Feasibilitetsstudie: Design, undersøgelse og sammenligning af assistent- og robotstyrede telesonografiske systemer

Kandidatspeciale Biomedicinsk teknik

Institut for Ingeniørvidenskab,
Aarhus Universitet

Johannes Hollensberg
Søren Holm Pallesen

Titel

Feasibilitetsstudie: Design, undersøgelse og sammenligning af assistent- og robotstyrede telesonografiske systemer.

English Title

Feasibility Study: Design, research and comparative study of assistant and robotic controlled telesonographic systems.

Johannes Hollensberg
Studienummer: 19971357

Søren Holm Pallesen
Studienummer: 201308807

Kandidatspeciale i Biomedicinsk teknik

Projektperiode: 26.01.2015 – 01.06.2015

30 ECTS

Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Vejleder: Adjunkt Samuel Alberg Thrysøe

Klinisk vejleder: Overlæge og lektor Lars Bolvig Hansen

Afleveringsdato: 1. juni 2015

AARHUS UNIVERSITY

Resumé

Baggrund

Demografiske udfordringer i Danmark og Europa øger den finansielle og kapasitive belastning af sundhedsvæsenet. Telemedicin kan potentielt mindske de økonomiske omkostninger mens kvaliteten, effektiviteten og tilgangen til sundhedsydelserne kan øges. Telemedicin kan derudover imødekomme centralisering af medicinske specialer, og der er stor patienttilfredshed med telemedicinske tjenester.

Sonografi er en hurtig, omkostningseffektiv, ikke-ioniserende undersøgelsesmetode. Antallet af sonografiske undersøgelser er stigende, og i Danmark blev der i 2013 foretaget mere end 1,7 mio. undersøgelser. Sonografi er meget operatørafhængig og det tager år for en specialist at optræne den nødvendige øje/hånd-koordination samtidig med realtidstolkninger af billederne.

Robotteknologi anvendes i stigende grad i medicinsk forskning. En operatør kan i realtid fjernstyre en robotarm, så denne replicerer operatørens bevægelser.

Telesonografi kombinerer sonografi med informationsteknologi og kan øge adgangen til sundhedsydelser på verdensplan. Telesonografi er en teleoperativ ultralydsundersøgelse, som tillader realtidsdiagnosticering selvom lægen og patienten er fysisk adskilte.

Metode og Materiale

Målet med dette kandidatspeciale er at designe og udvikle to telesonografiske systemer samt at undersøge og sammenligne systemerne i et feasibilitetsstudie.

I et Assistent-styret System guider en læge en assistent til at foretage ultralydsundersøgelsen. I et Robot-styret System fjernstyrer lægen en robotarm med påmonteret ultralydsprobe via et joystick. Systemet muliggør skift af probe. Lægen har i systemerne visuelt overblik via videolink og lægen kan fjernstyre alle ultralydsindstillinger.

I feasibilitetsstudiet foretog en radiolog FAST- og FATE-undersøgelser på ti figuranter (fem kvinder og fem mænd, 38 år [24 - 64 år]). De blev alle interviewet omkring deres oplevelser af systemerne og der blev foretaget bitmålinger.

Resultater

Systemerne gav mulighed for tilfredsstillende kommunikation mellem læge, assistent og figuranter til trods for fysisk adskillelse.

Assistent-styret System er hurtigt, effektivt og har god funktionalitet. Systemet kræver at assistenten er trænet i ultralydsprojektionerne.

Robot-styret System fungerer tilfredsstillende, men det kan være svært at styre for lægen og kræver et mere intuitivt joystick.

Sikkerheden var god ved begge systemer og de kan bruges i medicinsk sammenhæng. Brugerne tog positivt imod begge systemer, men Assistent-styret System var deres foretrukne.

Videolink og fjernskrivebord er påvirket af ustabilt internetforbindelse.

Diskussion/perspektivering

Vores studie er specielt ved at sammenligne to telesonografiske systemer og inddrage brugernes oplevelser. Anden telesonografisk litteratur fokuserer kun på tekniske aspekter og er derfor mindre sammenlignelige. Det telesonografisk område er klare til mere fokus på økonomiske, organisatoriske og patientrelaterede aspekter og videre forskning.

Abstract

Introduction

Demographic challenges throughout Denmark and Europe are increasing the financial and capacitive strain on healthcare services.

Through telemedicine the financial costs of healthcare services can decrease, while the quality, efficiency and access can increase. Furthermore, telemedicine is well accepted and can help to overcome the centralising of medical specialities. Sonography is a fast, economically efficient, non-ionising examination method, rising in numbers. In Denmark more than 1.7 million sonographic examinations were performed in 2013. Sonography is very user dependant and it takes years to become a specialist achieving the dynamic eye/hand coordination with a real time interpretation of the sonographic images.

Usage of robotic technology in medical research is increasing. A robot can replicate the operators movements in real time. Telesonography is a combination between sonography and information technologies, improving access to healthcare services worldwide. Telesonography is a sonographic examination allowing for real time diagnostics over a given distance in spite of physical separation between the medical doctor and the patient.

Materials and Methods

The aim of this master thesis is to design and develop two telesonographic systems and assess and compare their feasibility.

One system is an assistant controlled system, where a medical specialist gives guidance to an assistant performing FAST and FATE examinations. The other system is a robotic controlled system, where the specialist performs all tasks himself. Changing between different transducers is possible. Both systems allow the specialist to control all sonographic parameters. Video communications is maintained through a video link. During the feasibility study a sonographic specialist performed FAST and FATE examinations on ten volunteering subject (five female and five male, age 38 [24 - 64]). All were interviewed regarding their experience with the systems. Bit-measurements were performed.

Results

A satisfying communication was obtained between the medical doctor and the subjects and there were no limitations due to physical separation.

Assistant controlled system was swift with an efficient performance. The assistant should be trained beforehand, knowing the sought projections.

The medical doctor had some challenges operating the robotic controlled system and a more intuitive control device should be developed. The safety was sufficient for both systems and they are feasible in a medical context.

All participants welcomed both systems but preferred the assistant controlled system over the robotic controlled system. The quality of the video link and remote desktop were affected by internet instability.

Discussion

Comparing the two telesonographic systems, including the user experience, provides a distinctive study. Other telesonographic literatures only focus on the technical aspects, making them less comparable. The field of telesonography has matured into focusing upon financial, organizational and patient-related aspects and further research.

Forord

Kandidatspecialet er udarbejdet fra 26. januar 2015 til 1. juni 2015. Projektet tager sit udgangspunkt i undervisningen på Institut for Ingeniørvidenskab. Projektet er konkret udsprunget af kurset Interdisciplinær Sundhedsteknologi, hvor ideen om telemedicinsk ultralyd blev skabt. Indledende afsøgning af emnet blev efterfølgende udforsket og afprøvet i anden sammenhæng og undervisning. I den forbindelse er der ydet vejledning og rådgivning fra en bred vifte af fagpersoner i og omkring Aarhus Universitet samt relevante virksomheder.

Acknowledgement

I forbindelse med dette kandidatspeciale vil vi gerne takke følgende personer og virksomheder for deres imødekommenhed og hjælp.

Overlæge og lektor **Lars Bolvig** for at inspirere til specialet og bistå ved gennemførelsen af forsøgene.

Adjunkt **Samuel Thrysøe** for support og vejledning samt invitation til deltagelse i relevante fagkurser.

Lars Skovsgaard, Zacobria (Singapore) for at hjælpe os i mål med den endelige programmering.

Bente Besenbacher og **Peter Johansen, Aarhus Universitet** for økonomisk support til software.

Henrik Christensen, KJV (Hørning) for råd og vejledning.

Morten Olesen, Actura (Aarhus) for venlig udlån af sin Double Robot.

Gert Kjeldsen og **Heidi Bjerre, Santax Medico** (Aarhus) for gentagende udlån af ultralydsscanner.

Bo Sejerø, www.bosejer.com for video- og billedproduktion.

PR Electronics (Rønde) for at åbne dørene, da vi havde brug for hjælp til programmering.

Anæstesiolog **Rasmus Aagaard** for deltagelse og gode kommentarer i forudgående pilotstudiet.

Reumatolog **Thøger Krogh** for deltagelse og gode kommentarer i forudgående pilotstudiet.

Alle **13 figuranter** for frivillig deltagelse.

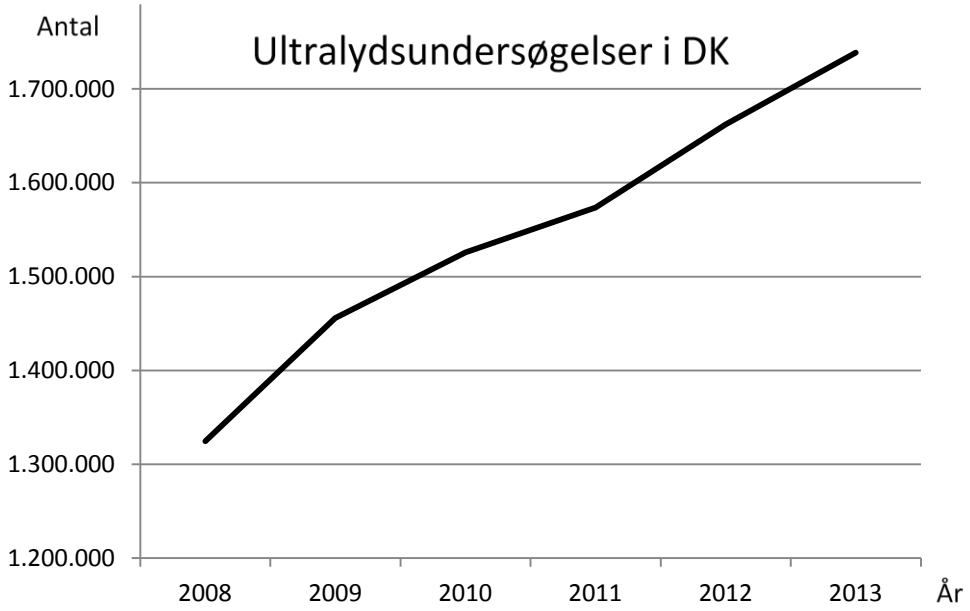
Indholdsfortegnelse

1. Baggrund ... 1
2. Formål ... 3
3. Metode og Materiale ... 4
3.1. Pilotstudie ... 4
3.1.1. Design af telesonografiske systemer ... 4
3.1.1.1. Design af Assistent-styret telesonografisk System ... 4
3.1.1.2. Design af Robot-styret telesonografisk System ... 6
3.1.2. Teknologi ... 8
3.1.2.1. Udstyr ... 8
3.1.2.2. Teknisk opsætning af netværk og system ... 9
3.1.3. Etiske overvejelser og sikkerhedshåndtering ... 11
3.1.4. Pilotstudiets metodiske design ... 11
3.1.5. Pilotstudiets resultater ... 13
3.2. Feasibilitetsstudie ... 17
3.2.1. Metodisk design ... 17
3.2.2. Designvalg ... 19
4. Resultater ... 22
5. Diskussion ... 26
5.1 Metode- og materialediskussion ... 26
5.2 Teknologidiskussion ... 27
5.3 Resultatdiskussion ... 28
6. Konklusion ... 31
7. Perspektivering ... 32
8. Litteraturliste ... 33
9. Bilag ... 39

1. Baggrund

Der forekommer store demografiske udfordringer i Danmark såvel som i Europa i form af en stigende ældre befolkningsgruppe og en faldende arbejdsstyrke [1,2]. Mængden af patienter med kroniske lidelser er tilsvarende stigende, mens ressourcerne til at behandle forbliver konstante eller beskæres. Dette fører til en stigende kapacitiv og økonomisk belastning af sundhedsvæsenet.
Telemedicin har potentiale til at forbedre behandlingen og levere sundhedsydelser i hele verden ved omkostningseffektivisering samt øget adgang, kvalitet og effektivitet [1,3-9]. Især til fjerntliggende områder kan telemedicin overvinde distance- og tidsbarrierer mellem sundhedsydelser og patienter. Telemedicin kan imødekomme speciallægemangel og centralisering af specialister på store sygehuse. Afhængig af konteksten kan kvaliteten af de telemedicinsk sundhedsydelser være lige så god som traditionelle konsultationer. Telemedicin kan potentielt være et redskab til at reducere ressourcer og omkostninger via øget effektivisering gennem bedre forvaltning, kortere rejsetid samt færre eller kortere indlæggelser. Den største effekt ses ved patienterne og deres familie gennem stor patienttilfredshed og accept af telemedicinske tjenester.

Ultralyd (sonografi) anvendes i stigende grad i stort set alle medicinske specialer [10-13]. I perioden fra 2008 til 2013 ses i Danmark en gennemsnitlig stigning på ca. 69.000 ultralydsundersøgelser pr. år, dette ses i Figur 1 [14]. Således blev der i 2013 foretaget 1.738.729 ultralydsundersøgelser i Danmark.



Figur 1. Udvikling af ultralydsundersøgelser i Danmark, 2008-2013.

WHO ser ultralyd som den vigtigste diagnostiske teknologi til udviklingslande og som en ideel billedmodalitet for patienter i ressourcesvage områder [5,8,15,16]. Ultralyd er en hurtig, omkostningseffektiv, ikke-ioniserende undersøgelsesmetode [5,6,16-21]. Ultralyd er desuden patientvenlig, mobil og kan være et alternativ til klaustrofobiske MR-scanninger [11].

Ultralydsscanning er meget operatørafhængig [4,5,10,11,18,22-24]. Det tager år for speciallæger at oparbejde kompetencer til både styring af ultralydsproben og den dynamiske realtidstolkning af ultralydsbillederne for at kunne give en præcis diagnose og behandling [5,11,21]. Dette står i kontrast til andre billedmodaliteter, som kræver en ekspert til tolkning, men ikke til at foretage selve undersøgelsen.
Ofte mangler ultralydsekspertisen, og mange undersøgelser på skadestuerne udføres af ikke-radiologiske klinikere [20]. For at konsultere en ultralydskompetent læge må patienterne ofte flytte sig over store distancer [25]. Dette har sociale og økonomiske omkostninger for både samfundet og patienterne i form af tabt arbejdsfortjeneste og store transportudgifter [3,26].
Ultralyd har ubegrænset anvendelighed og i kombination med informationsteknologi kan ultralyd forbedre sundhedsydelserne på verdensplan [8]. Telesonografi er en teleoperativ ultralydsundersøgelse, hvor specialist og patient er fysisk adskilte [4,26]. Telesonografiske systemer repræsenterer et ideelt klinisk værktøj til realtidsdiagnosticering over en given afstand, hvor specialisten befinder sig langt fra patienten [5]. Dette er blandt andet undersøgt i relation til traumer, livstruende situationer, fjernt- og underudviklede områder og til rumstationer [5,17,20,25].

Industrielle robotter anvendes i stigende grad i samarbejde med mennesker [26-29]. Denne egenskab er overført til sundhedsvæsenet, hvor robotter og robotarme implementeres i medicinsk forskningsmæssig sammenhæng [2,4,5,11,13,17,22-27,30-38]. En operatør kan i realtid fjernstyre en robotarm, så denne replicerer operatørens bevægelser. Ved robotmanøvrering opnås millimeters nøjagtighed og præcision til realtidsultralydsscanninger [27]. I telemedicinsk sammenhæng kan et videolink muliggøre, at operatøren kan se responsen fra robotarmen og dermed sikre korrekt styring [17,25].

I litteraturen beskrives mange forskellige telesonografiske assistent- og robotstyrede systemer [2,4,5,8,11,13,16,17,19,20,22-27,30-43]. De har alle forskellige formål og hypoteser og er ofte feasibilitetsstudier. De er primært begrænset til teknologiske redegørelser og afdækker således ikke økonomiske, organisatoriske og patientrelaterede aspekter.
I kandidatspecialet designes, undersøges og sammenlignes to nye telesonografiske systemer ved kombination af forskellige teknologier som ultralyd, fjernskrivebord, industriel robotarm og videokommunikation. Herved udnyttes specialisternes ultralydskompetencer i de telemedicinske potentialer.

2. Formål

Kandidatspecialet har to overordnede formål:

1. udvikling og design af to telesonografiske system-prototyper til ultralydsundersøgelser:

    Assistent-styret System:
    Operatøren kan via et fjernskrivebord tilgå ultralydsbillede og -indstillinger. Dertil kan han via videolink vejlede en assistent til at styre ultralydsproben.

    Robot-styret System:
    Operatøren kan via et fjernskrivebord tilgå ultralydsbillede og -indstillinger. Dertil kan han styre en UR10 robotarm med påmonteret ultralydsprobe via et joystick, og kommunikere via et videolink.

2. gennemførelse af et komparativt feasibilitetsstudie, hvor de to telesonografiske systemer undersøges og sammenlignes gennem brugernes oplevelse og perspektiv.

3. Metode og Materiale

Projektets metode tager udgangspunkt i de to hovedområder fra ovenstående formål. Indledningsvis beskrives processen i udvikling og design af de to telesonografiske systemer, som testes i et pilotstudie. Resultaterne fra pilotstudiet danner grundlag for tilpasninger af designet, således at systemerne kan implementeres på ti figuranter i det endelige feasibilitetsstudie. Metodeafsnittet følger den udviklingsmæssige og kronologiske opbygning af projektet og beskriver dermed en iterativ proces.

3.1. Pilotstudie

For bedst muligt at designe systemer, som muliggør telesonografiske undersøgelser, er der forud for pilotstudiet foretaget en række metodiske tiltag. Indledningsvist beskrives designet af de telesonografiske systemer. Dette efterfølges af en detaljeret beskrivelse af den anvendte teknologi. Dernæst følger den metodiske opsætning af pilotstudiet og de tilgrundliggende designvalg. Afslutningsvis gennemgås resultaterne, som leder videre til feasibilitetsstudiet.

3.1.1. Design af telesonografiske systemer

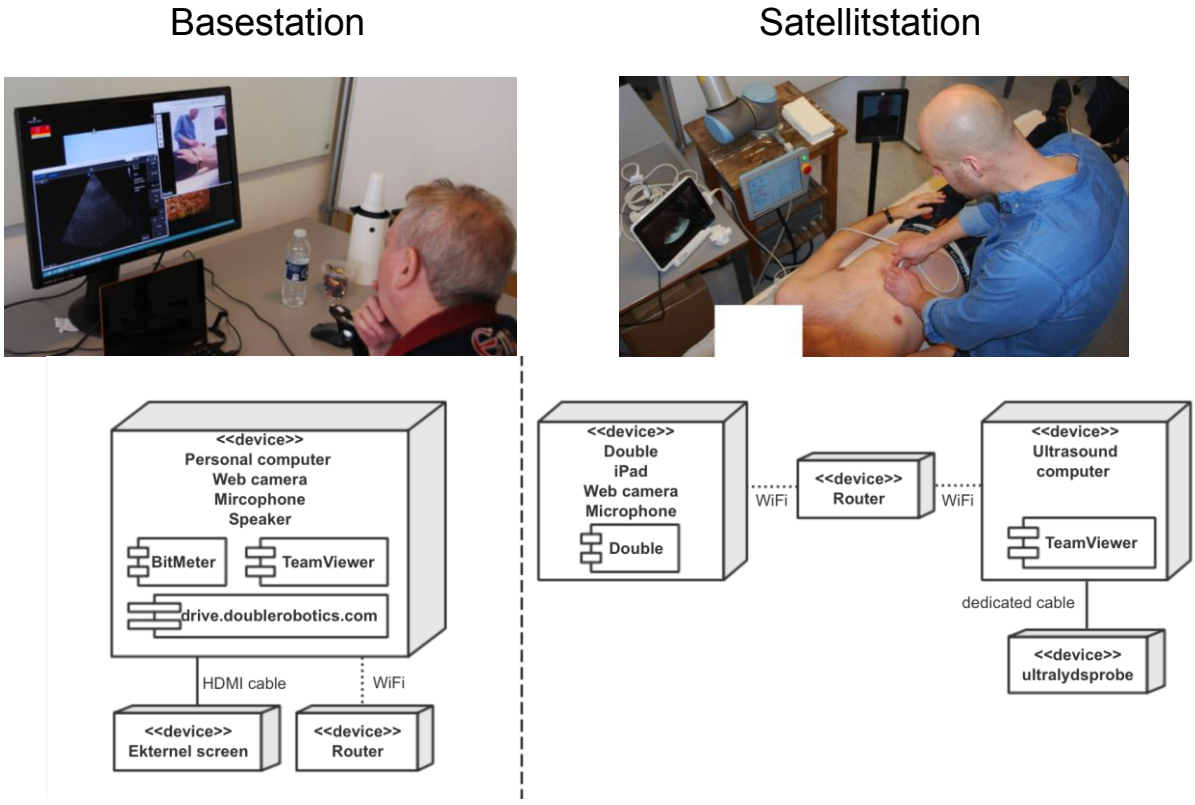
Til designet af de telesonografiske systemer er der foretaget en litteraturgennemgang (bilag 1.1), virksomhedsbesøg og et forudgående pilotstudie (bilag 2.1). I det forudgående pilotstudie undersøgte vi to lægers brug af et kablet robotstyret system til at scanne en figurant. Lægerne blev præsenteret for ideerne om de to kommende systemer, og de tilkendegav deres meninger og input.
Nedenstående er en redegørelse af baggrunden for valg af designet til Assistent-styret System og Robot-styret System. Det efterfølges af en beskrivelse af systemerne.
I opsætningen af begge systemer benyttes kommunikation gennem en videoforbindelse. Dette er i en telemedicinsk sammenhæng ikke en begrænsende faktor for kommunikationen [3,44,45]. Dette underbygges af de forudgående interviewede læger, hvor ingen oplevede problemer med kommunikationen.

3.1.1.1. Design af Assistent-styret telesonografisk System

Baggrund for Assistent-styret System
Assistent-styret telesonografisk system er anvendt i en lang række studier [7,8,16,19,43]. Dyer et al. (2008) foretog en telesonografisk undersøgelse, hvor forskellige læger og medicinstuderende uden erfaring med systemet, blev guidet til at foretage scanninger af akutte patienter. Biegler et al. (2012 og 2013) viste, at en utrænet sygeplejerske kunne guides til at foretage telesonografiske undersøgelser for få omkostninger, simpelt og effektivt. Crawford et al. (2012) mente, det er relevant at fokusere på de menneskelige faktorer, uden dog selv at gøre det.
I det forudgående pilotstudie ytrede den ene læge sig positivt omkring et Assistent-styret System. Han mente, at det er svært at kommunikere, hvordan proben skal bevæges, og det er derfor vigtig at assistenten kender terminologien, hvilket også fremføres af Marshburn et al. (2013). Dertil nævnte lægen, at assistenten på forhånd bør være trænet i at foretage ultralydsundersøgelser. Den anden læge mente, at assistenten med fordel kan have kendskab til ultralyd, men det er ikke en nødvendighed.

På baggrund heraf er en assistent-styret undersøgelse en simpel og effektiv telesonografisk undersøgelse testet på forskellige regioner af kroppen uden dog at fokusere på de menneskelige aspekter. Assistentfunktionen kan varetages af medicinsk personale uden forudgående erfaring med systemet, men assistenten kan med fordel have fået træning i ultralydsscanninger. Konkret benytter Song et al. (2013) et endagskursus i FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma).
Med udgangspunkt i ovenstående designes Assistent-styret System til brug i pilotstudiet.

Assistent-styret System
Assistent-styret System består overordnet af en basestation til operatøren samt en satellitstation til assistenten og figuranten. Nedenstående billeder og UML-diagram illustrerer opsætningen af systemet.



Figur 2. Billeder og UML-diagram af Assistent-styret System.

På basestationen kan operatøren tilgå en computer, som kan fjernstyre ultralydsscanneren via et fjernskrivebord. Operatøren kan se ultralydsbillederne i realtid og samtidig indstille alle ultralydsspecifikke parametre. Double Robot benyttes til visuel og verbal kommunikation mellem operatør, assistent og figurant. Operatøren kan fjernstyre og positionere Double Robot, så der kan skabes et godt oversigtsbillede.
På satellitstationen er selve ultralydsscanneren. Denne er kablet forbundet med ultralydsproben, som assistenten styrer og manøvrerer ift. de vejledninger og instruktioner, som operatøren giver. Patienten kan via Double Robot se operatøren. Assistenten har gennemgået en todages uddannelse i FAST- og FATE- (Focus Assessed Transthoracic Echocadiography) ultralydsprotokoller.

