeseen lii- tetään näppäimistö. Paras vaihtoehto laitteelle oli Android-alustainen laite, koska yliopiston opiskelijoilla, jotka tekevät laitteeseen ohjelmiston, on koke- musta siitä. Muut vaihtoehdot käyttöjärjestelmäksi oli Linux tai Windows 10 IoT. Työssä pitää myös tehdä hinta-arvio, kannattaako käyttää valmista tablettia vai koota se komponenteista.

2 ANDROID

Android on suosituin mobiilikäyttöjärjestelmä maailmassa. Se perustuu avoimeen lähdekoodiin ja se on täysin ilmainen. Avoimen lähdekoodinsa ansiosta monet puhelinvalmistajat käyttävät Androidia omissa puhelimissaan (kuva 1). Sen kehityksen aloitti Android INC vuonna 2003. Vuonna 2005 Google osti Android INC:n ja jatkoi Androidin kehittämistä. Android pohjautuu Linux-ytimeen, joka hoitaa ydinjärjestelmän, tietoturvan, muistinhallinnan, verkkopinon ja ajurimoduulin. (1.)



KUVA 1. Galaxy S3, jossa on Android-käyttöjärjestelmä (6)

Androidin mukana tulee Play Store-sovellus, joka on sovelluskauppa. Play Storesta voi ladata muiden tekemiä pelejä ja sovelluksia (1). Siellä oli n. 2 miljoonaa sovellusta tammikuussa 2016 (2).

Suurin osa Androidin-sovelluksista on kirjoitettu Java-kielellä, mutta niitä pystyy myös kehittämään käyttämällä natiivikieliä kuten C++ ja C (3). Android-sovelluksia voidaan kehittää käyttämällä Android Studio -ohjelmointiympäristöä. Siihen on paketoitu kaikki mitä Android-sovelluskehittämiseen tarvitaan, ja se on täysin ilmainen. (4.) Android Studio julkaistiin vuonna 2014, jota ennen Android-sovellusten kehittämiseen käytettiin Eclipse-ohjelmointiympäristöä (5).

3 BLUETOOTH

Bluetooth on avoin lyhyen matkan langattoman tiedonsiirron standardi.

Bluetooth on suunniteltu vähävirtaiseksi, joten se soveltuu hyvin pieniin kannettaviin laitteisiin. Se toimii 2,4 GHz:n taajuudella, joka on ISM-taajuusalueella eli sen taajuuden käyttö on vapaata suurimmassa osassa maailmaa. (7.)

3.1 Yhteys

Bluetoothissa yhteys toimii maksimissaan kahdeksan laitteen kesken, mutta kuitenkin vain yksi laite on isäntänä yhteydessä. Laitteet muodostavat tähtimuotoisen pico-verkkorakenteen. Kun yhteys muodostetaan, kaikki laitteet tahdistavat kellonsa isäntälaitteen kellon mukaisesti, jolloin kaikki tietävät, milloin taajuutta pitää vaihtaa. Ensimmäisestä laitteesta, joka ottaa yhteyden, tulee yhteyden isäntä. Laitteen ei tarvitse olla mitenkään erilainen ollakseen isäntälaitte. (7.)

Yhteydessä vain yksi voi lähettää kerralla tietoa, jolloin muut laitteet kuuntelevat lähettävää laitetta. Jokaisella laitteella on oma MAC-osoite, jolla laitteet tunnistetaan toisistaan. (7.)

3.2 Häiriönpoisto

Häiriönlähteiden vaikutuksen minimoimiseksi Bluetooth käyttää taajuushyppelyteknologiaa. Bluetoothin käyttämä taajuusalue on 2,402–2,480 GHz, joka on jaettu 79 kaistaan megahertsin välein. Bluetooth vaihtaa taajuutta 1600 kertaa sekunnissa, käyttäen näennäissatunnaista algoritmia. (7.)

Alun perin Bluetooth käytti FHSS-tekniikkaa taajuushyppelyssä, mutta muut samaa taajuutta käyttävät laitteet saattoivat tukkia jotkin kanavat. Ratkaisuksi tähän siirryttiin käyttämään AFH-tekniikkaa, joka tarkistaa, onko siirryttävällä taajuudella muuta liikennettä. (8.)

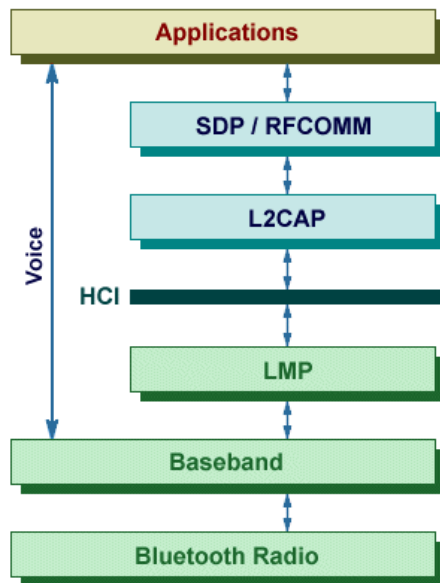
Nopea taajuushyppely vähentää yhteyden virheherkkyyttä, koska yhtä taajuutta käytetään vain lyhyen ajan. Yhden taajuuden häiriöt eivät vaikuta koko ajan. Näin voittuneita paketteja ei tarvitse lähettää paljoa uudelleen. (7.)

3.3 Lähetysteho

Bluetoothin kantamaan vaikuttaa lähettimen lähetysteho, jotka on jaettu kolmeen luokkaan Class 1 – 3. Class 1 luokan lähetin pystyy lähettämään 100 mW:n teholla n. 100 metrin etäisyydelle. Class 2:ksi lähettää 2,5 mW:n teholla n. 10 metrin etäisyyteen. Lyhimmälle matkalle tarkoitettu vähävirtaisin Class 3-Bluetooth-lähetin pystyy lähettämään 1 mW:n teholla n. 5 metrin etäisyydelle. Bluetooth-standardi ei kuitenkaan määrittele minimilähetysmatkaa, joten valmistajat saattavat virittää lähettimen sopimaan käyttötarkoitukseen sopivalle matkalle. (9.)

3.4 Bluetooth-protokolla

Laitteiden pitää pystyä tunnistamaan toisten laitteiden ominaisuudet ja kyvyt, koska Bluetooth soveltuu monenlaisiin eri laitteisiin ja tarkoituksiin. Tästä johtuen Bluetooth-laitteet jaetaan eri luokkiin, joissa samaan luokkaan kuuluvien laitteiden pitää tukea tiettyjä ominaisuuksia. Erilaisten laitteiden kommunikointiin voidaan käyttää sopivia ohjelmistomoduuleita. Protokollat Bluetoothissa on jaettu neljään kerrokseen. Ydinprotokollat ovat Baseband, LMP, L2CAP ja SDP. RFCOMM on kaapelin korvaava protokolla. (9.)



