



CHALMERS

Implementering av förstärkt verklighet under operation

Examensarbete inom Data- och Informationsteknik

Selena van der Horst

EXAMENSARBETE

Implementering av förstärkt verklighet under operation

Selena van der Horst

Institutionen för Data- och Informationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Göteborg 2020

Implementering av förstärkt verklighet under operation

Selena van der Horst

© Selena van der Horst, 2020

Examinator: Peter Lundin

Institutionen för Data- och Informationsteknik
Chalmers Tekniska Högskola / Göteborgs Universitet
412 96 Göteborg
Telefon: 031-772 1000

The Author grants to Chalmers University of Technology and University of Gothenburg the non-exclusive right to publish the Work electronically and in a non-commercial purpose make it accessible on the Internet.

The Author warrants that he/she is the author to the Work, and warrants that the Work does not contain text, pictures or other material that violates copyright law.

The Author shall, when transferring the rights of the Work to a third party (for example a publisher or a company), acknowledge the third party about this agreement. If the Author has signed a copyright agreement with a third party regarding the Work, the Author warrants hereby that he/she has obtained any necessary permission from this third party to let Chalmers University of Technology and University of Gothenburg store the Work electronically and make it accessible on the Internet.

Institutionen för Data- och Informationsteknik
Göteborg 2020

Sammanfattning

I detta arbete har det utforskats hur information från medicinteknisk utrustning ska presenteras i ett förstärkt verklighetsperspektiv och det skapades två prototyper för att visa hur detta skulle kunna se ut. Dessa prototyper utvecklades baserat på hur det ser ut på en patientövervaknings monitor. Ena prototypen skapades med hjälp av en Arduino och den andra med en Raspberry Pi, för att sedan kunna jämföra om det var bättre att skapa prototypen med ett enklare datorkort (Arduino) eller på ett lite mer avancerat datorkort. Båda prototyperna visualiserade graferna på ett sätt som liknar hur de presenteras på befintlig patientövervakningsmonitor. De värden som presenterades av prototypen var hjärtfrekvens, blodtryck och värdet på syret i blodet. Det visade sig att Raspberry Pi var bättre lämpad för prototypens syfte än Arduinon, eftersom den hade mer minne, högre prestanda och att det är lättare att vidareutveckla systemet baserat på Raspberry Pi. Fem olika smarta glasögon jämfördes och utav dessa visade det sig att Google glass var bäst lämpad. I det förstärkta verklighetsperspektivet visade det sig att informationen bör visualiseras liknande hur den ser ut på den befintliga medicinsktkniska utrustningen.

Abstract

In this work, it has been explored how information from medical device equipment should be presented in an augmented reality perspective. Two prototypes were created to show what this could look like. The prototypes were developed based on what it looks like on a patient monitoring monitor. One prototype was created with help of an Arduino computer board and the other with help of a Raspberry Pi computer board, to. The aim for this is to be able to compare whether it was better to create the prototype with a simpler computer board (Arduino) or on a slightly more advanced computer board. Both prototypes visualized the graphs in a way similar to how they are presented on an existing patient monitoring monitor. The values presented by the prototype were heart rate, blood pressure and the value of oxygen in the blood. It turned out that the Raspberry Pi was better suited for the purpose of the prototype than the Arduinon, this because it had more memory, higher performance and it is easier to further develop the system based on the Raspberry Pi. Five different smart glasses were compared and out of these, it turned out that Google glass was the best fit. In the augmented reality perspective, it appeared that the information should be visualized similar to how it looks on the existing medical device

FÖRORD

Tack till Centrum för Digital Hälsa på Sahlgrenska Universitetssjukhus för ett varmt välkomnande. Tack till Magnus Kjellberg som handlett mig under arbetets gång. Tack till Per Enlöf för handledning och ökad kunskap kring anestesiologi. Tack till Sakib Sisteck för handledning från Chalmers.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1.	Bakgrund	1
1.2.	Syfte	2
1.3.	Mål	2
1.4.	Frågeställningar	2
1.5.	Avgränsningar	2
2.	Teoretisk referensram	3
2.1.	Förstärkt verklighet	3
2.2.	Smarta glasögon	3
2.2.1.	Google glass	3
2.2.2.	Vuzix	4
2.2.3.	nReal	4
2.2.4.	Hololens	4
2.2.5.	Moverio	4
2.3.	Medicinteknisk utrustning	4
2.3.1.	HL7 Protokollet	4
2.3.2.	Philips patientövervakningssystem	5
2.3.2.	Narkosapparat	6
2.3.3.	Sedline	6
2.4.	Hårdvara	6
2.4.1.	Arduino	7
2.4.2.	Raspberry Pi	7
2.4.	Mjukvara	7
2.4.2.	Visual Studios	8
2.5.3.	Bluefish	8
2.5.	Hjärnan och information overload	8
3.	Metod	9
4.	Genomförande	10
4.1.	Funktionsbeskrivning – Arduino	10
4.2.	Webbsida	12
4.3.	Funktionsbeskrivning - Raspberry Pi	13
4.4.	Enkät	14
5.	Resultat	15
5.1.	Resultat enkät – vad tycker anestesiologer?	15
5.2.	Resultat prototyp	16
6.	Diskussion	18
6.1.	Svar på frågeställningar	18
6.1.1.	Hur ska infon presenteras på glasögonen?	18
6.1.2.	Vilken information ska visas under operationens gång? (Hur ska infon styras?)	18
6.1.3.	Möjligheter kring olika typer av smarta glasögon?	18
6.1.4.	Hur ser användningen av AR ut idag, inte bara inom sjukvård utan även utanför?	18
6.1.5.	Mål: Att skapa en prototyp för hur detta kan se ut och en jämförelse av vilken hårdvara som är mest lämpad för detta syfte mellan Arduino och Raspberry Pi.	19
6.2.	Kritisk diskussion	19
6.3.	Etisk diskussion	20
6.4.	Diskussion kring hållbar utveckling	21
6.5.	Vidareutveckling	21

Referenser	22
Bilagor.....	24

1. Inledning

Under en operation där patienten sövs kan ett liv stå på spel. Därför är det viktigt att all sjukvårdspersonal håller uppmärksamhet under operationens gång. Anestesiologers uppgift är att hålla uppsikt på patienten och att patienten är sövd under tiden som operationen pågår. Patientens värden finns på tre olika monitorer. För att underlätta arbetet för anestesiologerna vill Sahlgrenska Universitetssjukhus utveckla en applikation till ett par smarta glasögon som de kan ha på sig. Smarta glasögon är en typ av glasögon som kan förstärka användarens verklighet. På de smarta glasögonen skulle anestesiologen kunna hålla koll på patientens värden på liknande sätt som värdena visas på monitorerna även när de inte ser monitorerna. Detta arbete avser att ta fram en prototyp för att utforska möjligheter kring olika smarta glasögon, typ och form av information samt att jämföra två olika kortdatorer för att skapa prototypen.

1.1. Bakgrund

När anestesipersonalen jobbar under en operation står monitorerna på ett ställe i operationssalen. Detta gör att det inte alltid är enkelt att se dessa monitorer. Anestesipersonalen ska ge mediciner till patienten så hen hålls sövd och inte känner smärta under operationens gång. Innan operation ska ansvarig anestesiolog gå igenom patientens journal för att se över hans behov, då behöver personalen antingen memorera en del om patienten eller skriva upp vissa saker på en lapp. Här hade det varit mycket smidigare med smarta glasögon för att kunna synka patientens journal samt en påminnelsefunktion där anestesipersonalen kan lägga in egna anteckningar för att inte glömma dessa under operationens gång. Det är olika på alla sjukhus och i olika typer av operationssalar, mediciner är inte alltid precis nedanför monitorerna och patienten ligger heller inte alltid på ett ställe där det går att hålla koll på båda samtidigt. I vissa situationer behöver anestesisyjukskötare på plats i operationssalen rådfråga anestesiläkare som inte alltid är på plats under operationen. Idag ringer ansvarig anestesisyjuksköterska till anestesiläkaren för att beskriva problemet och få hjälp med eventuella uppstådda situationer. Det skulle även vara bra om patientens värden kan skickas kontinuerligt till läkaren som då även kan se patientens parametrar och kunna ge bättre direktiv för vad som behöver ske.

För att anestesiologer ska ha en förbättrad uppfattning om patienten i alla lägen så är behovet av smarta glasögon stort. Nu vill Centrum för digital hälsa på Sahlgrenska Universitetssjukhuset utveckla ett par smarta glasögon som ska kunna visa dessa parametrar så att anestesiologerna kan hålla koll på dessa samtidigt som de ser patienten och har händerna upptagna. I dagsläget håller Blekinge tekniska högskola i denna utveckling och använder sig av Google glass vilket är Googles egna smarta glasögon. Eftersom det finns många olika företag som utvecklar smarta glasögon vill Centrum för digital hälsa veta vilka smarta glasögon som är bäst under operationssammanhang. De vill även veta hur informationen som presenteras i dessa glasögon ska se ut. Eftersom dessa monitorer är fyllda med olika numeriska värden och grafer kan det vara svårt att urskilja vad som behöver kunna läsas och i vilka sammanhang.

1.2. Syfte

Detta arbete syftar på att föreslå ett lämpligt sätt att presentera patientinformationen på i ett par smarta glasögon. Arbetet ska resultera i ett förslag för hur den här informationen ska presenteras med förstärkt verklighet (Augmented Reality, AR). Det ska även utvecklas en prototyp som visar hur dessa skulle kunna presenteras. Denna prototyp kommer att utvecklas på en Arduino och en Raspberry Pi. Syftet med utvecklingen på två enheter är att sedan jämföra dessa för att se vilken som är mest lämpad för prototypen som skapades.

1.3. Mål

- Att skapa en prototyp för hur patientens parametrar från den medicintekniska utrustningen kan se ut på ett par smarta glasögon.
- Jämföra Arduino och Raspberry Pi som plattform för systemet för att se vilken av dessa två som ger den bästa prototypen.

1.4. Frågeställningar

- Vilken information och hur ska information från den medicintekniska utrustningen presenteras på glasögonen under operationen?
- (Hur ska informationen styras?) // *Fundera på denna.*
- Möjligheter och begränsningar för olika typer av smarta glasögon och vilka är bäst lämpad för att använda under en operation?
- Hur ser användningen av AR ut idag, inte bara inom sjukvård utan även utanför?

1.5. Avgränsningar

Arbetet syftar inte till att utveckla en färdig produkt, eller en applikation som kan användas med de glasögon som visar sig vara mest lämpliga för syftet. Det ska endast utvecklas en prototyp som läser in en simulerad signal, motsvarande den från patientövervaknings-systemet och överför informationen trådlöst till ett annat system där den visualiseras. Detta system kan vara allt från en dator till ett par smarta glasögon. Signalen från den medicintekniska utrustningen till utvecklat system kommer att simuleras men följer standarden som utrustningen har (HL7). I avsnittet medicinteknisk utrustning beskrivs patientövervaknings systemet Intellivue X2 då det är detta som glasögonen i första hand får värden från. Anledningen till att signalen simuleras är att arbetet utförs under COVID-19 pandemin och att det var omöjligt att komma nära den medicintekniska utrustningen.