3.1.1.2. Design af Robot-styret telesonografisk System

Baggrund for Robot-styret System

Litteraturen beskriver forskellige robotstyrede telesonografiske systemer [2,4,13,17,22-26,30-39]. Sengupta et al. (2014) viste, at ultralydslæger hurtigt kan lære at foretage transatlantiske robotstyrede telesonografiske undersøgelser via en eksisterende internetforbindelse. Mens Takeuchi et al. (2008) sikrede ubrudt datatransmission til et telesonografisk robotsystem i en kørende ambulance ved at opsætte et dedikeret WLAN langs testruten.

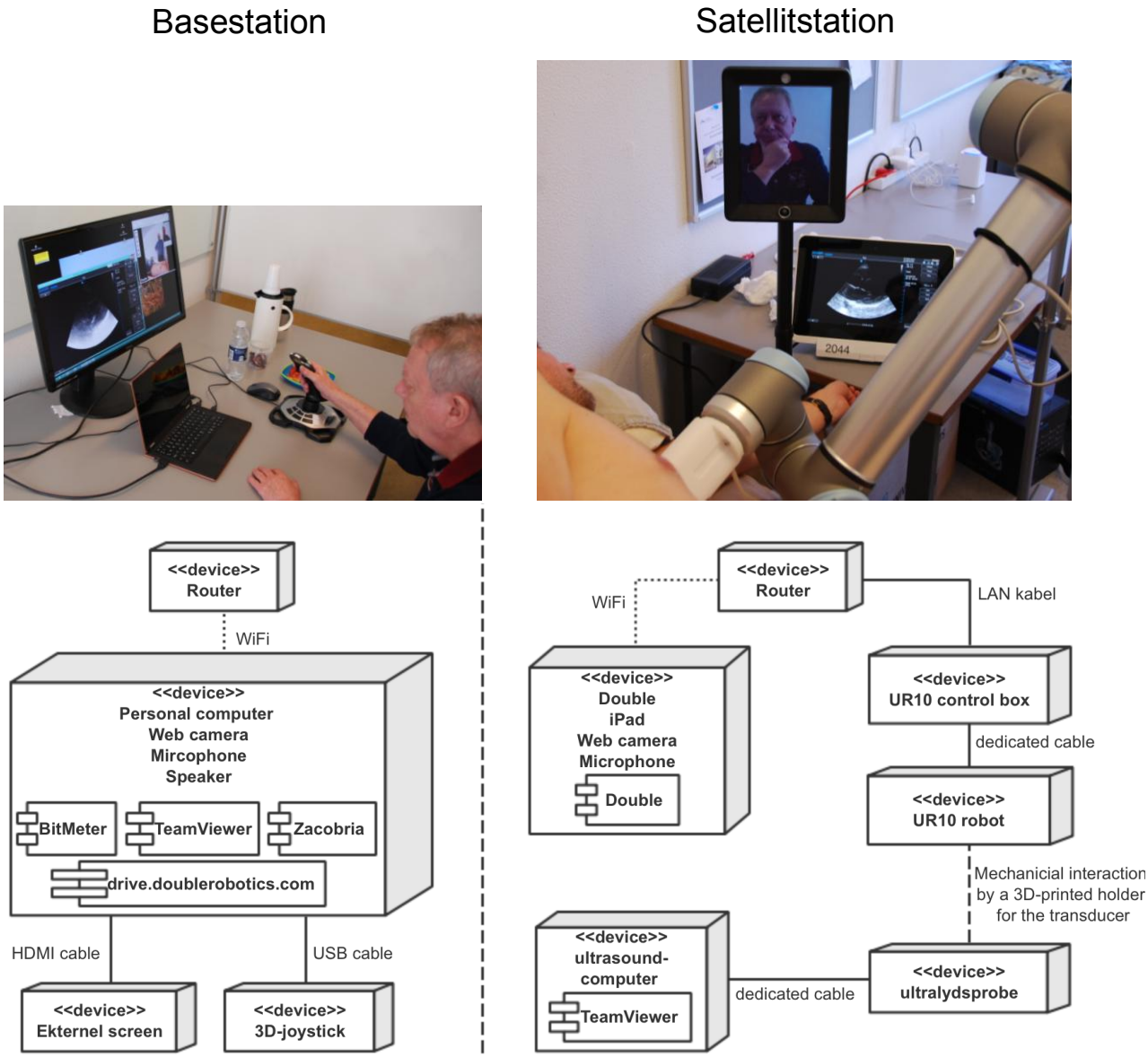
I de forskellige robotstyrede systemer benyttes en assistent til at bistå robotten og patienten [4,17,22,23,25,26,31]. Arbeille et al. (2007) og Martinelli et al. (2007) designede robotstyrede telesonografiske systemer til abdominalscanning, der fjernstyres med en dummyprobe. Arbeille et al. (2007) testede et system med begrænset bevægelsesfrihed, hvor en ikke-ultralydskompetent paramediciner var ansvarlig for præpositionering af proben. Enkelte telesonografiske systemer benytter force feedback, og ingen af systemerne giver lægen fuld kontrol over alle ultralydsspecifikke parametre [17,24,30,31].

Begge forud-interviewede læger mente, at Robot-styret System kræver en intuitiv styringsenhed i form af f.eks. et 3D-joystick samt en assistent i rummet til positionering af robotarmen og lejring af patienterne. Lægerne formodede, at patienterne og figuranterne ville tage positivt imod undersøgelsen med en robotarm. Ligeledes var ingen af lægerne bekymrede for patientsikkerheden.

Med udgangspunkt i ovenstående designes Robot-styret System til brug i pilotstudiet.

Robot-styret System

Robot-styret System består overordnet af en basestation til operatøren samt en satellitstation til assistenten og figuranten. Figur 3 (næste side) illustrerer billeder og UML-diagram for opsætningen af systemet.



Figur 3. Billeder og UML-diagram af Robot-styret System.

Operatøren har et 3D-joystick som fiktiv ultralydsprobe. Joysticksoftwaren er programmeret til at fjernstyre robotarmen. Ved robottens 6 frihedsgrader opnår operatøren stor fleksibilitet og fuld bevægelsesfrihed af robotten uafhængigt af en assistent. Af sikkerhedsmæssige årsager er der en assistent ved figuranten. Ydermere kan assistenten positionere robotarmen og ultralydsproben i forhold til figuranten samt bistå operatøren. Sikkerhedsafbryderen er placeret, så både figuranten og assistent let kan aktivere denne.
På basestationen anvender operatøren en computer, som telemedicinsk fjernstyrer ultralydsscanneren via et fjernskrivebord. Operatøren kan via fjernskrivebord se ultralydsbillederne i realtid og samtidig indstille alle ultralydsspecifikke parametre. På robotarmen monteres en 3D-printet holder til ultralydsproben. Afhængig af scanningsprotokol kan proberne udskiftes. Kommunikation foregår via en Double Robot, og figuranten kan se operatøren.

3.1.2. Teknologi

Dette afsnit omhandler det anvendte telesonografiske udstyr, hvor udstyret samt opsætningen af systemet og netværket beskrives.

3.1.2.1. Udstyr

I begge telesonografiske systemer indgår en række teknisk udstyr. I begge systemer anvendes en ultralydsscanner, fjernskrivebord og videolink. Dertil benyttes i Robot-styret System et 3D-joystick og UR10 robotarm samt 3D-scanning og -print. Nedenstående beskriver disse komponenter og deres væsentligste egenskaber i relation til de telesonografiske systemer.

Ultralydsscanner

Ultralydscanneren er en Terason uSmart 3200T, som understøtter de væsentligste ultralydsmodaliteter [49]. Ultralydssoftwaren kører på en Windows 7 platform, og de ultralydsspecifikke parametre justeres direkte i softwaren. Scanneren har bl.a. ethernet- og WiFi-forbindelser. Terason uSmart 3200T tillader let installation af fjernskrivebord, så ultralydsfunktionerne kan fjernstyres af operatøren.

Fjernskrivebord

TeamViewer benyttes som fjernskrivebord for at fjernstyre Terason uSmart 3200T. TeamViewer benytter kryptering via RSA public/private key exchange og AES (256 Bit) og anses for at være sikker [50]. TeamViewer opretter en krypteret peer to peer forbindelse, og indstillingerne kan tillade sort/hvid-farve for at minimere datastrømmen.

Double Robot

Double Robot er en teleprescense robot, som tillader, at en operatør kan fjernstyre og repositionere robotten via internettet. Fjernstyrings- og videosoftwaren krypteres med AES 128 bit og der etableres en peer to peer forbindelse [57].

UR10

Til projektet benyttes den industrielle robotarm UR10 fra Universal Robots. Den har 6 roterende led med en præcision på +/- 0,1 mm [55]. UR10 kontrolleres via TCP/IP 100 Mbit Ethernet forbindelse. UR10 bruger sin egen software URscript [56].
Robotten er udstyret med en fysisk sikkerhedsafbryder og et sikkerhedsstop aktiveres, når UR10 møder en forudbestemt modstand på 100N.

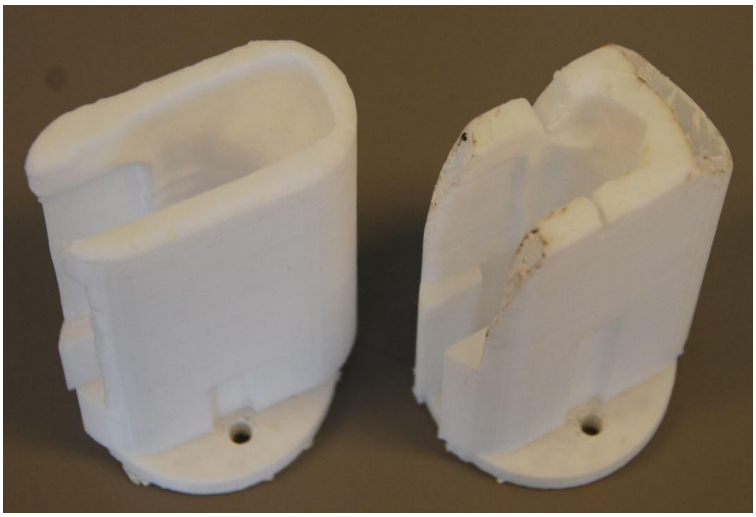
Joystick

Som styringsenhed benyttes Logitech Extreme 3D Pro Joystick, som tillader 6 frihedsgrader. Således kan rotations-, tilt- og translationsbevægelser intuitivt efterligne bevægelser af en ultralydsprobe.

3D scanning og print

De to anvendte ultralydsprober er 3D-scannet med MakerBot Digitizer (version 3.5.0.48, Brooklyn, NY, USA). Efterfølgende bearbejdes modellen i programmet Meshmixer (version 10.8.126, Autodesk, San Rafael, California, USA). Skabelonen til holderen er designet i Solidworks (Student Edition 2014/15, Waltham, Massachusetts, USA). I Meshmixer subtraheres probe-modellen fra skabelonen, og modellen til den endelige holder laves.

Modellen eksporteres til MakerBot (version 3.5.0.48, Brooklyn, NY, USA) og 3D-printes på MakerBot Replicator 2X. De forskellige holdere fremgår af nedenstående billede.



Figur 4. Probeholdere til henholdsvis abdominal- og hjerteprobe.

3.1.2.2. Teknisk opsætning af netværk og system

I telesonografiske projekter kan der opstå uventede udfald på internettet og problemer med at sikre tilstrækkelig båndbredde til billedtransmission [43]. Det forsøges imødekommet i netværkopsætningen.
For at udføre projektet i en telemedicinsk sammenhæng foretages undersøgelserne over en distance på ca. 20 meter fra rum til rum. Udstyret på base- og satellitstationen er opsat på to forskellige internetopkoblinger. I nedenstående gennemgås opsætningen på base- og satellitstationen.

Basestation
På basestationen er et 3D-joystick og en ekstern 27" skærm tilsluttet en operatørcomputer. Internetforbindelsen etableres via universitetets netværk.
Joysticket kontrolleres med softwaren: "Six Degree of Freedom Universal Robot Joystick Control by Zacobria" (Student Edition, Zacobria, Singapore, Singapore), der er specifikt designet til studiet. I softwaren indtastes UR10s offentlige IP-adresse, hvorefter softwaren forbinder operatørcomputeren med UR10 over internettet. Softwaren bygger på programmeringssproget Python, som er direkte kompatibelt med URscript og sender pakkedata via TCP.
For at opnå viden omkring datastrømmen er der installeret en datamåler på operatørens computer. Datapeak registreres med BitMeter II (version 3.6.0, Codebox, Manchester, England) i megabyte. Ved at gange med otte fås datapeak i megabit. Således kan enheden sammenholdes med andre videnskabelige studier.

Satellitstation
På satellitstationen er webkamera, ultralydsscanner og UR10 tilsluttet en Huawei E5180 Cube Router, som kobler op på 4G/LTE-netværket fra teleselskabet 3. Den teoretisk maksimale download/upload-hastighed er 35/24 Mbit/s [52].

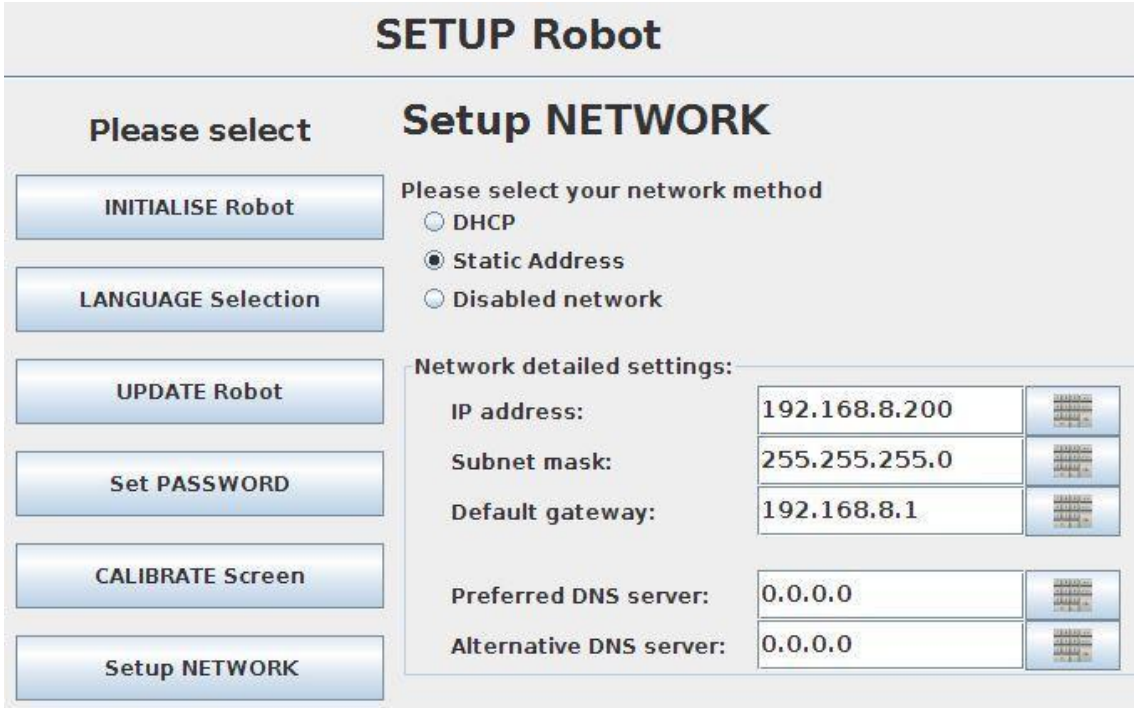
Routerens offentlige IP-adresse skal kendes for at operatøren kan forbinde til UR10. IP-adressen kan ses i routeropsætningen eller på www.myip.dk. Denne ændres hver gang routerens genstartes.
Routeren er direkte forbundet med LAN-kabel til UR10 og der tillades ikke VPN-konfigurationer. Routerens firewall er aktiveret.
UR10 kommunikerer på port 30000-30003. Kommunikationsport 30003 er valgt, da der her kommer mindst data retur fra UR10, hvilket mindsker omfanget af datatransmission.
Der opsættes en virtuel server med portforward i routeren, så data til UR10s port sendes videre til UR10s IP-adresse, 192.168.8.200. Dette ses i nedenstående figur.

Liste Over Virtuelle Servere

Navn	WAN-port	LAN-IP-adresse	LAN-port	Protokol	Status	Indstillinger
UR	30003	192.168.8.200	30003	TCP/UDP	Tændt	Rediger Slet

Figur 5. Virtuel server i routeren.

Routeren har default gateway på 192.168.8.1 og subnet 255.255.255.0.
Routeren tildeler dynamiske IP-adresser i området fra 192.168.8.100 - 200. For altid at være sikker på UR10s IP-adresse sættes den statisk til 192.168.8.200, det fremgår af Figur 6. Dette vil dog kunne medføre en konflikt, hvis andre enheder tildeles denne IP-adresse.



Figur 6. Opsætning af UR10s statiske IP-adresse.

Sikkerhedsrestriktionerne i UR10 sættes til laveste niveau for at undgå hurtige bevægelser og accelerationer. Desuden sænkes hastigheden yderligere til ca. 75 %, når robotten manøvreres.

3.1.3. Etiske overvejelser og sikkerhedshåndtering

Gennem processen i udarbejdelsen af projektet har der været en række etiske overvejelser samt sikkerhedsmæssige hensyn.
Videnskabsetisk Komite blev tidligt i forløbet kontaktet for at afdække, om en fyldestgørende ansøgning var påkrævet (bilag 3.1 og bilag 3.2). Det var på dette tidspunkt planen at benytte patienter og ikke som nu figuranter. Videnskabsetisk Komite svarede, at projektet ikke hører ind under definitionen for sundhedsvidenskabelig forskning og derfor ikke skulle anmeldes.
Figuranterne blev tildelt et anonymiseret ID-nummer og deres data gemmes ikke men der sendes billedinformationer af figuranterne over internettet. Derfor undersøgtes datatilsynet og de har pr. 15. maj 2012 indført undtagelser for anmeldelsespligt på "studerendes projekt- og specialeopgaver mv. som led i deres erhvervsakademi-, professionsbachelor-, bachelor- eller kandidatuddannelse eller uddannelse på tilsvarende niveau, når behandlingen sker med udtrykkeligt samtykke fra den registrerede." [53]. Figuranterne blev informeret både skriftligt og mundtligt om forsøgets udførelse og har haft mulighed for til enhver tid at afbryde forsøget uden at give nogen grund herfor.

Brug af teknologi og medicinsk udstyr vil være forbundet med nogen grad af risiko, som bør belyses [58,60]. Som udvikler af systemerne er der krav om løbende etablering og dokumentation af farer ved det medicinske udstyr [58]. Således udfærdiges to risikohåndteringsrapporter for henholdsvis Assistent-styret System (bilag 4.1) og Robot-styret System (bilag 4.2) med en risikoanalyse, -vurdering og -håndtering af systemerne. Rapporterne har baggrund i 'ISO 14971 Risikohåndtering af Medicinsk Udstyr' og 'Kriterier for Risikoanalyse for Medicinsk Teknologivurdering [58,60].
Risikohåndteringsraporterne tager udgangspunkt i 'worst case scenario' og har været en løbende iterativ proces. Rapporterne indbefatter det medicinske udstyr således både robotarm, videolink, holder til ultralydsprober, ultralydsapparat samt netværksopsætningen og software. Der tages stilling til fare, sandsynlighed, konsekvens, tiltag, risikovurdering, risikoreduktion og mulig restrisiko. Risikoanalysen indbefatter både figuranter, patienter og assistent samt lægen, som betjener teknologien, og det tilstræbes at afspejle virkeligheden uden for forsøgslokalet.

3.1.4. Pilotstudiets metodiske design

Målet med pilotstudiet er at undersøge og sammenligne to telesonografiske systemer. Designet skal afspejle en så tæt ved lignende patientrelateret sammenhæng inden implementering i feasibilitetsstudiet. En række parametre ønskes vurderet:

- Hvordan er kommunikationen?
- Hvordan er kvaliteten af udstyret?
- Hvordan er sikkerheden?
- Hvordan er brugeroplevelsen?
- Hvilket system egner sig bedst til telesonografisk undersøgelse?
- Hvordan er dataforbruget?

For at kunne besvare ovenstående parametre udføres indledningsvis ultralydsundersøgelser af et fantom. Herefter foretages scanninger af tre frivillige figuranter, der har givet udtrykkeligt og skriftligt samtykke til deltagelse i pilotstudiet (bilag 5.1).

Ultralydsscanningerne foretages af klinisk vejleder, overlæge Lars Bolvig, Radiologisk Afdeling, Aarhus Universitetshospital. Undersøgelserne foretages fra rum til rum med en distance på ca. 20 meter. Forud har lægen modtaget introduktion i brug af udstyret ud fra forsøgsprotokollen (bilag 5.2) og joystickmanualen (bilag 5.3).
Rækkefølgen af de to telesonografiske undersøgelser randomiseres.
Under alle scanninger vil der blive foretaget åbne observationer (bilag 5.4) af en ekstern person, som har afgivet fortrolighedserklæring (bilag 5.5). Afslutningsvis foretages et semistruktureret interview af lægen (bilag 5.6) og figuranterne (bilag 5.7) i relation til deres oplevelser af systemerne.

Designvalg
I dette afsnit argumenteres for de enkelte designvalg i henhold til det metodiske design.
Af sikkerhedsmæssige årsager trænes først på et fantom, inden der foretages scanninger på figuranter. Telesonografiske studier benytter ligeledes fantomer eller figuranter [19,32,43].
Samme læge foretager alle scanninger og fungerer som egenkontrol. Således adskiller det sig fra andre telesonografiske systemer, hvor der benyttes en anden læge som kontrol [7,17,25]. Egenkontrol kan medføre risiko for systematiske fejl (bias) [59]. Der er bevidsthed om denne bias, men da det er et pilotstudie, der ikke vurderer reproducerbarhed, reliabilitet eller specificitet, kan det accepteres.
Lars Bolvig udfører dagligt ultralydsscanning og betragtes som ultralydsspecialist. Idet Lars Bolvig er klinisk vejleder og har været en aktiv part i projektet, vil det gennemførte interview være forbundet med en vis bias.
Randomisering foretages, da en ultralydsscanning vil efterlade synlige gel-rester på figuranten, som kan bruges til at orientere sig efter, når næste scanning foretages. For at kontrollere denne type af bias benyttes kuvert-metoden beskrevet af Andersen et al. (2004).

I pilotstudiet benyttes en kvalitativ metode. Hasselberg et al. (2014) påpeger, at der ikke findes nogen standarder til måling af systemkvalitet og brugertilfredshed i relation til telekonsultation. Kvalitativ metode er hensigtsmæssig i udforskning af patient og medarbejderrelaterede aspekter [60]. Metoden har høj validitet, idet der kan stilles opklarende spørgsmål undervejs, som sikrer, at man får svar på det, man spørger om [59,61]. Således indsamles data om de enkelte figuranters oplevelser, forståelse og betydning for området, hvorved der fås et dybdegående, detaljeret og nuanceret billede af problemstillingen. Der er bevidsthed om, at metoden ikke er generaliserbar.
Observationer er meget anvendelige i kombination med andre metoder, da flere metoder kan give et mere nuanceret billede af problemstillingen [60,61]. Ligeledes er observationer egnede til at få forskellige former for viden, som udfolder sig i en specifik praksis mellem sundhedspersonale og patienter. Observationerne vil i projektet blive foretaget af en ekstern person, som kun har et minimum af kendskab til studiet. Observatøren kan stille de opklarende og enkle spørgsmål, som vil være en selvfølgelighed for de forsøgsansvarlige. Observationerne tager udgangspunkt i en observationsguide (bilag 5.4).

I individuelle interviews kan figuranterne ytre deres subjektive meninger om et specifikt område [60,61]. Således muliggøres sprogliggjort viden, erfaringer, oplevelser, holdninger og behov ift. den teknologi, der vurderes. Ved brug af semistruktureret interview er det muligt at inddrage nye emner undervejs og dermed udforske nye vinkler.

