

Prosjektrapport

“Timbre Ball” / SoundShaper

INF2260 H2017

♪ Maria Lilleberg Holm	- marilhol@student.matnat.uio.no
♪ Veronica Sæther	- veronsa@student.matnat.uio.no
♪ Derya Uysal	- deryau@student.matnat.uio.no



Institutt for Informatikk
Universitet i Oslo
Høst 2017

1.0. Introduksjon	3
1.1. Om oppdragsgiver	3
1.2. Målgruppe	3
1.3. Prosjektgruppen	4
2.0. Bakgrunn	4
3.0. Forarbeid	5
3.1. Litteratur og forskning	5
4.0. Metodologi	5
4.1. User-Centered Design	6
5.0. Designprosessen	7
5.1. Første iterasjon: Datainnsamling og analyse	7
5.1.1. Møte med oppdragsgiver	7
5.1.2. Analyse av oppstartsmøtet	7
5.1.3. Konklusjon	8
5.2. Andre iterasjon: Idémyldring	8
5.2.1. Lavoppløselige prototype	8
5.2.2 Konklusjon	9
5.3. Tredje iterasjon: Prototyping og testing	10
5.3.1. Høyoppløselig prototype	10
5.3.2. Testing med oppdragsgiver	11
5.3.3. Konklusjon	12
5.4. Fjerde iterasjon: Videre utvikling	12
5.4.1. Nye endringer	12
5.4.2. Testing med oppdragsgiver	12
5.4.3. Konklusjon	13
5.5. Femte iterasjon: Siste endringer	13
5.5.1. Prototype 3.0	13
5.5.2 Veien videre	13
6.0. Evaluering	14
6.1 Brukertestning	14
6.2. Analyse av brukertestningen	15
6.2.1 Spørreundersøkelse	15
6.2.2 Direkte observasjon	17
6.3 Refleksjon og selvevaluering	17
7.0 Videre forskning	18
8.0 Konklusjon	19
Litteraturliste	20

1.0. Introduksjon

Prosjektet SoundShaper, eller Timbre Ball som det tidligere ble kalt, har vært gjort i samarbeid med Rolf Inge Godøy og Alexander Jensenius ved Universitetet i Oslo, Institutt for Musikkvitenskap. Prosjektets mål har vært å utforme en prototype av en ball som brukere skal klemme på for å endre lyd. Intensjonen er på sikt å kunne skape et verktøy som kan erstatte taleorganet, hvor klemming på ballen representerer endringer i munnhulen når man lager ulike lyder. Gruppens bidrag til dette langsiktige prosjektet er én iterasjon av flere, og det eksisterer fra før av en tidligere prototype med et annet design. Vår prototype vil angivelig danne grunnlaget for videre utforming og arbeid med prosjektet som Godøy og Jensenius leder, i regi av Institutt for musikkvitenskap.

1.1. Om oppdragsgiver

Rolf Inge Godøy er professor ved Institutt for musikkvitenskap ved UiO. Hans spesialkompetanse ligger innenfor musikkteori og komposisjon, musikalsk kognisjon, musikalsk analyse, samt musikkteknologi.

Alexander Refsum Jensenius er professor ved Institutt for musikkvitenskap ved UiO. Hans spesialkompetanse ligger innenfor musikk og bevegelse, lydprogrammering, musikkteknologi og musikkognisjon.

1.2. Målgruppe

Den endelige målgruppen for det ferdige prosjektet vil være musikere, samt interessenter innenfor musikkteknologi. For denne prototypen, vil målgruppen være musikkstudenter og ansatte ved Institutt for musikkvitenskap, samt våre oppdragsgivere, da det er de som skal arbeide videre med prosjektet i fremtiden.

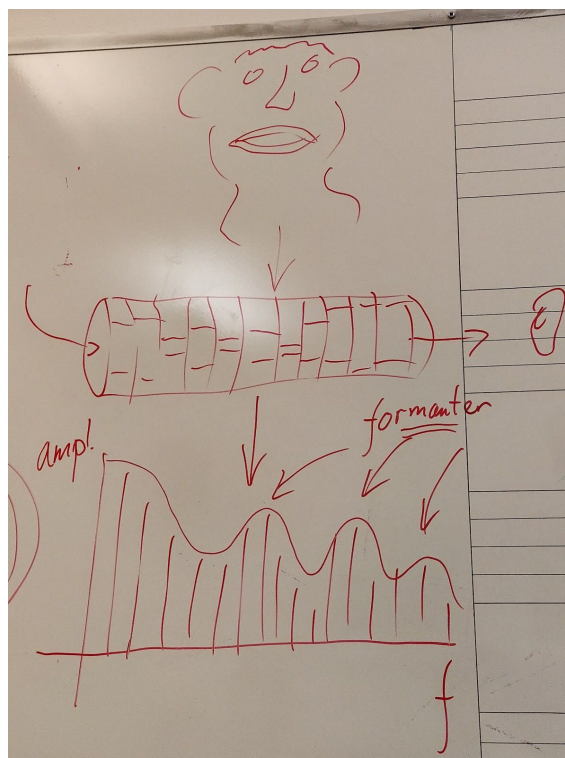
1.3. Prosjektgruppen

Prosjektgruppen består av Maria Lilleberg Holm, Veronica Sæther og Derya Uysal. Alle går 2. studieår ved Informatikk: Design, bruk og interaksjon ved UiO. Verken Derya eller Maria har studert før de begynte på nåværende studie, mens Veronica fra tidligere har en bachelor i sykepleie, samt 60 studiepoeng innen litteraturvitenskap. Ingen i gruppen har bakgrunn fra musikkvitenskap, men har noe generell kjennskap til sang og et par instrumenter.