KUVA 2 Bluetoothin protokollapino (10)

RFCOMM (Radio Frequency Communications) on protokolla, joka simuloi sarjadamuotoista kaapeliyhteyttä. Se lähettää tiedon binaarimuotoisena emuloiden EIA-232 ohjaussignaaleja Bluetoothin Baseband-kerroksen yli. RFCOMM tarjoaa yksinkertaisen ja luotettavan tavan lähettää tietoa. (9.)

SDP (The Service Discovery Protocol) toimii Bluetoothissa kertomassa muille laitteille, millaisia palveluja se pystyvät käyttämään. Se myös pystyy tutkimaan, mitä muut laitteet pystyy käyttämään. SDP:n ei tarvitse tietää mitään muista laitteista ennen niiden löytämistä. Jokainen palvelu voidaan yksilöidä UUID:n avulla. (9.)

L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) on protokolla, jota käytetään vain ACL-linkkityypin kanssa. Se toimii dataprotokollana sekä yhteydessä että yhteydettömässä tiedonsiirrossa. Se sallii maksimissaan 64 kB:n kokoinen paketin lähetyksen. (10.)

HCI (Host to Controller Interface) jakaa Bluetooth-protokollapinon kahtia kontrollerin ja isäntälaitteen kesken. HCI tarjoaa komentorajapinnan laitteiston ja laiteohjelmiston välille. HCI muodostuu tapahtumista ja komennoista. (10.)

LMP (Link Manager Protocol) on protokolla, joka hoitaa yhteyden muodostamisen, hallitsemisen ja päättämisen (10).

3.5 Linkkityypit

Bluetooth on tarkoitettu kaapelin korvaavaksi teknologiaksi, joten sen tulee pystyä siirtämään ääntä viiveettä ja katkotta. Sen myös täytyy pystyä toisessa tarkoituksessa lähettämään tarkempaa tietoa bittitarkasti laitteiden välillä. Tätä varten Bluetooth-teknologiassa kaksi eri siirtomuotoa SCO äänensiirtoon ja ACL datansiirtoon, joiden avulla se voi saavuttaa kummatkin tavoitteet. (7.)

Ääntä siirrettäessä tietovirran ei tarvitse olla virheetöntä eikä yhtä nopeaa kuin normaalissa tiedonsiirrossa, mutta tietovirran tulee olla katkeamatonta ja pieni-viiveistä. Ääntä siirrettäessä Bluetooth käyttää SCO:ta eli yhteydellistä synkronista siirtomuotoa. SCO käyttää Bluetoothin aikajaksoisuutta siten hyväksi, että se varaa tasaisin väliajoin tapahtuvia aikaviipaleita, joilla se voi siirtää dataa. Tällöin tietovirta muistuttaa piirikytkentäistä tasaista tietovirtaa. SCO:ssa tiedonsiirtonopeus on molempiin suuntiin vain 64 kbit/s. (7.)

Dataa siirrettäessä Bluetooth käyttää asynkronista, yhteydetöntä siirtomuotoa eli ACL:ää. Tässä muodossa paketteja lähetetään vain silloin, kun niitä on tarvetta lähettää. Tässä muodossa tiedonsiirrosta tulee tehokasta, koska tiedonsiirtokapasiteettia käytetään vain silloin, kun sille on tarvetta, eikä kapasiteetti kulu tarpeettoman tiedonsiirtoon. ACL on pakettimuotoista tiedonsiirtoa, koska laitteilla ei ole vakionopeaa kiinteää yhteyttä. (7.)

Piirikytkentäisessä tiedonsiirrossa varataan yhteydelle tietty kapasiteetti, joka on käytössä riippumatta siitä käytetäänkö sitä vai ei. Tämä tuhlaa yhteyden kapasiteettia. Pakettikytkentäisessä tiedonsiirrossa ei varata kapasiteettia. (7.)

3.6 Versiot

Bluetooth-spesifikaatio tehtiin alun perin vuonna 1994. Se tarkoitettiin kaapelin korvikkeeksi. Kehityksen tekivät Jaap Haartsen ja Sven Mattisson, jotka työskentelivät Ericssonilla. SIG (Bluetooth Special Interest Group) hallitsee Bluetooth-standardin kehittämistä ja spesifikaatiota ja suojelee sen tavaramerkkiä. SIG:iin kuuluu 15 000 jäsenyhtiötä. Kaikki Bluetoothin versiot ovat suunniteltuja taaksepäin yhteensopiviksi. Tämä mahdollistaa viimeisimmän standardin tuen kaikille aikaisemmille versioille. (9.)

Bluetooth 1.0 ja 1.0b

Vuonna 1999 julkaistiin ensimmäinen Bluetooth-versio. Sen nopeus oli 1 Mbit/s (taulukko 1). Kuitenkin 1.0:lla ja 1.0b:llä oli paljon ongelmia, kuten laitteiden yhteensopivuus. Bluetooth myös vaati tällöin Bluetooth-laitteisto-osoitteen lähettämisen, joka esti nimettömyyden protokollatasolla. Tämä oli iso ongelma joidenkin Bluetoothille suunniteltujen palvelujen kanssa. (9.)

Bluetooth 1.2

1.2-versiossa Bluetoothin yhdistysnopeus ja laitteiden löytäminen verkosta nopeutui edelliseen versioon verrattuna. Bluetooth alkoi myös käyttämään AFS:ää, joka paransi häiriön kestoa, kun tukkoisia kanavia vältettiin. Bluetoothiin lisättiin Enhanced SCO, joka teki yhdistämisestä joustavampaa, koska se mahdollisti pakettien uudelleenlähettämisen. (9.)

Bluetooth 2.1 + EDR

Tässä versiossa Bluetoothiin tuli mukaan EDR-tuki, joka nostaa siirtonopeuden joko kaksin- tai kolminkertaiseksi modulointitavasta riippuen. Kaksinkertaiseen nopeuteen päästään DQPSK-moduloinnin avulla. Kolminkertaiseen päästään 8DPSK-modulaation avulla. (9.)

Bluetooth 3.0 + HS

Bluetooth 3.0:ssa otettiin käyttöön normaalin Bluetooth-yhteyden lisäksi WLAN-yhteyden käyttö tiedonsiirrossa. Käyttäen WLAN-teknologiaa saadaan teoreettinen maksiminopeus nostettua 24 Mbit/s:iin (taulukko 1). (9.)