Interviewet opbygges, så det følger et kronologisk forløb i forhold til, hvordan figuranterne og lægen gennemfører de forskellige skridt i undersøgelserne. Interviewene er tematiseret i forhold til kommunikationen mellem læge/figurant, Assistent-styret System, Robot-styret System og sammenligning af de to systemer. Interviewene i pilotstudiet er opbygget, så erfaring herfra kan inddrages videre i feasibilitetsstudiet. I nedenstående argumenteres for de enkelte overordnede emner i interviewet relateret til litteraturen.
Konsultationen og kommunikationen mellem lægen og figuranten foregår via videokommunikation. Denne form for kommunikation er bredt anvendt i telemedicinsk sammenhæng [1,3,9,44,48]. Videokommunikation anvendes i alle telesonografiske studier, men brugerens oplevelse dokumenteres ikke [2,4,5,8,11,13,16,17,19,20,22-27,30-43].
Kvaliteten af det anvendte udstyr har stor betydning for både lægen og patienten i forhold til korrekt diagnosticering [2,9,48]. Udstyrskvaliteten afdækkes ofte i telemedicinske og telesonografiske studier. Således fokuseres på kvaliteten af udstyret i observationerne og i interviewene.
Der er udarbejdet to risikohåndteringsrapporter (bilag 4.1 og bilag 4.2). For yderligere at afdække sikkerheden udspørges både lægen og figuranterne. Specifikt ønskes sikkerheden ved robottens interaktion med figuranten belyst. Robotarmen skal være sikker, kunne holde en stabil position på figuranten samt kunne bevæges med små tilpasninger [32].
Figuranternes og lægens subjektive oplevelser har stor betydning for vurderingen af systemernes anvendelighed i patientrelateret sammenhæng [1-3,48]. Således afdækkes patienttilfredsheden og -oplevelsen ofte i telemedicinsk sammenhæng, men ikke i de telesonografiske studier.
Litteraturen redegør for den tilgængelige båndbredde ved telesonografiske projekter [4,17,23-26,32,34,39,41]. Vi finder det mere interessant at dokumentere det aktuelle datapeak undervejs i afvikling af brugen af systemerne. Dette findes via bitmålinger.

3.1.5. Pilotstudiets resultater

Resultaterne bygger på observationer fra ekstern observant (bilag 6.1), interview af lægen (bilag 6.2) og figuranterne (bilag 6.3-6.6) samt bitmålinger (bilag 6.7). Det tilstræbes at være tro mod de interviewedes udsagn og formuleringer. Afsnittet er underopdelt i forhold til kommunikationen, Assistent-Styret System, Robot-Styret System og sammenligning af de to systemer samt bitmålinger.
De deltagende figuranter var en mand og to kvinder på henholdsvis 33 år, 62 år og 49 år. Alle figuranter havde tidligere fået foretaget ultralydsundersøgelser.

Kommunikation

Observanten noterede, at netforbindelsen ikke var optimal. I et forsøg på at optimere internetforbindelsen blev basestationens opkobling skiftet mellem 4G via mobiltelefon og universitetets netværk. Satellitstationen kørte på 4G fra teleselskabet 3. Genstart af TeamViewer grundet periodisk gode og dårlige billeder samt en nedsat audiokvalitet resulterede i øget tidsforbrug.
Dette understøttedes af figurant 1, som mente, at forbindelsen hakkede noget i starten, men ingen af figuranterne oplevede dette problematisk, og kommunikationen med lægen fungerede fint. Lægen mente ligeledes, at kommunikationen med figuranten var god. Noget af kommunikationen gik via assistenten, hvilket også fungerede fint og replicerede hverdagen.

Lægen mente, at han mistede noget ved den manglende fysiske kontakt med figuranten. Ingen af figuranterne oplevede den fysiske adskillelse med lægen som problematisk.

Assistent-styret System

Observanten og lægen bemærkede ved Assistent-styret System en læringskurve for kommunikationen mellem læge og assistent. Dette understøttes af figurant 1, som mente, at der blev brugt tid på at forstå, hvad lægen sagde, mens figurant 2 og 3 ikke oplevede nogen problemer i kommunikationen mellem læge og assistent.

Lægen og figurant 3 påtalte, at der er et behov for træning af samspillet mellem læge og assistent. Dertil foreslog lægen en kursusaktivitet for at forbedre assistentens ultralydskompetencer samt træning med direkte cases, hvor assistent og læge opbygger fælles nomenklatur. Ligeledes skal assistenten kende den ideal-projektion, som søges, eventuelt understøttet af illustrative plancher.

Lægen mente, at Assistent-styret System var en brugbar metode til at undersøge patienter og metoden vil blive bedre med tiden, men han kunne dog ikke stille samme diagnoser som ved normale undersøgelser. Dette skyldes ustabilt internet, billedkvalitet og manglende erfaring hos assistenten, men ved livsvigtige hjertescanninger og mavescanninger har systemet sin berettigelse. Eksempelvis vil systemet være velegnet til Point of Care for udelukkelse af indre blødninger og væsker. Lægen så også systemet velegnet til akutte patienter, hvor der mangler læger. Ydermere kan systemet supplere en vagtfunktion. Desuden vil systemet være acceptabel til Grønland på grund af dyr transport. Lægen mente yderligere, at man let kunne oplære ambulancepersonale til assistentfunktionen og dermed redde liv. Ydermere ville gravide være helt oplagte, da det er simple ting, man kigger efter. Det svært store potentiale ligger der, hvor en hjertespecialist kan guide en læge ved svært syge hjertepatienter. Lægen så ikke systemet specielt relevant til almindelige ambulante kontroller, men man ville kunne iværksætte hurtigere behandling ved f.eks. inflammatoriske tilstande.

Grundet mangel på specialister og superspecialister i yderområder både nationalt og globalt så lægen systemet som en god model til fremtiden. Dertil påpegede alle figuranterne det telemedicinske aspekt som en fordel. Figurant 1 påpegede, at lægen ville kunne sidde i hjemmet og varetage en akutkonsultation uden fysisk at møde på hospitalet. Figurant 2 nævnte muligheden for at nå et kvalificeret sygehus og læge.

Lægen finder Assistent-styret System brugbart, da der opnås høj ekspertise uden fysisk tilstedeværelse af en læge. Der blev ikke påpeget ulemper ved systemet.

Robot-styret System

Lægen oplevede stor forskel på at scanne et fantom og en figurant med robotten. Observanten noterede, at assistenten havde svært ved at positionere robotarmen korrekt, og figurant 1 og 3 måtte flyttes, så briksen kom nærmere robotten. Dette resulterede i øget tidsforbrug, hvilket figurant 1 også påpegede.

Selvom lægen var lidt bange for at skade figuranterne under robotscanningerne, mente han, at sikkerheden var i orden.

Lægen fandt systemet fantastisk spændende og kunne lægefagligt stå inde for specielt abdominalscanninger af ‘rigtige’ patienter. Lægen kunne dog ikke generere samme billeder som normalt, men påpegede også, at dette handler om mere træning. Lægen ytrede, at et træningsprogram/simulator til joysticket, kunne hjælpe frygteligt meget. Figurant 3 påpegede ligeledes træning i styring af robotten.

Alle figuranter var positive over for scanningen med robotarmen. Figurant 1 syntes, det var lidt specielt. Figurant 2 oplevede lidt pres og tryk mod ribbene fra probeholderen, uden det dog var ubehageligt. Figurant 1 og 3 nævnte, at man kunne spare en mand ved brug af systemet.

Sammenligning af de to systemer

Hverken observanten, lægen eller figuranterne ytrede bekymring for sikkerheden af de to systemer. Lægen påpegede assistentens sikkerhedsfunktion i tilstedeværelsen ved figuranten.

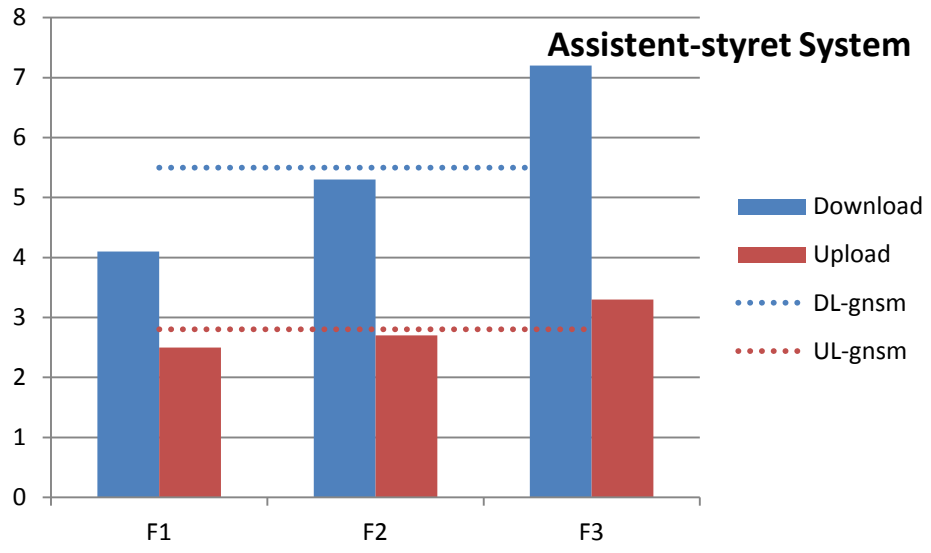
Observanten noterede et øget tidsforbrug af ultralydsscanningerne. Lægen nævnte at, hvis en forlænget undersøgelsestid resulterer i, at man iværksætter den korrekte behandling hurtigere, så vil systemet stadig være brugbart. Figurant 1 påpegede som den eneste tidsaspektet ved begge scanninger.

Figurant 1 og 2 fandt Assistent-styret System bedst egnet, men kunne se perspektivet i robotten, hvis der trænes i brugen. Figurant 3, som kun fik foretaget en abdominalscanning, var indifferent. Lægen mente, at med den teknologi, der er til rådighed nu, vil der være store fordele i Assistent-styret System på grund af god pris, lettere at bruge, bedre undersøgelse og patientkommunikation.

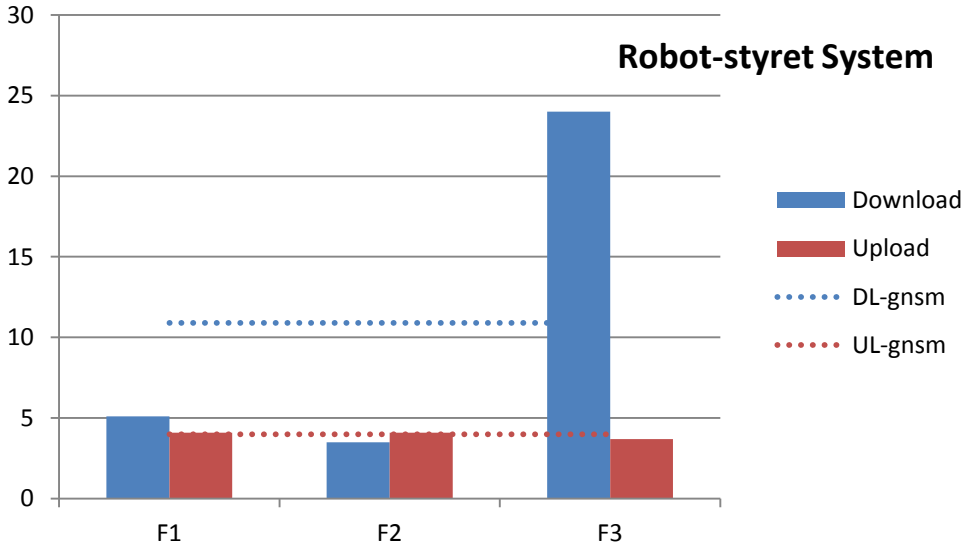
Lægen havde et ønske om flere kameraer og bedre overblik over robotten og probens vinkling mod kroppen. For at imødekomme dette og dårlig funktionalitet af Double Robot blev der ved figurant 3 skiftet til et webkamera med Skypeforbindelse.

Bitmålinger

Basestationen foretog peakmålinger af download- og uploadforbrug ved hjælp af BitMeter (bilag 6.7). Samlet opgørelse fremgår af Figur 7 og Figur 8.



Figur 7. Bitmåling med datapeak for Assistent-styret System i pilotstudie.



Figur 8. Bitmåling med datapeak for Robot-styret System i pilotstudie.

Assistent-styret System har et gennemsnitligt peak på 5,5 Mbit/s [4,1 - 7,2 Mbit/s] til download og 2,8 Mbit/s [2,5 - 3,3 Mbit/s] til upload. Tilsvarende bruger Robot-styret System henholdsvis 10,9 Mbit/s [3,5 - 24 Mbit/s] og 4 Mbit/s [3,7 - 4,1 Mbit/s] til download og upload af data.
Der er foretaget få bitmålinger, som ikke viser nogen entydig overensstemmelse, hvorfor der ikke konkluderes yderligere på baggrund af disse. Metoden er fortsat relevant i relation til feasibilitetsstudiet.

Afrunding af pilotstudiet
Pilotstudiet har vist, at kommunikationen, kvaliteten af udstyret og patientsikkerhed er god. Figuranterne og lægen har gode oplevelser med begge systemer, men ser Assistent-styret System bedst egnet til telesonografiske undersøgelser. Pilotstudiet har desuden belyst en række parametre, der arbejdes videre med:

- Assistenten skal kende de eftersøgte projektioner.
- Lægen og assistent skal have bedre kommunikation.
- Lægen skal være bedre til at styre robotten.
- Lægen skal have bedre overblik over figuranten og fra flere vinkler.
- Hjerteprobeholderen skal tilpasses så det er muligt at scanne figuranter med smal ribbenskurvatur.
- Ustabil netværksforbindelsen.

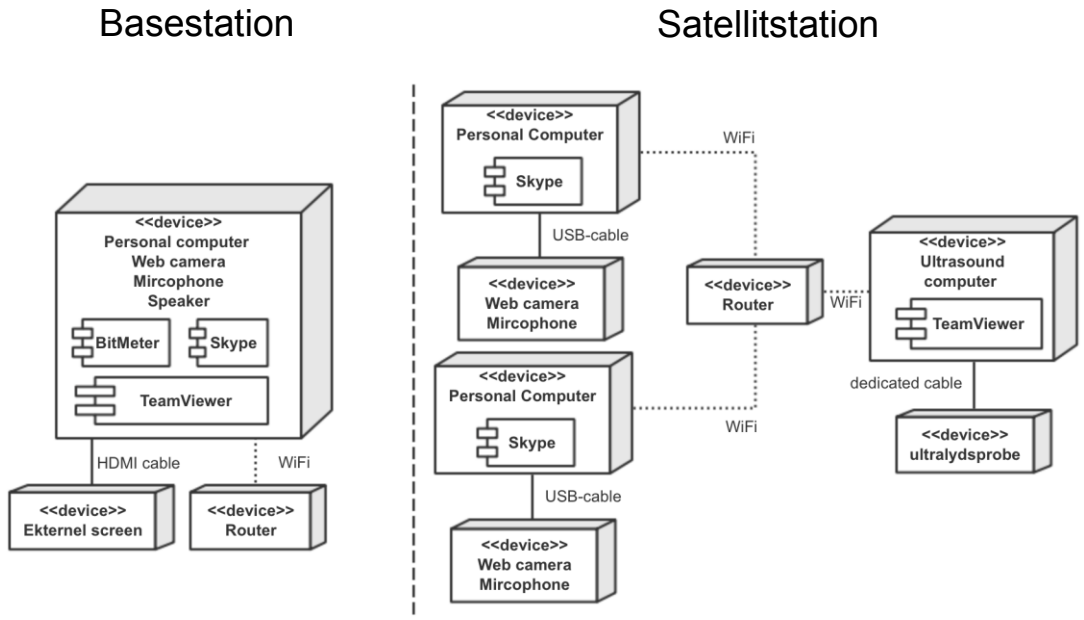
3.2. Feasibilitetsstudie

3.2.1. Metodisk design

Pilotstudiets udfald kan medføre, at projektet må omformuleres og arbejdshypoteser og metoder justeres [59]. For bedst muligt at undersøge og sammenligne de to telesonografiske systemer har pilotstudiet medført en række konkrete ændringer:

- Plancher med projektioner til assistenten.
- Træning af kommunikation mellem læge og assistent.
- Træningssessioner i brug af robotten.
- To kameraer ved satellitstationen.
- Redesign af holder til hjerteprobe.
- Skype erstatter Double Robot.
- Ændring af netforbindelse ved basestationen.
- Der foretages FAST- og FATE-undersøgelser, hvor figuranterne møder med fire timers faste og to timers tørst.

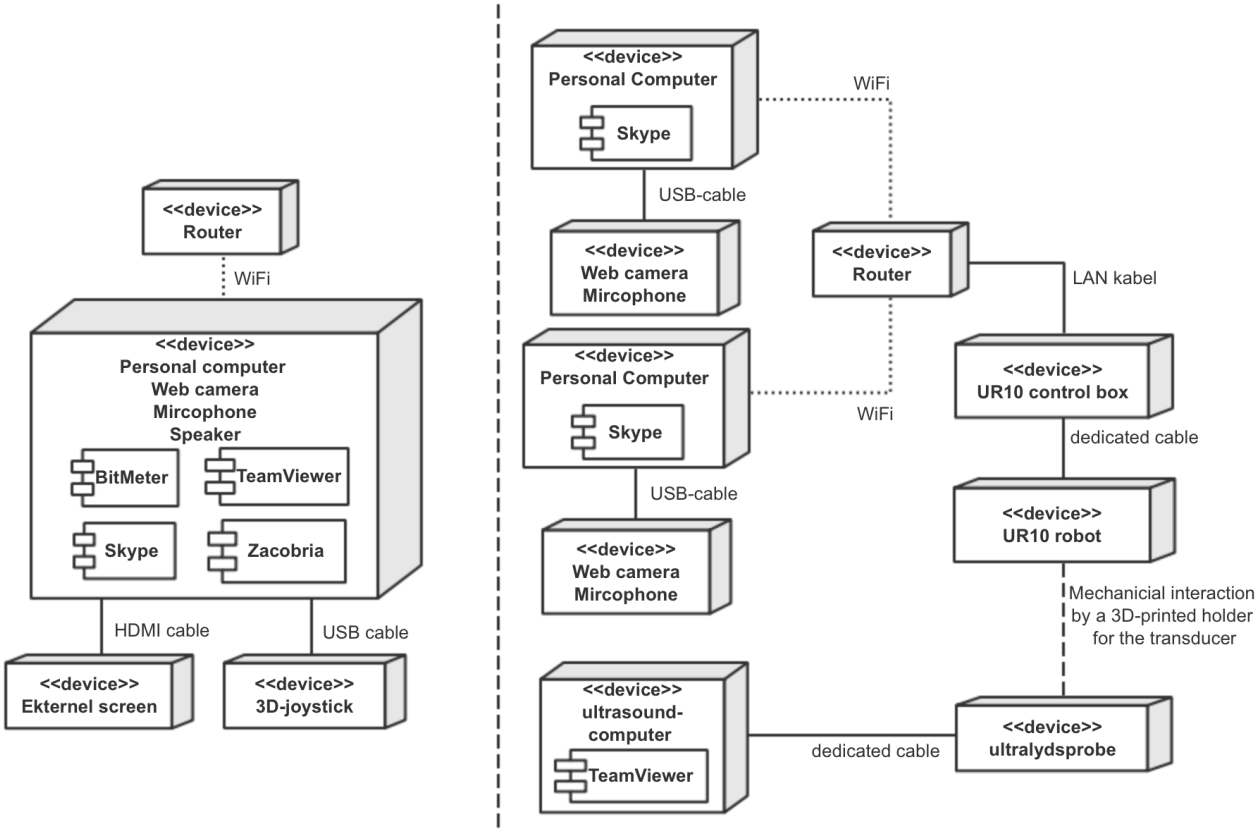
Uddybende baggrund for disse ændringer er beskrevet i næste afsnit. Ændringerne har bevirket en ny systemopbygning for henholdsvis Assistent- og Robot-styret System, som fremgår af Figur 9 og Figur 10.



Figur 9. UML-diagram af revideret Assistent-styret System. Ændringerne består i ny internetopkobling samt to computere med tilhørende webkameraer og Skype-forbindelse.

Basestation

Satellitstation



Figur 10. Billeder og UML-diagram af revideret Robot-styret System. Ændringerne består i ny internetopkobling samt to computere med tilhørende webkameraer og Skype-forbindelse.

Pilotstudiet har ikke resulteret i ændringer i forhold til delmålene for projektet:

- Hvordan er kommunikationen?
- Hvordan er kvaliteten af udstyret?
- Hvordan er sikkerheden?
- Hvordan er brugeroplevelsen?
- Hvilket system egner sig bedst til telesonografisk undersøgelse?
- Hvordan er dataforbruget?

Feasibilitetsstudiet foretages på ti figuranter fra rum til rum på Aarhus Universitet i henhold til forsøgsprotokollen (bilag 7.1). Figuranterne underskriver en samtykkeerklæring (bilag 7.2), anonymiseres og tildeles et ID-nummer. Ultralydsscanningerne foretages over to dage af klinisk vejleder overlæge Lars Bolvig, Radiologisk afdeling, Aarhus Universitetshospital. Rækkefølgen af de to telesonografiske undersøgelser randomiseres. Systemerne testes ved brug af FAST- og FATE-scanningsprotokoller. Der foretages semistruktureret interview af Lars Bolvig (bilag 7.3) samt strukturerede interview af figuranterne (bilag 7.4).

3.2.2. Designvalg

I dette afsnit argumenteres for de ovenstående tekniske og metodiske ændringer.
På baggrund af interview med figurant 1 i pilotstudiet opsættes synlige plancher til assistenten (bilag 8.1 og bilag 8.2), som illustrerer probens position på kroppen i forhold til den ønskede FAST- og FATE-projektion. Plancherne illustrerer det eftersøgte idealbillede. Derved opnår assistenten synlighed og overblik og kan derved bedre bistå lægen i undersøgelsen.
Pilotstudiet viste, at der var behov for yderligere træning af kommunikationen mellem lægen og assistenten samt træning i lægens brug af robotten. Det har konkret udmundet i en træningssession, hvor lægen trænede med robotten på et fantom. Ligeledes trænede assistenten på en figurant i FAST- og FATE-projektionerne.
I pilotstudiet viste det sig, at lægen ikke benyttede muligheden for at positionere Double Robot. Samtidig viste det sig, at den interne software ikke gav en stabil billedforbindelse. Derfor erstattes Double Robot med Skype (ver. 7.2.0.103, Skype Communications SARL, Luxembourg, Luxembourg). Skype krypterer med AES (256 bit) og anses for at være sikker [19,51].
For at give basestationen et bedre overblik over robottens bevægelser indføres to kameraer med henholdsvist sagital og cranial position, som ses på Figur 11. Der oprettes videomøde på Skype mellem de to kameraer og basestationen. Desuden er der designet holdere til webkameraerne i Solidworks. Disse er 3D-printet på MakerBot Repilcator 2X. Kamerapositionerne kan ændres, hvis lægen ønsker dette. Der benyttes to almindelige webkameraer, Logitech HD Webcam C525 med 720p og indbygget mikrofon.

Figur 11. Oversigtsbillede over satellitstationen med de to nye kameraer.

Pilotstudiet viste også, at internetforbindelsen var meget ustabil, hvilket påtaltes af observanten, figurant 1 og lægen. For at imødekomme dette problem benyttes der også 4G internet fra teleselskabet 3 på basestationen. Der vil fortsat være mulighed for at benytte universitetets netværk ved behov.

I pilotstudiet kunne hjerteproben give uønskede tryk på figuranter med smal ribbenskurvatur. For at kunne foretage substernale scanninger blev probeholderen redesignet med mindre diameter og fladen mod figurantens mave blev minimeret. Den nye hjerteprobe fremgår af Figur 12.

Figur 12. Ny hjerteprobeholder.

FAST- og FATE-scanningsprotokoller anvendes i traumatologien [10,62]. FAST anvendes til at afklare hjertetamponade, hæmorthorax eller intraabdominal blødning. Således eftersøger FAST-protokollen lever, milt, nyre, blære og hjerte. FATE er en simpel og målrettet undersøgelse af den ustabile patient. FATE-protokollen benytter fire projektioner: subkostal, parasternal, apikal og pleural scanning.
Disse scanningsmodaliteter anvendes, da de stiller store krav til systemerne. Det er nødvendigt at presse med proben, og der kræves stor rækkevidde, da scanningerne foretages over hele truncus. Ligeledes benyttes disse protokoller i lignende telesonografiske studier [7,33,34,43,47].
Lægen kunne deltage i to testdage, hvilket muliggjorde test på ti figuranter. Figuranterne blev forsøgt rekrutteret udenfor universitetsmiljøet og med forskellige baggrunde for at minimere bias.
Feasibilitetsstudiet bygger på en kvalitativ indgangsvinkel. Som i pilotstudiet gennemgår lægen et semistruktureret interview. Interviewet tager udgangspunkt i interviewet fra pilotstudiet samt de gennemførte ændringer af systemerne. Figuranterne gennemgår et struktureret interview med lukkede svarkategorier med mulighed for uddybende svar. Herved minimeres tiden, figuranterne skal bruge på deltagelsen og hurtig indsamling af data muliggøres [61]. Hovedparten af spørgsmålene skaleres fra 1-5:

1 = meget dårlig
2 = dårlig
3 = middel
4 = god
5 = meget god

De strukturerede interviews er opbygget, så de følger et kronologisk forløb i forhold til, hvordan figuranterne og lægen gennemgår de forskellige trin i undersøgelserne. Ligeledes er interviewet tematiseret i forhold til kommunikation, Assistent-styret System og Robot-styret System samt sammenligning af de to systemer.