2.0. Bakgrunn

SoundShaper skal på sikt kunne fungere som en erstatning for taleorganet. Tanken bak dette er å ha en ball man kan klemme på, som ut fra hvor hardt og hvor man klemmer på ballen, vil kunne endre lyder. Dette er ment å fungere på tilsvarende måte som det visuelle programmet Pink Trombone¹. Under møter med Godøy i løpet av designprosessen fikk vi forklaringer på den musikkvitenskapelige teorien som ligger til grunn for prosjektet. Godøy har da forklart hvordan lydformasjon i munnhulen skapes ved hjelp av deskritisering av kontinuerlig vokaltrakt. For å illustrere dette visuelt ble det skissert opp på whiteboard.

Godøy har også delt informasjon om lignende prosjekter som har blitt laget av andre tidligere, og dette har vært tilgjengelig på nett for inspirasjon og ideer i fall det skulle bli aktuelt å benytte noe av dette.^{2 3}



¹ <https://dood.al/pinktrombone/>

² <http://pbat.ch/proj/voc/>

³ https://github.com/paulbatchelor/voc_demo

3.0. Forarbeid

3.1. Litteratur og forskning

For å opparbeide oss kunnskap om selve prosjektet, leste vi forskningsartikler og litteratur om blant annet tangible interaction og håndbevegelser basert på teknologi. Ved å lese forskningsartikler som var lignende vårt prosjekt, fikk vi inspirasjon. Vi fant blant annet et prosjekt av Weinberg, Orth og Russo⁴ som på en måte var ganske likt hva vi holdt på med.

Videre leste vi oss opp på forrige iterasjon av forskningsprosjektet Digital Timbre Ball, hvor det var laget en ball med seks sensorer. Til denne prototypen var det brukt Arduino, og det ble derfor nærliggende for oss å gjøre det samme. Etter undersøkelser kom vi frem til at vi kunne bruke enten FSR- eller Flex-sensorer; dette var delvis basert i at forrige iterasjon hadde brukt FSR-sensorer.

Før vi hadde vårt første møte med oppdragsgiver visste vi ikke hvilke lyder denne ballen skulle generere, og vi tenkte at sensorene ville ha hver sin tone fra forskjellige instrumenter, som da ville klinge fint sammen. Vi innså senere at dette var en urealistisk forventning.

4.0. Metodologi

Da vi vurderte for hvilken metodologi vi skulle bruke i prosjektet, kom vi i utgangspunktet frem til Research through Design. Dette fordi vårt prosjekt handler om interaksjon mellom et artefakt og et menneske, med fokus på å utforske og eventuelt forbedre design. En annen årsak til at vi valgte metodologien var prosjektets natur; å kunne erstatte taleorganet med håndbevegelser. Godøy var ute etter det han kalte et “proof of concept” - altså skulle prototypen vise hvorvidt det var mulig å konstruere en slik ball som han ønsket. Ut fra denne spesifikasjonen, samt at formålet med prosjektet har grunnlag i forskning, fant vi at RtD var den mest aktuelle metodologien for vårt prosjekt. Det trodde vi da.

⁴ <http://opera.media.mit.edu/papers/ballchifinal.pdf>

Etter hvert som arbeidet skred fremover, ble det imidlertid noe uklart hvorvidt dette faktisk var den riktige metodologien for oss, og vi innså underveis at det egentlig var User-Centered Design vi holdt på med. Dette fordi vår oppdragsgiver hadde svært tydelige ønsker og kravspesifikasjoner som vi forsøkte å imøtekomme etter beste evne, og oppdragsgiver var også selv en del av brukergruppen. Vår metodologi ble derfor endret til UCD.

4.1. User-Centered Design

UCD er en metodologi som plasserer brukerens behov og ønsker i fokus. Metodologien er beskrevet i mange artikler og bøker, men en av de mest kjente er kanskje Gould & Lewis (1985) som beskriver tre prinsipper for UCD: Tidlig fokus på brukere og oppgaver; empiriske målinger; og iterativt design⁵. Videre beskriver Norman (1988) UCD som en filosofi hvor brukere og brukervennlighet tar prioritet over estetikk.⁶

I vårt tilfelle var det oppdragsgivers kravspesifikasjoner vi skulle forholde oss til og imøtekomme. Det var derfor viktig for oss å finne ut hva disse spesifikasjonene var. Preece m.fl. foreslår flere metoder for å involvere brukere i designprosessen, blant annet intervjuer og spørreskjema, fokusgrupper, observasjon, simulering og testing⁷. I følge Gould og Lewis (1985) inkluderer de fleste eksperter fire aspekter innenfor UCD⁸:

1. Lett å lære (Affordance⁹)
2. Brukbar
3. Lett å bruke
4. Behagelig å bruke

Disse aspektene kan vi overføre til vår bruk av metodologien i prosjektet, og vi har tatt dem i betraktning gjennom designprosessen. Vi har siktet mot å utvikle en prototype som er intuitiv for brukeren, som krever minimalt av forklaring og undervisning for å lære. Ballen skal være brukbar, altså fungere og utfylle sin funksjon. Den skal være lett for brukeren å benytte til sitt

⁵ Gould, J. D. & Lewis, C. (1985). *Designing for usability: Key principles and what designers think*.