Bluetooth 4.0 + LE

Bluetooth 4:ssä suurin uudistus oli sen Low Energy -ominaisuus, joka pienensi laitteen virrankulutusta. Se on oivallinen tarpeisiin, jossa akun kulutus halutaan minimoida. Bluetooth LE on suunniteltu lähettämään vain pieniä paketteja ja sen nopeus on vain 1 Mbit/s. Se käyttää GFSK-modulaatiota. (9.)

TAULUKKO 1. Bluetooth-versioiden nopeudet (9)

Versio	Siirtonopeus
1.2	1 Mbit/s
2.0 + EDR	3 Mbit/s
3.0 + HS	24 Mbit/s
4.0	24 Mbit/s

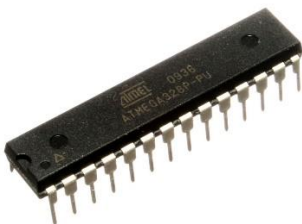
4 MIKROKONTROLLERI

Mikrokontrolleri on omavarainen järjestelmä, jota käytetään sulautetuissa laitteissa. Se on yksittäinen pienikokoinen piiri, joten se soveltuu moneen tarkoitukseen. Esimerkiksi mikrokontrollerin voi löytää tulostimesta, pyykinpesukoneesta ja kelloradiosta. Siinä on oma prosessori, muisti, lähtöjä, tuloja ja muita lisälaitteita. (11.)

Mikrokontrolleri voidaan ohjelmoida keskustelemaan sekä käyttäjän että laitteiston kanssa. Yksinkertaisinkin mikrokontrolleri pystyy tekemään yksinkertaisia laskutoimituksia, ohjaamaan digitaalisia lähtöjä ja seuraamaan tulosignaaleita. (12.)

Uudemmat mikrokontrollerit ovat nopeita. Suurimmassa osassa uudemmista mikrokontrollereista on lisäominaisuuksina A/D-muunnin, ajastin, laskin, keskeytin ja sarjakommunikaatioportteja. (13.)

Valmiita kehitysalustoja on esimerkiksi työssä käytetty Arduino Uno, jossa on Atmelin Atmega328p-mikrokontrolleri (kuva 3). Arduino on avoimeen laitteistoon ja lähdekoodiin perustuva elektroniikka-alusta, joten sitä valmistaa monet eri valmistajat. Arduino on suosittu prototyypialusta harrastajien keskuudessa sen helppokäyttöisyyden ja halpuuden takia. (14.)



KUVA 3. Työssä käytetty Atmega328p-mikrokontrolleri (15)

5 LAITTEEN VAATIMUSMÄÄRITTELY JA KUSTANNUSARVIO

Nestor-laitteen tulisi olla mahdollisimman halpa ja yksikertainen. Laskentatehoa laite ei tarvitse paljoa, koska ohjelmiston tulisi olla mahdollisimman yksinkertainen. Laitteen näytönkoko tulisi olla mahdollisimman suuri.

5.1 Kustannusarvio

Laite voidaan tehdä joko erillisistä komponenteista tai ostaa tabletilaite. Laitteen komponenteista kokoamisessa hyötyjä olisi, että voi tarkasti valita komponentit joita käytetään. Komponenttien asettelu laitteeseen onnistuu paremmin kuin tabletissa, koska komponentit ovat erillään. Tämä ei ole mahdollista tabletissa, koska komponentit ovat yhdessä paketissa. Tablettia käyttämällä laitteen saisi pienempään tilaan, jolloin laitteen koosta tulisi pienempi.

Hinnaltaan tablettiratkaisu tulee noin kolmanneksen halvemmaksi kuin osista koottu laite (taulukko 2). Täten päädyimme tekemään laitteen käyttämällä tablettia.

TAULUKKO 2. Laitteen hintavertailu (16; 17; 18)

Laitteen hinta komponenteista:

Laitteen hinta tabletista

Osa	Hinta (€)	Osa	Hinta (€)
Raspberry pi 2	49,9	Tabletti (Lenovo)	139,90
Näyttö 10,1"	102	Painikkeet	24,24
Kamera	21,9	Kotelo	35
Kaiuttimet	13,9		
Mikrofoni	9,9		
Virtalähde	9,9		
3G-mokkula	36,9		
Painikkeet	24,24		
Kotelo	35		
Yhteensä:	303,64	Yhteensä	199,14

5.2 Tabletin valinta

Valitsimme laitteeksi Lenovo IdeaTab A10-70 A7600 -tabletin (kuva 4) sen edullisuuden ja ominaisuuksien vuoksi, mutta tarvittaessa muutkin tabletit toimivat, joissa on tarvittavat ominaisuudet. Tabletilta vaadittavat ominaisuudet ovat Android-käyttöjärjestelmä, etukamera, Bluetooth, SIM-korttipaikka, kaiuttimet ja mikrofoni. Lenovo sopii hyvin prototyyppiin, koska siitä löytyy kaikki tarvittavat ominaisuudet ja sen näyttö on tarpeeksi suuri.



KUVA 4. Lenovon tabletti (19)

Lenovon näyttö on 10,1 tuumaa. Näytön resoluutio on 1280 x 800, joka on tarpeeksi tarkka tähän käyttötarkoitukseen. Laitteessa on WiFi- sekä 3G-verkkoyhteys-ominaisuudet, joten ikäihmisen ei välttämättä tarvitse ostaa muuta kuin mobiililaajakaistan. Videopuhelua varten Lenovosta löytyy 2 Mpx:n etukamera, joten erillistä kameraa ei tarvita laitteeseen. Laitteesta löytyy myös stereokaiuttimet ja mikrofoni. (20.)

5.3 Kilpailijat

Löysin internetistä vain yhden ikäihmisille suunnatun laitteen, jolla on sama käyttötarkoitus kuin Nestorilla. Sitä valmistaa kanadalainen Claris Companion. Claris Companionin laitteessa on käytetty Samsungin valmistamaa tablettia (kuva 5). (21.)

Eroavaisuuksia opinnäytetyössä suunnitellulle tabletille on, että kilpailevan laitteen ohjaus toimii täysin kosketusnäytön avulla (21). Opinnäytetyön laitteessa ohjauksen tulee toimia näppäimillä.

Claris Companionin halvimman laitteen hinta on 349 \$ kertamaksulla ja palvelun kuukausimaksu on 19 \$ (21). Nestor-laitteen hinnaksi on suunniteltu 399 €, ja kuukausimaksua ei pyydetä. Hinnaltaan laite tulee siis edullisemmaksi, vaikka myyntihinta onkin suurempi.