4. Resultater

Resultatafsnittet bygger på strukturerede interview af figuranterne, hvor svarene blev skaleret fra 1-5 (bilag 9.1 - bilag 9.11), samt semistruktureret interview af lægen (bilag 9.12) og bitmålinger (bilag 9.13). Det tilstræbes i denne beskrivelse at være tro mod de interviewedes udsagn og formuleringer.
Idet data bygger på ti figuranter, er der bevidsthed om at resultaterne og gennemsnitsberegninger af scoren ikke er generaliserbar, men kun repræsenterer de ti figuranters og lægens oplevelser af de to telesonografiske systemer.
Resultaterne er kategoriseret og opdelt i underafsnit, hvor både figuranternes og lægens udsagn inddrages.

De ti figuranter har en gennemsnitsalder på 38 år [24-64 år], hvoraf fem var mænd og fem var kvinder. Alle mødte med fire timers faste og to timers tørst. Halvdelen var tidligere blevet ultralydsscannet. Scanningsrækkefølgen blev randomiseret, så 4 figuranter startede med robotscanning og 6 med assistentscanning. Dette fremgår af Tabel 1.

FigurantID	Køn	Alder	Tidl. scannet	Faste 4+2	Randomisering
1	M	26	Ja	Ja	1: Assistent, 2: Robot
2	K	28	Nej	Ja	1: Robot, 2: Assistent
3	M	26	Ja	Ja	1: Robot, 2: Assistent
4	K	63	Nej	Ja	1: Assistent, 2: Robot
5	K	36	Ja	Ja	1: Robot, 2: Assistent
6	M	64	Nej	Ja	1: Assistent, 2: Robot
7	M	42	Nej	Ja	1: Assistent, 2: Robot
8	K	24	Ja	Ja	1: Robot, 2: Assistent
9	M	41	Nej	Ja	1: Assistent, 2: Robot
10	K	30	Ja	Ja	1: Assistent, 2: Robot
Opsum.	5 M 5 K	38 år [24-64]	5 tidl. scannet 5 ikke tidl. scannet	Alle fastende	4 robot og 6 assistent som første scanning

Tabel 1. Data på figuranterne fra feasibilitetsstudiet.

Kommunikation

Generelt var den fysiske adskillelse fra lægen ikke begrænsende for figuranterne, og blev scoret til 4,2. Figurant 4, 5 og 8 undlod at komme med uddybende kommentarer. Figurant 1 og 7 udtrykte tryghed, mens figurant 6 påpegede vigtigheden af at forberede kommende

patienter på den fysiske adskillelse. Figurant 1, 3 og 10 nævnte desuden nødvendigheden af en assistent i rummet.
Kommunikationen med lægen blev scoret til 4,2. Figurant 1 følte hele tiden, at lægen var til stede, og figurant 9 så det som en sikkerhed, at man kunne tale med en kompetent person. Figurant 2 påpegede, at situationen var opstillet, men vurderede den brugbar ved 'rigtige' patienter. Figurant 6 ønskede en kontinuerlig kommunikation fra lægen, mens figurant 7 opfattede kommunikationen som envejs fra lægen.
Billedkvaliteten på videolinket blev scoret til 4,0. Der var et ønske om at synliggøre skærmen, for at undgå at det ikke var "lidt ud af øjenkrogen" (figurant 7).
Lægen udtrykte, at kommunikation fungerede fint med assistenten og figuranterne ved begge systemer. Billedkvaliteten fra webkameraerne var generelt tilfredsstillende trods et mindre udfald på det ene kamera med dårligt billede. Billedkvaliteten af ultralydsbilledet var rimelig.

Assistent-styret System
Assistent-styret System fungerede meget godt, og figuranterne scorede det til 4,8. Figurant 1 og 2 påpegede, at assistenten virkede trænet i scanningerne. Scanningerne var hurtige og effektive, nævnte figurant 3, 6, 8, mens figurant 7 sagde, at det var "lynhurtigt".
Figuranternes oplevelse af at blive scannet af en assistent blev scoret til 4,6. Figurant 3 sagde, at det kunne ligeså godt have været en læge, og for figurant 9 var det stille og roligt. På Assisten-styret System blev sikkerheden vurderet til gennemsnitlig 4,9. Figurant 8 kommenterede, at assistent "ikke prikkede så hårdt". Figurant 4 følte sig tryg og ingen andre figuranter havde yderligere kommentarer til sikkerheden.
Lægen fandt kommunikationen med assistenten som værende fantastisk og pointerede, at læringskurven steg og scanningerne gik hurtigere og hurtigere fra figurant 1 til 10. Lægefagligt kunne han helt bestemt stå inde for Assistent-styret System. Lægen så fordele i små detaljerede bevægelser af proben samt hurtig positionering og mente, at en trænet assistent næsten selv kan finde de rigtige billeder, som dermed kan tolkes af lægen.

Robot-styret System
Robot-styret System fungerede godt, og figuranterne scorede det til 4,1. Der var blandt figuranterne ikke enighed om oplevelsen ved scanningerne. Figurant 1 fandt det kortvarigt ubehageligt, og figurant 10 nævnte, at det var ubehageligt, at lægen ikke havde føling med trykket. Figurant 2 var positivt overrasket over, at den ikke gav større tryk, og figurant 9 nævnte, at det på ingen måde var ubehageligt hårdt og at han gerne gjorde det igen. Figurant 1, 3 og 10 fandt robotten lidt overvældende og tung. Figurant 4 og 10 var lidt nervøse. Figurant 2 og 10 fandt det nødvendigt med en assistent i rummet ved scanningerne.
Robottens langsommere scanningstid blev påtalt af figurant 2 og 3.
Sikkerheden ved Robot-styret System var god og blevet scoret til 4,0. Figurant 1, 2, 4 og 5 påtalte adgang til nødstoppet, og der blev foreslået en håndholdt afbryder. Figurant 2 mente, at man jo altid kan flytte sig. Figurant 6 sagde, at sikkerheden afhang af operatøren og hans rutine i styring af robotten.
Lægen udtrykte en positiv læringskurve og blev gradvist bedre. Lægefagligt kunne han helt bestemt stå inde for Robot-styret System. Det ville kræve en mere logisk styring eventuelt med force feedback, for så vil alle kunne ultralydsscanne med minimal træning. Lægen finder

systemet brugbart på skibe, hvor folk er utrænede samt i situationer, hvor der er kommunikations- og sprogbarrierer.

Sammenligning af systemerne

Alle figuranter foretrak Assistent-styret System. Der var bred enighed om, at denne type scanning er mere behagelig, mere flydende og hurtigere. Figurant 2, 7 og 9 pointerede også, at assistenten virkede trænet og rutineret. Alle figuranter ville tage imod en telesonografisk udredning, hvis de var 'rigtige' patienter. For figurant 1 var kontakt til lægen altafgørende. Det underbygges af figurant 2, som fandt tryghed ved, at lægen godkendte assistentens handlinger. Figurant 7 pointerede, at systemet var brugbart, hvis udredningen kun involverede ultralydsscanning.

I en telemedicinsk sammenhæng, med store geografiske afstande til ekspertisen, ville alle figuranter også tage imod medicinsk udredning med Robot-styret System. Figurant 1 og 9 ville dog kun modtage robot-styret udredning, hvis dette var eneste alternativ.

Lægen mente, at begge systemer bestemt kan bruges til at scanne 'rigtige' patienter. Hvilket system, der er bedst egnet i en telesonografisk sammenhæng, afhænger af konteksten.

Udvikling

Lægen syntes, at udviklingen af systemerne fra pilotstudie til feasibilitetsstudie var gået strygende fremad. Begge typer af scanninger forløb bedre og hurtigere. Der er fortsat udviklingsarbejde til robotarmen i form af et mere smart joystick, der minder om det, man gør i virkeligheden. Med bedre kontrol mente lægen, at det ikke ville være nødvendigt for assistenten at præpositionere robotten.

Lægen forudså styringsmæssige udfordringer i at opnå de fire robotstyrede projektioner til FAST og FATE, hvor andre scanningstyper kræver mindre bevægelse. Med den redesignede hjerteprobeholder opnåede lægen alle de ønskede projektioner ved alle ti figuranter. Specielt mente han, at den substernale scanning fungerede rigtigt godt.

Lægen var tilfreds med de to kameravinkler. Dette kunne eventuelt suppleres med et tredje oversigtskamera. Lægen tænkte ikke over, at han helt automatisk justerede ultralydsparametrene.

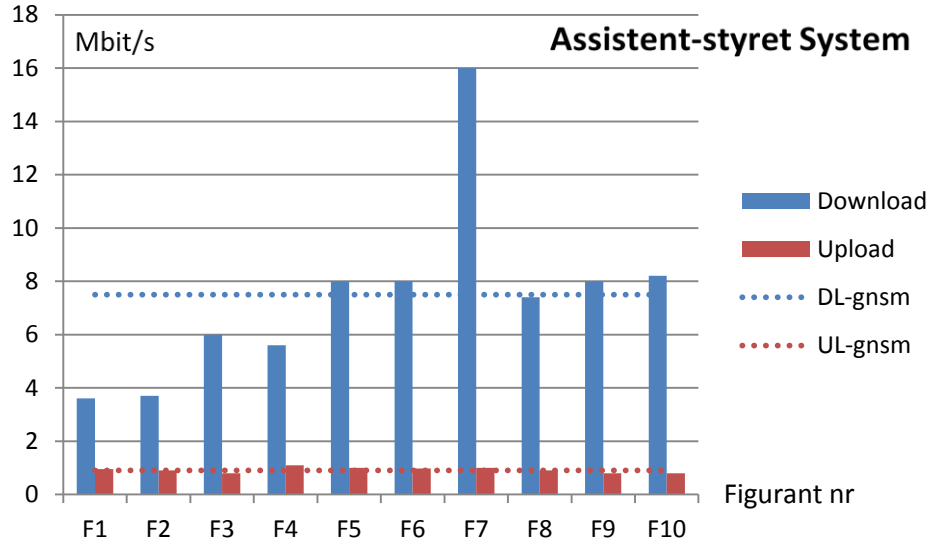
Lægen fandt begge systemer anvendelige til undersøgelse af 'rigtige' patienter og så et klart potentiale heri. Systemerne kan eksempelvis anvendes af radiologisk og kardiologisk vagt på et universitetshospital. Lægen udtrykte, at regionen kunne købe systemet til eksempelvis at servicere Grønland. Lægen relaterede det til regionens spareplaner og prisen på transport med eksempelvis Falck og helikopter samt ubehaget for patienten. Han mente, at systemet hurtigt kunne tjene sig selv ind. Desuden kan der være besparelser på sengedage, men det er svært at måle.

Netforbindelse og bitmåling

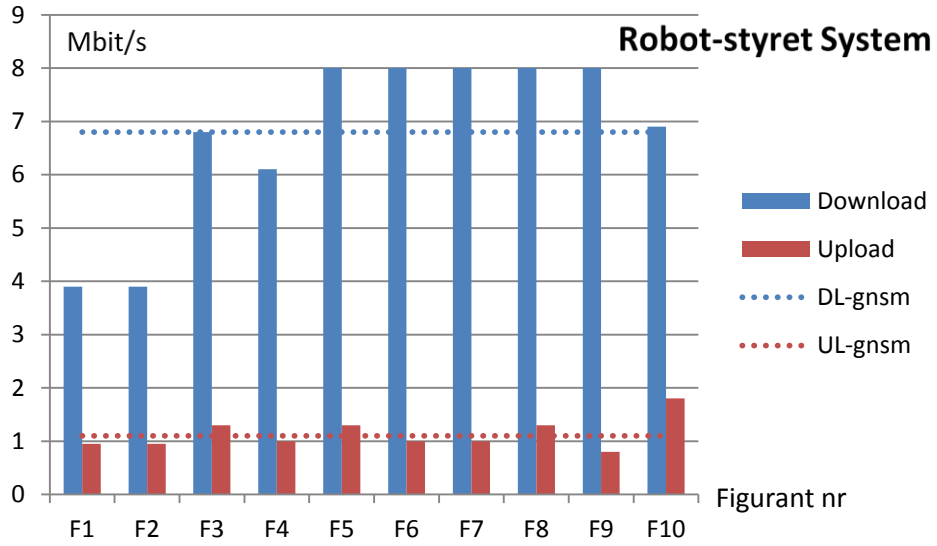
Lægen oplevede svingende stabilitet af netforbindelsen. Dette kom specielt til udtryk ved fjernskrivebordet, hvor forbindelsen ikke var så god om formiddagen, men bedre om eftermiddagen.

Ved forsøgets start var både base- og satellitstation opkoblet på 4G-netværk fra teleselskabet 3. Gennem forsøgsdagene var der problemer med internetforbindelserne, hvorfor der blev skiftet mellem forskellige netværk. Fra figurant 2-4 var ultralydsscanneren tilsluttet universitetets netværk, mens resten af systemerne var tilsluttet 4G. Fra figurant 5-10 blev også basestationen tilsluttet universitetets netværk.

Basestationen foretog peakmålinger af download- og uploadforbrug vha. BitMeter (bilag 9.13 og bilag 9.14). Dette ses i Figur 13 og Figur 14.



Figur 13. Bitmålinger med datapeak for Assistent-styret System i feasibilitetsstudie.



Figur 14. Bitmåling med datapeak for Robot-styret System i feasibilitetsstudie.

Assistent-styret System har et gennemsnitligt peak på 7,5 Mbit/s [1 - 16 Mbit/s] til download og 0,9 Mbit/s [0.8 - 1,1 Mbit/s] til upload. Tilsvarende bruger Robot-styret System henholdsvis 6,8 Mbit/s [3,9 - 6,9 Mbit/s] og 1,1 Mbit/s [0,8 - 1,8 Mbit/s] til download og upload af data.

5. Diskussion

Diskussionsafsnittet er opdelt i tre overordnede afsnit, henholdsvis metode og materiale, teknologi samt en diskussion af projektets resultater. Opdelingen bevirker, at der på nogle områder vil være et overlap af elementer.

5.1 Metode- og materialediskussion

For at kunne designe to telesonografiske systemer foretog vi indledningsvis en litteraturgennemgang og et forudgående mindre pilotstudiet, hvor vi involverede brugere af ultralydsscannere. Deres test af et mindre kablet setup gav indsigt og forståelse for interessenternes opgaver og udfordringer. Deres feedback på designet, aktualiteten og relevansen af de to telesonografiske systemer blev bekræftet.

I den indledende fase havde det ligeledes været relevant at foretage en række feltstudier i brugernes eget miljø og kontekst, eksempelvis ved besøg på fødsels-, radiologiske og kardiologiske afdelinger. Via observationer og interview kunne der være opnået større indsigt og viden i arbejdsgangen, dagligdagsproblemer og fagpersonernes ekspertise i ultralyd.

Selve pilotstudiet var en del af en iterativ proces gående mod det endelige feasibilitetsstudie. I pilotstudiet indgik tre figuranter og en læge. Trods det lave antal gav det store mængder data og resultater at arbejde videre med i feasibilitetsstudiet. Af prioriteringsmæssige årsager fravalgte vi at lave en træningssimulator til lægen, foretage tidsmålinger samt finde et alternativ til TeamViewer og BitMeter. Set i bakspejlet havde disse aspekter været relevante at arbejde videre med. Pilotstudiet gav dog en lang række andre relevante parametre, der blev optimeret til feasibilitetsstudiet.

Feasibilitetsstudiet byggede på ti figuranter. Den oprindelig idé var at implementere systemerne mellem to hospitaler og teste på 'rigtige' patienter. Gennem afklaring med vejledere, og på grund af klinisk vejleders tid blev systemerne testet på ti figuranter. Med et højere antal og 'rigtige' patienter ville vi metodisk stå stærkere og i højere grad kunne generalisere på baggrund af resultaterne.

Det lægefaglige input til systemerne bygger kun på én læges oplevelse og udsagn. Flere lægers indsigt og viden kunne have resulteret i flere holdninger, vinkler, aspekter og perspektiver. Test med flere læger havde desuden muliggjort undersøgelse på flere figuranter og medført mulighed for større generaliserbarhed. Ved undersøgelser på 'rigtige' patienter kunne der alternativt være inddraget en anden læge som kontrol af undersøgelserne.

Ved at anvende struktureret interview af figuranterne kan det give relativt ens svar. Havde vi brugt semistruktureret interview havde det eventuelt bevirket et mere nuanceret og bredere billede.

I den gennemgåede litteratur findes ingen studier, der sammenligner forskellige telesonografiske systemer. Ved at sammenligne begge systemer mod hinanden tvinges figuranterne og lægen til at favorisere ét system. For at undgå denne favorisering kunne der foretages et specifikt interview for det enkelte system efter hver undersøgelse. Alternativt skulle studiet være opbygget med én gruppe figuranter til hvert system.

5.2 Teknologidiskussion

Indledningsvist diskuteres det anvendte udstyr. Dernæst diskuteres billedkvaliteten, bitmålingerne og internetstabiliteten. Dette efterfølges af en diskussion af Robot-styret System samt sikkerhedshåndteringen.

uSmart 3200T ultralydsscanner fra Terason anvendes i dette studie. Den adskiller sig både pris- og kvalitetsmæssigt fra top-modellerne. Lægen kunne efter eget udsagn fremstille billeder af god lægefaglig kvalitet både ved telesonografiske og almindelige ultralydsundersøgelser. Vi har ikke afsøgt markedet for alternative scannere, da uSmart 3200T tilfredsstiller behovet for at kunne designe, sammenligne og teste de telesonografiske systemer.
TeamViewer havde under pilotstudiet udfald og pixellering. Vi antog, at disse problemer skyldtes en ustabil internetforbindelse, hvilket stemte overens med Song et al. (2013) som argumenterer for, at der kan opstå uventede udfald og manglende båndbredde til billedtransmission. Dette forsøgtes omgået ved at inddrage to dedikerede 4G-netværk. Desværre viste det sig, at TeamViewer stadig var ustabil, men dog brugbar. Det kunne have været relevant at teste andre fjernskriveborde. Lync blev diskuteret, men fravalgt af økonomiske årsager.
Forskellige videokonferencesystemer blev testet i det forudgående studie og pilotstudiet. Adobe Connect og Double Robot blev fravalgt på grund af dårlig billedkvalitet og manglende stabilitet. Desuden blev Double Robot også fravalgt, fordi lægen ikke benyttede den mobilitetsmulighed, der lå i denne. FDA-godkendte Vsee blev også undersøgt, men der kunne ikke opnås økonomisk enighed med leverandøren. Vi vurderede derfor, at Skype havde tilstrækkelig datasikkerhed til dette studies formål.

Den transmitterede billedkvalitet er afgørende ved telemedicinske undersøgelser og diagnostik. Billedkvaliteten afhænger af båndbredden, kompressionen af billederne, frameraten og signalstøjforholdet.
Båndbredden sætter en øvre grænse for den mulige billedtransmission [39,46]. Når telemedicinske billeder komprimeres, nedsættes kvaliteten, og man indgår et kompromis [24]. Dermed forringes den diagnostiske mulighed, og tolkningen af de telemedicinske billeder afhænger af lægens erfaring [48,63]. For at frigive mest mulig båndbredde til transmission af ultralydsbilleder slukker Biegler et al. (2013) videolinket efter positionering af ultralydsproben. Litteraturen opnår acceptabel diagnostisk billedkvalitet ved en framerate på 4-30 fps og et SNR på 36 dB, afhængig af båndbredde [36,39,42].
I dette studie har vi ikke fokuseret på billedkompression, framerate og SNR. Vi har accepteret de indbyggede algoritmer i TeamViewer og Skype samt lægens subjektive accept og vurdering af billedkvalitetens diagnostiske værdi. Ved telesonografi har kvaliteten af de fremsendte ultralydsbilleder højere prioritet end videobillederne.

Netværksforbindelser er en generel udfordring for telemedicinske projekter [1,43,46]. Således er det relevant at måle det faktuelle dataforbrug. I litteraturen beskrives internetforbindelser med teoretiske båndbredder på 128 kbit/s - 1 Gbit/s, uden at det reelle databehov beskrives [4,17,23-26,32,34,39,41]. En mulig årsag til ustabil netforbindelse under afviklingen af studiet kan eventuelt bunde i et presset netværk, som skal transmittere data fra

to kameraer samt data til fjernstyring af robotarm og ultralydsccanner. Ydermere deles den tilgængelige båndbredde med andre brugere. Vi kunne derfor have overvejet at foretage en kraftigere kompression, men dette ville sænke billedkvaliteten og muligheden for diagnostisk brug [63]. Alternativt opsætter Takeuchi et al. (2008) et privat, dedikeret WiFi. Det ville i vores telesonografiske systemer hæmme fleksibiliteten og mobiliteten.
Sengupta et al. (2014) oplevede ikke forsinkelser ved transatlantisk telesonografi. Vi har ikke prioriteret at foretage målinger af forsinkelsen, da lægen ikke oplevede problemer under udførelsen af hverken pilot- eller feasibilitetsstudiet.

Robot-styret System tillader fuld operatørkontrol og fleksibilitet med seks frihedsgrader. Der opnås fuld bevægelighed og vinkling med den redesignede hjerteprobeholder. Dette står i kontrast til Delgorge et al. (2005), der er begrænset i vinkling til 60° og tilt til 45°, hvilket vanskeliggør substernale scanninger. Andre robotstyrede telesonografiske systemer har også begrænset bevægelse, hvilket medfører behov for en assistent til positionering af robotten [4,22-26,33,34,36,47]. Når vi vælger at lade assistenten positionere robotten, er det for at spare tid. Assistenten skal alligevel være til stede for at påføre ultralydsgel og udfylde en sikkerhedsmæssig rolle.
Vi formodede, at figuranterne ville tage positivt imod undersøgelse med en robotarm. Dette byggede vi på forudgående interview, hvor lægerne mente, at patienterne ville se positivt på systemet, da det var teknisk og moderne. Vores figuranter havde divergerende oplevelser. Nogle fandt robotten stor og voldsom, mens andre var uforbeholdne overfor den. Det kunne i den sammenhæng have været relevant at anvende en mindre robotarm fra samme producent, men dette var ikke praktisk muligt. Årsagen til, at nogle figuranter har en mindre positiv holdning til robotten, kan ikke forklares. Dette burde der være spurgt videre ind til under interviewet.

Sikkerheden og de etiske overvejelser, som ligger til grund for dette studie, har været fuldt ud acceptable, hvilket bekræftes af brugerne. Litteraturen har minimal fokus på sikkerheden for de telesonografiske systemer [2,4-8,13,15-17,19,20,22-27,30-34,36-43,47]. Vores risikohåndteringsrapport forsøger at afspejle virkeligheden uden for forsøgslokalet. Sikkerheden for vores videolink og fjernskrivebord er indbygget i softwaren. Fjernstyring af robotten er kun sikret bag routerens firewall, det vil sige at en potentiel hacker ville kunne sende kommandoer til robotten i URscript. En yderligere sikkerhedsforanstaltning af robotten kunne etableres med en VPN-forbindelse, hvilket ikke var teknisk muligt med den pågældende routeropsætning. Til trods for manglende beskyttelse af fjernstyringen oplevede vi ingen problemer og forstyrrelser med kontrollen. Selvom Skype-billederne sendes via Skypes egen server kan det accepteres, da der bruges frivillige figuranter. Ligeledes argumenterer Crawford et al. (2012) for brug af Skype i medicinske sammenhænge. Wagner (2014) mener dog ikke, at Skype er medicinsk brugbar, fordi sikkerhedsaspekterne overlades til tredjepart.