2. Teoretisk referensram

Inom ramen för detta arbete hanteras två olika system. Smarta glasögon och den medicinsktekniska utrustningen. Den medicintekniska utrustningen som är aktuell finns på Sahlgrenska universitetssjukhuset och består av ett patientövervakningssystem från Philips, anestesiapparaten Flow-I och monitorn Sedinel som mäter hjärnans aktivitet.

Nedan kapitel förklarar begreppet förstärkt verklighet samt i arbetet använd teknologi.

2.1. Förstärkt verklighet

Förstärkt verklighet är en teknik som gör det möjligt att kunna se virtuellt objekt i den verkliga världen. För att tydliggöra innebär det att en användare som har på sig ett par smarta glasögon kan se den verkliga miljön och i den se digitalt innehåll framför sig genom till exempel hologram eller ljus som reflekteras på en prisma.

Historien av förstärkt verklighet sträcker sig över ett helt decennium. Den första gången som allmänheten fick uppleva förstärkt verklighet var Pepper's Ghost som kom 1862 vilken var en typ av scenteknik som innebar att i ett rum under eller bredvid scenen stod en ljuskälla som pekades mot en skådespelare och sen med en glasskiva som stod lutad mot väggen ovanför på scenen gav intrycket av ett hologram som visades. Utvecklingen återupptogs igen året 1942 under andra världskriget då det utvecklades en typ av hologram som gjorde att flygets viktiga parametrar kunde visas utan att piloten behövde titta ner och tappa fokus från horisonten. Denna utvecklades till en hjälm där planets parametrar visas samtidigt som piloten har uppsikt över horisonten. Sedan under året 1981 utvecklade Dan Reitan en metod som gjorde att vädret kunde visualisera på TV med hjälp av förstärkt verklighet. Utvecklingen fortsatte och 1996 kom den första skärmen som gick att titta igenom. Sony var snabba och skapade det första som liknar dagens smarta glasögon kallat Glasstronav. På senare nittital tog utvecklingen fart mot fler områden än endast försvaret, allt från sporten som visades på TV till medicinsk teknik. På 2000-talet började spelindustrin implementera förstärkt verklighet och skapa spel med förstärkt verklighet och senare även utvecklare som kunde göra applikationer med förstärkt verklighet. På 2010 – talet började smarta glasögonen ta ännu ett hopp från Sonys Glasstronav till Google glass som kom 2012. Fram tills idag har förstärkt verklighet fortsatt på det spåret med fler smarta glasögon mot konsumenter samtidigt som försvaret och flygvapnet fortsätter framåt [1]. Det har idag även blivit mer populärt i spel och andra applikationer som till exempel spelet Pokemon Go som kom 2017, där det går att se olika karaktärer i till exempel sitt egna vardagsrum eller i en park [2].

2.2. Smarta glasögon

Smarta glasögon ser ut som ett par glasögon där det på glaset går att visualisera olika typer av data i form av ett hologram samtidigt som det fortfarande går att vara med i omvärlden [1]. Nedan förklaras grunderna till de olika smarta glasögonen som undersöks för detta arbete. Vidare beskrivs hur de fungerar, ser ut, om de är bekväma att ha på sig samt hur de tar emot information med mera.

2.2.1. Google glass

Google glass är ett par smarta glasögon utvecklade av Google. De använder sig av Androids operativsystem. De går att ansluta till dem via Bluetooth och Wi-Fi. Det finns även en

högtalare och en mikrofon kopplad till dem. Batteritiden är ungefär 5-6 timmar beroende på hur många funktioner som används samtidigt. Google glass kostar ungefär 15 000 kr [2]. Google glass har ett gränssnitt som gör det möjligt att från dem öppna applikationer och webbläsare. I webbläsare är det möjligt att öppna olika hemsidor mm. Google glass har 12GB minne som kan användas och totalt 16GB när det totala flash minnet räknas med. Webbläsaren Chrome är förinstallerad [3].

2.2.2. Vuzix

Vuzix är en typ av smarta glasögon som har transparenta skärmar istället för glas i glasögonramen. De har precis som Google Glass en kamera, en mikrofon och en högtalare. De kan även kontrolleras med en pekplatta och genom tal. De går att ansluta genom Wi-Fi och Bluetooth. Batteritiden är upp till 8 timmar. De kostar ungefär 10000 kr [4].

2.2.3. nReal

NReal är en typ av smarta glasögon som är väldigt nya på marknaden. De kontrolleras med hjälp av en pekplatta och ansluts till telefonen med hjälp av Bluetooth. nReal är applikationsbaserad och har ett synfält på 52 grader. De har en batteritid på ungefär 3 timmar. Om man ska ha utvecklingsmöjligheter så kostar glasögonen ungefär 12 000 kr annars som endast konsument kostar de 5000 kr [4].

2.2.4. Hololens

Hololens har utvecklats av Microsoft. De är röst- och pekstyrd, men kan även integreras med handrörelser om man exempelvis skulle vilja flytta på ett hologram. De kan även position spåra hologram. De har operativsystemet Microsoft. De har en mikrofon, en högtalare och har en batteritid på ungefär 3 timmar. Hololens kostar ungefär 34 000 kr [5].

2.2.5. Moverio

Moverios senaste smart glasögon BT-30C är i form av ett headset med en separat fjärrkontroll. De går att koppla till en Androidtelefon via Bluetooth och de är applikationsbaserade. Precis som övriga så har även de en mikrofon och en högtalare samt en batteritid på 3 timmar. Ett par Moverio kostar ungefär 5000 kr [6].

2.3. Medicinteknisk utrustning

För att förstå de olika medicinsktekniska utrustningarna bättre förklaras först hur Health Level Seven (HL7) protokollet fungerar. Patientnära övervakning är den medicinsktekniska utrustningen som mäter och visualiserar patientens vitala parametrar. Den patientnära övervakningen som används av anestesipersonalen består av ett patientövervakningssystem från Philips. Dessutom används Sedline, en monitor som visar patientens sömndjup samt en narkosapparat som används för att mäta och styra patientens andning.

2.3.1. HL7 Protokollet

All medicinskteknisk utrustning har en sak gemensamt och det är något som alla tillverkare måste ha koll på och det är HL7 (Health Level Seven). Detta protokoll ger en riktlinje på hur vissa faktorer som till exempel kommunikation mellan enheter ska gå till. Anledningen till detta är att all medicinteknisk utrustning ska kunna samarbeta med varandra även om de har olika tillverkare. Därför har dessa tre utrustningarna liknande sätt att skicka ut information på och liknande uttag på baksidan av dess monitor [7]. Kommunikationen som sker inom HL7 skickas som meddelanden innehållande fält och delfält. Fälten innehåller sedan olika strängar med information. Det finns olika avgränsningar som visar på hur meddelandet uppdelas och var en ny rad börjar eller en ny parameter. Dessa avgränsningar är ”0x0D” som markerar

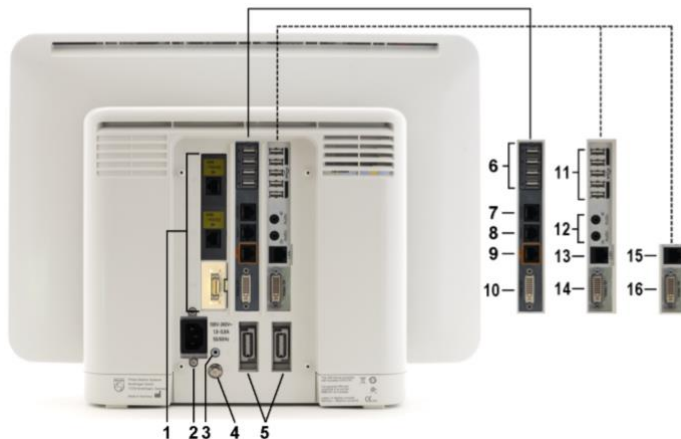
slutet på ett fält, ”|”, ”^” och ”&” är olika avgränsningar på olika sammansättningar. ”~” separerar återupprepande fält och ”\” är ett sluttecken [28].

2.3.2. Philips patientövervakningssystem

Övervakningssystemet finns inne på operationssalen, nära patienten och består av två delar. Den ena delen är uppkopplad mot patienten via sladdar som mäter patientens parametrar. Den andra delen är ansluten till den första delen och består av en större monitor som visualiserar de parametrar som den första delen mäter. Enligt Philips produktinformation kan apparaten visualisera följande värden:

- Invasivt och exvasivt blodtryck. Mäts inifrån respektive utifrån.
- ECG – elektrokardiogram som visar elektriciteten som flödar genom hjärtat.
- CO₂ – koldioxid i blodet.
- SpO₂ – syresaturation, dvs. syrehalten i blodet.

Den kan användas på vuxna och neonatala patienter. Patientövervakningssystemet kan spara data i det tillfälliga datamminnet eller i flashminnet. Patientens vitala värden brukar sparas kombinerat över båda, medan systemkonfigurationen endast sparas i flashminnet. Larmet utlöses när patientens värden går över eller under vitala värden som anses vara normala för just den patienten. Larmnivån konfigureras i menyn. Den larmar även när det uppstår något avvikande i avläsningen vilket kan tyda på att till exempel ECG-anslutningarna till sensorerna har ramlat av patienten. På monitorn MX800 visualiseras patientens värden som skickas från X2:an. På monitorn är det tydligare att se patientens värden och det går också att skicka vidare dessa värden via anslutningarna som visas i figur 2.1 tillsammans med tabell 2.1. X2:an sitter kopplad till monitorn genom en MSL (Main Measurement Links) som är Phillips egna överföringssladd och anslutes till baksidan av monitorn [8].



Figur 2.1 Anslutningar på baksidan av MX800

1	Serial/MIB (RS232) connectors, type RJ45, Flexible Nurse Call
2	AC power input
3	Protective earth screw hole
4	Equipotential ground connector
5	Main measurement links (MSL)
6	USB rear connectors (for remote control, keyboard, pointing devices, printer)
7	Serial RS232 connector
8	Nurse Call
9	Wired network connector
10	Video out connector (digital/analog)
The following connectors are only present with the iPC	
11	USB rear connectors (for keyboard, pointing devices, printer)
12	Audio in/out
13	Local Area Network
14	Video out connector (digital/analog)
The following connectors are only present with the Independent Display Interface	
15	Serial RS232 connector for touch
16	Video out connector (digital/analog)

Tabell 2.1 Beskrivning på uttagen som finns på baksidan av MX800 [8]

2.3.2. Narkosapparat

En narkosapparat ser till att patienten i fråga har en adekvat andning. Det görs via ett slangsystem som är kopplat till patientens luftväg. Genom slangsystemet kan apparaten bland annat ge syrgas och transportera ut koldioxid. Via apparaten kan användaren ställa in hur många andetag patienten skall ta, hur stora andetagen ska vara osv. Apparaten kan även leverera anestesigaser (sömngaser) till patienten. Den innehåller en volymreflektor som behåller utandade gaser som sedan blandas med färsk gas för att sedan återgå till patienten. Det finns tryckreglerare och en CO₂ absorberaren som renar den gas som kommer ut ur patienten [9]. På tillhörande monitor kan man reglera gaser och se följande väsentliga värden:

- Andningsfrekvens
- Andningsvolym
- Luftvägstryck
- CO₂- och O₂-koncentration
- Eftergivlighet i lungan
- Anestesigaskoncentration
- Luftvägsmotstånd
- M.m.