⁶ Norman, D. (1988). *The design of everyday things*.

⁷ Preece, J.; Rogers, Y., & Sharp, H. (2002) *Interaction design: Beyond human-computer interaction*.

⁸ Gould, J. D. & Lewis, C. (1985). *Designing for usability: Key principles and what designers think*.

⁹ Joshi, Suhas, G. (2016) *Designprinsipper*, Slide 24

formål, samt behagelig. Med behagelig mener vi her at form, størrelse og materiale skal være noe brukeren er komfortabel med.

5.0. Designprosessen

5.1. Første iterasjon: Datainnsamling og analyse

5.1.1. Møte med oppdragsgiver

Vi fikk et oppstartsmøte med Godøy tidlig i prosjektperioden. Oppstartsmøtet fungerte som et åpent, ustrukturert intervju, hvor Godøy presenterte prosjektet, ga noe bakgrunnsinformasjon, og ga uttrykk for sine kravspesifikasjoner for prototypen. Underveis stilte vi oppfølgende spørsmål for å få klarhet i informasjonen. Det var også her vi ble enige om hvem målgruppen skulle være. Det ble gjort lydopptak av samtalen, slik at vi kunne transkribere og analysere informasjonen.

5.1.2. Analyse av oppstartsmøtet

For å analysere intervjuet brukte vi metoden content analysis. Dette er en metode for dybdeanalyse som ser etter teoretiske tolkninger som kan generere ny kunnskap¹⁰. Denne valgte vi fordi den ville gi oss mest pålitelig og gyldig informasjon fra intervjuene vi hadde med oppdragsgiver, og fordi metoden er velegnet for kvalitativ data.¹¹

Gjennom analysen endte vi opp med fire hovedkategorier:

1. **Bruker:** Basert på informasjon fra intervjuet var våre brukere musikere fra Institutt for musikkvitenskap.
2. **Materiale:** Hovedfokus her var at ballen skulle være ergonomisk. Oppdragsgiver likte veldig godt memory foam og anbefalte oss å bruke det. Han informerte om at ballen skulle være myk, men fast, og komfortabel å klemme på.
3. **Lyd:** Poenget med det helhetlige forskningsprosjektet å kunne erstatte taleorganet. Vår oppgave i prosjektarbeidet var derfor å generere vokaler som kunne endres ved bruk av ballen. Her var det viktig å ha flest mulig sensorer for å kunne generere

¹⁰ Lazar, J. m.fl. (2010) *Research Methods in Human-Computer Interactions*, s. 285

¹¹ Jones, Colleen (2009) *Content Analysis: A Practical Approach*

klarest mulig lyd. Det ble formulert en kravspesifikasjon om minst åtte dimensjoner (altså sensorer).

4. **Form:** Det var et krav om at ballen skulle være rund eller oval, samt større enn en golfball og mindre enn en tennisball. Oppdragsgiver ønsket ideelt sett en ball med eggform, men helt rund var også akseptabelt. Det største fokuset var at den skulle passe godt i en voksen persons hånd.

5.1.3. Konklusjon

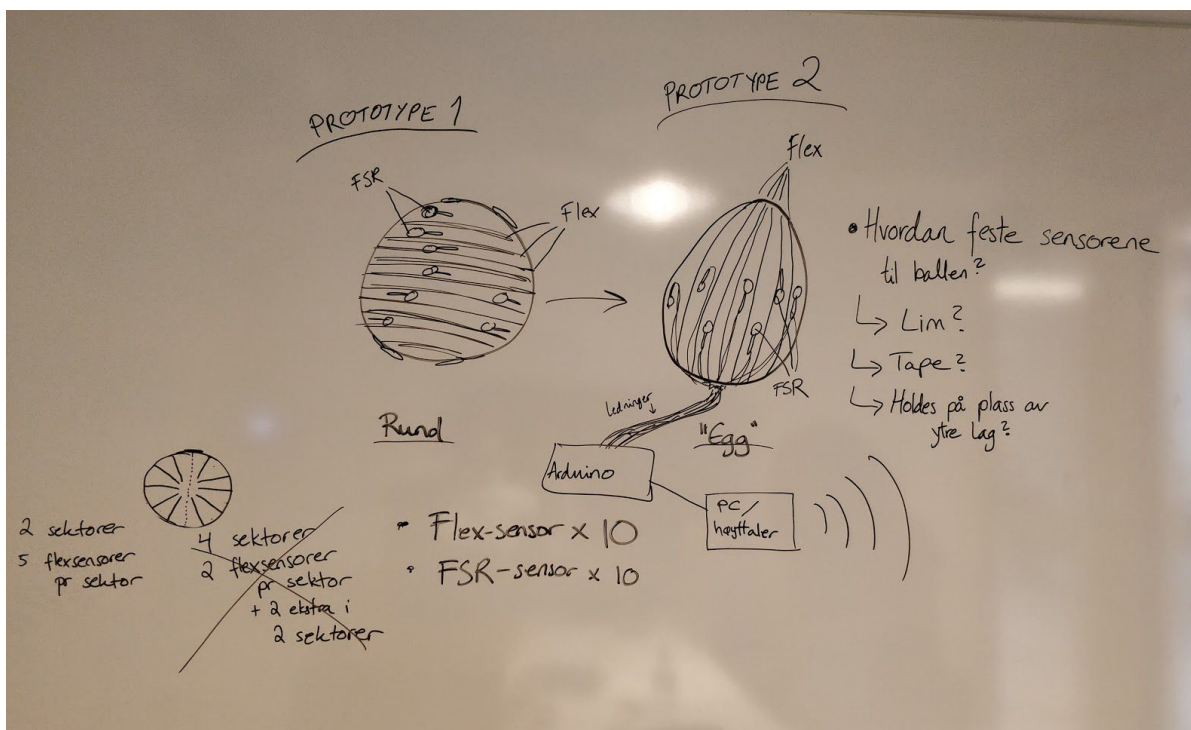
Ut fra analysen ser vi at hovedfokuset var å generere lyd ved å bruke andre grensesnitt enn å bare trykke taster, i motsetning til for eksempel et piano. Den langsiktige intensjonen er å kunne skape et digitalt musikkinstrument samt erstatning for taleorgan. Dette ga oss følgende problemstilling:

Hvordan kan en ergonomisk ball erstatte taleorganer med håndbevegelser?

5.2. Andre iterasjon: Idémyldring

5.2.1. Lavoppløselige prototype

Vi hadde et tydelig utgangspunkt for hva vi skulle designe, med lite rom for egne idéer om utforming samt forslag til disse. Både størrelse, form og materiale var spesifisert av Godøy, som beskrevet i kapittel 4.2, og våre muligheter for å utforske ulike variasjoner ble derfor noe begrenset. Vi fokuserte imidlertid på undersøkelse av hvilke sensorer som ville være best å bruke, samt hvordan disse kunne plasseres på ballen på en mest hensiktsmessig måte. Her var det viktig at sensorene ikke overlappet hverandre, og vår utfordring ble derfor å utnytte plassen best mulig slik at vi kunne benytte flest mulig sensorer. Vårt mål var å kunne benytte 20 sensorer, etter oppdragsgivers ønske, hvorav 10 var Flex og 10 var FSR.



5.2.2 Konklusjon

I utgangspunktet tenkte vi oss en kombinasjon av Flex- og FSR-sensorer jevnt fordelt over ballen, men da vi mottok sensorene, så vi at FSR-sensorene var mye større enn vi hadde trodd, og for store til at det ville være hensiktsmessig å bruke dem. Innen vi gikk over til arbeidet med høyoppløselig prototype hadde vi dermed bestemt oss for å bruke Flex-sensorer, fordi vi da ville få plass til flest mulig.

Et annet element vi utforsket innenfor lavoppløselig prototype var formen på ballen. Den ergonomiske ballen vi hadde kjøpt var helt rund, men dataanalysen viste at Godøy gjerne kunne tenke seg at den var litt mer oval i formen. På grunn av materialet den var laget av ville det være utfordrende å kutte den til en mer oval form. Vi valgte derfor å la ballen beholde sin opprinnelige, runde form.

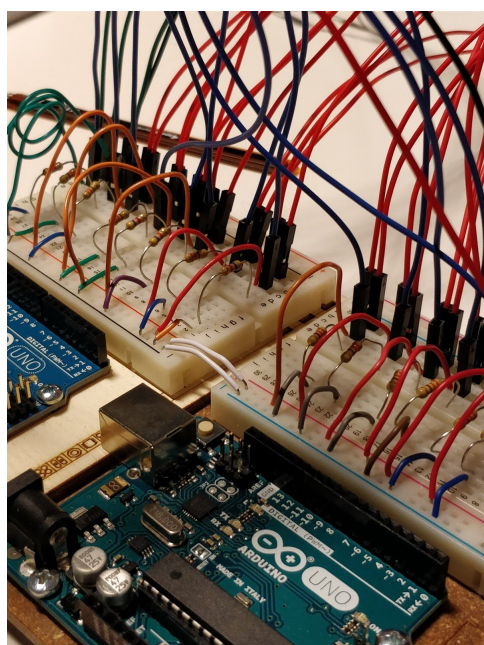
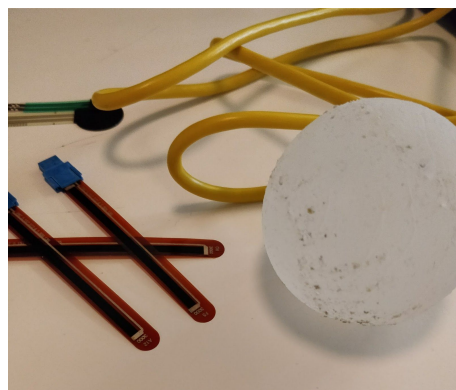
5.3. Tredje iterasjon: Prototyping og testing

5.3.1. Høyoppløselig prototype

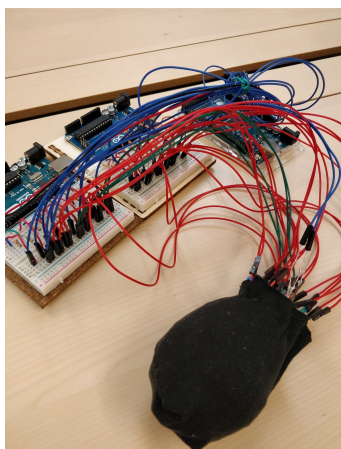
Vi gikk i gang med den høyoppløselig prototypen så snart vi hadde fått hentet utstyret vi trengte fra oppdragsgiver. Dette innebar sensorene, en Arduino Mega, koblinger, og ergonomisk ball. Vi var i ferd med å lære hvilke deler av våre lavoppløselige prototyper som ville la seg gjennomføre.