5.3 Resultatdiskussion

I litteraturen har vi ikke fundet telesonografiske studier, der fokuserer på de økonomiske, organisatoriske eller patientrelaterede aspekter. Dette bekræftes af Crawford et al. (2012) som efterlyser fokus på de menneskelige faktorer. Den telesonografiske litteratur beskriver overvejende det tekniske aspekt. Dette begrænser muligheden for entydigt at sammenholde

de fundne resultater med anden forskning. Således drager vi løbende paralleller til den generelle telemedicinske forskning vedrørende de ikke afdækkede områder.

Rekruttering af figuranter kan diskuteres, idet den er foretaget i vores studiemæssige og familiære omgangskreds. Der er dog en ligelig kønsfordeling og gennemsnitsalderen på 38 år ligger tæt ved den danske gennemsnitsalder på 40,9 år [54]. Materialet er brugbart, men grundet det lave antal er det ikke generaliserbart.
Figuranterne oplevede ikke den fysiske adskillelse fra lægen som problematisk. Dette stemmer overens med telemedicinsk forskning på området [3,44,45]. Det må formodes, at kommunikationen fra lægen var anderledes end ved en almindelig konsultation, idet lægen måske ikke lagde den samme betydning i den som ved en normal undersøgelse. Således kunne lægen have været opfordret til at kopiere en rigtig konsultation. Dette aspekt kan have påvirket figuranternes svar.
Et kritikpunkt fra figuranterne var manglende synlighed af skærmbilledet med lægen. Det kunne optimeres med enkelte midler. På dette punkt var afviklingen af projektet mangelfuldt.

Figuranternes og lægens opfattelser af Assistent-styret System stemmer godt overens med litteraturen, idet andre også finder det simpelt og effektivt [7,8,16,19]. Litteraturen bruger også assistenter med begrænset kendskab til ultralyd. Figuranterne påtalte generelt, at det var godt, at assistenten var trænet i scanningerne.
For at optimere Robot-styret System efterspurgte lægen et smartere joystick med force feedback. Der er i litteraturen forskellige robotstyrede systemer, hvor force feedback er inkluderet [22-24,31,36,37]. Vilchis et al. (2007) argumenterer for force feedback og knytter dette til det operatørafhængige aspekt, idet ultralyd kræver god øje/hånd-koordination. Schneider et al. (2012) bruger elastografi-funktionen i ultralydsapparatet som force feedback. Fremadrettet kunne det være relevant at inddrage et joystick med force feedback.
Andre robotsystemer redegør ikke for, om det er muligt at skifte imellem forskellige typer af ultralydsprober og foretager kun én type af scanning [2,13,17,22,23,30-36,47]. I vores setup var det muligt at skifte probe og udføre scanninger på forskellige regioner af kroppen.
Figuranterne ytrede, at robotten var langsommere til scanningerne end assistenten, hvilket bl.a. hang sammen med mobiliteten af robotarmen i forhold til figuranten. Ved andre scanninger af eksempelvis et hofteled vil det kun være nødvendigt med én positionering og dermed mindre bevægelse. Vi har fravalgt at fokusere på tidsaspektet, men figuranternes udtalelser står i fin kontrast til litteraturen som dokumenterer 30 % - 50 % længere scanningstid ved anvendelse af en robot [4,17, 25,26].
Lægen kunne på alle figuranter producere de nødvendige ultralydsbilleder. I kontrast til dette står Courreges et al. (2005), der kun finder gode hjertebilleder i 80 % af deres scanninger, og Delgorge et al. (2005) som opnår diagnostisk enighed i 84 % af undersøgelserne.
I litteraturen kræver de telesonografiske systemer tilstedeværelse af en assistent for at kunne indstille alle de ultralydsspecifikke parametre. Takeuchi et al. (2008) tillader dog indstilling af dybde og lysstyrke. Vores systemer kobler ultralydsscanneren på internettet og giver operatøren fuld mulighed for selv at justere alle parametre. Når lægen autonomt justerer ultralydsparametrene, minder vores systemer meget om det, operatøren oplever i klinikken, når han sidder over for patienten. Vi imødekommer således ønsket fra Delgorge et al. (2005) om, at operatøren skal glemme afstanden til patienten.

Ultralydsscanninger er operatørafhængige [5,10,11,18,23,30]. I dette studie ser vi, at jo mere lægen og assistenten træner og opnår en fælles forståelse for de projektioner, som eftersøges, des bedre bliver resultatet. Samme læringskurve gør sig gældende for lægens kontrol af joysticket. Generelt er litteraturen enig med os i, at der er behov for træning [27,41]. Vilchis et al. (2002) påstår, at man kan lære at bruge deres system på 5-10 minutter. Udfra vores træningssessioner med lægen kan vi ikke tilslutte os dette.
Vores ultralydsspecialist havde sine udfordringer med at kontrollere joysticket og måtte lære en ny øje/hånd-koordination for at få Robot-styret System til at fungere. Men selvom selve bevægelsen af ultralydsproben ikke modsvarer det, lægen præsterer i klinikken, besidder han stadig ekspertisen til at realtids-tolke ultralydsbillederne. Dermed er telesonografi stadig et alternativ.
Figuranternes og lægens tilfredshed med vores to telesonografiske systemer er helt på linje med telemedicinske projekter, hvor der generelt er god brugertilfredshed [1-9,25]. Kun Martinelli et al. (2007) dokumenterer patientaccepten i et telesonografisk system men redegør ikke for, hvordan dette afdækkes metodisk. Det er derfor ikke muligt at sammenholde figuranternes og lægens oplevelser med andre telesonografiske systemer.

Bitmålingerne kan ikke sammenlignes med andre telesonografiske systemer, da disse kun oplyser tilgængelig båndbredde, uden at fokusere på det faktiske datapeak.
Resultaterne fra datapeakmålingerne viste en højere downloadrate og lavere uploadrate for Assistent-styret System. Det var forventet at Assistent-styret System havde lavere forbrug for både download og upload end Robot-styret System idet der sendes data mellem joystick og robot. Der er ikke noget entydigt svar på disse forskelle. Det kan eksempelvis skyldes et stort udsving ved figurant 7 ved Assistent-styret System, validitet i BitMeter samt utilsigtede softwareopdateringer og programafviklinger på computerne. Det kunne i den sammenhæng have været relevant at undersøge andre og mere valide målemetoder. Trods resultaternes divergens er det i telesonografiske sammenhænge fortsat relevant at dokumentere det faktiske dataforbrug. Datamålingerne kan således heller ikke give en entydig forklaring på, hvorfor systemet til tider var meget ustabilt. Datamålingerne kommer ikke i nærheden af de teoretisk maksimale båndbredde, som oplyses fra internetleverandørerne. Andre brugere benytter sideløbende båndbredden, hvilket kan have betydning for stabiliteten.

På baggrund af ovenstående diskussion adskiller vores studie sig fra andre ved at:

- undersøge brugernes oplevelser og perspektiver
- sammenligne to telesonografikse systemer
- muliggøre fjernstyring af alle ultralydsspecifikke parametre
- redegøre for sikkerheden af systemerne
- muliggøre skift af probe
- foretage faktuelle bitmålinger af systemernes dataforbrug

6. Konklusion

Ovenstående opgave har påvist, at det inden for rammerne af et kandidatspeciale er muligt at designe, undersøge og sammenligne to telesonografiske systemer. Opgaven afspejler et kronologisk og udviklingsmæssigt billede af projektforløbet. Det er afgørende med litteraturgennemgang samt mindre pilotstudier, for at tilrettelægge og optimere det endelige kvalitative og komparative feasibilitetsstudie.

Konklusionen bygger på ti figuranters og én læges udsagn omkring systemerne samt bitmålinger. Materialet er for småt til at drage generelle konklusioner.
Som telemedicinsk platform giver systemerne mulighed for tilfredsstillende kommunikation mellem læge, assistent og figuranter til trods for fysisk adskillelse. Skærmbilledet med lægen skal være mere synligt, og han skal kommunikere, hvad der sker. Et sagitalt og cranialt kamera rettet mod figuranten giver et funktionelt billede til lægen, men systemerne kan optimeres yderligere med et tredje oversigtskamera.
Videolink og TeamViewer er påvirket af ustabil internetforbindelse, som skal optimeres.
Bitmålingerne viser, at Assistent-styret System og Robot-styret System har forskellige gennemsnitlig og ikke entydigt datapeak for både download på 7,5 Mbit/s og 6,8 Mbit/s og upload på 0,9 Mbit/s og 1,1 Mbit/s.

Assistent-styret System er hurtigt, effektivt og har god funktionalitet. Der kræves træning og uddannelse af assistenten, så denne ved hvilke projektioner, der eftersøges. Sikkerheden er rigtig god.
Robot-styret System fungerer fint, men er langsommere end Assistent-styret System. Robot-styret System kan til tider give kortvarige ubehagelige tryk på figuranterne, og der er behov for tilstedeværelse af en assistent. Sikkerheden er god, men nødstoppet bør positioneres bedre, f.eks. kan figuranten have et nødstop i hånden. Robot-styret System kræver fremadrettet en mere intuitiv styringsenhed og en mindre robotarm.

Assistent-styret System er figuranternes foretrukne system, men begge systemer har potentiale. Alle figuranterne vil tage imod en telemedicinsk udredning med begge systemer. Lægefagligt er begge systemer anvendelige til undersøgelse af 'rigtige' patienter afhængig af kontekst.
Brugerne tog meget positivt imod begge systemer, og de kan anvendes i en telesonografisk sammenhæng.

7. Perspektivering

Studiet har medført en række nye potentialer og perspektiver. Systemernes anvendelighed afhænger af konteksten, optimering af fjernskrivebord, videolink, joystick med force feedback samt sikker og stabil internetforbindelse.
For begge systemer ligger det største potentiale i det telemedicinske aspekt, som kan imødekomme økonomiske, organisatoriske, samfundsmæssige og patientrelaterede udfordringer.
Systemerne har store potentialer både internationalt, nationalt og regionalt. En læge ved en basestation vil således kunne tilbyde sin ekspertise på tværs af hospitaler og sundhedsklinikker. Ekspertisen kan også nå ud til ambulancer, helikoptere, skibe, kommunale sygeplejebiler samt varetage en regional vagtfunktion. Systemerne vil være anvendelige til højt specialiseret udredning, hvor patienten efterspørger international ekspertise f.eks. ved labrumskade i hoften. Designet kan anvendes med henblik på undervisning af mindre erfarne kollegaer og medicinstuderende. Systemerne kan videreudvikles så de også kan bruges ved behandling i form af ultralydsvejledte blokader og drænager.
Assistent-styret System kan anvendes til en vejledende funktion fra fagperson til fagperson.
Robot-styret System har potentiale ved kontaminerede patienter og i krisesituationer som f.eks. ebolaudbrud eller nukleare katastrofer, hvor man vil undgå at udsætte sundhedspersonalet for unødige risici. Desuden kan Robot-styret System give ergonomiske aflastninger til operatøren. Ligeledes vil systemet kunne bruges uafhængigt af sprogbarrierer.
Robotarmen muliggør automatiserede bevægelser. Dette kan bl.a. udnyttes ved normale scanninger og hvor det kunne være aktuelt med reproducerbare scanninger. Dette kan også udnyttes ved elastografi og mamma-scanninger. I tissue engineering kan automatiserede robotbevægelser og ultralydsbilleder forenes til vævsregeneration.
Opgavens resultater viser, at der eksisterer et behov og der er et forretningspotentiale i telesonografi. Til trods for forskellige forskningsudviklede systemer findes der ikke et kommercielt produkt i dag.

Studiet har vist, at det er muligt at opbygge en brugbar telesonografisk løsning. Anden telesonografisk litteratur fokuserer kun på de tekniske aspekter. Implementering af telesonografi kræver i højere grad fokus på organisatoriske, økonomiske og patientrelaterede aspekter. Det skal ske gennem anerkendelse, verificering og validering i større forskningsmæssig skala.

8. Litteraturliste

[1] S. Wagner (2014); “Telemedicine System Engineering - Course Compendium (v.4.0)”; *Department of Engineering, Faculty of Science and Technology, Aarhus University, 2014.*

[2] K. Boman et al (2014); “Robot-Assisted Remote Echocardiographic Examination and Teleconsultation”; *JACC: Cardiovascular Imaging*; vol. 7, No. 8, august 2014, 799-803.

[3] M. J. Hübbe et al (2010); “Brug af Telemedicin mellem Rigshospitalet og Bornholms Hospital - Rapport fra et Pilotprojekt”; *København: Sundhedsstyrelsen, Monitorering & Medicinsk Teknologivurdering, 2010*; Puljeprojekter 2010;10(2).

[4] P. Arbeille et al (2005); “Fetal tele-echography using a robotic arm and a satellite link”; *Ultrasound Obstet Gynecol*; 2005;26:221-226.

[5] L. Pian et al (2013); “Potential Use of Remote Telesonography as a Transformational Technology in Underresourced and/or Remote Settings”; *Emergency Medicine International*; vol 2013; article ID 986160; http://dx.doi.org/10.1155/2013/986160 (artikel online 25/10/2014).

[6] F. Y. Chan et al (2005); “200 fetal tele-ultrasound consultations: clinical value and cost-effectiveness”, *ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, vol. 26, article 469, 2005.

[7] D. MN Dyer et al (2008) “The Clinical and Technical Evaluation of a Remote Telementored Telesonography System During the Acute Resuscitation and Transfer of the Injured Patient”, *The Journal og Trauma: Injury, Infection, and Critical Care,* vol. 65(6) pp1209-1216, December 2008.

[8] N. Biegler et al (2012); “Just in-Time Cost-Effective Off-the-Shelf Remote Telementoring of Paramedical Personnel in Bedside Lung Sonography - A Technical Case Study”, *Telemedicine an e-Health,* vol 18, No. 10, December 2012.

[9] A.Di Cerbo et al (2015); “Narrative review of telemedicine consultation in medical practice”; *Patient Preference and Adherence;* 2015:9 65-75.

[10] J. G. Hillingsø, L. B. Svendsen (2009); “Præhospital akut ultralyd - en ny modalitet med stort potentiale”; *Ugeskrift for Læger*, 171/36, leder.

[11] T. Mapes-Gonnella (2013); “The Impact of Education: Has the Failure to Standardize Musculoskeletal Sonography Undermined Its Value”; *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, 29(6), pp 260-268, 2013.

[12] T. Lorentzen et al (2012); “Klinisk Ultralyd”; *Ugeskrift for Læger*; 48/2012, Leder.

[13] Masuda et al (2011); “Development of Support System to handle Ultrasound Probe by Coordinated Motion with Medical Robot”; *33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS;* Boston, Massachusetts, USA, August 30 - September 3, 2011.

[14] Sundhedsregistret: http://www.esundhed.dk/sundhedsregistre/LPR/Sider/LPR04_Tabel.aspx (1. april 2015).

[15] The Partnership for Maternal, Newborn and Child Health Care (14. oktober 2014); “PMNCH Partners’ Forum: From Pledge to Action”; *World Health Orginazation*, www.who.int/pmnch/about/governance/partnersforum/2010_showcase/en/index2.html (online 25/10/2014).

[16] N. Biegler et al (2013); “The feasibility of nurse practitioner-performed, telementored lung telesonography with remote physician guidance - ‘a remote virtuel mentor’, *Critical Ultrasound Journal 5:5.*

[17] T. Martinelli et al (2007); “Robot-Based Tele-Echography, Clinical Evaluation of the TER System in Abdominal Aortic Exploration"; *American Institute of Ultrasound in Medicine*; 2007; vol 26, pp 1611-1616.

[18] B. Skjoldbye et al (2014); “Ultralyden breder sig som ringe i vandet”; *Ugeskrift for Læger*; 2. juni 2014.

[19] I. Crawford et al (2012); “How to set up a low cost tele-ultrasound capable videoconferencing system with wide applicability”, *Critical Ultrasound Journal,* 4:13 2012.

[20] T.H. Marshburn et al (2014); “New heights in ultrasound: First report of spinal ultrasound from the international space station”; *The Journal of Emergency Medicine;* vol 46, No. 1 pp. 61-70, 2014.

[21] T. Lorentsen et al (2014); “UL-skanning med fokus på bløddelsforandringer”; *Ugeskrift for Læger*; 176/9, 28. april 2014, pp 842-845.

[22] F. Courreges et al (2004); “Advances in Robotic Tele-Echography Services - The OTELO System”; Proceeding of the 26th Annual International Conference of the IEEE EMBS”; San Francisco, CA, USA, September 1-5, 2004.

[23] F. Courreges et al (2005); “Clinical trials and evaluation of a mobile, robotic tele-ultrasound system”; Journal of Telemedicine and Telecare; 2005; 11 (suppl. 1): S1:46-49.

[24] C. Delgorge et al. (2005); “A Tele-operated Mobile Ultrasound Scanner Using a Light-Weight Robot”; *IEEE transactions on information technology in biomedicine;* Vol. 9, No. 1, March 2005.

[25] P. Arbeille et al (2007); “Use of a Robotic Arm to Perform Remote Abdominal Telesonography”; *“American Journal of Roentgenology”*; 2007; vol 188, pp W371-W322.

[26] P. Arbeille et al (2003); “Echographic Examination in Isolated Sites Controlled From an Expert Center Using a 2-D Echograph Guided by a Teleoperated Robotic Arm”; *Ultrasound in Medicine and Biology*; 2003; vol 29, no 7, pp. 993-1000.

[27] A. M. Prister et al. (2013); “Robotic Ultrasound Systems in Medicine”; *IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control;* vol. 60, No. 3, March 2013.

[28] Danmarks Radio, (2014); “Robotter er Vores Nye Kollegaer”; Harddisken, P1; 3. oktober 2014, kl. 10:03.

[29] Fischer et al. (2015); “Trinvise og delte strategier for kontrol af velfærdsrobotter”; *Medicoteknik;* nr 1 2015, 2. årgang.

[30] A. Vilchis et al (2002); “Experiments with the TER Tele-echography Robot”, *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Springer;* pp 138-145, 2002.

[31] A. Vilchis-González et al (2007); “A robot for ultrasound examinations”; *IFMBE Proceedings 18*, pp. 693-696, 2007.

[32] P. P. Sengupta et al. (2014); “Feasibility of Intercity and Trans-Atlantic Telerobotic Remote Ultrasound”; *JACC: Cardiovascular Imaging*, vol. 7, No. 8, 2014 pp: 804-809.

[33] K. Ito et al. (2011); “Evaluation of a Wearable Tele-Echography Robot System: FASTele in a Vihicle Using a Mobile Network”; *33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Boston, Massachusetts USA, August 30 - September 3, 2011.*

[34] K. Ito et al. (2013); “Usability and performance of a wearable tele-echography robot for focused assessment of trauma using sonography”; *Medical Engineering & Physics;* Vol. 35, pp. 165-171.

[35] R. S. H. Istepanian et al. (2009); “Medical QoS Provision Based on Reinforcement Learning in Ultrasound Streaming over 3.5G Wireless Systems”; *IEEE Journal on selected areas in communications;* vol. 27, No. 4 May 2009.

[36] C. Cañero et al (2005); “Mobile Tele-Echography: User Interface Design”; *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*; vol 9, no 1, March 2005.

[37] C. Schneider et al (2012); “Remote Ultrasound Palpation for Robotic Interventions Using Absolute Elastography”; *“MICCAI 2012, Part 1, LNCS 7510”*; N. Ayache et al (ed), Springer, 42-49.

[38] R. Monfaredi et al (2015); “Robot-assisted ultrasound imaging: Overview and development of a parallel telerobotic system”; *Minimally Invasive therapy;* 2015;24: 54-62.

[39] R. Takeuchi et al (2008); “Field Testing of a Remote Controlled Robotic Tele-echo System in an Ambulance Using Broadband Mobile Communication Technology”; *Journal of Medical Systems*; 2008, 32:235-242.

[40] A. Vilchis et al (2003); “Robot-based Tele-Echography: the TER system”; *Journal of Technology and Informatics, issue 95, The New Navigators: from Professionals to Patients, proceedings of MIE2003”;* R. Baud et al; IOS Press, ISBN 1586033476, pp 212-217*.*

[41] T. Hishitani et al (2014); “ A medical Link Between Local Maternity Hospitals and a Tertiary Center Using Telediagnosis With Fetal Cardiac Ultrasound Image Transmission”; *Peadiatric Cardiology (2014) 35:652-657.*

[42] A. W. Kirkpatrick et al (2013); “Enabling the Mission Through Trans-Atlantic Remote Mentored Musculoskeletal Ultrsound: Case Repart of a Portable Hand-Carried Tele-ultrasound System for Medical Relief Missions”; *Telemedicine and eHealth, vol 19, no 7, July 2013.*

[43] K.J. Song et al (2013); "Clinical applicability of real-time, prehospital image transmission for FAST (Focused Assessment with Sonography for Trauma)"; *Journal of Telemedicine and Telecare*; 2013; 19(8): 450-455.

[44] J. Chong, F. Moreno (2012); "Feasibility and Acceptability of Clinic-Based Telepsychiatry for Low-Income Hispanic Primary Care Patients"; Telemedicine and e-Health; vol. 18. No. 4 May 2012.

[45] Z. Agha et al. (2009); "Patient Satisfaction with Physician–Patient Communication During Telemedicine"; Telemedicine and e-Health; November 2009.

[46] R. A. Karim et al (2013); “ Telepointer Technology in Telemedicine: a review”; *BioMedical Engineering OnLine 2013, 12:21.*

[47] K. Ito et al. (2010); “Portable and Attachable Tele-Echography Robot system: FASTele”; *32nd Annual International Conference of the IEEE EMBS, Buenos Aires, Argentina, August 13 - September 4, 2010.*

[48] M. Hasselberg et al. (2014); “Image-Based Medical Expert Teleconsultation in Acute Care of Injuries. A Systematic Review of Effects on Information Accuracy, Diagnostic Validity, Clinical Outcome, and User Satisfaction”; *PLoS ONE;* Vol. 9, issue 6, june 2014.

[49] Terason Corporation 2013, “uSmart-3200T Brochure”; http://www.platinumhc.com/images/terason-usmart-3200t/uSmart3200TBrochure.pdf (03.12.2014).

[50] TeamViewer, version 10.0.39052, TeamViewer GmbH, Göppingen, Tyskland http://www.teamviewer.com (03.12.2014). http://www.teamviewer.com/en/res/pdf/TeamViewer-Security-Statement-en.pdf (03.12.2014).

[51] Skype, version 7.0.60.102, Microsoft Corp, Luxembourg, Luxembourg. www.skype.com (19. marts 2013). https://support.skype.com/en/faq/FA31/does-skype-use-encryption (19. marts 2015).

[52] https://3.dk/abonnementer/bredbaand (10. marts 2015).

[53] http://www.datatilsynet.dk/blanketter/privat-sektor/forskning-og-statistik/forskning-og-statistik-vejledning/ (24. marts 20115).

[54] Danmarks Statistik http://www.dst.dk/da/Statistik/emner/gennemsnitsdanskeren.aspx (13. april 2015).

[55] Universal Robots (2014); “Technical Specifications UR5”; http://media1.limitless.dk/UR_Tech_Spec/UR5_DK.pdf (03.12.2014).

[56] Universal Robots; “The URScript Programming Language”; *Universal Robots*; version 1.5.

[57] Double Robotics http://support.doublerobotics.com/customer/portal/articles/1378078-is-the-video-encrypted-and-is-double-hipaa-compliant- (2015-02-08).

[58] Dansk Standard (2012); “DS/EN ISO14971:2009 Medicinsk udstyr - Anvendelse af risikoledelse i forbindelse med medicinsk udstyr”; 6. udgave 2012-12-21, Dansk Standard.

[59] D. Andersen et al (2004); “Sundhedsvidenskabelig forskning”; FADLs forlag, Danmark; 5. udgave, 2 oplag 2004.

[60] F.B. Kristensen og H. Sigmund (2007); “metodehåndbog for Medicinsk Teknologivurdering”; København: Sundhedsstyrelsen, Enhed for Medicinsk Teknologivurdering, 2007.

[61] R. Gut et al (2011); “Spørg Brugerne - en guide til kvalitative og kvantitative brugerundersøgelser i sundhedsvæsenet”; *Enheden for Brugerundersøgelser, Region Hovedstaden, september 2011*; ISBN: 978-87-91520-70-9, Elektronisk version: 978-87-91520-71-6.

[62] M. B. Jensen, E. Sloth (2006); " Transtorakal ultralyd: en nødvendig standard inden for intensiv, akut og præhospital medicin"; *Ugeskrift for læger*; 11. december 2006.