KUVA 5. Claris Companion device (21)

5.4 Kotelo ja näppäimet

BelleGames on valmistuttanut kotelon Oulun seudun ammattiopistossa (kuva 6). Valmistettu kotelo ei ole aivan sellainen kuin alun perin suunniteltu kotelo (kuva 7). Kotelon olisi pitänyt korkeampi ja jyrkemmässä kulmassa. Valmistetussa kotelossa näyttö olisi liian matalassa kulmassa, joten näyttöä pitäisi katsoa ylhäältäpäin, joka ei ole ideaali tässä käyttötarkoituksessa.



KUVA 6. Teetetty kotelo



KUVA 7. Kotelo suunnitelman mukaan

Teimme yksinkertaisemman telineen (kuva 8), johon tabletti sopi hyvin. Telineessä kuitenkin johdot ja ohjauspiiri jäävät näkyville. Jos tuote kuitenkin menee tuotantoon, tulee suunnitelman mukaista koteloa käyttää.

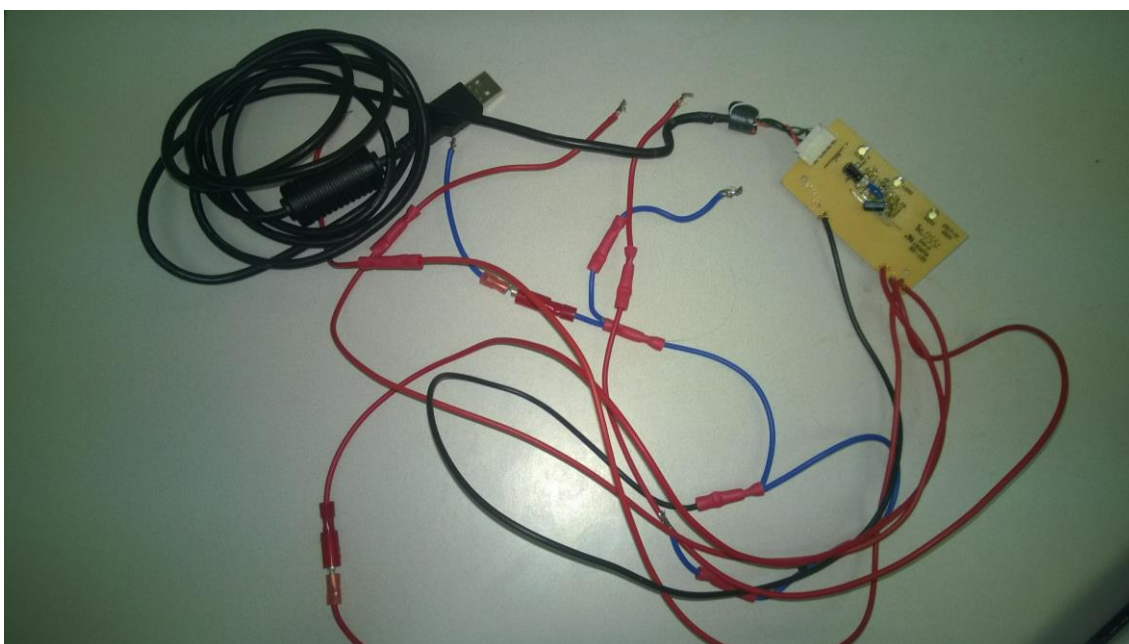
Näppäimiksi valittiin isot eriväriset näppäimet (kuva 8), jotta ne erottaisi helposti toisistaan. Näppäimiin laiteiin myös led-valot, jotta käyttäjä näkee mitä nappeja tulee painaa. Laitetta tulee pystyä ohjaamaan pelkästään näppäimillä.



KUVA 8. Teline ja näppäimet

6 NÄPPÄINTEN JA LEDIEN OHJAUSPIIRI

Ensimmäisen versio prototyypistä tehtiin käyttäen tabletin USB OTG -ominaisuutta ja valmista USB-näppäimistöpiiriä (kuva 9). Johdot vedettiin näppäimistöpiiriltä Q-, W-, E- ja R-näppäimiä vastaavista pinneistä. Näppäimet toimivat tässä prototyypissä moitteetta tabletin kanssa, mutta ledien ohjaus ei olisi onnistunut tällä ratkaisulla. Myöskään tabletin lataus ei toiminut yhtä aikaan OTG-johdon kanssa. Näiden ongelmien takia päätettiin tehdä oman piirin, jolla voi ohjata ledejä ja käyttää näppäimiä.



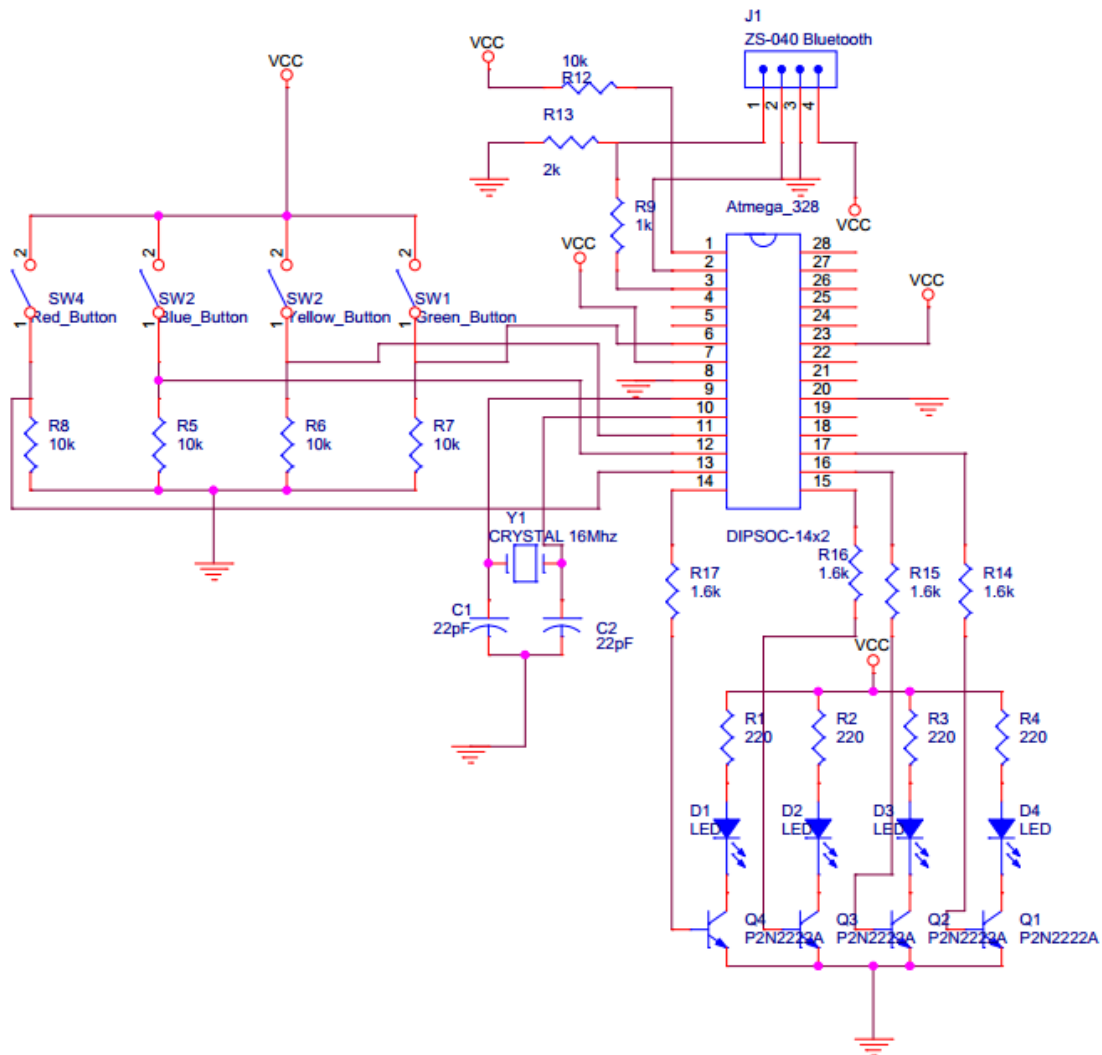
KUVA 9. Näppäimistöpiirin ensimmäinen prototyyppi