2.3.3. Sedline

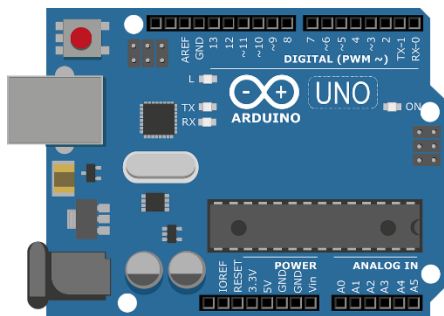
Denna monitor är ansluten till patientens frontallob. Den visar hjärnans aktivitet. Genom 4 olika plottar av EEG vilket är den elektriska aktiviteten i hjärnan. Av dessa fyra EEG-graferna kan Patient State index (PSi) fås ut som är ett sammanfattat värde av hjärnans aktivitet samt höger och vänster hjärnhalvas kraft som visas i ett färgdiagram (DSA). Genom monitorering av Sedline kan användaren få en indikation av patientens elektriska aktivitet i hjärnan och på så sätt kunna få en uppfattning om patientens sömndjup [10].

2.4. Hårdvara

Här kommer det presenteras vilken hårdvara som har används inom ramen för detta arbete. Inom projektet har det använts en Arduino och en Raspberry Pi kortdatorer. Nedan följer en kort beskrivning av dessa två.

2.3.3. Arduino

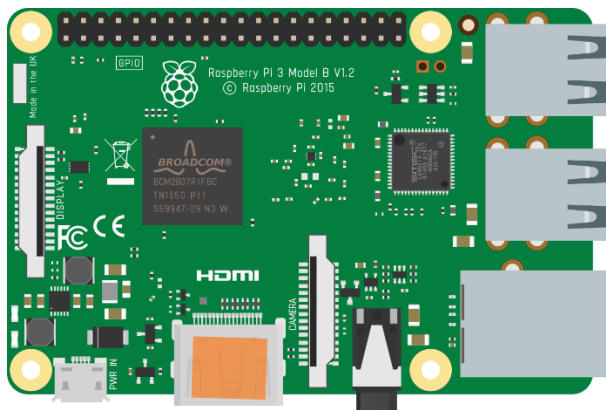
En Arduino är en mikrokontroller utformad som en kortdator. Man kan enkelt utveckla och ladda ner program till den som sedan kan exekveras. Arduinon har olika anslutningspinnar som kan vara både digitala och analoga. De finns för att man ska kunna koppla den till andra elektronikkomponenter som sedan kan utföra olika saker beroende på programmet som Arduinon är laddad med. Nedan är en funktionsbild på Arduinon [11]. I detta arbete användes en Arduino UNO Wi-Fi rev 2 som också har en trådlös modul på, men annars är den av samma storlek som en Arduino UNO.



Figur 2.2 Arduino UNO [26]

2.4.2 Raspberry Pi

En Raspberry Pi kan beskrivas som en minidator. Den har operationssystemet Raspbian som är Raspberry Pis egenutvecklade operativsystem men man kan också använda Linux istället. Datakortet har ett flertal I/O-anslutningar samt ett stöd för anslutning till Internet. Den har 26 input/output pinnar som olika elektronikkomponenter kan kopplas till. Den har 1GB ram men det går även att lägga in ett microSD-kort för att utöka minnet. Figuren nedan visar kan man se en del av de övriga delarna såsom USB, HDMI portar o.s.v. [12].



Figur 2.3 Raspberry Pi Model 3b [27]

2.4. Mjukvara

Som utvecklingsmiljöer har följande verktyg använts, Arduino IDE[13], Visual Studios[14] och Bluefish [15]. IDE:na har använts för utveckling och test av programmen för Arduino systemet, hemsidan och för Raspberry Pi systemet.

2.4.1 Arduino IDE

Arduino IDE är ett utvecklingsverktyg för Arduino där det går att utveckla C-program för systemet och sedan ladda upp programmet direkt på Arduinon [13].

2.4.2. Visual Studios

Visual studios är en utvecklingsmiljö som kan användas för ett flertal olika programmeringsspråk ock system. I detta projekt användes den specifikt för HTML-filen och den simulerade strömmen som skrevs i Python [14].

2.5.3 Bluefish

Bluefish är en textredigerare med stöd för många olika programmeringsspråk och är mycket lämplig i utveckling av program till Raspberry Pi [15]. Har i detta projekt använts för att utveckla webbservern och en HTML-indexfil till Raspberry Pi

2.5. Hjärnan och information overload

Här kommer det väldigt grundläggande gå igenom hur hjärnan påverkas av att ha på sig ett par smarta glasögon. Det finns en faktor att det är tungt på huvudet rent fysiskt om man har till exempel en Hololens på huvudet under en längre tid. Sedan en annan faktor som spelar in är hur hjärnan reagerar på att konstant ha en skärm som är framför ögonen. Det är delvis distraherande från verkligheten även om AR översätts till svenska som förstärkt verklighet så ska man inte undgå det faktumet att det är distraherande på det sättet att användaren konstant får nya intryck och värden som uppdateras. Enligt en undersökning *Information overload: implications for healthcare services* som har undersökt, specifikt för sjukvården, olika faktorer för stressberoende av informations överflöde och hur detta påverkar de som arbetar inom sjukvården var spam en stor orsak [16]. Eftersom detta arbete inte fördjupar sig på anestesiloger så finns en undersökning vid namn *Distraction and interruption in anaesthetic practice* som studerar säkerheten kring patienten om anestesistern skulle bli distraherad. De observerade 30 procedurer med intervjuer för att på ett kvalitativt sätt samla in data. De upptäckte att av 424 tillfällen av distraherande så hade 92 stycken d.v.s. 22% en negativ inverkan på patientens säkerhet under operationens gång medan 14 tillfällen d.v.s. 3.3% hade en positiv inverkan [17].

Enligt *Cost of information overload in end user documentation* är en av de stora anledningarna till att det uppstår informationsöverflöde, olika störningsmoment, det kan vara allt ifrån starka lukter och distraherande ljud till att informationen är svåråtkomlig och dåligt framförd. I samma studie menade de att information overload uppstår i det första av tre steg. Att hitta informationen, att ta till sig informationen och att sedan använda sig av den information man har tagit till sig. Eftersom vi idag jämfört med för 50 år sen har mer tillgång till mycket information så blir det svårare för hjärnan att sortera och distribuera den information som finns. Detta leder till stress som sedan gör det svårare att ta till sig ny information och att i ett senare skede använda den [18]. Även när en studie vid namn *Augmented Reality "smart glasses" in the workplace: Industry perspectives and challenges for worker safety and health* där de intervjuade chefer på olika positioner och nivåer inom industrin för att deras inblick på vad dom tror är möjligheter respektive begränsningar kring användning av smart glasögon inom industrin. Dessa chefer var oroliga för att smart glasögon hade gett mer distraktioner och att detta kan leda till olyckor på arbetsplatsen. En bidragande orsak kan vara att nästan alla industrier har en "ingen skärm under arbetstid"-policy och att smarta glasögon då kan leda till att anställda utsätter sig själva eller andra för fara om de blir distraherade vid till exempel hantering av fordon eller maskiner [19].

3. Metod

Litteraturstudien grundades på information från databaser som finns på Chalmers och Sahlgrenska Universitetssjukhus. Detta eftersom man i dessa databaser hittade den tekniska och medicinska teorin som krävs för detta arbete.

Intervjuer utfördes som förbereddes genom att skapa en enkät som skickades ut till sjukhusen inom Göteborgsregionen. Baserat på svaren på enkäten kunde man se vad anestesioleger vill få ut av användningen av smarta glasögon och hur de vill att det ska fungera.

Litteraturstudien har gett en teoretisk grund för de olika typerna av smarta glasögon och för informationspresentation. Tillsammans har detta gett svar på frågeställningarna i kapitel 1.4.

För att kunna öka förståelsen för smarta glasögon har fem olika smarta glasögon från fem olika tillverkare studerats, Google glass, Vuzix, nReal, Hololens och Moverio.

Mjukvaran till testsystemet har skrivits i programmeringsspråken C och Java Script.

Besöket på sjukhuset har gjorts för att se vart behoven ligger och för att få en bättre förståelse för hur det fungerar med data som skickas ut från patientens monitorer. Därefter skapades en första prototypen baserad på information. Utvecklingen av mjukvaran inleddes med att först skriva programmet i pseudokod för att få en inblick i vad programmet ska göra och för att lätt kunna se vad programmet skall göra. Därefter implementerades det riktiga programmet.

Prototypen testades sedan i ett par smarta glasögon och i olika webbläsare. I de smarta glasögonen testades prototypen genom att man skannade in en QR kod med glasögonens kamera. Denna QR kod innehöll IP-adressen till websidan som visualiserar graferna. Man kunde sedan se graferna i de smarta glasögonen. I fallet med Arduino fick man först ansluta sig till dess nätverk. Detta behövdes inte på Raspberry Pi. På webbläsaren kopierade man in IP-adressen så att den skulle kunna hitta till sidan som fanns på nätverket.

4. Genomförande

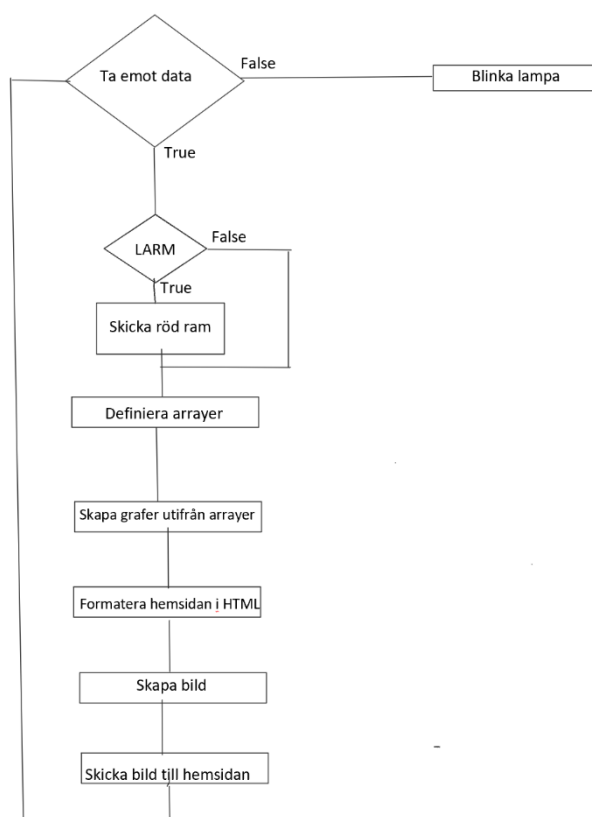
För att enkelt kunna testa systemet valdes att simulera mätvärdena från mätinstrumenten. I detta avsnitt redovisas hur man gick tillväga för att skapa en fil som simulerar värden från mätinstrumentet X2 2, hur Arduinon och Raspberry Pi:en tar emot den simulerade filen av siffror och sedan skicka informationen vidare till en hemsida på en webbserver som ska redovisa informationen i form av en graf. Graferna visualiseras sedan på de smarta glasögonen via dess webbläsare.