Noe av det første vi innså var at 20 sensorer ble for mye. Det var rett og slett ikke plass på ballen, spesielt siden de ikke kunne overlappes hverandre.

Vi reduserte dermed antallet til 16. Sensorene var en stor del av arbeidet med den høyoppløselige prototypen. Her brukte vi mye tid på å utforske hvordan de fungerte, og å teste hvordan de reagerte da de ble bøyd. Før sensorene ble festet til ballen koblet vi opp hver enkelt og testet funksjonen i Arduino. Her fikk vi noe hjelp fra teknisk veileder Harald, hvor vi fikk vite at vi for det meste hadde gjort det riktig. Vi ble noe usikre da de numeriske verdiene syntes å variere i stor grad, men Harald forsikret oss om at det ikke ville være et problem.



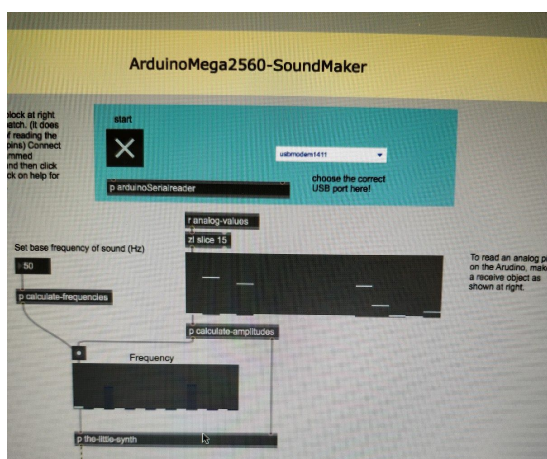
Det neste vi gjorde var å feste sensorene til ballen med dobbeltsidig tape. Vi valgte dobbeltsidig tape i fall vi ble nødt til å gjøre noen endringer med sensorene i senere iterasjoner. I løpet av denne prosessen reduserte vi antallet sensorer fra tiltenkte 16, til 14, av hensyn til plass på ballen. Vi dekket deretter ballen og sensorene med plastfilm, for å holde det hele på plass og gjøre det mer stabilt. Som et siste ledd i designet sydde vi et enkelt stofftrekk som vi tredde over ballen, slik at den skulle se litt bedre ut, og være mer komfortabel å klemme på.



5.3.2. Testing med oppdragsgiver

Det var avtalt et møte med oppdragsgiver hvor vi skulle teste vår høyoppløselige prototype for Godøy og Jensenius, og få respons fra dem vedrørende hvorvidt den innfridde kravspesifikasjoner og ønsker. De fungerte i denne situasjonen som representanter for vår brukergruppe; både fordi de var oppdragsgivere og fordi de også er musikere.

Under denne testingen benyttet vi en Max-patch¹² og Arduino-kode som var laget av Jensenius. Dette fordi han hadde sentral kjennskap til programmet Max 7, og hvordan best tilpasse Arduino-koden til å fungere i samarbeid med dette. Oppkobling og kjøring av kode og program så ut til å fungere som forventet, men sensorene oppførte seg ikke slik vi hadde håpet. Der sensorene tidligere hadde respondert bra ved individuell testing, manglet vi nå respons fra halvparten av dem, som illustrert på bildet nedenfor.



Dette var åpenbart ikke responsen og resultatet vi hadde ønsket oss, og noe vi måtte finne en løsning på. I tillegg til denne problemstillingen, fikk vi en muntlig evaluering av Godøy, som vi noterte og tok med oss videre for å analysere etterpå.

¹² Max 7 er et program vi har koblet Arduino opp mot for å hjelpe oss generere lyd, samt få en oversikt over sensorenes reaksjon. En patch er en programkode.

5.3.3. Konklusjon

Ut fra notatene fra evalueringen kom vi frem til følgende ønsker om prototypen:

- Mer robust og håndterlig.
- Større distanse mellom ballen og Arduino (altså lengre ledninger til koblingen).
- Ledningene i bunnen av ballen kunne være buntet mer sammen, gjerne samlet sammen med for eksempel tape.
- En litt mer pæreformet fasong, slik at prototypen ikke hadde en brå overgang fra ball til ledninger.
- Litt lengre stofftrekk utenpå.
- Mulighet for å åpne eller ta av trekk for å sjekke tilstanden på innsiden.
- Mer isolerte koblinger, slik at de elektriske signalene ikke kunne forstyrre hverandre.

5.4. Fjerde iterasjon: Videre utvikling

5.4.1. Nye endringer

Med bakgrunn i forrige konklusjon forsøkte vi å gjøre disse endringene på en tilfredsstillende måte. Vi doblet lengden på ledningene mellom ballen og Arduino ved å legge til en ekstra ledning til hver kobling. I tillegg la vi inn noe padding under ballen hvor ledningene kunne møtes, for å sikre at de holdt seg adskilt. Til sist sydde vi et nytt stofftrekk, som også dekket litt lenger ned, slik oppdragsgiver hadde ønsket. Vi la inn en snor nederst i trekket, som kan strammes og løsnes, slik at det kan tas av for å se innsiden.

5.4.2. Testing med oppdragsgiver

Vi fikk et nytt møte med oppdragsgiver etter at disse endringene var gjort, og fikk da testet vår nye versjon av prototypen. Resultatet fra testingen var noe skuffende, da de fleste av sensorene ikke så ut til å fungere. Vi innså her at selv lett berøring mellom sensorene forstyrret signalet, og at problemet derfor kom av at sensorene lå for tett nederst, ved overgangen til kablene.