[63] S. Morelli et al. (2009); " Routine tests for both planning and evaluating image quality in tele-echocardiography"; *Ann Ist Super Sanità 2009;* vol. 45, no. 4:478-391.

Bilag 1.1: Litteratursøgning

En litteratursøgning i Pubmed/Medline, Engineering Village Compendex, Embase og Google Scholar blev foretaget med nedenstående emneord, hvorefter de rette ord for den pågældende database blev noteret og brugt fremadrettet.
Kombinationer og søgestrenge samt antallet og hits og uddragne artikler er noteret i nedenstående skemaer for de enkelte databaser. Efter gentagende redundans afsluttedes litteratursøgningen. Der er desuden fundet litteratur ud fra den fundne litteraturs referencer.
Vi er opmærksomme på at Ugeskrift for Læger ikke har den store internationale impact factor, men da dette speciale tager udgangspunkt i Danmark, mener vi at Ugeskrift for Læger giver et godt overblik over den danske sundhedsscene. Ydermere er artiklerne fra Ugeskrift for Læger understøttet af internationalt publicerede artikler.

Specifikke emneord for pågældende database				
Emneord	**Pubmed - Medline**	**Engineering Village - compendex**	**Embase**	**Google Scholar**
telemedicine	telemedicine	telemedicine	telemedicine	telemedicine
ultrasound	ultrasonography	ultrasonics	ultrasound	ultrasound
robotic	robotics	robotics robot	-	robotics
universal robots	-	-	-	universal robots
double robot	-	-	-	double robot

Informationskilde	**Pubmed**	**Søgedato**	**06.03.15**
Søgestreng			**Hits/relevante hits**
telemedicine			15381
ultrasonography			254938
robotics			14529
telemedicine AND ultrasonography AND robotics			24/14
telemedicine AND ultrasonography			315/11
ultrasonography AND robotics			232/2 (+8 andre)
telemedicine AND robotics			454

Informationskilde	Engineering Village - Compendex	Søgedato	06.03.15
Søgestreng			**Hits/relevante hits**
telemedicine			155
ultrasonics			42032
robotics			81043
robots			51063
telemedicine AND ultrasonics AND robotic			1/1
telemedicine AND ultrasonics AND robots			1/1
telemedicine AND ultrasonics			45864
ultrasonics AND robots			92824
ultrasonics AND robotics			122665
telemedicine AND robotics			71/3
telemedicine AND robots			35/1

Informationskilde	Embase	Søgedato	06.03.15
Søgestreng			**Hits/relevante hits**
telemedicine			25.233
ultrasound			321.615
robotic			-
telemedicine AND ultrasound AND robotics			33 / 5
telemedicine AND ultrasound			442 / 11
ultrasound AND robotics			919
telemedicine AND robotics			593

Informationskilde	Google Scholar	Søgedato	06.03.15
Søgestreng			**Hits/relevante hits**
telemedicine			179.000
ultrasonography			2.250.000
robotics			1.050.000
telemedicine AND ultrasound AND robotics 2010-2015			925/10
telemedicine AND ultrasound AND universal robots 2010-2015			364/0

Bilag 2.1: Forudgående pilotstudie

Feasibility Study: Design of a Robot-Controlled Telesonographic System

Soeren Pallesen[1], Morten H. Morthorst[2], Johannes Hollensberg[3]
Aarhus University School of Engineering, Aarhus University, Denmark
[1]*201308807post.au.dk*
[2]*20061813@post.au.dk*
[3]*19971357@post.au.dk*

Abstract— Sonography is used by almost every medical speciality. Sonography is highly user dependent and patients travel large distances to consult specialists. Industrial robots are used alongside humans and remote control can replicate movements in real time. Telemedicine can increase access to health care and accommodate centralization of specialists in large hospitals. No telesonographic systems allow full control of robot and sonography. Robotic controlled telesonography can reduce social costs related to patients and organizational health care.

The aim was to designing a robotic telesonographic prototype which allows the operator full control.

Two medical doctors performed sonographic examinations on a volunteer using a remote tablet-controlled robotic arm fitted with an ultrasound transducer. The doctors had direct access to the ultrasound machine and visual contact to patient and robot through a videolink. The doctors were interviewed.

The robot, ultrasound scanner and videolink showed good functionality. The doctors wished another controller for more intuitive control. Likewise it will benefit the scanning time. Patients are believed to accept the system and the safety is acceptable. The physically separation limits clinical assessment, but not communication. The system has potential for a range of specialities: radiology, orthopaedics, rheumatology, cardiology and abdomen.

It is feasible to design a telesonographic system allowing the operator to control a robotic arm. A more intuitive control device is needed.

I. Introduction

Ultrasound is used to an ever-increasing degree by clinicians in nearly all branches of medicine [1], [2], from pre-natal foetal scans to pre-hospital scans of trauma patients in ambulances to uncover internal haemorrhaging [3].

The World Health Organization considers medical ultrasonography the most important diagnostic technology in developing countries [4]. Accordingly, ultrasound scanners have become smaller, better and considerably cheaper [5].

An ultrasound scan is highly dependent on operator expertise [1], [2]. Specialists spend years developing the necessary experience in controlling the transducer and performing real-time interpretation of ultrasound images in order to provide an accurate diagnosis and subsequent treatment [2],[5],[6].

Patients may have to travel great distances to consult with doctors with ultrasound expertise [3]. This has social and economic consequences for both society and the patients themselves in lost work earnings and travel expenses [7], [8].

Both Denmark and Europe in general face significant challenges posed by the steadily growing demographic group of elderly citizens and a similarly decreasing labour force. Likewise, the number of patients with chronic ailments is increasing while treatment resources either remain level or have been reduced, resulting in a growing strain on the capacity and economy of the health sector [9].

Telemedicine has the potential to increase effectivity and access to treatment and may prove a viable tool in the reduction of resources and costs. Telemedicine may increase equal access to health services, accommodate a shortage of medical specialists and alleviate the centralisation of the large hospitals [7], [9], [10].

Telesonography is a teleoperative ultrasonographic examination [8], [10]. Pian et al (2013) describe how telesonographic systems represent the ideal clinical tool for use in real-time ultrasound diagnosis, when the specialist is separated from the patient by distance. This applies in instances of trauma, life-threatening situations, far-off or underdeveloped areas and even on space stations [3], [5], [6].

Robots are increasingly utilised side by side with humans, particularly in industrial production [8], [11]. This trend is also applicable to the health sector, where robots and robotic limbs are regularly implemented in medical research. A robotic limb is remote controlled in real-time by an operator to replicate his or her movements. An attached video link allows the operator to see the robot's response and ensure maneuverability and precision [3], [6].

Different variations of telesonographic systems are described throughout medical literature, but none of these visualise a fully remote-operated combined robot and ultrasound scanner. This may be achieved by combining existing technology such as ultrasound scanner, remote desktop, industrial robotic arm and visual communication in one telesonographic system. The ultrasound expertise of medical specialists and the telemedical potential may prove a useful tool to reduce societal, organisational and patient-related costs.

The purpose is to design a functional robotic telesonographic prototype which grants full control of the procedure to the doctor. This is tested in a feasibility study, specifically meant to elucidate the proposed system in relation to safety, practical implementation and the user experience of the doctor.

Fig 1 Experimental set-up of doctor (left) and patient (right)

II. Method and materials

A. Design

This study is a feasibility study in which a doctor remote-scans a patient with a functional prototype consisting of an ultrasound scanner, robotic arm and video link. The doctor and patient are physically separate.

The robotic arm is fitted with a holder for an ultrasound transducer, individually designed and 3D-printed for custom fit. The doctor has a clear view of both robotic arm and test subject through a video link. The doctor uses the manual controller to guide the arm, thus able to both control and view the ultrasound image in real-time.

The ultrasound scans are performed at a facility collaborating in the study. This pilot study forms the basis for a practicality study, which can be performed at a Danish hospital at a later date, including consecutive patients. Prior to the pilot study, the various elements are thoroughly tested to ensure that the technological components function optimally in accordance with the study design.

After the scans, the doctors involved will sit for a concluding, semi-structured interview on their experience with the system.

1) Test Subjects: Two doctors from Silkeborg Sygehus and Randers Sygehus, respectively, will test the system. The test subjects are trained clinicians with experience in ultrasound scanning.

B. Equipment and Safety

The components of the proposed system are extant and readily available, used in daily medical practices. The components used in the setup are controlled by their current standard user interfaces.

The experiment utilises an industrial robotic arm, a UR-5 from Universal Robots. The robotic arm is controlled with an attached tablet controller. UR-5 has six degress of freedom and a precision of +/- 0.1 mm. The robot's speed of movement is adjustable via the tablet.

The robot is outfitted with a failsafe, causing it to stop when encountering a predetermined resistance or bumping into people or equipment. [12]

The ultrasound scanner used is a GE Vivid i. It is a portable scanner with a built-in 15" screen. [13]

Video and audio is accessed through a remote media link on Skype, connected to the internet through local WiFi. An external web camera from Logitech and a 27" monitor from Benq are used for this purpose. Both doctor and patient will be wearing headphones.

Overall cost of the equipment is approximately 500,000 DKK.

During the experiment, Skype is used via an unencrypted connection. No precautions will be made regarding data security and storage of data as the video data is not saved and the tests are carried out on site at collaborating facilities.

C. Procedure

The following is the procedure for the practical implementation of the scans:

1. The doctors will receive an introduction to the use of UR-5 and the attached controller. They will then get the opportunity to test UR-5 and the ultrasound transducer without physical separation.
2. Physical separation is implemented and a doctor performs the actual study on the subject.
   a) A project worker will act as onsite assistant at the patient's location and handle preparation, pre-positioning of UR-5 as well as assist the doctor remotely.
   b) A project manager will be available for technical support and guidance.
3. The doctor in question sits for a semi-structured qualitative interview about the process.

III. Results

The results of the study are based on a semi-structured interview of the two doctors. The system was tested on tendons, lungs, blood vessels and nerves.

The system was well received as it gave doctors several degrees of freedom and good control of small movements, allowing them to create the desired ultrasound images. Both doctors expressed a wish for a more intuitive control unit as the touch screen did not replicate the experience of handling the transducer. Doctor #2 mentioned the challenge of maintaining focus when facing three screens rather than the usual one. The controls also lengthened the process, as the search for structure and scanning planes proved more time-consuming.

Both doctors were satisfied with the visual feedback from the web camera and Doctor #2 did not think it necessary to employ multiple cameras from different angles. Doctor #1 did not comment on this. None of the doctors had any difficulty communicating with the subject. The spatial separation limited their physical examination of the patient, but had no impact on the ultrasound-related examination. Both pointed to the importance of the physical presence of an assistant helping the patient.

The doctors did not feel confident in their ability to correctly diagnose the patient as they expressed a need to complement imaging with palpation and physical examination. Doctor #1 pointed out that ultrasound should be seen as a supplement to correctly diagnosing the patient. None of the doctors were concerned about patient safety, but were aware that the robot can apply excessive pressure on the skin.

Both doctors presume that patients would welcome examination via robotic arm as it provides a sense of quality in treatment by way of modern technology.

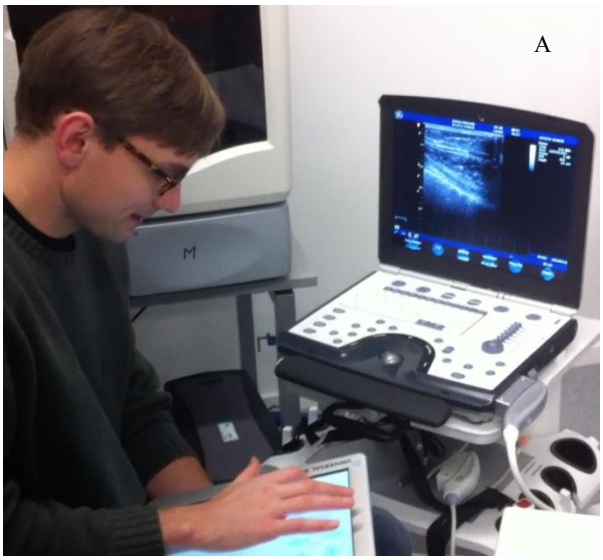


Fig 2 Doctor side (A) and patient side (B)

The doctors were pleased with the control of the ultrasound-specific parameters. Doctor #1 expressed a wish to be able to switch transducers.

Whether a telemedical system can be implemented in a physician's daily life depends on the tasks at hand. Doctor #1 treats trauma patients and has not seen it used in practice, but sees the potential in working with outpatient care and patients in Greenland. Doctor #2 envisions implementation of the system in areas separated by considerable distance, for example Bornholm or Skagen Gigt- og Rygcenter.

Both physicians stated that the medical use of the system depends on the control unit. Doctor #2 stated that if the system is implemented within a facility, the additional work hours it would require need to be taken into account.

Doctor #2 believes the system can be employed with the following patient groups: radiology orthopaedic surgery, reumatology, obstetrics, cardiology, and gastrology. Doctor #1 proposes implementation with outpatients, non-trauma patients, or rutine examinations.

Doctor #1 believes the use of a robotic arm will provide better ergonomical work conditions for physicians.

IV. Discussion

The following discusses the individual results of the feasibility study. Additionally, the system will be compared to alternative solutions from the literary sources covered.

The doctors were satisfied with the system and gave positive feedback on the freedom of movement of the robotic arm. A similar design is presented in Arbeille et al. (2007) where the remote examination is carried out by a doctor with a dummy transducer working with a non-ultrasound competent paramedic who positions the transducer on the patient. This system does not use a robotic arm, but a holder to position the transducer against the chosen target. Therefore, the system provides only limited movement within a narrow area, while our system allows the doctor full freedom of movement without the need for onsite assistance, including the possibility of accessing surrounding structures and scanning planes.

The systems presented by Arbeille et al. (2003, 2005, 2007) and Martinelli et al. (2007) are designed specifically for abdominal scans, whereas our system has six degrees of freedom, allowing for scanning of various anatomical areas and structures.

As expected, the design of a more intuitive control unit to replicate the movements made by doctors during ultrasound scans presents a challenge. Our design with the dedicated tablet control only provided the possibility of moving one degree of freedom at the time, which caused the transducer to move inorganically. In addition, it required the doctors to transfer their concentration and gaze between the control unit, ultrasound images and video image. Training and experience in the use of a tablet controller could improve physician control of the robotic arm, thereby minimising the loss of focus.

To this end, we considered alternative controller units including Leap Motion or a 3D joystick. Leap Motion uses an infrared camera and can track a hand with a dummy transducer and transmit the coordinates to the robotic arm. In a similar fashion, a 3D joystick could replicate the experience of having a transducer in hand and increase intuitive control of the robot. Both options were presented to the doctors and they expressed interest in these alternatives.

In order to meet the need for more intuitive control, Arbeille et al. (2007) suggest using a dummy transducer and Martinelli et al. (2007) a virtual transducer. Thus, an alternative control unit will optimise medical procedure, thereby minimising the increased amount of work time generated by the system. However, it is still assumed that scans take longer than conventional examinations. Arbeille et al. (2007) and Martinelli et al. (2007) allot 30% and 40% more time spent per scan, respectively.

Hübbe (2010), Chong et al. (2012) and Brodey et al. (2000) allege that telemedicine does not impose a limiting factor to verbal communication and contact between doctor and patient. This experience is shared by both physicians included in our study.

One limitation imposed by the system was that doctors could not perform a clinical examination, but relied only on medical history and the ultrasound scan. This implies that the system will only be applicable among patient groups where ultrasonography is the primary method of diagnosis and a clinical examination is not required. A trained assistant at the patient's side may to some extent be of service in the clinical examination.

Prior to the study, there was some concern as to whether patients would accept examination from a robotic arm. The doctors dismissed this concern. They believed that patients would see it as an improvement of the examination. The patients' approval of the procedure in this study is based on the presumptions of the two doctors involved. In future studies, patients should be asked directly, but in light of the assessment from two doctors with daily patient contact, it is expected that patients will welcome the system. This expectation is supported by the documentation provided by Martinelli et al (2007) of a positive patient response

The covered literature on telemedicine uses different conference systems for video and audio transmission [9]. The doctors were pleased with Skype as a video link, as there was low latency and high image resolution. Moving forward, it will be necessary to establish a video link that meets applicable security requirements with respect to encryption and processing of personal data.

Martinelli et al. (2007) use a system that allows for force feedback, letting the doctor physically feel the pressure applied to the patient. Arbeille et al. (2003) states that force feedback is not a necessity. The doctors in our tests expressed their concerns not to be in touch with the degree of pressure applied to the patient. This problem may be obviated by the use of force feedback, communication with the patient and the doctors becoming more familiar with the system. Additionally, UR-5 can be configured to shut down at a lower pressure load.

Both doctors were fully satisfied with the controls of the ultrasound-specific parameters, as they had physical access to the scanner used. Arbeille et al (2003, 2005, 2007) has experimented with a system where an assistant present with the patient set the ultrasound parameters, while the ultrasound image is visually transmitted. It is our opinion that the physicians included in our study will be able to adjust the ultrasound-specific parameters themselves.

In addition, the flexibility of the system grows significantly if it is possible to switch transducers.

A future implementation in Danish hospitals will require a control unit that allows the doctor full intuitive controls without restricting their work.

The doctors involved in our study have a clear expectation that the system could judiciously be implemented in planned outpatient examinations. This opposes the conclusions of Arbeille et al. (2005) which envisions the system implemented in emergency medicine. Doctor #1 does not see how the system can be utilised practically in emergency medicine, as it would be easier for him travel to the patient. This opinion should be seen in relation to the centralisation of hospitals and geographical conditions in both Denmark and abroad where a fast diagnosis can save lives. It should be emphasised that ultrasound cannot stand alone as a diagnostic tool.

The system must be user-friendly to avoid the staff feeling unnecessarily burdened by its employment. At the same time, it must be reliable in operation with minimal technical issues to ensure that staff work time is not spent on non-clinical problems.

V. Conclusion

It is possible to design an applicable robotic telesonography system which grants the operator complete control. The system is safe to use in patient examinations. For added practical accessibility, a more intuitive control unit should be developed. The clinical examination is limited by physical separation, but both patients and doctors will be able to accept this.

The system will result in increased time spent on examinations, but can complement existing conventional examinations in many specialties.

References

[1] J. G. Hillingsø, L. B. Svendsen (2009); "Præhospital akut ultralyd - en ny modalitet med stort potentiale"; *Ugeskrift for Læger*, 171/36, leder

[2] T. Mapes-Gonnella (2013); "The Impact of Education: Has the Failure to Standardize Musculoskeletal Sonography Undermined Its Value"; *Journal of Diagnostic Medical Sonography*, 29(6), pp 260-268, 2013.

[3] P. Arbeille et al (2007); "Use of a Robotic Arm to Perform Remote Abdominal Telesonography"; *"American Journal of Roentgenology"*; 2007; vol 188, pp W371-W322

[4] The Partnership for Maternal, Newborn and Child Health Care (14. oktober 2014); "PMNCH Partners' Forum: From Pledge to Action"; *World Health Orginazation*, www.who.int/pmnch/about/governance/partnersforum/2010_showcase/en/index2.html

[5] L. Pian et al (2013); "Potential Use of Remote Telesonography as a Transformational Technology in Underresourced and/or Remote Settings"; *Emergency Medicine International*; vol 2013; article ID 986160; http://dx.doi.org/10.1155/2013/986160

[6] T. Martinelli et al (2007); "Robot-Based Tele-Echography, Clinical Evaluation of the TER System in Abdominal Aortic Exploration"; *American Institute of Ultrasound in Medicine*; 2007; vol 26, pp 1611-1616

[7] M. J. Hübbe et al (2010); "Brug af Telemedicin mellem Rigshospitalet og Bornholms Hospital - Rapport fra et Pilotprojekt"; *København: Sundhedsstyrelsen, Monitorering & Medicinsk Teknologivurdering, 2010*; Puljeprojekter 2010;10(2)

[8] P. Arbeille et al (2003); "Echographic Examination in Isolated Sites Controlled From an Expert Center Using a 2-D Echograph Guided by a Teleoperated Robotic Arm"; *Ultrasound in Medicine and Biology*; 2003; vol 29, no 7, pp. 993-1000

[9] S. Wagner (2014); "Telemedicine System Engineering - Course Compendium (v.4.0)"; *Department of Engineering, Faculty of Science and Technology";* Aarhus University, 2014.

[10] P. Arbeille et al (2005); "Fetal tele-echography using a robotic arm and a satellite link"; *Ultrasound Obstet Gynecol*; 2005;26:221-226

[11] Danmarks Radio, (2014); "Robotter er Vores Nye Kollegaer"; *Harddisken, P1*; 3. oktober 2014, kl. 10:03

[12] Universal Robots (2014); "Technical Specifications UR5"; http://media1.limitless.dk/UR_Tech_Spec/UR5_DK.pdf (03.12.2014)

[13] http://www.uk-ireland.bcftechnology.com/products/ge-vivid-i (15.12.2014)

Bilag 3.1: Videnskabsetisk forhåndsforespørgelse

De videnskabsetiske Komitéer for Region Midtjylland
Skottenborg 26
DK-8800 Viborg

Århus 26. november 2014

Til rette vedkommende:

Vedr.: Forhånds-forespørgelse vedr. ansøgning til gennemførelse af kandidatspeciale ved Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet, Biomedicinsk Teknik.

I forbindelse med gennemførelse af kandidatspeciale i Biomedicinsk Teknik ved Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet, ønsker vi at forespørge om specialet falder ind under "metodeudvikling" eller om I gerne ser at vi fremsender en fyldestgørende ansøgning i forhold til vores etiske overvejelser. Specialet beskrives i det følgende:

Arbejdstitel:
Telesonografisk Diagnosticering og Implementering på Danske Sygehuse

Formål:
Formålet er at sammenligne og undersøge om to telemedicinske ultralydssystemer kan supplere dagens konventionelle ultralydsundersøgelser.
På baggrund heraf implementeres det/de bedst egnede systemer, kortvarigt, mellem to hospitaler i region Midtjylland (hospitalerne forventes at bliver Århus Universitetshospital og Silkeborg Sygehus).

Metode:
Specialet opdeles i to.

Første del:
Her påtænkes et pilotprojekt hvor der foretages to ekstra ultralydsundersøgelser på ca. 20 patienter i forbindelse med deres, i forvejen, planlagte besøg på radiologisk afdeling.
Undersøgelserne udføres af Overlæge på radiologisk afdeling, Århus Sygehus Lars Bolvig.
Ultralydsundersøgelserne vil være:

1. almindelig konventionel undersøgelse.
2. rum-til-rum-undersøgelser hvor lægen instruerer en sygeplejerske i den praktiske udførelse af ultralydsscanningen. Lægen kan selv indstille scanningsspecifikke parametre.
3. rum-til-rum-undersøgelse hvor lægen fjernstyrer en robotarm med påmonteret ultralydstransducer. Der vil altid være en assistent til stede i rummet. Både patient og assistent har tilgang til at nødstoppe robotarmen. Desuden er der indbyggede sensorer i robotarmen så denne stopper automatisk hvis den mærker modstand.

Efter undersøgelserne gennemføres et interview med patienter, læge og sygeplejerske. På baggrund af disse besvarelser gennemføres del to (beskrevet nedenfor).

Anden del:
På baggrund af del 1, opstilles det valgte system mellem to hospitaler (i skrivende stund planlægges dette gennemført mellem Århus og Silkeborg). Der testes over en dag på 2-3 konsekutive patienter.

Patienterne vil dels modtage deres planlagte ultralydsundersøgelse ved det hospitalt som de har opsøgt (Silkeborg), dels vil de modtage en fjernstyret/telemedicinsk undersøgelse fra Århus udført af Lars Bolvig.
Efter undersøgelserne gennemføres et interview med patienter, læge og sygeplejerske.