4.1. Funktionsbeskrivning – Arduino

Arduino-programmet skrevs i programmeringsspråket C. Det första som gjordes var att undersöka hur Arduinon skulle kunna läsa in dataströmmen som skickades trådlöst (WiFi) till Arduinon med hjälp av ett Pythonprogram i en Laptop

Inledningsvis testades först interaktionen med den använda websidan genom att Arduino-programmet fick blinka den inbyggda lysdioden. Sedan var det dags att testa att systemet tar emot dataströmmen från patientövervakningssystemet. Detta gjordes genom att läsa in en dataström från ett Pythonprogram som läser in en datafil med simulerade mätdata och skickar till Arduinosystemet. Data i filen motsvarar olika simulerade värden som i ett senare skede skall komma från patientövervakningsinstrumenten.

Arduino-programmet ska göra följande vid inläsningen av dataströmmen:



Figur 4.1 Flödesschema för hur programmet hanterar indata från simuleringsfilen.

För att visualisera dataströmmen i form av grafer för de olika värdena startas en webbserver i Arduinon med en unik IP-adress. Graferna visualiseras sedan på en webbsida i servern som kan läsas via en webbrowser som i detta fall kommer att vara browsern i de smarta glasögonen.

Koden för webbservern är hämtad från Arduinos egna hemsida men den har anpassats så att den kan visualisera graferna som motsvarar dataströmmen.

WiFiNINA JSON var det bibliotek som gjorde det möjligt att skapa en webbserver respektive att läsa av JavaScript. I setupfunktionen skapades globala strängar som tilldelas JavaScript-kod. Här definieras också SSID-namnet och dess lösenord. Senare i setupfunktionen kontrolleras att Arduinos mjukvara är uppdaterad och man kollar om man hittar Wi-Fi-modulen och kan få upp en anslutning till denna. Det är viktigt att kolla om mjukvaran är uppdaterad eftersom den sätter grundpelaren till mjukvaran. Sedan sätts IP-adressen. Efter det startas webbservern och de globala variablerna som ska ändras ges värden eller strängar. Sedan skapas klienten som gör det möjligt att kunna skicka ut information till hemsidan och hämta information från hemsidan.

För att säkerhetsställa att Arduinon fungerade med hemsidan inleds programmet med att skapa en knapp på hemsidan som man genom att trycka på ser till att en lampa började blinka på IO-pinne nr 13. Sedan med en annan knapp kan man släcka lampan igen. Efter att detta fungerade fortsatte utvecklingen av resterande delen av programmet. Detta gjordes för att kunna testa att kommunikationen till klienten fungerade.

Vid tester lyckades man ej läs in värdena i den skickade dataströmmen. Dataströmmen skickades men det misslyckades med att läsa in värdena till Arduino-programmet där avsikten var att spara värdena Arrayer för att senare kunna visualisera värdena.

Eftersom detta inte fungerade så valdes att hårdkoda de simulerade värdena i Arduino istället. Dataströmmen skapades på så sätt att man skapar en Array med slumpade siffror. Värdena läggs sedan in till en sträng. Sedan skickades denna sträng tillsammans med annan information ut till hemsidan. I figuren nedan kan man se hur värdena slumpas och sedan läggs in i Arrayen.

```
...
for(int i = 0; i < 100; i++){
  SPO2[i] = random(85, 100);//Slumpar ett tal.

  if(i == 0){
    spo2String = "";
  }else if(i == 99){
    spo2String = String(spo2String + SPO2[i]);
  }else{
    spo2String = String(spo2String + SPO2[i] + ", ");
  }
}
```

Figur 4.2 Funktion för slumpade värden till graferna som sedan läggs in i en Array.

För att skapa ett larm, avseende kritiska patientvärden utanför definierade gränser för patienten, skapas en HTML-sträng vid namn Larm och som läggs in på hemsidan med client.print vid larm. Om larmet inte är aktiverat så skickas koden för en vit ram runt grafen och som indikerar att värdena ligger på en stabil nivå.

Efter många misslyckade försök med att tillkalla hemsidan på Arduinon, valdes att hårdkoda HTML-koden direkt på Arduinon genom att skapa en sträng med namnet html som kopieras in i HTML-koden med ett backslash tecken framför så att det inte ska förväxlas med det egentliga slutet på strängen. Sedan kallas denna sträng genom att använda "client.print". I bilderna nedan visas hur detta ser ut i HTML respektive hur larmsträngen anropas i Arduino-koden.

```
<style>
  div {
    width: 1000px;
    padding: 0px;
    border: 5px solid red;
    margin: 0;
  }
</style>
```

Figur 4.3 HTML-koden till larm ramen.

```
if(SPO2[i] < 90){
  client.print(larm);
}else{
  client.print(nonlarm);
}
```

Figur 4.4 Anropet till larm eller icke larm ramarna i Arduino-koden.

4.2. Webbsida

Hemsidan skapades i språket HTML och JavaScript. Här skapas alla grafer i rätt färger och med tidsstämplar längs x-axeln. Denna skapas i en separat HTML-fil. För att kunna testa den, sedan lades HTML-filen in i Arduinon som en lång sträng.

Här kan man se hur varje funktion fungerar, allt är likadant i alla funktioner bortsett från namn och övriga värden.

```
var chartHR = new Highcharts.Chart({
  chart: { renderTo: 'chart-HR' },
  title: { text: 'HR' },

  series: [{
    name: 'HR',
    data: []
  }],

  plotOptions: {
    line: {
      animationEnabled: true,
      dataLabels: { enabled: false }
    },
    series: { color: '#9e0505' }
  },
  xAxis: {
```

```

        type: 'datetime',
        dateTimeLabelFormats: { second: '%H:%M:%S' }
    },
    yAxis: {
        title: { text: 'HR' }
    },
},
});
chartHR.render();

```

Figur 4.5 Kod på hjärtfrekvens (HR) grafen till hemsidan

I headern skrivs den uppdaterade funktioner och grundfunktionen för hur hemsidan ska se ut. Även vilken JSON-bibliotek som krävs för JavaScript-funktionerna. I style läggs storleken på hemsidan in samt stilen på titeln på hemsidan med mera. I body-delen skrivs alla grafer och en titel till hemsidan. Sedan i funktionen skapas först fönstret och sedan funktionen för grafen. Det första man gör i funktionen är att ge den en titel och sedan ska man lägga in data. Sedan i data [] så läggs värden in som slumpas fram från Arduino-koden. Dessa för att sedan skapa en graf. I plotOptions kan man lägga in funktioner som till exempel att värdena ska animeras fram och redigera färgen. Sedan läggs in vad som ska visas på x- och y-axeln där det läggs in tid respektive titel på axlarna.

För att göra hemsidan dynamisk får man istället lägga in en funktion som gör att man kan låta data uppdateras efter hand och att graferna uppdateras efter hand. Dessa värden skickas till HTML-filen som sedan skickas ut till hemsidan. Sedan skrivs hemsidan till klienten. Eftersom jag inte fick detta att fungera valdes det istället att använda HTML-funktionen meta som gör att hemsidan kan uppdateras och i detta fall varannan sekund, vilket inte är lika snabbt som en narkosapparat skickar ut ett värde, men när hemsidan uppdateras, uppdateras också flera värden i grafen och inte bara ett åt gången.

4.3 Funktionsbeskrivning - Raspberry Pi

Programmet för Raspberry Pi:en har en liknande uppbyggnad som Arduinon men den fungera lite annorlunda än Arduinon. För att skapa webbservern så skapas en JSON- (JavaScript Object Notation) fil som sedan kan köras från terminalen. Denna JSON-fil är skriven i JavaScript och den innehåller kod som gör det möjligt att hosta webbservern som ska visa webbsidan. Webbsidan skapas utifrån en separat html-fil. Dess huvudsyfte är att ta in värden från den medicintekniska utrustningen. Dessa simuleras på liknande sätt som för fallet med Arduinon. Simuleringen av värden gjordes med hjälp av JavaScripts ”randomfunktion” som slumpar fram ett tal mellan ett max- och minvärde lokalt i HTML-indexfilen. En skillnad från denna indexfil jämfört med indexfilen i Arduinon är att denna gjordes dynamiskt genom att använda en funktion som kontinuerligt uppdaterade värdet som sedan skickades till grafen på hemsidan.

4.4 Enkät

En enkät utvecklades med följande frågor och användes genom att låta anestesiologer på Sahlgrenska US svara på dem. Enkäten innehöll följande frågor.

- Hur skulle du vilja att larmen förmedlas i de smarta glasögonen?
- Hur skulle du vilja att glasögonen styrs? Med styrs menas hur användaren navigerar mellan olika menyer i glasögonen.
- Om du valde det sista alternativet på förra frågan skulle du vilja beskriva under vilka situationer det är bra med en kombination?
- Om de smarta glasögonen inte kan visa vitalparametrar (puls, blodtryck, Spo2, kroppstemperatur osv.) och parametrar från en eventuell narkosapparat/respirator samtidigt, hur skulle du då vilja att de presenteras?
- Om de smarta glasögonen kan visa vitala parametrar och parametrar från en eventuell narkosapparat/respirator samtidigt, hur skulle du då vilja att de presenteras?
- Ifall man inte kan befinna sig vid patientens sida men ändå skulle behöva se parametrar från patienten, hur skulle du då vilja se dem?
- Om möjligheten fanns att övervaka en patient på distans via de smarta glasögonen, vad skulle du då vilja se i de smarta glasögonen? Med distans menas att du som användare av glasögonen befinner dig på en annan fysisk plats än vad patienten gör, exempelvis på en annan operationssal eller på en annan avdelning.
- Om du skulle få välja vilka glasögon som helst vilket/vilka skulle du använda då av Google glass, nReal, Moverio, Vuzix och Hololens?

Med olika svarsalternativ för varje fråga. Detta för att veta hur anestesipersonalen vill att prototypen ska se ut.