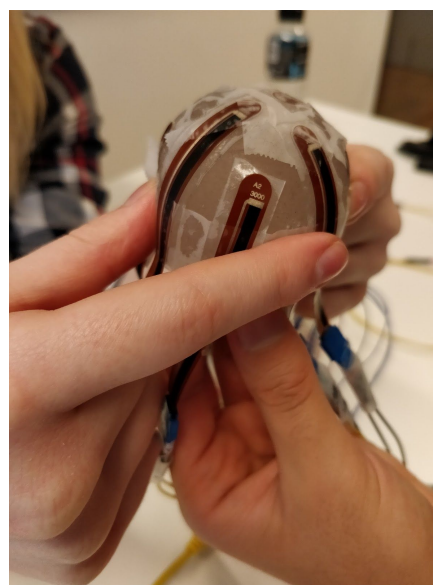
5.4.3. Konklusjon

Basert på evalueringen fra testingen kunne vi konkludere med at antall sensorer måtte reduseres for å unngå at de berørte hverandre. Vi fant også ut at vi burde feste tape rundt alle koblinger for å unngå elektriske forstyrrelser via ledningene. Disse endringene skulle vi så foreta i neste iterasjon.

5.5. Femte iterasjon: Siste endringer

5.5.1. Prototype 3.0

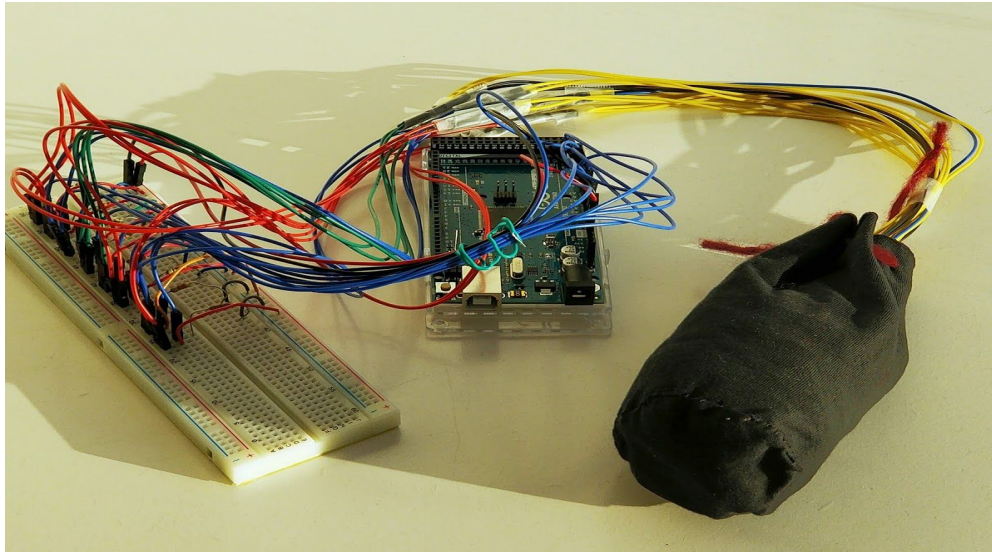
Med bakgrunn i forrige iterasjon forsøkte vi å utføre de nyeste endringene. Den viktigste endringen var å redusere antallet sensorer, og for å gjøre det måtte vi strippe ballen helt og begynne på nytt. Deretter tok vi en ny vurdering av hvor mange sensorer vi kunne tillate oss å bruke uten å risikere at noen av dem ville komme i berøring med hverandre, og valgte til slutt et antall av åtte sensorer fordelt jevnt rundt ballen. Dette var da to sensorer mer enn prototypen fra forskningsprosjektets tidligere iterasjon.



Etter at sensorene var fordelt og festet med dobbeltsidig tape, dekket vi igjen med plastfilm for å holde det hele litt mer på plass, samt gi et beskyttende lag over ballen og sensorene. I løpet av denne iterasjonen testet og kontrollerte vi gjentatte ganger at sensorene fungerte, og at de alle ga respons i Max-patchen.

5.5.2 Veien videre

Etter at de siste endringene var utført, var nyeste versjon av prototypen klar for testing. Dette skulle bli siste testrunde, hvor vi inkluderte flere personer fra brukergruppen. Dette vil vi utdype i neste kapittel.



6.0. Evaluering

Etter at alle nye endringer var utført i tråd med oppdragsgivers kravspesifikasjoner, var prototypen klar for sin aller siste testrunde. Her brukte vi fem musikere, som Godøy valgte, fra Institutt for musikkvitenskap som testpersoner. Disse var tilfeldig utvalgt etter tilgjengelighet og relevant bakgrunn.

6.1 Brukertestning

Testingen vår bestod av usability testing, hvor brukere skulle interagere med ballen for å endre lydfrekvensen som var programmert i Max-patchen. Det vi ønsket å teste her var i hovedsak hvorvidt bruk av ballen var intuitivt, om brukerne syntes det var gøy å eksperimentere med den, og at den fungerte som den skulle. Dette ville vi teste fordi det kunne fortelle oss om vi hadde lyktes i å designe en ergonomisk og brukervennlig SoundShaper. Testingen skulle fungere som et svar på vår problemstilling. Her forsøkte vi å reflektere over de fem karakteristikker innen usability testing som definert av Dumas og Redish¹³:

1. Målet er å forbedre prototypens brukervennlighet
2. Testbrukere representerer reelle brukere
3. Utføring av en oppgave