Etiske overvejelser:
I forbindelse med vores etiske overvejelser i forhold til dette kandidatspeciale mener vi ikke at patienterne vil lide nogen overlast ved accept til deltagelse. Dette konkluderer vi ud fra følgende:

- Patienterne vil under alle omstændigheder modtage den planlagte undersøgelse.
- Patienterne gives mundtlig og skriftlig information inden de samtykker i deltagelse.
- Patienterne informeres, skriftligt og mundtligt, om at de til enhver tid kan stoppe deres deltagelse, uden påvirkning af det videre behandlingsforløb.
- Patienterne anonymiseres og registreres kun med alder, køn og hvad der scannes efter og om der er fund ved de tre undersøgelsesmetoder.
- Ulempen som dette kandidatspeciale risikerer at påføre patienterne begrænser sig til at patienterne skal afse tid til deltagelse.
- Ultralyd er en ufarlig og ikke-ioniserende modalitet.
- Når patienterne fjernscannes vil der altid være en assistent til stede i rummet.
- Robotarmen har indbygget sikkerhedsstop, samtidig med at både patient og assistent til enhver tid kan afbryde denne via et nødstop.
- Alle datatransmissioner foregår via sikre forbindelser.

Med baggrund i ovenstående ønsker vi derfor at høre hvorvidt man i Videnskabsetisk Komite vurdere dette kandidatspeciale som metodeudvikling eller om man ønsker en fyldestgørende ansøgning inden opstart af patient-inklusion.
Specialet forventes gennemført i foråret 2015, med primær patientkontakt i april-maj 2015.

Med Venlig Hilsen

Søren Pallesen
stud.can.scient.med
studienr.: 201308807
Langballevej 166
8320 Mårslet
telefon: 24 67 56 48
mail: sorenpallesen@hotmail.com

Johannes Hollensberg
stud.can.scient.med
studienr.: 19971357
Langørvej 9, 2. th
8000 Aarhus C
telefon: 40 59 07 73
mail: johannes@hollensberg.com

Bilag 3.2: Videnskabsetisk svar

Johannes@Hollensberg.com

Fra: "Lena Bjerregaard Danvøgg" <Lena.Danvoegg@STAB.RM.DK>
Dato: 3. december 2014 13:33
Til: <Johannes@Hollensberg.com>
Emne: SV: Forhånds-forespørgelse vedr. ansøgning til gennemførelse af kandidatspeciale

Forespørgsel 304/2014

Kære Johannes

Nej, jeres projekt skal ikke anmeldes til Videnskabsetisk Komité.

Projektet hører ikke ind under definitionen af sundhedsvidenskabelig forskning således som det er defineret i komitelovens § 2, nr. 1.

Projektet skal derfor ikke anmeldes, jf. komitélovens § 14, stk. 1.

Den omtalte lov er lov nr. 593 af 14. juni 2011 om videnskabsetisk behandling af sundhedsvidenskabelige forskningsprojekter.

Med venlig hilsen
Lena Danvøgg
Juridisk konsulent
Juridisk kontor - Regionssekretariatet
Skottenborg 26 - 8800 Viborg
Tlf: + 45 7841 0182

Fra: Johannes@Hollensberg.com [Johannes@Hollensberg.com]
Sendt: 26-11-2014 13:31
Til: Komite (Funktionspostkasse) [Komite@rm.dk]
Emne: Forhånds-forespørgelse vedr. ansøgning til gennemførelse af kandidatspeciale

Hej.
I forbindelse med gennemførelse af kandidatspeciale i Biomedicinsk Teknik ved Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet, ønsker vi at forespørge om specialet falder ind under “metodeudvikling” eller om I gerne ser at vi fremsender en fyldestgørende ansøgning i forhold til vores etiske overvejelser.
Specialet beskrives i vedhæftede pdf.

Venlig hilsen og på forhånd tak for svar

Johannes Hollensberg
Regenburgsgade 9, 2. th
8000 Århus C

Phone: +45 40 59 07 73
Mail: johannes@hollensberg.com

Bilag 4.1: Risikohåndteringsrapport, Assistent-styret System

Introduktion

Denne risikohåndteringsrapport tager udgangspunkt i DS/EN ISO14971:2009 “Medicinsk udstyr - Anvendelse af risikoledelse i forbindelse med medicinsk udstyr” og kriterier for risikoanalyse for Medicinsk Teknologivurdering (Kristensen og Sigmund (2007)).
Det overordnede formål er gennem risikoanalyse, -vurdering og -håndtering at minimere risikoen for personskade ved brug af Assistent-styret System.

Ansvarlige Personer

Nedenstående personer er ansvarlige for risikohåndteringsrapporten og foretager risikoanalyse, -vurdering, -håndtering og dokumentation.

Johannes Hollensberg (JH)
Specialestuderende biomedicinsk teknik, Aarhus Universitet
Regenburgsgade 9, 2th
8000 Århus C

Søren Holm Pallesen (SP)
Specialestuderende biomedicinsk teknik, Aarhus Universitet
Langballevej 166
8320 Mårslet

Risikoanalysen er udarbejdet i perioden fra 15.02.15 til 01.05.15.

Beskrivelse og identifikation af det medicinske udstyr

Det udstyr der anvendes, betragtes i den projektmæssige sammenhæng som medicinsk udstyr. Således beskrives både videolink, ultralydsapparatet samt netværksopsætningen og software.

- Ultralydsscanner: Terason uSmart 3200T
- Netværksopsætning
- Software:
    - TeamViewer
    - Skype
    - Div. pc-programmer, Windows, iOs
- Andet

Tilsigtet anvendelse og forkert brug

Den tilsigtede anvendelse målretter sig ultralydsscanninger i en telemedicinsk kontekst. En læge fjernstyrer en assistent til at udføre ultralydsscanninger over store afstande. Kommunikation

mellem læge, assistent og patient foregår via et mobilt videolink. Opsætningen er forbundet via internetforbindelse.
Forkert brug vil være at anvende systemet i en anden sammenhæng end den tilsigtede, uden dette er dokumenteret som en legal måde at anvende systemet.
Egenskaber der kan påvirke sikkerheden indbefatter forkert håndtering af udstyr, nedbrud af udstyret og hacking af udstyret.

Scoringen af risikovurdering

Sandsynlighed for fare, konsekvens og risiko gradueres på kvalitativ skala:

Sandsynlighed for fare / forekomst	**Konsekvens af skade**	**Risikovurdering**
Hyppig	Død	Utålelig
Sandsynlig	Alvorlig skade (kræver medicinsk/kirurgisk behandling)	Uønsket
Ind imellem	Medium skade (kan hele)	Tålelig
Sjælden	Lille skade	Ubetydelig
Usandsynlig	Irritation	

Risikohåndteringsplan

På baggrund af identifikation af farer udarbejdes en risikohåndteringsplan. I nedenstående tabel oplistes sandsynligheden for fare samt konsekvensen af denne. Risikoen estimeres og der tages stilling til evt. behov for risikoreduktion.
Uacceptabel risiko er at påføre patienten en alvorlig skade som f.eks. costalfraktur samt mindre skader med f.eks. længerevarende smerte efter tryk. På baggrund heraf vurderes restrisikoen for hele systemet.

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Ultralydsscanner Terason uSmart 3200T	Ingen kendte	Usandsynlig	Irritation	- Ultralydsscanneren er godkendt som medicinsk produkt og denne godkendelse accepteres	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Netværksopsætning	Hacking af TeamViewer og Skype	Usandsynlig	Irritation	- Begge programmer aktiverer egen VPN-forbindelse - Der sendes ikke patientfølsomme data	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP
	Nedbrud af internet	Ind imellem	Irritation	- Internettet kan være ustabilt - I sådanne tilfælde stoppes al aktivitet - Påvirker “Software”	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP
	Forsinkelse i transmission	Sjælden	Irritation	- Forsinkelse vil give dårlige billeder - Påvirker “Software”	Tålelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP

Software	**Fare**	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
TeamViewer	Langsom opdatering af billedet	Ind imellem	Medium skade	- Der kan stilles forkert diagnose - Dette er et forsøg og der undersøges ikke for diagnoser	Tålelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP
Skype	Langsom opdatering af billedet og	Ind imellem	Medium skade	- Kommunikationen kan kortvarigt forringes	Tålelig	Risiko acceptabel	31.03.15 JH/SP

	lyd						
Div. software, Windows, iOS	Ustabilitet	Usandsynlig	Irritation	- Installerede styreprogrammer på de anvendte computere vil påvirke alle momenter, undtagen de som nævnes under "Andet"	Ubetydelig	Risiko acceptabel	02.03.15 JH/SP

Andet	**Fare**	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
	Fald i ledning på gulv	Sjælden	Lille skade	- Ledninger er pakket væk fra gangarealer	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP
	Briksen kollapser	Usandsynlig	Medium skade	- Figuranter over 120 kg kan ikke anvende denne briks	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP
	Smittefare	Sjælden	Død	- Figuranter med åbne sår kan ikke scannes - Apparatet afsprittes	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP

Evaluering af overordnet restrisiko acceptabilitet

Risikoen for medium til alvorlig skade er ubetydelig eller tålelig, når systemet anvendes som tiltænkt. Således vurderes restrisikoen acceptabel.

Bilag 4.2: Risikohåndteringsrapport, Robot-styret System

Introduktion

Denne risikohåndteringsrapport tager udgangspunkt i DS/EN ISO14971:2009 “Medicinsk udstyr - Anvendelse af risikoledelse i forbindelse med medicinsk udstyr” og kriterier for risikoanalyse for Medicinsk Teknologivurdering (Kristensen og Sigmund (2007)).
Det overordnede formål er gennem risikoanalyse, -vurdering og -håndtering at minimere risikoen for personskade ved brug af Robot-styret System.

Ansvarlige Personer

Nedenstående personer er ansvarlige for risikohåndteringsrapporten og foretager risikoanalyse, -vurdering, -håndtering og dokumentation.

Johannes Hollensberg (JH)
Specialestuderende biomedicinsk teknik, Aarhus Universitet
Regenburgsgade 9, 2th
8000 Århus C

Søren Holm Pallesen (SP)
Specialestuderende biomedicinsk teknik, Aarhus Universitet
Langballevej 166
8320 Mårslet

Risikoanalysen er udarbejdet i perioden fra 15.02.15 til 01.05.15.

Beskrivelse og identifikation af det medicinske udstyr

Det udstyr der anvendes, betragtes i den projektmæssige sammenhæng som medicinsk udstyr. Således beskrives både robotarm, Joystick, videolink, holder til ultralydsprobe, ultralydsapparat samt netværksopsætning og software.

- Robotarm: Industrielle robotarm UR10 fra Universal Robots.
- Joystick: Logitech Extreme 3D Pro
- Holder til ultralydsprobe: 3d scannet og 3d printet på MakerBot Replicator.
- Ultralydsscanner: Terason uSmart 3200T
- Netværksopsætning
- Software:
    - TeamViewer
    - Skype
    - Joystick software fra Zacobria
    - Div. pc-programmer, Windows, iOs
- Andet

Tilsigtet anvendelse og forkert brug

Den tilsigtede anvendelse målretter sig ultralydsscanninger i en telemedicinsk kontekst. En læge fjernstyrer en robotarm med påmonteret ultralydsprobe og udfører ultralydsscanninger over store afstande. Kommunikation mellem læge, assistent og patient foregår via et mobilt videolink. Opsætningen er forbundet via internetforbindelse.
Forkert brug vil være at anvende systemet i en anden sammenhæng end den tilsigtede, uden dette er dokumenteret som en legal måde at anvende systemet. Ligeledes vil det kunne forekomme at en ekstern person vil kunne tage kontrol over systemet og dermed styre robotten på en uhensigtsmæssig måde.
Egenskaber der kan påvirke sikkerheden indbefatter forkert håndtering af udstyr, uhensigtsmæssig kraftpåvirkning fra robotarmen, nedbrud af udstyret og hacking af udstyret.

Scoringen af risikovurdering

Sandsynlighed for fare, konsekvens og risiko gradueres på kvalitativ skala:

Sandsynlighed for fare / forekomst	**Konsekvens af skade**	**Risikovurdering**
Hyppig	Død	Utålelig
Sandsynlig	Alvorlig skade (kræver medicinsk/kirurgisk behandling)	Uønsket
Ind imellem	Medium skade (kan hele)	Tålelig
Sjælden	Lille skade	Ubetydelig
Usandsynlig	Irritation	

Risikohåndteringsplan

På baggrund af identifikation af farer udarbejdes en risikohåndteringsplan for første risikokontrol. I nedenstående tabel oplistes sandsynligheden for fare samt konsekvensen af denne. Risikoen estimeres og der tages stilling til evt. behov for risikoreduktion.
Uacceptabel risiko (markeret med rødt) er at påføre patienten en alvorlig skade som f.eks. costalfraktur samt mindre skader med f.eks. længerevarende smerte efter tryk. Efter første risikokontrol evalueres de uacceptable risici og der foretages nødvendige foranstaltninger og tiltag. Uacceptable risici fremgår af afsluttende tabel. På baggrund heraf vurderes restrisikoen for hele systemet.

Robotarm, UR10	**Fare**	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
	Kraftpåvirkning af patienten	Sandsynlig	Medium skade	- Sikkerhedsstop kan aktiveres - Autostop ved 100 N - Figuranten kan flytte sig - UR sættes til laveste hastighedsniveau - hastighed reduceres yderligere til 75 % - Påvirker “Holder til ultralydsprobe, knækker”	Tålelig	Risiko acceptabel	12.03.15 JH/SP
	Bord bryder sammen	Sandsynlig	Alvorlig skade		Uønsket	**Risiko uacceptabel - Nyt bord/stativ**	12.03.15 JH/SP
	Rammer omgivelserne	Sandsynlig	Medium skade	- UR skal i kontakt med figuranten - Autostop ved 100 N - Sikkerhedsstop kan aktiveres	Tålelig	Risiko acceptabel	12.03.15 JH/SP
	Trække andet udstyr på gulvet	Sjælden	Irritation	- Assistentens opgave er at undgå dette	Ubetydelig	Risiko acceptabel	12.03.15 JH/SP
	Sno ledningen til ultralydsproben rundt om robotten	Sjælden	Irritation	- Der er indbygget stop i UR for at undgå dette - Ingen betydning for personskade	Ubetydelig	Risiko acceptabel	12.03.15 JH/SP

Joystick	**Fare**	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
	Fejl i brug	Hyppig	Medium skade	- At scanne med joystick er nyt for lægen	Uønsket	**Risiko uacceptabel - Træning i brug af joystick**	15.02.15 JH/SP

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Holder til ultralydsprobe, 3D printet	Skarpe kanter	Ind imellem	Medium skade	- Kanterne kan giv tryk ved smal ribbenskurvatur - Kan skære i huden - Kanterne slibes og pudses	Uønsket	**Risiko uacceptabel - Tilslibning af kanterne**	25.02.15 JH/SP
	Allergi (probeholder/ hud)	Usandsynlig	Irritation	- Opstår der kontakt mellem probeholder og hud vil denne være kortvarig	Ubetydelig	Risiko acceptabel	18.02.15 JH/SP
	Knækker	Sjælden	Medium skade	- Kan knække hvis UR10 trykker for hårdt - Sker dette vil der være forvarsel fra lyden, som opstår, når plastikken flækker	Tålelig	Risiko acceptabel	18.02.15 JH/SP

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Ultralydsscanner Terason uSmart 3200T	Ingen kendte	Usandsynlig	Irritation	- Ultralydsscanneren er godkendt som medicinsk produkt og denne godkendelse accepteres	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Netværksopsætning	Hacking, overtag med UR-kontrollen	Sjælden	Medium skade	- IP og portnummer skal kendes - En evt. hacker skal kende til URscript - Denial of Service angreb kan gøre	Uønsket	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP

				systemet ustabilt - Sikkerhedsstop kan aktiveres - Autostop ved 100 N - Figuranten kan flytte sig - påvirker “Robotarm, UR, kraftpåvirkning af pt”			
	Hacking af TeamViewer og Skype	Usandsynlig	Irritation	- Begge programmer aktiverer egen VPN-forbindelse - Der sendes ikke patientfølsomme data	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP
	Nedbrud af internet	Ind imellem	Irritation	- Internettet kan være ustabilt - I sådanne tilfælde stoppes al aktivitet - Påvirker “Software”	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP
	Forsinkelse i transmission	Sjælden	Irritation	- Forsinkelse vil give dårlige billeder - Forsinkelse kan påvirker kontrol med UR - Påvirker “Software”	Tålelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP

Software	**Fare**	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
TeamViewer	Langsom opdatering af billedet	Ind imellem	Medium skade	- Opdateres billedet ikke kan det være svært at se, hvor hårdt der trykkes - Der kan stilles forkert diagnose - Dette er et forsøg og der undersøges ikke for diagnoser - Påvirker “Robotarm, UR10”	Tålelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP

Skype	Langsom opdatering af billedet og lyd	Ind imellem	Medium skade	- Dpdateres billedet og lyden ikke kan operatøren ikke se, hvor UR befinder sig - Sikkerhedsstop kan aktiveres - Autostop ved 100 N - Figuranten kan flytte sig - Påvirker ”Robotarm, kraftpåvirkning af pt”	Tålelig	Risiko acceptabel	31.03.15 JH/SP
Joystick software	Fejlfunktion i software	Usandsynligt	Irritation	- I sådanne tilfælde stoppes al aktivitet - Påvirker “Robotarm, UR10”	Ubetydelig	Risiko acceptabel	15.02.15 JH/SP
Div. software, Windows, iOS	Ustabilitet	Usandsynlig	Irritation	- Installerede styreprogrammer på de anvendte computere vil påvirke alle momenter, undtagen de som nævnes under “Andet”	Ubetydelig	Risiko acceptabel	02.03.15 JH/SP

	Fare	**Sandsynlighed**	**Konsekvens**	**Kommentar/tiltag**	**Risikovurdering**	**Risikoreduktion**	**Udført**
Andet	Fald i ledning på gulv	Sjælden	Lille skade	- Ledninger er pakket væk fra gangarealer	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP
	Briksen kollapser	Usandsynlig	Medium skade	- Figuranter over 120 kg kan ikke anvende denne briks	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP
	Smittefare	Sjælden	Død	- Figuranter med åbne sår kan ikke scannes - Apparatet afsprittes	Ubetydelig	Risiko acceptabel	27.02.15 JH/SP

Efter 1. risikokontrol

	Fare	Sandsynlighed	Konsekvens	Kommentar/tiltag	Risikovurdering	Risikoreduktion	Udført
Uacceptabel risiko for at bord bryder sammen. Der skal produceres et nyt stativ.	Stativ bryder sammen	Usandsynlig	Alvorlig skade	Nyt stativ	Uønsket	Risiko acceptabel	18.03.15 JH/SP
	Vælter	Usandsynlig	Alvorlig skade	- Stativets “lange del” skal vendes ind under lejet	Ubetydelig	Risiko acceptabel	18.03.15 JH/SP
Uacceptabel risiko ved brugsfejl grundet manglende træning og erfaring med brug af joystick. Der skal gennemføres træning.	Fejl i brug	Ind imellem	Medium skade	- Sikkerhedsstop kan aktiveres - Autostop ved 100 N - Figuranten kan flytte sig - UR sættes til laveste hastighedsniveau - hastighed reduceres yderligere til 75% - påvirker “Robotarm, UR10”	Tålelig	Risiko acceptabel	12.03.15 JH/SP
Skarpe kanter på probeholder. Der designes ny probeholder.	Skarpe kanter	Usandsynlig	Medium skade	- Nyt design har minimeret kanterne	Ubetydelig	Risiko acceptabel	26.03.15 JH/SP

Evaluering af overordnet restrisiko acceptabilitet

Risikoen for medium til alvorlig skade er reduceret til et ubetydeligt eller tåleligt niveau, når systemet anvendes som tiltænkt. Således vurderes restrisikoen acceptabel.

Bilag 5.1: Samtykke om Deltagelse i Pilotstudie

Tak fordi du har meldt dig som frivillig figurant til dette pilotstudie.

Du skal have foretaget to telemedicinske ultralydsscanninger, hvor lægen sidder i et andet rum.

Den ene scanning foregår ved at lægen guider en assistent til at foretage undersøgelsen.
Den anden scanning foregår ved at lægen selv fjernstyrer en robotarm.

En assistent vil hele tiden være til stede i rummet, og ved robotscanningen kan nødstoppet altid aktiveres.

Efter scanningerne vil vi interviewe dig omkring dine oplevelser. Interviewet optages/filmes til internt brug.

Al data behandles fortroligt og du vil ikke blive registreret nogen steder. Alle aktører af studiet har tavshedspligt.

Du kan til enhver tid afbryde forsøget uden at opgive nogen grund for dette.

_____

Dato / underskrift på accept af deltagelse i pilotstudiet.

Bilag 5.2: Testprotokol - Pilotstudie, d. 12. marts 2015

Sted (se kort)

Ingeniørhøjskolen i Aarhus
Finlandsgade 22
8000 Aarhus N
Bygning: 5126
Lokale: Kahn-129

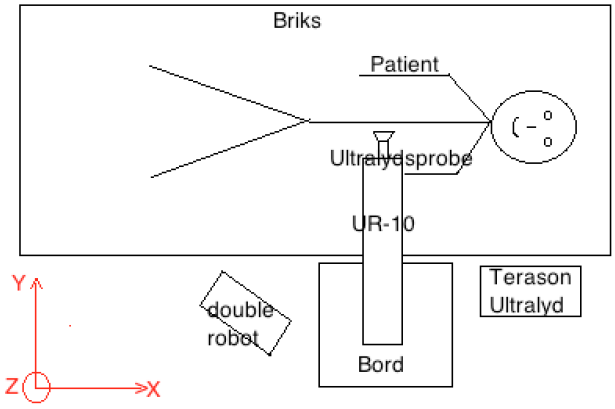
Dato

Torsdag d. 12. marts 2015
Mødetid
08:00 Søren Pallesen (SP) (tlf: 2467 5648),
Johannes Hollensberg (JH) (tlf: 4059 0773)
09:30 Lars Bolvig (LB)
10:30 Observant Kirsten Skovborg

Figuranter

11:00 Figurant 1
12:30 Figurant 2
14:00 Figurant 3

Der afsættes totalt 90 minutter pr. figurant:
Introduktion og klargøring af figurant, 10 min
1. scanning, 30 min
2. scanning, 30 min
Afslutning af scanning, 5 min
Interview, 15 min



Procedure

	Opgave	Ansvarlig
1	Opsætte systemerne (jf. nedenstående opstartsmanualler)	SP+JH
2	Introduktion af systemerne til LB ❑ Double Robot ❑ styring, op/ned, kamera-skift ❑ Terason via TeamViewer ❑ ultralydsindstillinger ❑ UR10 / joystick ❑ tænd/sluk af joystick ❑ styring herunder op/ned-funktion (**skal** stå i "op" når den ikke bruges) ❑ demonstrere manuel positionering ❑ positionering af Double Robot ift. UR´s koordinatsystem	SP+JH+LB
3	Træning ❑ Aftale standardiseret terminologi med assistent ❑ Brug af mus som indikation ❑ Scanning på fantom med både assistent og UR ❑ Udlevere interview spørgsmål til LB til notat for hver enkelt figurant	SP+JH+LB
4	Introduktion af observant (bilag 5.5) ❑ Underskrift	SP
5	Introduktion af figurant ❑ Ultralydsscanning af maven og hjertet - lægen giver instruktioner til en assistent om hvordan ultralydsproben skal styres. ❑ Ultralydsscanning af maven og hjertet - lægen styrer ultralydsproben vha. en robotarm. ❑ Demonstration af UR. Figuranten aktiverer nødstop. ❑ Sikkerhedsstop kan aktiveres af figurant og assistent. ❑ Assistenten er i rummet hele tiden - ansvarlig for teknik og aktivering af nødstop. ❑ Informeres om frivillig deltagelse - testen kan til enhver tid afbrydes. ❑ Underskrift om deltagelse (bilag 5.1).	JH
6	Randomisering af undersøgelse og klargøring af figurant	JH
7	Selve undersøgelsen	SP+JH+LB
8	Kort afrapportering fra observanten	SP
9	Påklædning af figurant	JH
10	Interviews af figuranterne (bilag 5.7)	SP
11	Efter alle 3 undersøgelser interview af lægen (bilag 5.6)	SP