5 Resultat

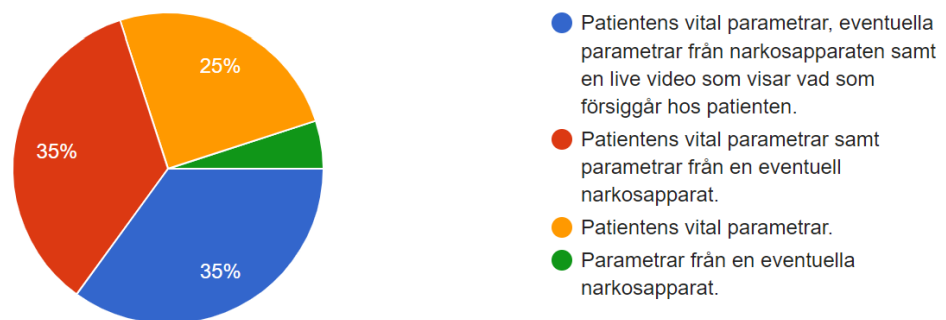
Det har utvecklats mjukvara till två prototyper avsedda för ett Arduino respektive Raspberry Pi system. Systemet kan visualisera mätvärden för en patient på en hemsida. Hemsidan testades sedan i en webbläsare på en dator respektive en Hololens. Syftet är att i slutändan användas av anestesiologer vid deras arbete under operationer.

En enkät har även utvecklats och skickats ut till anestesiologer på Sahlgrenska Universitets Sjukhus för att samla in deras åsikter om hur visualiseringen skall utformas.

5.1 Resultat enkät – vad tycker anestesiologer?

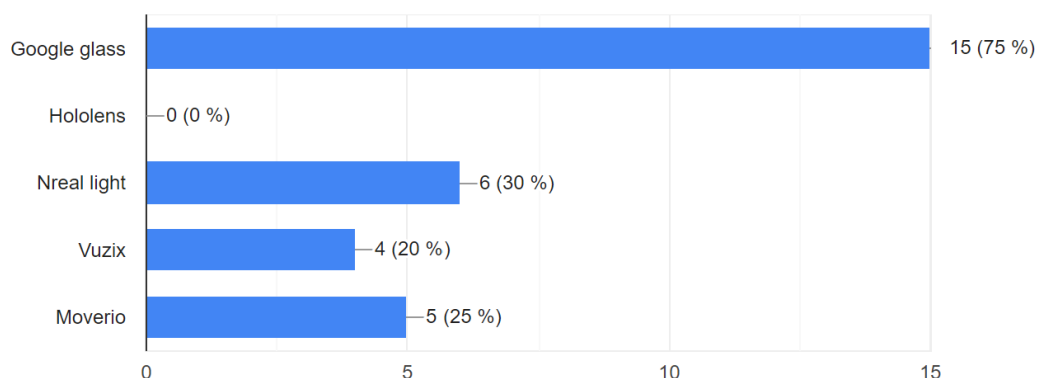
I detta avsnitt kommer resultatet av enkäten redovisas. Det var 20 anestesiologer som svarade på enkäten. Nedan redovisade två svar är de viktigaste och resterande svar på frågorna redovisas i bilaga A. I enkäten fanns i samband med en fråga bilder på de olika smarta glasögonen som omnämns. Detta framgår ej i figur 5.2.

Om möjligheten fanns att övervaka en patient på distans via smart glasögonen, vad skulle du då vilja se i smart glasögonen? Med distans menas att du som användare av glasögonen befinner dig på en annan fysisk plats än vad patienten gör, exempelvis på en annan operationssal eller på en annan avdelning. Välj ett av fyra.



Figur 5.1 Bild från enkäten med diagram på hur anesthesiologerna svarade på frågan

Om du skulle få välja vilka glasögon som helst vilket/vilka skulle du använda då av de som finns på bild nedan: Välj en eller fler.



Figur 5.2 Bild som visar anesthesiologers preferens kring olika smarta glasögon

5.2 Resultat prototyp

På Sahlgrenska fanns det ej tillgång till några smarta glasögon. För att testa visualiseringssystemet i verkligheten fick man tillgång till ett par Hololens hos företaget Cybercom som har sitt kontor på Lindholmen.

Nedan redovisas några bilder från testen av systemet. Fler bilder från testen finns redovisade i bilaga B.

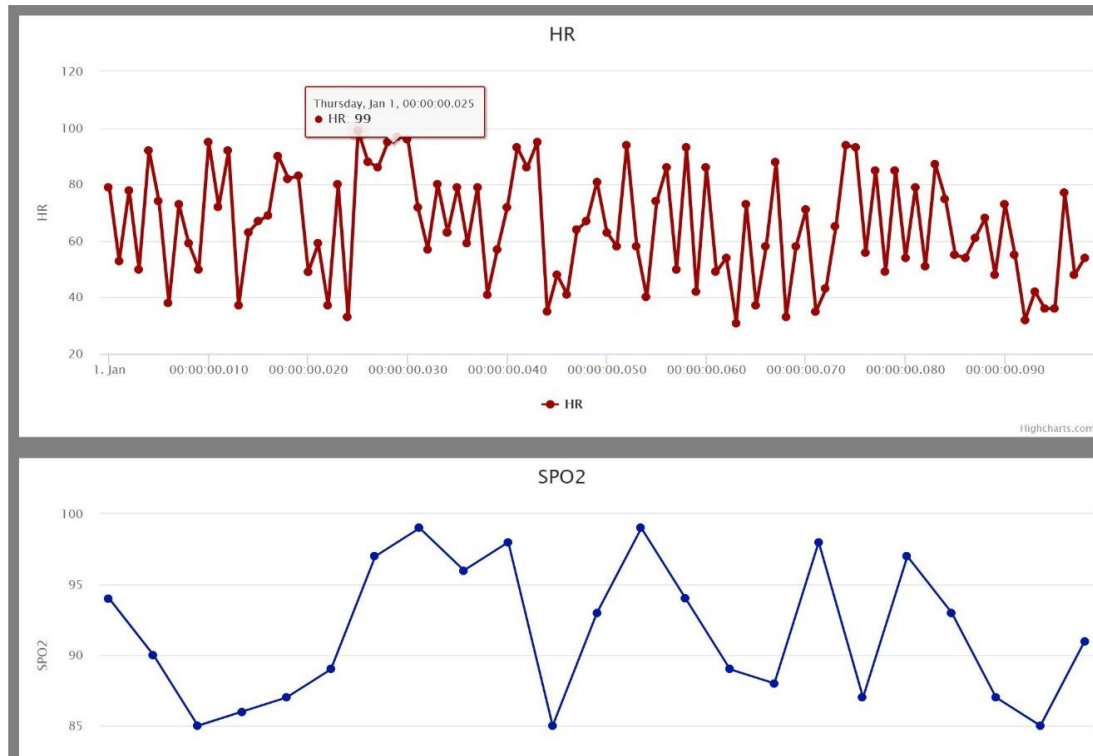
Figur 5.3 visar resultatet från Raspberry Pi i en Hololens. Fler resultat från Raspberry Pi redovisas i bilaga B.



Figur 5.3 Bild från hololensen HR (Hjärtfrekvens) ABP (Blodtryck) och SPO2(Syresaturation i blodet) visas

Figur 5.4 visar hur websidan från Arduinons webserver ser ut i en Chrome browser. Andra webbläsares resultat kan man se i bilaga C.

The patients vital values



Figur 5.4 Bild från Arduinon i en Chrome browser

6 Diskussion

Man lyckades få upp graferna från Raspberry Pi i Hololens glasögonen, vilket visar hur prototypen visualiserar graferna i de smarta glasögonen. Det visade sig att Raspberry Pi var bäst lämpad för att skapa prototypen. Eftersom Raspberry Pi hade mer minne inbyggt jämfört med Arduinon. Det lämpligaste sättet att presentera information visade sig att vara liknande grafer som presenteras på patientövervakningsmonitorn, utifrån enkäten.

I det resterande av detta avsnitt kommer svaren på frågeställningarna diskuteras och besvaras. Här ges även en kritisk diskussion som granskar arbetet som utförts och beskriver tänkbara förbättringar som hade gjort detta arbete bättre. I den etiska diskussionen kommer de etiska bitarna av användningen av smarta glasögonen inom vården diskuteras.

6.1. Svar på frågeställningar

Här kommer svaren på frågeställningarna och målens uppfyllnad presenteras och diskuteras.

6.1.1. *Hur ska infon presenteras på glasögonen?*

Utifrån enkätsvaren och efter test av visualiseringen från systemet så drar projektet slutsatsen att visualiseringen skall utformas enligt följande vilket är likt prototypen som skapades. Istället för visualisering på en hemsida bör det visas i ett par smarta glasögon.

Då anestesiologer vill att visualiseringen i stort sett ska se ut som på den medicinsktekniska utrustning, samtidigt som man vill undvika information overload, bör informationen endast presenteras som grafer. För många intryck kan göra så att anesthesiologerna får huvudvärk vilket kan bli en distraktion som sedan kan orsaka fara för patienten.

6.1.2. *Vilken information ska visas under operationens gång? (Hur ska infon styras?)*

Enligt svaren från enkäten så bör graferna som ska visas med de olika värdena kunna växlas av användaren. Anledningen till att anesthesiologerna vill växla mellan graferna är att de vill kunna se informationen från patienten tydligare än om alla grafer skulle ligga i samma fönster. Systemet skall ej växla automatiskt mellan de enskilda graferna.

6.1.3. *Möjligheter kring olika typer av smarta glasögon?*

Som man kan läsa i teoriavsnittet har olika glasögon olika möjligheter och begränsningar. Enligt enkäten så vill anestesiologer kunna se båda skärmarna men samtidigt även kunna ha ett par glasögon som inte täcker ögonen. En viktig faktor som också behövs tas hänsyn till är risken för "informations overload" hos anesthesiologen som använder de smarta glasögonen. Då visualisering av grafer är vald att följa hur det ser ut på den medicinsktekniska utrustningen behöver anesthesiologerna inte möta ytterligare en informationsform. Eftersom olika smarta glasögon har olika fördelar och nackdelar är det viktigaste för anestesiologer att de smarta glasögonen sitter bekvämt och inte är distraherande. För detta ändamål skulle Google glass vara det bästa valet eftersom de inte täcker ögonen och eftersom de redan är utrustade med röststyrning och har en pekplatta på sidan som gör att man kan styra om man inte kan prata [3].