Näppäinten liittämiseen Nestoriin tehtiin mikrokontrolleri-piirin, jolla voi ohjata laitetta sekä käyttää led-valoja. Yhteys piirin ja Nestor-laitteen välillä toimii Bluetooth-yhteyden avulla. Bluetooth-yhteyteen päädyttiin, kun laitetta ei voinut ladata samaan aikaan USB OTG -kaapelin kanssa.

6.1 Piirisuunnittelu

OrCAD Capture -piirisuunnitteluohjelmalla suunniteltiin piiri, joka lähettää näppäinpainallukset Android-laitteelle ja vastaanottaa Androidilta ledien ohjauskäskyt.

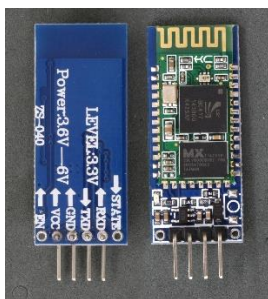
Piirilevy käyttää Atmega 328P -mikrokontrolleria, joka toimii laitteen aivoina. Kyseinen mikrokontrollerin kellotaajuus on 16 MHz, joten se tarvitsee toimiakseen 16 MHz:n kellosignaalin, jonka se saa kidekondensaattorikytkennältä (kuva 10).



KUVA 10. Piirikaavio OrCAD-ohjelmistosta

Suunniteltu piiri käyttää mikrokontrollerista 8:aa digitaalista pinniä ja Tx- ja Rx-pinnit. Kyseisessä mikrokontrollerissa on 14 digitaalista ja 6 analogista siirtopinniä, joten piiri on laajennettavissa. Tämä mikrokontrolleri valittiin piiriin, koska se on helppo ohjelmoida käyttäen Arduino Uno mikro -ohjainalustaa. Se on myös edullinen ja saatavuus on hyvä.

Bluetooth-yhteyden piirissä hoitaa zs-040-Bluetooth-moduuli (kuva 11), joka lähettää ja vastaanottaa sarjatietaa Bluetoothin yli. Moduuli osaa hoitaa Bluetooth-protokollan käsittelyt automaattisesti. Yhteydenotto tapahtuu yksinkertaisesti luomalla laitepari, jonka jälkeen piiri on valmis lähettämään tietoa yhteyden yli.



KUVA 11. Bluetooth-moduuli (22)

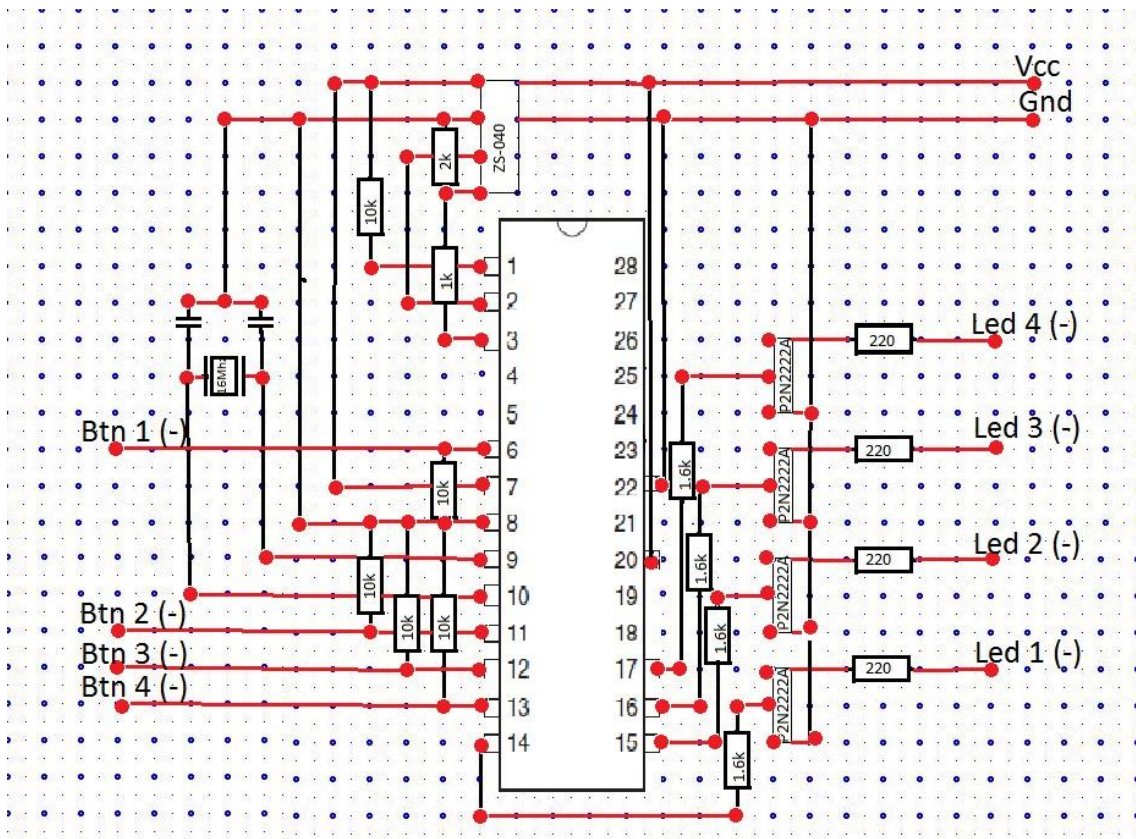
Ledien ohjauskytkentään päätettiin käyttää P2N222A-transistoria kytkimenä, jolloin mikrokontrolleri antaa vain herätesignaalin transistorin kantapinniin, jolloin virta pääsee kulkemaan kollektoripinniltä emitteripinniin. Ledit ovat kytketty 220 ohmin vastusten kautta 5 volttiin. Transistorin avatessa kytkennässä pääsee virta kulkemaan maahan, jolloin ledi hohtaa.