¹³ Dumas, J.S. & Redish, J.C. (1994) *A Practical Guide to Usability Testing*

4. Observering og dokumentering av brukere
5. Analyse av data

Testpersonene ble hentet inn individuelt etter tur, slik at ikke skulle oppstå bias ved at deltakerne kunne påvirke hverandres opplevelse under testingen.¹⁴ De fikk en enkel introduksjon til hva prosjektet var, men ingen annen forklaring annet enn at de skulle klemme på ballen for å få reaksjoner fra programmet. Vi observerte og tok notater under testingen, hvor vi blant annet registrerte hvor lenge de eksperimenterte med ballen før de følte seg ferdige, hvor hardt de klemte, på hvilke punkter, og eventuelle andre håndbevegelser de benyttet. Etter at de var ferdige med ballen fylte de ut et spørreskjema vi hadde laget. Det besto av både åpne og lukkede spørsmål, samt noen avkryssningsspørsmål.

Gjennom testprosessen, og i analysen av resultatet etterpå, har vi forsøkt å reflektere over begrensninger og potensielle mangler som usability testing kan generere.¹⁵

6.2. Analyse av brukertesting

Vi analyserte både spørreundersøkelsen og observasjonen

6.2.1 Spørreundersøkelse

Vi hadde en spørreundersøkelse som ga oss både kvalitativ og kvantitativ data.

Kvalitativ data

For å analysere spørreundersøkelsen med den kvalitative dataen brukte vi metoden content analysis.

Gjennom analysen endte vi opp med fire hovedkategorier:

1. **Form:** Alle deltakerne var positive til størrelsen på ballen og dens runde form. De mente det var behagelig å klemme på ballen da størrelsen var passende for å få et ordentlig grep. En ulempe nevnt ang. formen var at motstanden var for sterk da man klemmer på ballen.

¹⁴ Lazar, Jonathan & Feng, Jinjuan H. & Hocheiser, Harry (2010) *Research Methods in human-computer interaction*. Kapittel 3 s. 60

¹⁵ Dicks, R. Stanley (2002) *Mis-Usability: On the Uses and Misuses of Usability Testing*

2. **Materiale:** Ut i fra analysen av spørreundersøkelsen kom vi frem til at det var dårlig mapping. Deltakerne utdypet med at det var vanskelig å se hvilken sensor som ga hvilken responsen i Max 7. En av deltakerne mente prototypen raslet for mye. Dette var da fordi selve sensorene er harde nok til at de lager lyder om man klemmer hardt, samt laget plastfolien rundt ballen lyd.
3. **Interaksjon:** Interaksjonen til prototypen mente de var intuitiv og stabil. Den ene deltakeren syntes det burde ha vært mer sensitiv respons fra sensoren.
4. **Lyd:** Flere av deltakerne mente at det var en del støy og ustabilitet i lyden. Det hadde også vært en fordel om det ikke kom noe lyd da sensorene ikke ble rørt på, i stedet for å ha en konstant lyd slik vi hadde.

Kvantitativ data

For å kunne analysere den kvantitative dataen fra spørreundersøkelsen brukte vi statistisk analyse. Vi tok i bruk factorial ANOVA analyse ved hjelp av Excel. Grunnen til at vi valgte factorial ANOVA var fordi vi har et empirisk studie som innebærer en between-group design, og vi hadde mer enn to variabler¹⁶.

	Størrelse	Materiale	Ergonomisk	Respons	Videreutvikling
Deltaker 1	2	2	2	2	2
Deltaker 2	2	2	2	1	2
Deltaker 3	2	2	2	2	3
Deltaker 4	2	3	2	2	2
Deltaker 5	2	2	3	2	2

Til sammen hadde vi fem variabler (bildet ovenfor). I Excel er det ikke mulig å gjennomføre factorial ANOVA analyse med mer enn to variabler. På grunn av dette måtte vi minke antall variabler vi hadde. Til slutt endte vi på to variabler: fysiske dimensjoner som ble satt sammen av variablene størrelse, materiale og ergonomisk, og tilbakemelding som ble satt sammen av respons og videreutvikling. Vi satte sammen variablene ved å ta gjennomsnittet av verdiene av variablene. Vi kom da frem til dette:

¹⁶ Saplacan, D. (2017). *Statistical Analysis, Ch 4*. Slide 22.

	Fysiske dimensjoner	Tilbakemelding
Deltaker 1	2	2
Deltaker 2	2	1,5
Deltaker 3	2	2,5
Deltaker 4	2,3	2
Deltaker 5	2,3	2

Resultatet vårt ble da dette, ved bruk av dataanalysen “F-test: to utvalg for varianser” i Excel:

F-Test: To utvalg for varianser		
	<i>Fysiske dimensjoner</i>	<i>Tilbakemelding</i>
Gjennomsnitt	2,12	2
Varians	0,027	0,125
Observasjoner	5	5
fg	4	4
F	0,216	
P(F<=f) en side	0,083449323	
F-kritisk, en side	0,156537812	

6.2.2 Direkte observasjon

Vi noterte brukernes reaksjoner under observasjon, og samlet sammen denne informasjonen i refleksjonsnotater. Disse sammenlignet vi så med hverandre, for å se hvilken data vi kunne trekke ut fra dette.

Ut ifra vår observasjon så vi at noen av brukerne prøvde å bevege hele ballen, men de innså fort at for å endre lyden måtte man klemme på den. Vi fikk da se at selv uten en nøye gjennomgang var ballens funksjon relativt enkel å forstå. Flere av brukerne testet også reaksjon på toppen av ballen, hvor det ikke ga noe særlig utslag fordi lengden av sensorene gjorde at de ikke nådde helt på toppen, vi kunne da se at de gikk raskt tilbake til å klemme videre rundt ballen.