6.1.4. *Hur ser användningen av AR ut idag, inte bara inom sjukvård utan även utanför?*

Användningen av förstärkt verklighet är väldigt bred. Som man kan läsa i historieavsnittet så började man använda förstärkt verklighet inom flygvapnet genom att projicera flygplanets instrumentvärden på insidan av hjälmens frontglas. Idag har detta utökats och det är många

fler tillämpningar där förstärkt verklighet förbättrar användarvänligheten av system. Moverio har utvecklat smarta glasögon avsedda för kommersiellt bruk, industri och sjukvården. Inom industrin har förstärkt verklighet och smarta glasögon användning kring flera olika områden. Bland annat inlärning och som hjälp vid reparation och felsökning. Sedan har samma företag även utvecklat användningar inom det medicintekniska området bland annat så att kirurger lätt kan komma åt patientens data. På senare tid har det också blivit mer populärt med förstärkt verklighet inom turismen. Där turister kan ladda ner applikationer på sina telefoner och på så sätt kan få reda på vart närmaste bankomat eller restaurang ligger [29]. Förstärkt verklighet har också blivit populärt inom mobilspel bland annat Pokemon Go och Wizards Unite där Pokemon eller figurer från Harry Potter visualiseras direkt i kamerabilden av till exempel sitt egna vardagsrum eller ute på gatan [2], [20].

Inom sjukvård används förstärkt verklighet idag endast i ett undersökande syfte och har inte helt kommit ut på marknaden ännu. I artikeln *Visualization techniques for augmented reality in endoscopic surgery* beskrivs hur man visualiserar tumörer med olika metoder på en gris och sedan jämför dessa med varandra för att sedan se vilken metod visar tumören tydligast. Det som gör är att på olika sätt visualisera tumörer med hjälp av förstärkt verklighet så man kan se var tumören ligger i förhållande till grisens inälvor. Man redovisar även på vilket sätt som tumören bör visas för bästa resultat. [21]. I en annan studie *Towards augmented reality guided craniotomy planning in tumor resections* presenterar man försök att visualisera hjärntumörer för att på detta sätt kunna planera operationen [22]. Ytterligare en studie *Augmenting scintigraphy images with pinhole aligned endoscopic cameras: A feasibility study* redogör för hur man med hjälp av gammakameror kan följa operationens gång i en mobiltelefon [23].

6.1.5 Mål: Att skapa en prototyp för hur detta kan se ut och en jämförelse av vilken hårdvara som är mest lämpad för detta syfte mellan Arduino och Raspberry Pi.

Förslag på hur prototypen bör designas hittar man i resultatavsnittet. Att jämföra dessa är svårt. Rent minnes och prestandamässigt är systemet med Raspberry Pi:en mycket bättre än Arduinon. Sedan är det lite beroende av hur man vill lösa detta i samband med att användandet implementeras ute i världen. Vill man endast samla in värden och skicka vidare detta är Arduinon ett bättre val men om man vill skapa hela applikationen på hårdvaran så är Raspberry Pi:en bäst eftersom den har mer minne och bättre prestanda. Fördelen är även att många nödvändiga funktioner redan finns på en Raspberry Pi jämfört på Arduinon för vilken man behöva köpa till olika anslutningsbara enheter med specifika uttag och minnen. Det finns även större möjligheter till utökning av funktioner i programmet med Raspberry Pi:en då denna redan har större arbetsminne och högre prestanda. Man kan exempelvis vilja lägga till funktioner i applikationen som att kunna byta mellan patienter i olika operationssalar eller se patientens hjärnaktivitet, vitala- eller ventilationsvärden. Med detta så har man kommit fram till att Raspberry Pi:en är den hårdvara som är bäst lämpad för detta syfte [13], [12].

6.2. Kritisk diskussion

Här följer en diskussion kring det man hade kunnat förbättra i detta arbete. När det gäller planeringen av arbetet så var det noggrant planerat avseende vad som skulle genomföras men inte hur allt skulle genomföras. Detta ledde till att man behövde göra flera lösningar som fungerade, men som inte gav ett bra resultat. Ett exempel är hur man i slutändan hårdkodade in HTML-filen som en lång sträng till Arduinosystemet eller att JavaScriptens källkod behöver sparas i cacheminnet på webbläsaren. Om man detaljplanerat lite mer hade man troligen utvecklat en bättre lösning som hade fungerat på ett bättre sätt. Även att tidigt kunna

bestämna vad man behöver så att man har tid att vänta på att få tag på till exempel manualer till patientövervakningsutrustningen. Att hårdkodade allt i Arduinon var inte den bästa lösningen men efter många försök med att få SPIFFS att fungera tvingades man välja att hårdkoda eftersom tiden annars inte skulle räcka till.

Hur skulle man då kunna göra istället? Det finns många lösningar. Det som hade hjälpt mycket från början för att bättra på denna lösning är att ha ett SD-kort kopplat till Arduinon och där spara till exempel sourcefilen för javascripten istället för att behöva öppna den innan man kopplar in sig till Arduinons nätverk. På SD-kortet hade man även kunnat spara HTML-filen vilket hade gjort det mycket lättare att se vad som händer istället för att ha det hårdkodat som det är nu. Ett annat sätt som också hade kunnat vara en bättre lösning är att endast låta Arduinon spara ner data från den medicinska tekniska utrustningen och sedan skicka denna till webbservern. På denna webbserver finns en applikation eller en hemsida som tar emot denna data i form av värden och formaterar den så att den kommer ut som grafer. Fördelen med denna metod hade varit att Arduinon endast används som webbserver och som minne till värdena från den medicintekniska utrustningen och man kan då utveckla en applikation/hemsida med fler funktioner då man inte behöver oroa sig för minnet på Arduinon. Detta skulle då också göra att man i applikationen/hemsidan skulle kunna välja vilken operationssal och patient man vill se vitala, hjärn- eller ventilationsvärden på. Säkerheten med denna lösning är heller inte garanterad eftersom det inte krävs något lösenord för att komma in på webbservern som hostar webbsidan. Det gör att vem som helst inom Arduinons Wi-Fi-räckvidd skulle kunna ha åtkomst till denna hemsida. För att eliminera den risken får man lägga in ett lösenord istället. Det som gjorde att det tog så lång tid att skapa själva prototypen var att Phillips, på sin hemsida, inte hade beskrivning av kommunikationsstandarden mellan instrumenten.

Inom ramen för projektet hann man inte med att läsa in de simulerade värden utifrån på Raspberry Pi. De simulerade värden skulle kunna genom att använda något som kallas för Websocket vilket gör att man kan skicka värden till HTML-filen genom anslutningen som redan finns efter att man har gjort HTTP-anropet. Detta hade gjorts om det funnits mer tid. Under testningen fanns inte en SD-läsare tillgänglig på Arduinon och därför fick man istället öppna sourcekoden till JavaScriptet på Microsoft Edge på Hololensen så att detta sparas i cacheminnet. Då Arduinon skapar en egen webbserver har den inte tillgång till nätet att få hem sourcekoden. Sourcekoden är även för lång för att lägga in i Arduino programmet så därför fick detta tillfälligt lösas på detta sätt. Därför är resultatet på Hololensen endast från Raspberry Pi:en som man kan se i bilaga B.

Tydligare exempel i enkäten hade gett bättre svar på fråga fem. Eftersom det verkade som att den frågan var lite förvirrande hade man kunnat förklara lite bättre vad jag menade med stöd av några bilder och genom det kunnat få ut ett bättre svar på frågan. Enkäten hade också en förhållandevis låg svarsfrekvens då det endast var 20 anestesiloger som svarade av minst 100. Det är lite svårt att veta exakt antal som detta kom ut till. Hade det inte varit för COVID-19 så hade man kunnat se till att detta kom ut till fler, men under rådande omständigheterna vill jag inte störa i deras viktiga arbete då de redan har fullt upp med COVID-19.

6.3. Etisk diskussion

Nedan följer en kort etisk diskussion som tar upp etik som inte är den stora delen i detta arbete men som är värt att nämna och att ha med sig i framtida arbeten. En fråga som har kommit upp och diskuterats i arbeten som har nämnts tidigare i detta arbete handlar om patientsäkerhet och användarens säkerhet. I studien *Smart glasses: Interaction, privacy, and social implications* diskuterar de en användares privatliv och säkerhet i ett personligt bruk av

smarta glasögon. De kom fram till att denna diskussion kommer att likna samma diskussion som uppstod efter att de första smarta telefonerna kom och att det efter ett tag av användning kommer bli en vana i samhället och att människor helt enkelt inte kommer bry sig om riskerna längre [24]. I en annan studie *The use of smart glasses in healthcare -review* diskuteras för- och nackdelar med smarta glasögon inom vården. De kom fram till att om man ska använda smarta glasögon inom vården så måste man kunna garantera patientsäkerheten [25]. En annan fråga som kommer upp i den etiska diskussionen är hur patienten skulle uppleva sin vård om anestesiologen skulle ha ögonen bakom till exempel en Hololens jämfört med Google Glass. Att bära ett par Hololens är likvärdigt med att ha på sig ett par grova solglasögon och skymmer ögonen medan Google Glass inte skymmer ögonen.

6.4. Diskussion kring hållbar utveckling

Genom att använda smarta glasögon inom sjukvården kan vården bli mer resurseffektiv. Som det står i avsnittet för bakgrund behöver läkare som inte är närvarande vid patienten ibland bli tillfrågad på grund av situationer som uppstår under en operation. Med smarta glasögon kan läkarna då se patientens parametrar utan att vara närvarande i salen och på så sätt kunna ge instruktioner på hur situationen kan bli bättre för patienten. Detta leder till bättre hälsa och sjukvård och att alla patienter i större utsträckning blir behandlade under lika villkor. Smarta glasögon kan även göra det möjligt att det i framtiden kan komma mindre maskiner och monitorer i operationssalen än vad det är idag. Detta kan då ge mer utrymme för operationspersonalen att röra sig på och det blir lättare att hålla operationssalen steril.

6.5. Vidareutveckling

Idag är smarta glasögon inom vården bara en ambition och möjlighet. Det finns enstaka läkare som har testat smarta glasögon men inga som använder det till vardags. Troligen kan användandet av smarta glasögon utvecklas enormt. Genom att lägga in olika funktionaliteter och vidareutveckla hur informationen ska visas. Jag tror mycket på lösningarna att låta en Arduino/Raspberry Pi spara ner värden och sedan skicka iväg dessa på en webbserver och där kan de läggas in i en applikation. Då kommer det även att behöva utvecklas ett separat program som kan utvinna rätt parametrar från den medicintekniska utrustningen. Denna applikation kan sedan sortera värden från olika monitorer tillhörande olika patienter. Sedan ska applikationen kunna öppnas på olika enheter som datorer, mobiltelefoner, plattor och smarta glasögon. Användaren bör kunna bestämma vilken patients värden man vill se. Smarta glasögon skulle även kunna användas utanför operationssalen. Genom att läkaren skulle kunna ha tillgång till patientens journal och att lätt kunna tala in minnesanteckningar och samtidigt hålla kontakt med patienten utan att behöva sitta vid datorn. Detta arbete ger en grund för hur det kan se ut och prototypen kan vidareutvecklas för att sedan kunna användas i verkligheten.