Piiri saa virran normaalista USB-kännykkälaturista, jonka jännite on 5 voltia. USB-virta on hyvä ratkaisu tässä piirissä, koska samalla virtalähteellä voi yhtä aikaan myös ladata tablettia.

6.2 Prototyypin valmistus

Prototyypikytkentä tehtiin nauhakuparoidulle reikälevylle. Levyssä on vaakatasossa meneviä kuparilinjoja, joihin komponentit voitiin juottaa suoraan.

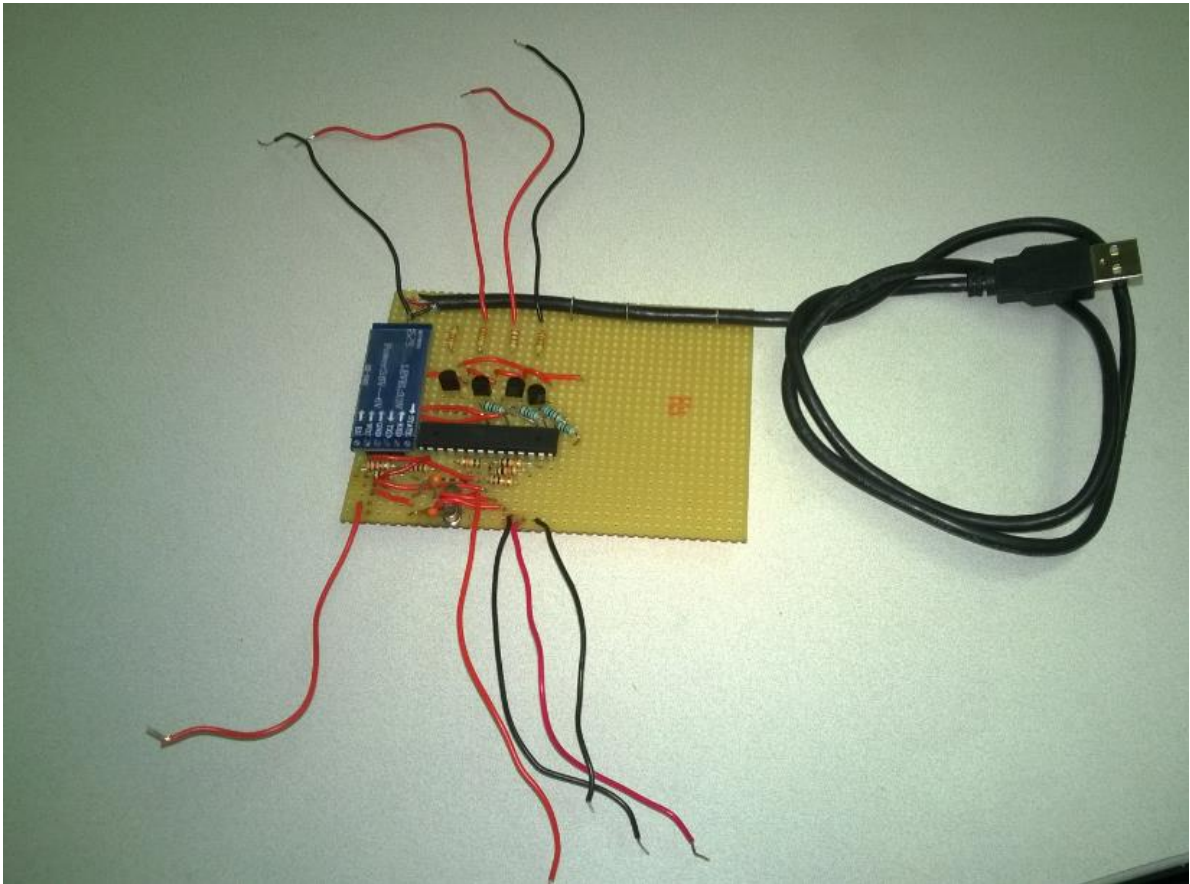
Komponentit aseteltiin reikälevylle kuvan 12 mukaisesti. Kuvassa näkyvät punaiset viivat ovat reikälevyissä olevia valmiita kuparinauhoja. Joitain kuparinauhoja piti katkoa, jotta komponentteja pystyi asettelemaan rinnakkain. Mustat linjat ovat hyppylankoja, joilla yhdistettiin komponentit toisiinsa. Liitoskohtia kuvassa ovat punaiset täplät.



KUVA 12. Prototyypin komponenttien asettelu

Levyn valmistuttua (kuva 13) prototyypin johdot liitettiin kiinni laitteen näppäimiin ja ledeihin. Ledien plusnapa liitettiin suoraan piirin Vcc-linjaan, miinusnapa liitettiin ledien ohjauskytkenältä lähteviin johtoihin. Näppäinten plusnavat kytkettiin

suoraan Vcc-linjaan ja näppäimien omat miinusnavat liitettiin piiriltä lähteviin näppäimille tarkoitettuihin johtoihin (kuva 12).



KUVA 13. Valmis prototyyppi

6.3 Prototyypin hinta

Prototyypissä käytetyt komponentit ostettiin SP-elektroniikasta, joka on Oulussa toimiva elektronisten komponenttien myyntiin keskittynyt kauppa.

Prototyypissä käytettävien komponenttien hinnaksi tuli yhteensä 15,29 € liikeestä ostettuna (taulukko 3). Hinta on yksikköhinta, jolloin komponenttien hinta on korkeampi, kuin tilatessa isompaa erää komponentteja kerralla. Komponenttien hintaan sisältyy myös verot 24 %, joita yrityksen ei tarvitse maksaa.