6.3 Refleksjon og selvevaluering

I løpet av prosjektarbeidet dette semesteret har vi fortløpende reflektert over hva som har fungert bra, hva som har vært mindre bra og hva som kunne ha vært gjort annerledes. Dette vil vi nå kortfattet redegjøre for.

Etter at vi analyserte spørreundersøkelsen og evaluerte denne dataen, diskuterte vi hva vi kunne ha gjort annerledes. Den fysiske dimensjonen til ballen fikk vi gode tilbakemeldinger på, men i starten av prosjektet burde vi ha utforsket andre materialer. Dette kunne ha gjort den mer komfortabel, altså redusert motstanden når bruker klemmer på ballen.

Etter evalueringen av prototypen innså vi at mapping var noe vi kunne ha benyttet oss av. Dette ble påpekt av en testbruker i spørreundersøkelsen. Det kunne gitt en annen opplevelse hvis vi kunne vise hvilke sensorer som ble klemt på, og brukere kunne da fått mer innblikk i hvordan ballen og sensorene fungerer. Det kunne potensielt gjort det enklere for oss som designere under utviklingsprosessen, og for deltakerne.

Gjennom dette prosjektet har vi fått mer kunnskap om ulike sensorer og hvilke funksjoner de har, samt at det er viktig å gjøre nøye undersøkelser på komponentene man bruker og deres funksjoner. Dette for å kunne optimalisere deres bruk fra starten av. Vi har også fått et lite innblikk i programmet Max 7, som ble brukt sammen med Arduino for å generere lyd.

Prosjektarbeidet har gitt oss et mer realistisk bilde av hvordan designprosessen foregår i det virkelige liv, da vi har forholdt oss til en oppdragsgiver. Vi har også fått en dypere forståelse for hvordan man skal gå frem for å analysere data fra datainnsamlinger, da i form av hvilke metoder man skal velge for ulike typer data.

Når det kommer til metodologier, har vi lært om Research through Design - både hva det er og ikke er, samt fått en dypere forståelse for UCD. I RtD er det designerne som tar kontrollen, noe vi ikke gjorde, og dette er grunnen til at vi endret metodologi i løpet av prosessen.

7.0 Videre forskning

Ut fra det vi har lært gjennom designprosessen og evalueringen, har vi gjort oss noen tanker om hvordan prosjektet kan gå videre i framtiden. Et alternativ kan være å benytte FSR-sensorer hvor selve sensorhodene ligger langs overflaten, mens sensorhalsene bøyes ned

til hull som lages i ballen. Koblingene må da også føres gjennom disse hullene. Videre kan det være fordelaktig å ha rund som en helhetlig form, men bestående av mange rette flater - som for eksempel som en 20-sidet terning. Dette kan gjøre stabilt feste av sensorene litt lettere.

8.0 Konklusjon

Vår oppgave var å lage en ergonomisk ball som på sikt skal kunne erstatte taleorganet med håndbevegelser, hvor ballen skulle endre lyder når man klemmer på den. Prosjektet var et “proof of concept” som skulle bevise at det var mulig å lage en slik ball. Ballen skulle inneholde så mange sensorer som mulig, for å gi størst variasjon i lyder.

Gjennom vår designprosess og arbeid med prosjektet har vi funnet et utgangspunkt til svar på problemstillingen, og vi har utviklet et “proof of concept.” Vi har etter beste evne imøtekommet oppdragsgivers kravspesifikasjoner både vedrørende ergonomi og funksjon. Etter sluttevaluering av prototypen ga Godøy uttrykk for at han var fornøyd med vårt design, til tross for at vi så oss nødt til å redusere antall sensorer. Vi tenker derfor at vi har nådd vårt mål med prosjektet, og levert et tilfredsstillende produkt til vår oppdragsgiver.

Litteraturliste

- Dicks, R. Stanley (2002) *Mis-Usability: On the Uses and Misuses of Usability Testing*.
http://tecfa.unige.ch/tecfa/malitt/ergo/1415/UtopiaPeriode4/articles/Dicks_2002.pdf
- Dumas, J. S., & Redish, J., C (1994). *A Practical Guide to Usability Testing*. Ablex, Norwood, NJ, 1994.
- Gould, John D. & Lewis, Clayton (1985) *Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think*.
- Joshi, Suhas, G. (2016). *Designprinsipper*. Slide fra forelesningen fra emnet INF1500 (Høst 2016).
- Jones, Colleen (2009) *Content Analysis: A Practical Approach*.
<https://www.uxmatters.com/mt/archives/2009/08/content-analysis-a-practical-approach.php>
- Lazar, Jonathan & Feng, Jinjuan H. & Hocheiser, Harry (2010) *Research Methods in Human-Computer Interaction*. Great Britain: John Wiley & Sons Ltd
- Norman, D. (1988). *The Design of Everyday Things*. New York: Doubleday.
- Preece, J. & Rogers, Y. & Sharp, H. (2002) *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Saplacan, D. (2017) *Statistical analysis, Ch 4*. Slide fra forelesning fra emnet INF2260 (Høst 2017).
- Wienberg, Gili & Orth, Maggie & Russo, Peter. *The Embroidered Musical Ball: A Squeezable Instrument for Expressive Performance*.