Referenser

- [1] J. Peddie, *Augmented Reality - Where We Will All Live*, Cham, Switzerland: Springer, 2017.
- [2] Pokemon Go, Nintendo, "The Official Pokemon Website," Nintendo, 2017. [Online]. Available: <https://www.pokemon.com/us/>. [Använd 19 05 2020].
- [3] Google, "Tech Specs - Glass," Google, [Online]. Tillgänglig: <http://www.google.com/glass/tech-specs/>. [Använd 19 05 2020].
- [4] VUZIX, "Vuzix Tecgnology | Smart Glasses," Vuzix, [Online]. Tillgänglig: <https://www.vuzix.com/technology/smart-glasses>. [Använd 19 05 2020].
- [5] Microsoft, "Hololens 2 - Overview, Features and Specs | Microsoft Hololens," Microsoft, [Online]. Available: <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/hardware>. [Använd 19 05 2020].
- [6] Epson, "Moverio BT-30C USB-C Smart Glasses | Epson," Epson, [Online]. Tillgänglig: <https://epson.com/moverio-bt30c-usb-c-compatible-smart-glasses#>. [Använd 19 05 2020].
- [7] Health Level Seven International, "Introduction to HL7 Standards | HL7 International," Health Level Seven International, 2007. [Online]. Tillgänglig: <https://www.hl7.org/implement/standards/>. [Använd 19 05 2020].
- [8] Phillips, *IntelliVue Patient Monitor*, Tyskland: Phillips, 2015.
- [9] Maquet Getinge Group, *Bruksanvisning FLOW-i 3.0 Anestesisystem*, Sverige: Maquet Critical Care AB, 2012.
- [10] Masimo, "Masimo - Next Generation SedLine Brain Function Monitoring," Masimo, [Online]. Tillgänglig: <https://www.masimo.com/products/continuous/root/root-sedline/>. [Använd 19 05 2020].
- [11] Arduino, "ARDUINO UNO WIFI REV2 | Arduino Official Store," Arduino, 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://store.arduino.cc/arduino-uno-wifi-rev2>. [Använd 19 05 2020].
- [12] Raspberry Pi, "Buy a Raspberry Pi 3 Model B - Raspberry Pi," Raspberry Pi Foundation, [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>. [Använd 19 05 2020].
- [13] Arduino, "Arduino - Software," Arduino, [Online]. Tillgänglig: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software>. [Använd 19 05 2020].
- [14] Microsoft, "Visual Studio IDE, Code Editor, Azure DevOps & App Center - Microsoft," Microsoft, 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://visualstudio.microsoft.com/>. [Använd 19 05 2020].
- [15] O. Sessink, "Bluefish Editor : Homer," Bluefish, 2020. [Online] Tillgänglig: <http://bluefish.openoffice.nl/index.html>. [Använd 19 05 2020].
- [16] T. D. Wilson, "Information overload: implications for healthcare services," Department of Information Studies, University of Sheffield, United Kingdom, 2001.
- [17] K. A. A. S. G. Campbell, "Distraction and interruption in anaesthetic practice," *British Journal of Anaesthesia*, nr 109, pp. 707-715, 2012.
- [18] J. M. U. Z. F. Judith B. Strother, *Information Overload An International Challenge for Professional Engineers and Technical Communicators*, New Jersey: IEEE Press Editorial Board, 2012.
- [19] M. A. N. J. L. G. Sunwook Kim, "Augmented Reality "smart glasses" in the workplace: Industry perspectives and challenges for worker safety and health," *IIE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors*, nr 4, pp. 253-258, 2016.
- [20] Warner Bros. Entertainment Inc, "Home - Harry Potter Wizards Unite," Warner Bros, [Online]. Tillgänglig: <https://www.harrypotterwizardsunite.com/>. [Använd 19 05 2020].

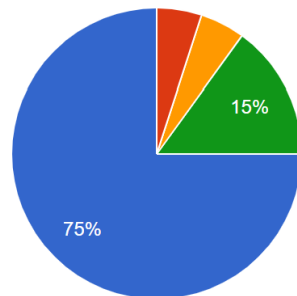
- [21] Z. G. Z. Z. R. P. Rong Wang, "Visualization techniques for augmented reality in endoscopic surgery," i *Medical Imaging and Augmented Reality*, Bern Switzerland, 2016.
- [22] I. J. G. S. D. K. P. J. A. H. D. L. C. Marta Kersten-Oertel, "Towards augmented reality guided planning in tumor resections," i *Medical Imaging and Augmented Reality*, Bern, Switzerland, 2016.
- [23] M. R. M. S. S. H. P. C. C. Peter A. von Niederhäusern. Ole C. Maas, "Augmenting scintigraphy images with pinhole aligned endoscopic cameras: A feasibility study," i *Medical Imaging and Augmented Reality*, Bern, Switzerland, 2016.
- [24] M. Bertrani, "Smart glasses: Interaction, privacy, and social implications," ETH Zurich Department of Computer Science, Zurich, Switzerland, 2014.
- [25] N. Wrzesnska, "The use of smart glasses in healthcare -review," *MEDtube Science*, vol. III, nr 4, pp. 31-34, 2015.
- [26] Pixabay, "Arduino UNO Technology – Free image on Pixabay" Pixabay, 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://pixabay.com/illustrations/arduino-arduino-uno-technology-2168193/>. [Använd 22 05 2020].
- [27] Wikimedia Commons, "File: Raspberry Pi 3 illustration.svg – Wikimedia Commons" Wikimedia Commons, 2020. [Online]. Tillgänglig: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raspberry_Pi_3_illustration.svg. [Använd 22 05 2020].
- [28] Interfaceware, "Understanding HL7 messages – Healthcare Integration Blog" Interfaceware, 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://blog.interfaceware.com/understanding-hl7-messages/>. [Använd 29 05 2020].
- [29] World Around Me App, "World Around Me App | An app to find places around you and the things to do all over the world" World Around Me App, 2020. [Online]. Tillgänglig: <https://worldaroundmeapp.com/>. [Använd 29 05 2020].

Bilagor

Bilaga A: Svar från enkät

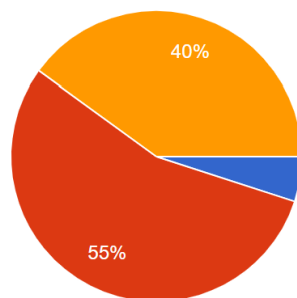
Hur skulle du vilja att larmen förmedlas i smart glasögonen? Välj ett av fyra.

20 svar



- Blinkande ram kring den parametern som larmar
- Blinkande meddelande i form av en liten cirkel i ett hörn av skärmen visas
- Skärmen växlar mellan larm och ickalarmande vitalparametrar automatiskt med några sekunders intervall
- Endast parametern som larmar visas i synfältet tills dess att larmet bekräftar sig. När larmet bekräftar sig återgår det till m...

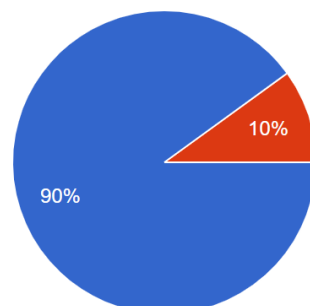
Hur skulle du vilja att glasögonen styrs? Med styrs menas hur användaren navigerar mellan olika menyer i glasögonen. Välj ett av tre.



- Genom att använda rösten
- Genom att använda sig av en touchfunktion. Användaren trycker med fingret på en liten "musplatta" fäst på sidan av glasögonen
- Det ena utesluter inte det andra

De 40% som tyckte att det ena inte uteslöt det andra motiverade detta med att man vill använda sig av touchpad då man sover en patient eller om man behöver prata med sina kollegor vid nödsituation. Samtidigt tyckte de att det kan vara bra att kunna röststyra om man har båda händerna upptagna.

Om smart glasögonen inte kan visa vital parametrar (puls, blodtryck, Spo2, kroppstemperatur osv.) och parametrar från en eventuell narkosapparat/respirator samtidigt, hur skulle du då vilja att de presenteras? Välj ett av två.

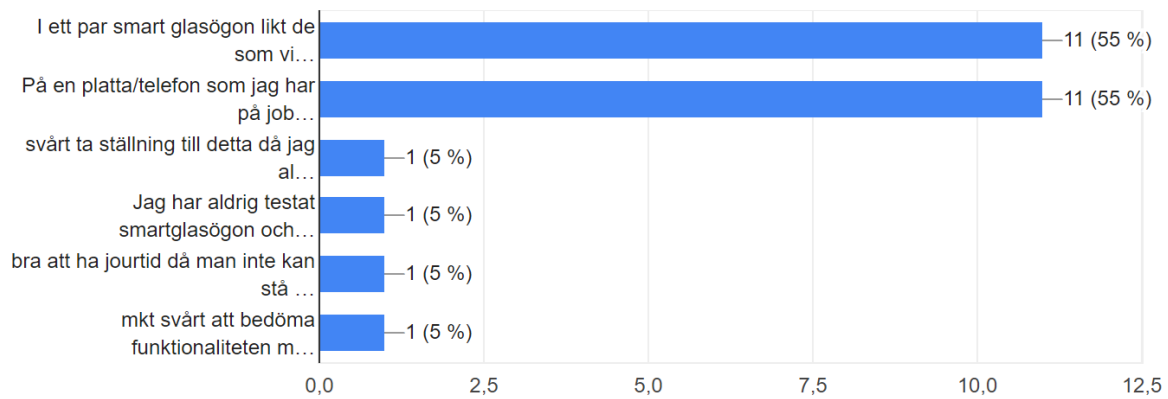


- Genom att användaren styr vilka parametrar som visas och när de ska visas
- Genom att glasögonen skiftar automatiskt mellan vilka parametrar som visas efter en viss tid som ställts in av användaren

Om smart glasögonen kan visa vitala parametrar och parametrar från en eventuell narkosapparat/respirator samtidigt, hur skulle du då vilja att de presenteras? Välj ett av tre.