TAULUKKO 3. Piirilevyn komponentit ja niiden hinnat (17; 18)

Osa	Määrä	Kpl hinta (€)	Hinta (€)
Bluetooth-moduuli	1	3,94	3,94
Atmega328	1	2,36	2,36
P2N2222A-transistori	4	0,51	2,04
Valkoinen ledi	4	0,50	2,00
16 MHz Kide	1	0,50	0,50
220 Ω vastus	4	0,05	0,20
2 k Ω vastus	1	0,05	0,05
10 k Ω vastus	5	0,05	0,25
1,6 k Ω vastus	4	0,20	0,80
1k Ω vastus	1	0,05	0,05
22 pF kondensaattori	2	0,10	0,20
Reikälevy	1	2,90	2,90
Yhteensä:			15,29

7 OHJEMISTOT

Opinnäytetyössä tehtiin ohjelmistot mikrokontrollerille ja Android-laitteelle. Mikrokontrollerin ohjelmiston tulee pystyä käsittelemään Androidilta saadut ledien ohjauskomennot ja lähettämään näppäinpainalluksista tiedon Android-laitteelle.

Androidin ohjelmisto käsittelee mikrokontrollerin ohjelmistolta saadut näppäintiedot ja lähettää ne eteenpäin ohjelmistomoduuleille käsiteltäviksi. Ohjelmiston tulee myös osata lähettää ohjelmistomoduuleilta saatua ledien ohjaustietoa mikrokontrollerille.

7.1 Mikrokontrollerin ohjelmointi

Ohjelmiston mikrokontrolleriin tehtiin Arduinin omalla ohjelmointiympäristöllä. Ohjelmointikieli on Arduinin oma ohjelmistokieli, joka perustuu C-kieleen.

Koodi koostuu kahdesta pääfunktioista, jotka ovat Setup()-ja Loop()-funktiot. Setup()-funktiossa alustetaan laitteelle asetukset. Pääohjelma sijaitsee Loop()-funktiossa, jossa ohjelma pyörii Setup()-funktion jälkeen taukoamatta. Pääohjelma koostuu kahdesta osasta: toisessa tarkastellaan näppäinpainalluksia ja toisessa, tuleeko Bluetoothilla tieto ledien päälle laitosta.

Mikrokontrollerin koodi toimii siten, että kun laitteelle lähettää ison kirjaimen väliltä A–D, mikrokontrolleri asettaa haluttua lediä vastaavan transistorin kantapinniin herätesignaalin päälle. Ledit saavat pois päältä lähettämällä vastaavan pienen kirjaimen. Näppäinpainallukset lähetetään numeroin 1–4, jossa näppäinnumero on vastaavan painikkeen numero (taulukko 4).

TAULUKKO 4 Näppäimien ja ledien ohjauksessa käytettävät merkit

Näppäin no.	led Päälle	led Pois	Näppäin merkki
1	A	a	1
2	B	b	2
3	C	c	3
4	D	d	4

7.2 Android-taustapalvelu

Androidiin tehtiin taustapalvelun, joka lähettää ja vastaanottaa Bluetoothilta saatua tietoa Androidin eri aktiviteettien välillä. Taustapalvelu ohjelmoitiin käyttäen Android Studio -ohjelmointiympäristöä. Android Studio käyttää Java-kieltä, joten taustapalvelu on kirjoitettu Javalla. Android Studio valittiin taustapalvelun teekoon, koska laitteeseen tuleva muu ohjelmisto on tehty käyttäen sitä.

Taustapalvelun tarkoitus on hoitaa kaikki yhteydenpito laitteen kanssa, jotta muun osan ohjelmistosta ei tarvitse tietää, miten laitteen napit ja ledit toimivat. Ohjelmiston tulee vain lähettää ja vastaanottaa yksinkertaisia viestejä taustapalvelun kanssa.

Taustapalvelu ottaa yhteyden suunniteltuun piiriin Bluetoothin avulla. Yhteydenoton jälkeen piiri pystyy keskustelemaan taustapalvelun avulla Androidin eri aktiviteettien kanssa. Taustapalvelussa käytetään Broadcast-tapahtumia, joilla voi olla yhteydessä koko Android-käyttöjärjestelmän kanssa. Tällöin myös pelit, jotka ovat itsenäisiä sovelluksia, voivat vastaanottaa näppäintietoa.

8 PROTOTYYPIN TESTAUS

Videopuhelumuinaisuutta ei päästy testaamaan, koska se ei ehtinyt valmistua ennen laitteen valmistumista. Käyttöliittymä kuitenkin saatiin valmiiksi, ja se toimi hyvin näppäimistön avulla. Myös ledien ohjaus toimi käyttöliittymässä (kuva 14).



KUVA 14. Valmis Nestor-prototyyppi, jossa on ohjelmisto

Laitteen toimivuuden testauksessa päätettiin käyttää Bluetooth SPP Android-sovellusta, jolla pystyy lähettämään ja vastaanottamaan Bluetooth-sarjatietoa. Tällä pystyy paremmin näkemään, miten laite reagoi erilaisissa tilanteissa.

Testauksessa huomattiin, että näppäimiä ei voi painaa yhtä aikaan pohjaan. Jos painettiin useampaa nappia kuin yhtä pohjaan, laite rekisteröi vain ensimmäisen napin painalluksen.

Ongelman korjaukseksi voisi lähettää piiriltä painallukset yhtenä tavuna, jossa jokainen bitti vastaa yhtä nappia. Esimerkiksi painettaessa näppäimet yksi ja neljä pohjaan lähetetään 1001 0000 -muotoinen tavu. Jokainen bitti vastaa yhtä näppäintä ja loput neljä bittiä jäisi tyhjäksi. Näitä nollaksi jääneitä bittejä voitaisiin käyttää, jos laitteelle tulee tarvetta lisänäppäimille.

Ledien syttymisessä huomattiin viivettä, kun sytyttää useamman kuin yhden ledin. Ongelman aiheuttajaksi arvioitiin, että ledien ohjauksessa ledit sytytetään yksi kerralla. Viiveen syyksi huomattiin, että jokaiselle ledille lähetetään oma käsky. Viive saadaan poistettua paketoimalla yhteen viestiin kaikki tarvittavat ledien ohjauskomennot, jolloin viestien määrä vähenee ja viive pienenee.