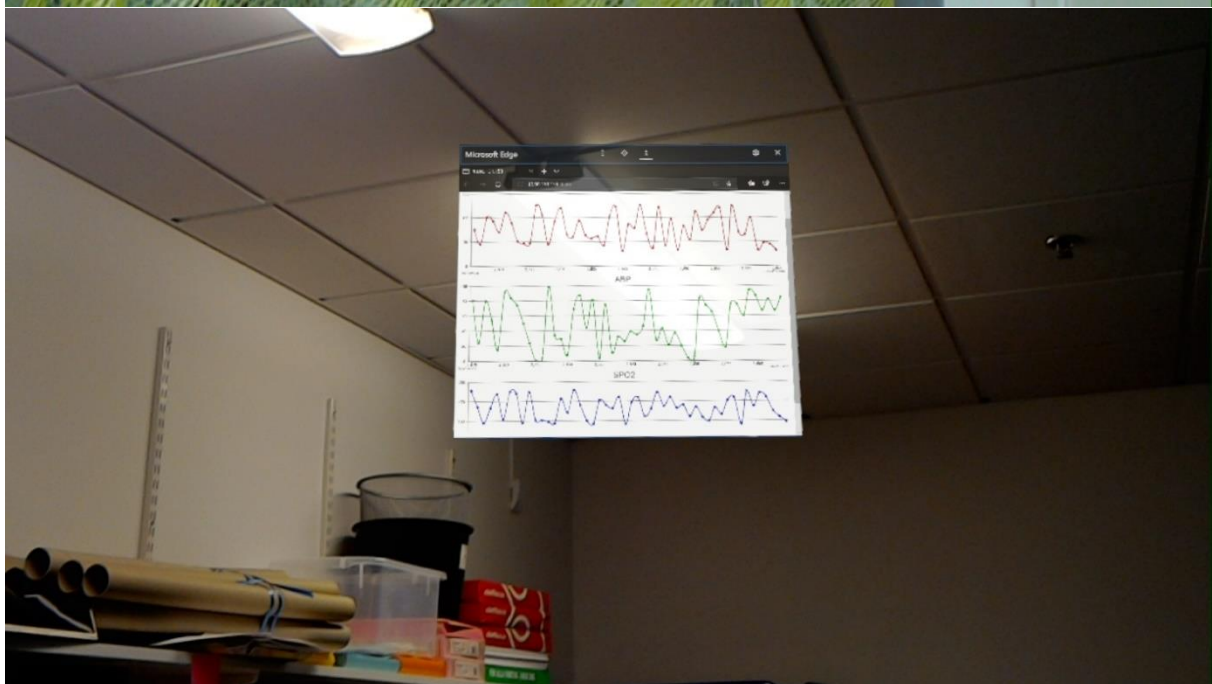


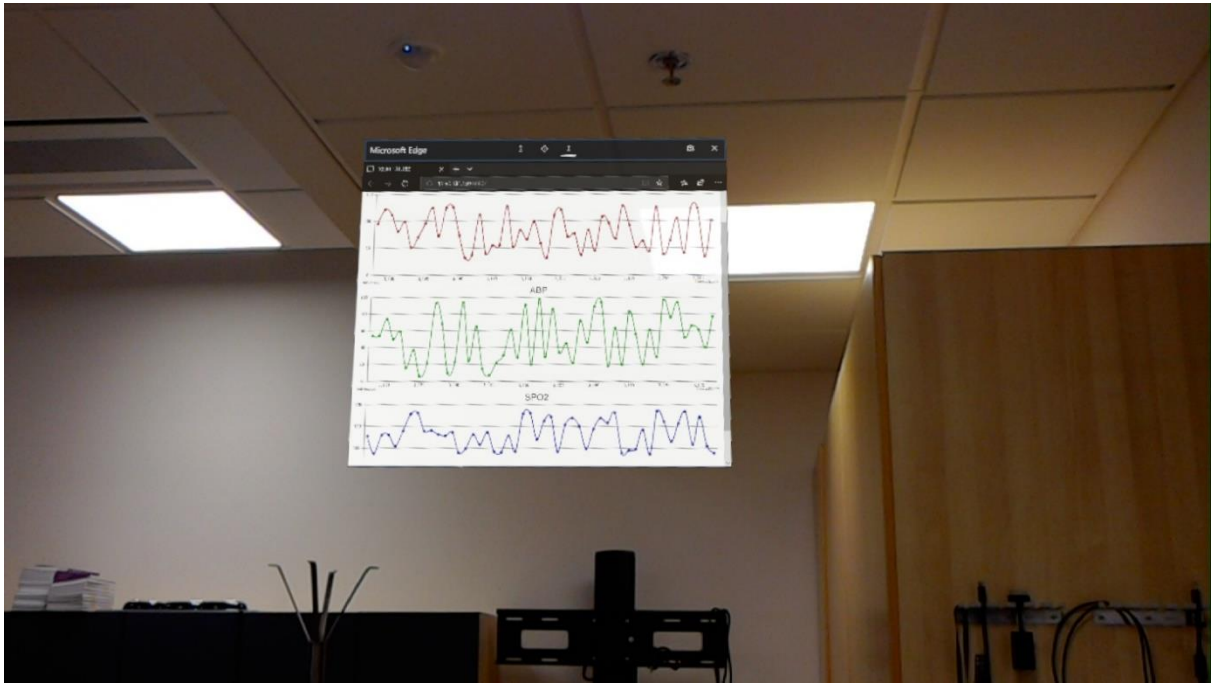
Ifall man inte kan befinna sig vid patientens sida men ändå skulle behöva se parametrar från patienten, hur skulle du då vilja se dem? Välj en eller fler, du kan även skriva in ett eget förslag.



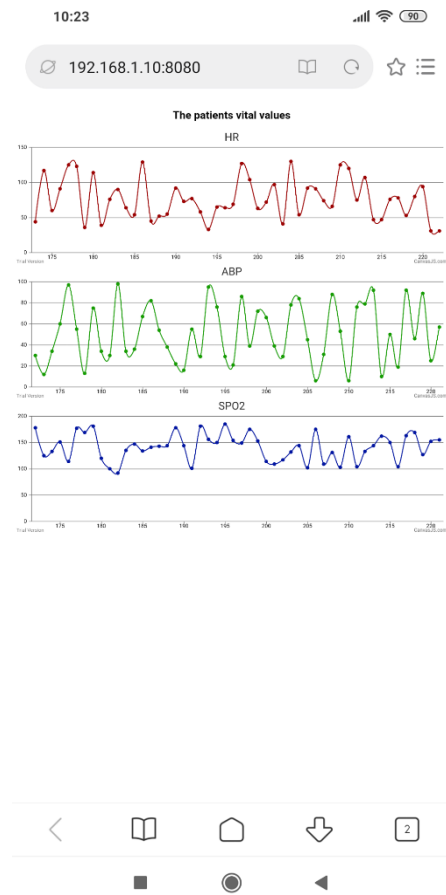
Bilaga B

På följande fyra bilder visas resultatet från Raspberry Pi systemet visualiserat i ett par Hololens.

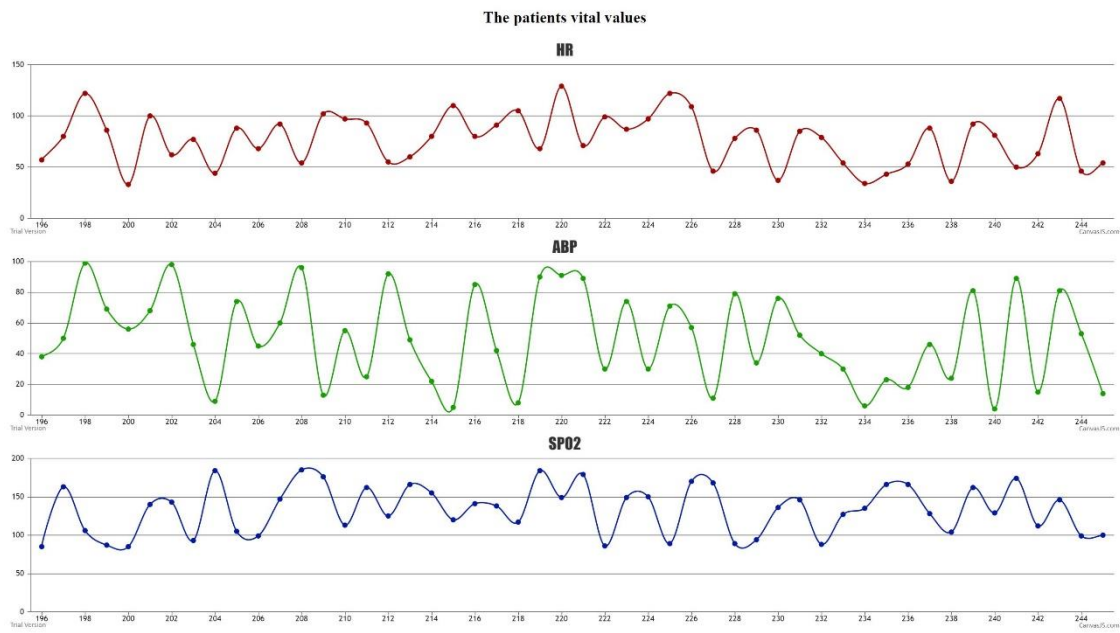




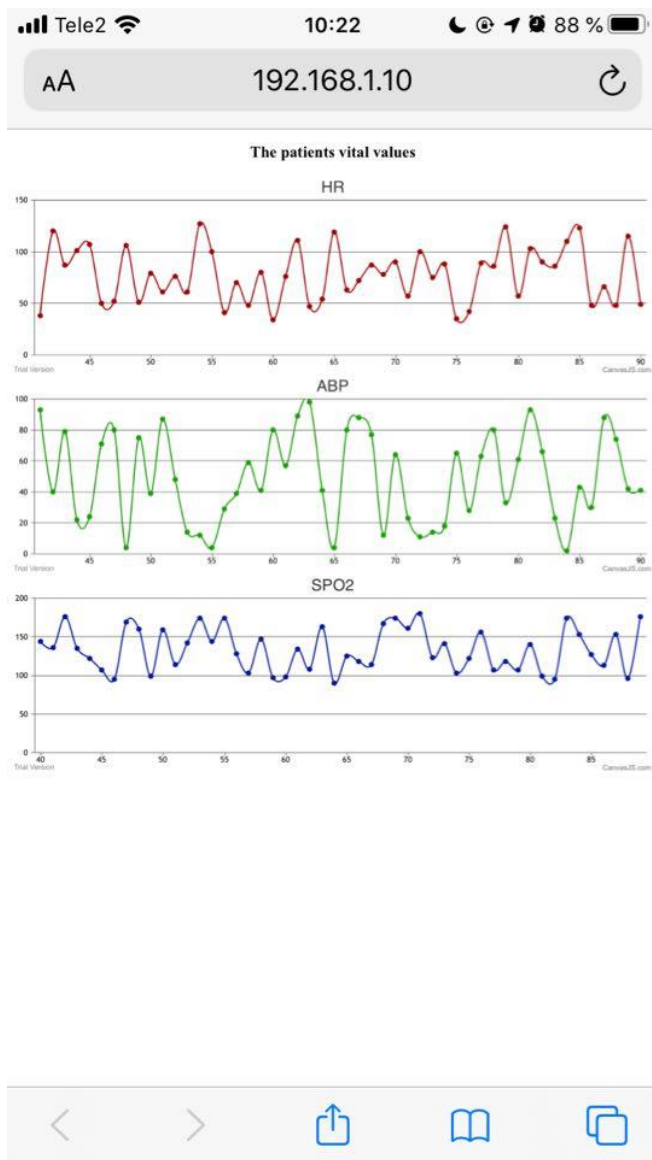
På bilden nedan visas resultatet i Chrome på en mobiltelefon med Android operativsystem



På bilden nedan visas resultatet i Chrome i ett Windows 10 operativsystem



På bilden nedan visas resultatet i safari på Iphone IOS.



Figur 1 Safari på iphone

Bilaga C: Resultat från tester med Arduino systemet

På bilden nedan visas resultatet i Chrome på Windows 10

The patients vital values



På bilden nedan visas resultatet i Safari på Iphone IOS.