Viiveongelman korjaamiseksi ledien ohjaus voitaisiin tehdä lähettämällä piirille tavu, jossa tavun neljä ensimmäistä bittiä vastaa yhtä ledejä. Esimerkiksi kun ledit kolme ja neljä pitäisi laittaa päälle, lähetetään tavu 0011 0000. Näin mikrokontrolleri käsittelee ledien sytytyksen samaan aikaan kaikille ledeille ja viive katoaa.

9 YHTEENVETO

Työssä suunniteltiin ja koottiin videopuhelinlaite, joka on suunnattu ikääntyneille. Laitetta piti pystyä ohjaamaan näppäimillä, ja näppäimissä tuli olla huomioidit näyttämään, mitä nappia tulee painaa. Teoriaosuudessa kartoitettiin teknologiat, joita opinnäytetyössä käytettiin.

Testauksessa laitteesta löytyi hitautta tiedonsiirrossa, mutta muuten laite toimi hyvin. Laitetta voi kehittää viiveen poistamisella eli paketoimalla lähetettävät näppäintiedot yhteen pakettiin. Myös laitteeseen voi lisätä painikkeita tai ledejä, jos niille tulee tarvetta.

Tabletin OTG:n kanssa oli ongelmia, kun siihen ei voinut liittää ulkoista USB-laitetta samaan aikaan, kun sitä ladattiin. Myöskään ledien ohjaus ei olisi toiminut alkuperäisen prototyypin kanssa, koska valmiissa näppäimistömoduulissa ei ole tarvittavia ominaisuuksia. Näiden ongelmien takia siirryttiin siirtämään tietoa langattomasti Bluetooth-yhteyden avulla, jolloin tabletin USB-porttia voi käyttää sen lataamiseen.

Alkuun työskentely sujui hyvin, kun pystyin tekemään tilaajan tiloissa työtä ja samalla keskustelemaan työstä tilaajan kanssa. Parannettavaa työskentelyssä olisi ollut loppupäässä työn kirjoittamisen venyminen, koska muun työn ohessa kirjoittamiseen ei tuntunut jäävän aikaa. Välillä saattoi olla pidempiä aikajaksoja, kun en kirjoittanut ollenkaan.

Lopputuloksena valmistui toimiva käyttöliittymäkokonaisuus, jota voi jatkokehittää ja muokata helposti. Laite vastasi alkuperäisiä suunnitelmia hyvin ja tilaaja oli tyytyväinen lopputulokseen. BelleGames aikoi jatkokehittää laitetta seuraavassa yliopiston projektissa. Projektin alkoi keväällä 2016.

LÄHTEET

1. Android. 2012. Engineers Garage. Saatavissa: <http://www.engineersgarage.com/articles/what-is-android-introduction>. Hakupäivä 10.4.2016.
2. Number of available applications in the Google Play Store from December 2009 to February 2016. 2016. Statista. Saatavissa: <http://www.statista.com/statistics/266210/number-of-available-applications-in-the-google-play-store/>. Hakupäivä 13.4.2016.
3. Android NDK. Android developers. Saatavissa: <http://developer.android.com/tools/sdk/ndk/index.html>. Hakupäivä 1.3.2016.
4. Android, the world's most popular mobile platform. Android developers. Saatavissa: <http://developer.android.com/about/android.html>. Hakupäivä 1.2.2016.
5. Mullis, Alex 2015. Android Studio tutorial for beginners. Android authority. Saatavissa: <http://www.androidauthority.com/android-studio-tutorial-beginners-637572/>. Hakupäivä 2.3.2016.
6. Samsung Galaxy S III (i9300) Android älypuhelin, sininen. 2016. Verkkokauppa.com. Saatavissa: <https://www.verkkokauppa.com/fi/product/11835/dgkfi/Samsung-Galaxy-S-III-i9300-Android-alypuhelin-sininen>. Hakupäivä 7.4.2016.
7. Pönkänen S, Vuorinen S, Lempiäinen J 1999. Bluetooth - tiedonsiirtoa langattomasti. Saatavissa: <https://www.netlab.tkk.fi/opus/s38118/s99/htyo/39/>. Hakupäivä 3.3.2016.
8. Bluetooth and Wi-Fi Coexistence. 2012. Laird Technologies. Saatavissa: https://www.digikey.com/Web%20Export/Supplier%20Content/Laird_776/PDF/laird-wireless-bluetooth-wifi-coexistence.pdf?redirected=1. Hakupäivä 29.3.2016.

9. Bluetooth. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>. Hakupäivä 13.2.2016.
10. Bluetooth. 2016. TechnologyUK. Saatavissa: http://www.technologyuk.net/telecommunications/communication_technologies/bluetooth.shtml. Hakupäivä 10.4.2016.
11. What is a Microcontroller? Future Electronics. Saatavissa: <http://www.futureelectronics.com/en/Microcontrollers/microcontrollers.aspx>. Hakupäivä 5.3.2016.
12. Introduction to the Atmel ATmega16 Microcontroller. 2010. San José State University Dept. of Mechanical and Aerospace Engineering. Saatavissa: <http://www.engr.sjsu.edu/bjfurman/courses/ME106/ME106pdf/intro-atmel.pdf>. Hakupäivä 2.3.2016.
13. Basics of Microcontrollers. 2011. Circuit today. Saatavissa: <http://www.circuitstoday.com/basics-of-microcontrollers> Hakupäivä 9.4.2016.
14. Arduino. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Arduino> Hakupäivä 7.3.2016.
15. Atmega328. 2016. Wikipedia. Saatavissa: <https://en.wikipedia.org/wiki/ATmega328> Hakupäivä 14.4.2016.
16. Hintaseuranta.fi. Saatavissa: <http://hintaseuranta.fi> Hakupäivä 15.12.2015.
17. Sp-Elektroniikka. Saatavissa: <http://www.spelektroniikka.fi/> Hakupäivä 15.12.2015.
18. Ebay. Saatavissa: <https://www.ebay.com/>. Hakupäivä 15.12.2015
19. Lenovo A10 Tablet. 2016. Lenovo. Saatavissa: <http://shop.lenovo.com/us/en/tablets/lenovo/a-series/a10/> Hakupäivä 13.1.2016.

20. Lenovo Tab 2 A10-70. GSMARENA. Saatavissa: http://www.gsmarena.com/lenovo_tab_2_a10_70-7089.php. Hakupäivä 11.11.2015.
21. Claris Companionin. Saatavissa: <http://www.clariscompanion.com>. Hakupäivä: 9.9.2015.
22. Arduino and HC-06 (ZS-040). 2014. Martyn Currey. Saatavissa: <http://www.martyncurrey.com/arduino-and-hc-06-zs-04>. Hakupäivä 12.1.2016.