Opstart af Double Robot

<table>
<tr><th>Satellit-station</th><th>Base-station</th></tr>
<tr><td>1) Opstart</td><td>2) Opstart</td></tr>
<tr><td>❑ Tænd for Double Robot
❑ Tag den ud af opladeren</td><td rowspan="3">❑ Sæt SP´s telefon til mobilt hotspot
❑ Tænd for en computer
❑ Start BitMeter
❑ Log på internettet
  ❑ net: AndroidAP
  ❑ kode: *****
❑ Start Chrome-browseren
❑ Gå til drive.doublerobotics.com
❑ Log ind med
  ❑ brugernavn: johannes
  ❑ kode: *****
❑ Klik på Double-robotten du vil manøvrere
❑ Head-set kan bruges når det er tilsluttet korrekt til skærmen</td></tr>
<tr><td>❑ Tænd for iPad
❑ Slå skærmrotationslåsen fra
❑ Kontroller at WiFi er tilsluttet internettet (4G WiFi - 3Damnark)
❑ Tænd for Bluetooth
❑ Start Double-appen
❑ Log ind med
  ❑ brugernavn: johannes
  ❑ kode: *****
❑ Sæt iPad´en i Double Robotten med frontkameraet nedad
❑ Kontroller at der er forbindelse mellem iPad og Double Robot</td></tr>
<tr><td>❑ Fortæl operatøren at du er klar til at forbinde</td></tr>
<tr><td>4) efter endt brug</td><td>3) efter endt brug</td></tr>
<tr><td>❑ Vent på at operatøren logger af
❑ Kør robotten ned i mindste højde
❑ Løft den over til opladeren (hvis ikke operatøren allerede har kørt den på plads)
❑ Sluk Double Robot og iPad
❑ Tilslut opladeren</td><td>❑ Fortæl satellitstationen at du logger af
❑ Gå ud af drive-billedet (“læg røret på”), tilbage til verdenskortet
❑ På verdenskortet, klikkes på “johannes” i øverste højre hjørne
❑ Log ud</td></tr>
</table>

Opstart af Terason

<table>
<tr><th>Satellit-station</th><th>Base-station</th></tr>
<tr><td>1) Opstart</td><td>2) Opstart</td></tr>
<tr><td rowspan="2">❑ Påsæt den ønskede probe på UR10
❑ Tænd Terason
❑ Kontroller at den er tilsluttet WiFi (4G WiFi - 3Danmark)
❑ Start TeamViewer
❑ Giv koden til operatøren</td><td>❑ I forbindelse med opstart af Double Robot burde computeren være tændt og tilsluttet internettet via AndriodAP
❑ Start BitMeter (hvis den ikke allerede kører)
❑ Start TeamViewer
❑ Indtast koden fra satellitstationenog tilslut</td></tr>
<tr><td>❑ Start ultralydsprogrammet
❑ Kontroller opsætning i forhold til monteret probe
❑ For bedre billedkvalitet kan TeamViewer evt. sættes til at vise i sort/hvid</td></tr>
<tr><td colspan="2">3) Efter endt brug</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sluk udstyret og pak sammen</td></tr>
</table>

Opstart af UR10-robot

<table>
<tr><th>Satellit-station</th><th>Base-station</th></tr>
<tr><td>1) Opstart</td><td>2) Opstart</td></tr>
<tr><td>❑ Tilslut UR10 til routeren med LAN-kabel
❑ Tænd for router og UR10
❑ Initialiser UR10
❑ Kontroller UR10s IP-konfigurationer:
❑ IP: 192.168.8.200
❑ Subnet: 255.255.255.0
❑ Default Gateway: 192.168.8.1
❑ Gå til “move” og sæt hastigheden til ca. 75 %
❑ Sæt UR i ‘base’, indskriv tool center point og positioner UR i forhold til figuranten (operatøren kan bestemme at dette gøres senere)</td><td>❑ Opret frobindelse til Double Robot, hvis dette endnu ikke er sket
❑ Start BitMeter / genstart stopuret
❑ Indtast IP-adressen i programmets tekst-dokument
❑ Start Joystick-programmet
❑ Åbn word-dokumentet “skærmdump”</td></tr>
<tr><td>❑ Tænd en anden computer
❑ Tilslut denne til routeren (4G WiFi - 3Damnark)
❑ Koden står i bunden af routeren
❑ Start cmd på computeren
❑ Send et ping til UR10 (192.168.8.200)
❑ Er der hul igennem?
❑ Gå til www.myip.dk og noter den opgivne IP-adresse
❑ Giv IP-adressen til operatøren

❑ Alternativt kan iPad fra Double Robot bruges til at finde IP-adressen</td><td>3) Scanning
❑ Figuranten skal have tilgang til nødstop
❑ Joystick tændes
❑ Når der scannes skal op/ned-knappen stå på “op” for at hindre utilsigtet tryk på figuranten
❑ ...men ikke for meget da dette også bestemmer hastighed på x/y-flytninger
❑ Lægen “taler” sig gennem scanningen og informerer om robottens bevægelser</td></tr>
<tr><td colspan="2">4) Efter endt brug</td></tr>
<tr><td colspan="2">VIGTIGT: tag skærmdump af BitMeter (eller noter max UL og DL) og genstart stopuret
Fjern UR10 fra figuranten - ud i god sikkerhedsafstand
Sluk udstyret og pak sammen</td></tr>
</table>

Zacobria Pte. Ltd.

Kontrol af robot med joystick.

1 Risiko analyse....2
2 Installering af programmet:....3
3 Start programmet. 4
4 Placering af robot. 5
5 Aktivering af kommunikation:....6
5.1 Aktivering og de-aktivering af kommunikation:....6
6 Styring af robot: 7
6.1 X – Y Retning:....7
6.2 Rotation:....7
6.3 Op/Ned:....8
7 Speed regulator:....9

March 06-03-2015.

Zacobria Pte. Ltd. 47 Tannery Lane, #06-04 Singapore 347794
Singapore Business registration no: 201025469N.
Phone: (+65) 6884 4002 HP: (+65) 8127 9082, Email: info@zacobria.com, Web: www.zacobria.com

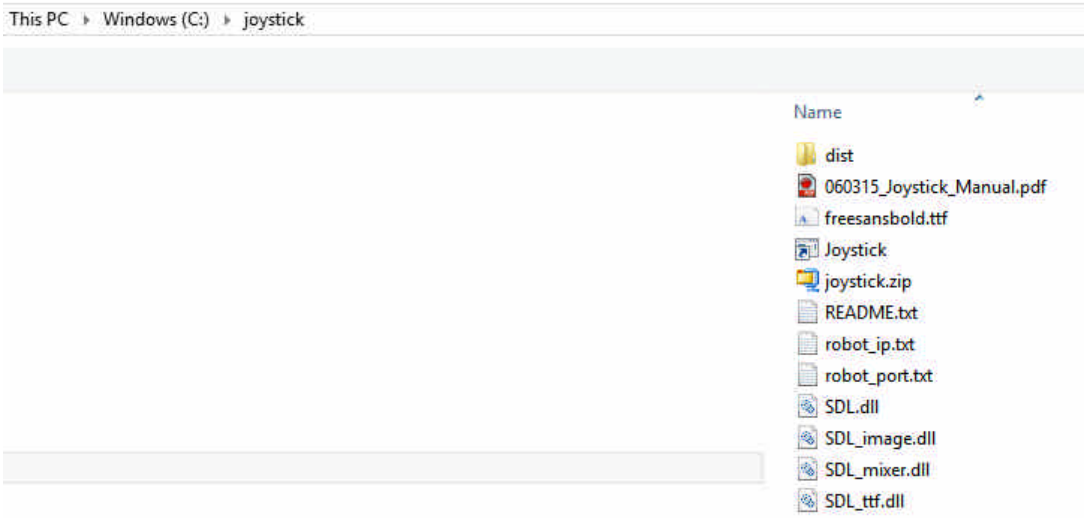
1 Risiko analyse.

Husk at lave en risiko analyse inden brug:

2 Installering af programmet:

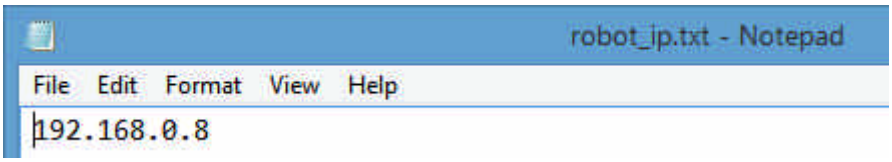
Opret en folder med navnet joystick under C:

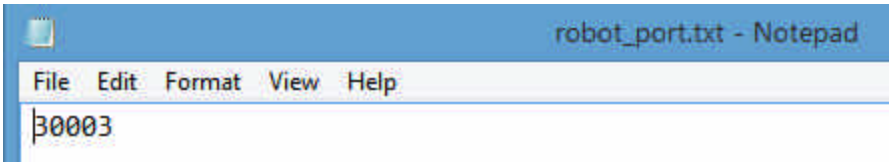
Ud pak Zip filen – således at all filer placeres C:\joystick



(EXE filen placeres automatisk i C:\joystick\dist)

Konfigurer Robot target IP adresse i filen robot_ip.txt (Brug den aktuelle offentlige IP adresse)
Konfigurer Robot target Port adresse i filen robot_port.txt (Brug blot 30003 som default).





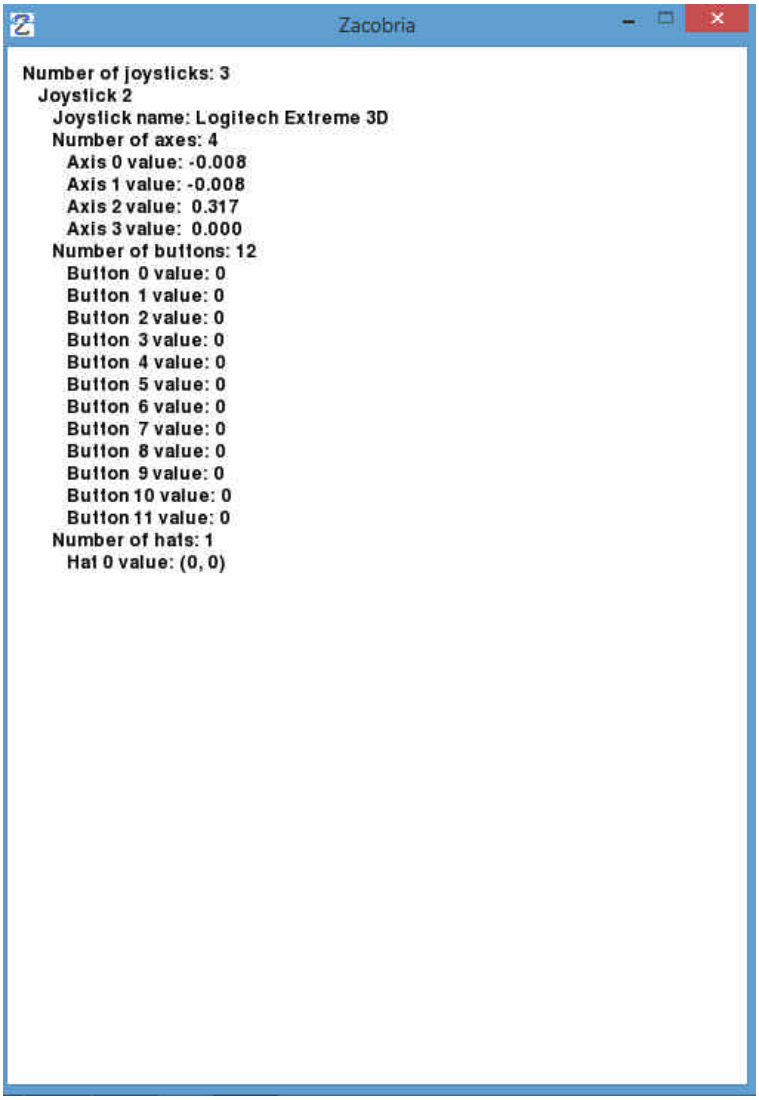
Tilslut joystick til computeren USB port og lad Windows finde den (det foregår normalt automatisk)

3 Start programmet.

Kør joystick.exe fra **C:joystick/dist** folder – eller brug joystick shortcut filen.

Første gang vil det tage lidt tid fordi virus scanner sandsynligvis vil køre et scan på exe filen – det er OK lad den gøre det.

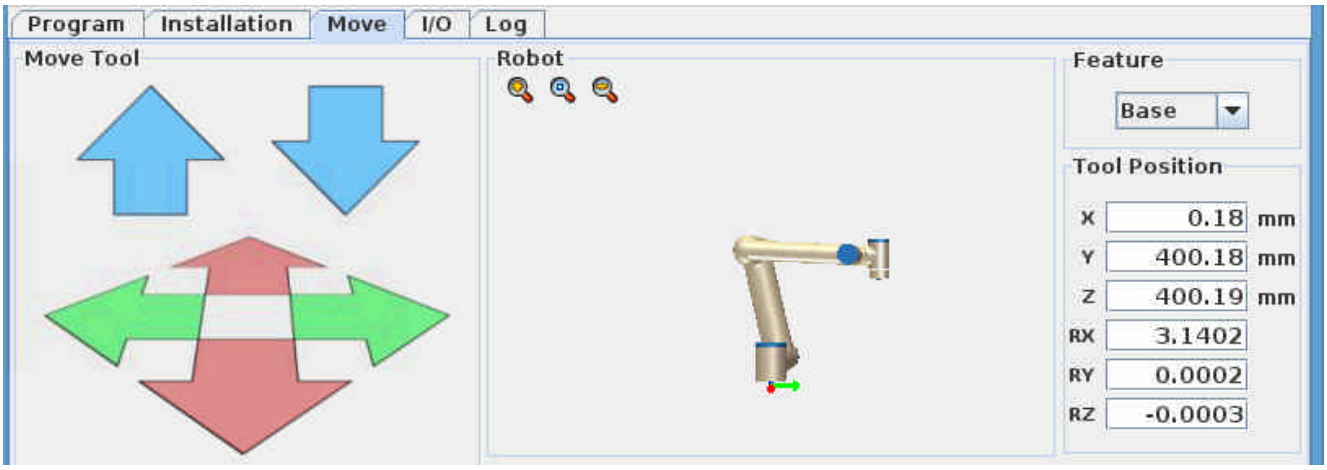
Når programmet er startet vil I se dette billede – hvor man kan se værdierne når joystick manipuleres.



4 Placering af robot.

Placer robot således at koordinater ses som Feature Base og med følgende værdier

X = 0
Y = 400
Z = 400
Rx = 3.14
Ry = 0.0
Rz = 0.0



Bemærk at robot kablet kommer ud i retning af Y aksen. Joystick bevægelse af robot er set fra basen og i Y retning.

5 Aktivering af kommunikation:

5.1 Aktivering og de-aktivering af kommunikation:

For at få robot til at køre skal man trykke på den knap hvor der står ”Start com” - dette starter kommunikation til robot. – og kommunikation kan afbrydes ved at trykke på ”Stop com”.

6 Styring af robot:

6.1 X – Y Retning:

X og Y retning styres med ”Hat” på joystick.

6.2 Rotation:

Rotation vector (Rx, Ry, Rz) styres med selve joystick ved at vride/skubbe/trække i de respektive retninger.

6.3 Op/Ned:

Up/Down – aktiveres med trigger og den variable up/down (+/-) control. I plus retning og tryk på trigger så kører robotten op – I minus retning og tryk på trigger kører robotten ned – og det foregår i en hastighed der følger hvor meget man har sat plus og minus på med den variable kontrol +/-

7 Speed regulator:

Den variable up/down (+/-) control – kan også anvendes for hastighed regulering for X og Y retninger (Hat kontrollen).

Bilag 5.4: Observationsguide

Observanten tager tid på de enkelte scanninger.

Overordnede og relevante forhold set i forhold til testprotokollen:

- nedskrive hvad der bliver gjort
- nedskrive hvad der bliver sagt og af hvem

Områder af speciel interesse:

- hvordan fungerer de tekniske forhold
- flowet og indholdet i kommunikationen
- eventuelle tekniske barrierer/problemer og deres betydning
- samarbejdet mellem læge-assistent, læge-figurant og figurant-assistent
- andet som observanten undres over

Bilag 5.5: Samtykke som observant i pilotstudie

Tak fordi du har meldt dig som frivillig observant til dette pilotstudie.

Der skal foretages to telemedicinske ultralydsscanninger af 4-5 figuranter, hvor du observerer hvordan dette foregår.

Vi vil bede dig følge en observationsguide, og efter hver figurant, redegøre for dine observationer og tanker.

Du pålægges tavshedspligt og kan ikke på noget tidspunkt omtale figurant-specifikke detaljer for udenforstående.

_____

Navn

_____

Dato / underskrift på accept som observant i pilotstudie.

Bilag 5.6: Interviewspørgsmål til Lægen (pilotstudie)

Interviewet udføres efter scanning af alle figuranter.
Interviewform (optages på mobiltelefon samt webkamera).
Interviewet er fortroligt og optagelserne er kun til støtte for hukommelsen og offentliggøres ikke.
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål om systemerne. Dertil en række spørgsmål om assistentscanninger og dernæst om robotscanninger. Efterfølgende en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

Indledning

1. Hvordan var din oplevelse af mødet med patienten gennem en videoforbindelse?
2. hvordan var kommunikationen med patienten?
3. Hvilken betydning har den fysiske adskilles fra patienten?

Assistent-styret System

1. Hvordan var kommunikationen med assistenten?
2. Er systemet/opsætningen brugbart til at scanne en patient? (feasible)?
3. Hvilke ord beskriver bedst din oplevelse af at guide en assistent til at ultralydscanne en patient?
4. Vurdere du at, du kan stille den samme diagnose via Assistent-styret System som ved at være fysisk tilstede ved forsøgspersonen?
5. Vil du lægefagligt kunne stå inde for systemet til undersøgelse af en patient?
    a. Og hvad hvis det var et supplement til normal undersøgelse?
6. Hvordan var det at styre og guide en assistent?
    a. Kunne du generere de samme billeder som normalvis?
7. Hvordan var patientsikkerheden?
8. Hvordan var kvaliteten af udstyret?
    a. Videolink
    b. Audiolink - hvordan var lydkvaliteten?
9. Var scanningen forbundet med en øget scanningstid?
    a. I så fald, hvor hæmmende var det?
    b. Og hvad hæmmede?
10. Kan systemet bruges til at scanne ‘rigtige’ patienter?
11. Kunne der foretages ændringer af systemet således det kan optimeres?
12. Ville du gøre brug af systemet i en telemedicinsk sammenhæng, hvis du havde adgang til det på afdelingen?
    a. Hvis ikke, hvad kræves der så for at du vil bruge det?

Robot-styret System

1. Er systemet/opsætningen brugbart til at scanne en patient? (feasible)?
2. Hvilke ord beskriver bedst din oplevelse af styre en robot til at ultralydscanne en patient?
3. Vurdere du at, du kan stille den samme diagnose via Robot-styret System som ved at være fysisk tilstede med forsøgspersonen.
4. Vil du lægefagligt kunne stå inde for systemet til undersøgelse af en patient?

    a. Og hvad hvis det var et supplement til normal undersøgelse?
5. Hvordan var kvaliteten af udstyret?
    a. Hvordan var styringen af robotten? Kunne du generere de samme billeder som normalvis? Hvordan var bevægelsesfriheden?
    b. Videolink
    c. Audiolink - hvordan var lydkvaliteten?
6. Hvordan var patientsikkerheden?
7. Var scanningen forbundet med en øget scanningstid?
    a. I så fald, hvor hæmmende var det?
    b. Og hvad hæmmede?
8. Kan systemet bruges til at scanne ‘rigtige’ patienter?
9. Kunne der foretages ændringer af systemet således det kan optimeres for at kunne stille samme diagnoser som ved vanlig undersøgelse?
10. Ville du gøre brug af systemet hvis du havde adgang til det på afdelingen?
    a. hvis ikke, hvad kræves der så for at du vil bruge det?

Assistent vs. robot

1. Hvad er ulemperne ved assistent-styret system?
2. Hvad er fordelene ved assistent-styret system?
3. Hvad er ulemperne ved robot-styret system?
4. Hvad er fordelene ved robot-styret system?
5. Hvilket system egner sig bedst i en telesonografisk sammenhæng?
6. Hvilke diagnoser/patientgrupper er det realistik at afprøve det på?
7. Ser du andre områder hvor systemet kan anvendes?

Bilag 5.7: Interviewspørgsmål til Figuranter (pilotstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt webkamera).
Interviewet er fortroligt og optagelserne er kun til støtte for hukommelsen og offentliggøres ikke.
Præsentation af figuranten (fornavn, alder)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølgende en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

Indledning

1. Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
2. Hvordan var kvaliteten af billedet?
3. Hvordan syntes du kommunikationen med lægen har været?
    a. Var der nogle begrænsende faktorer i kommunikationen?
    b. Var systemet en barrierer for at opnå en personlig kontakt til lægen?
4. Hvilken betydning har den fysiske adskilles fra lægen?
    a. Gør det nogen forskel for dig, om du sidder over for lægen i samme lokale eller ser ham gennem en skærm?
5. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?

Assistent-styret System

6. Hvilke ord beskriver bedst din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
7. Følte du dig sikker under hele scanningen?
    a. Var det forbundet med gener?
8. Kunne der foretages ændringer af systemet således det kan optimeres for at kunne stille samme diagnoser som ved vanlig undersøgelse?

Robot-styret system

1. Hvilke ord beskriver bedst din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot?
2. Følte du dig sikker under hele scanningen?
    a. Var det forbundet med gener?
3. Kunne der foretages ændringer af systemet således det kan optimeres for at kunne stille samme diagnoser som ved vanlig undersøgelse?

Assistent vs. robot

1. Hvad er ulemperne ved assistent-styret system?
2. Hvad er fordelene ved assistent-styret system?
3. Hvad er ulemperne ved robot-styret system?
4. Hvad er fordelene ved robot-styret system?
5. Hvilket system egner sig bedst i en undersøgelsesmæssig sammenhæng?

Bilag 6.1: Observationer pilotstudie

Dette bilag omhandler den eksterne observants beskrivelser og overvejelser undervejes i ultralydscanningerne af de tre figuranter.

Figurant nr. 1

Indledende overvejelser

Hvad gør lægen, hvis han finder noget unormalt på scanningerne?
Er der tænkt over hygiene?

Observationer

Aktøren/assistenten informerer om studiet udfra testprotokollen.
Randomiseringen foregår ved at figuranten vælger en kuvert og får nr. 1 og skal derfor scannes af assistenten først.

Assistent-styret System

Scanning af hjertet:
Lyden fra lægen til assistent og figuranten er lidt dårlig.
Hvordan er lyden til lægen?
Der forsøges at sætte TeamViewer på sort/hvid for at begrænse dataforbruget. Forbedrer det ikke og der skiftes tilbage til normal.
Lægen kommer ind i rummet for, at vise hvordan han helt præcist ønsker proben skal bevæges for at scanningen kan foretages - dette resultere i bedre scanninger foretaget af assistenten.
Scanningen tager 25 min.

Scanning af abdomen:
Dårlig forbindelse - TeamViewer genstartes.
Fortsat periodisk gode og dårlige billeder.
Ingen forbindelse - genstart af systemet på skolens netværk.
Fortsat ikke så god forbindelse på TeamViewer.
Vigtigt at assistent og læge forstår hinanden når transduceren skal bevæges.
Scanningen tager 20 min.

Robot-styret System

Der bliver ikke sagt at patienten kan afbryde robotten på den røde knap.
Assistent har svært ved at positionere robotarmen. Figuranten og briksen flyttes derfor.
Double robotten flyttes manuelt af assistenten for at bedre oversigt. Således udnyttes det ikke at den kan køre. Højden justeres.
Robotten går i protective stop - løsningen bliver at flytte bordet hvor robotten er monteret.
Lægen styrer robotten og har svært ved det.
Scanningen tager 30 min.

Figurant nr. 2

Observationer

Aktøren/assistenten informere om studiet udfra testprotokollen.
Randomiseringen foregår ved at figuranten vælger en kuvert og får nr. 1 og skal derfor scannes af assistenten først.

Assistent-styret System

Scanning af hjertet.
Double robot drejes så positioneres bedre.
Problemer med billedet ved lægen idet det fryser i den en halvdel.
God kommunikation mellem lægen og assistenten.
Scanningen tager 15 min.

Robot-styret system

Scanning af hjertet.
Lidt problemer ved ribbene, da holderen til ultralydsproben går på ribbene. Holder skal fremadrettet være mindre.
Skal patienterne fremadrettet havde BH af?
Scanningen tager 20 min.

Figurant nr. 3

Aktørerne og lægen beslutter at afprøve et andet webkamera der kører via Skype.

Observationer

Aktøren/assistenten informere om studiet udfra testprotokollen.
Randomiseringen foregår ved at figuranten vælger en kuvert og får nr. 2 og skal derfor scannes af robotten først.

Robot-styret System

Scanning af abdomen.
Lidt problemer med opstart af TeamViewer.
Problem når robotarmen skal scanne flanken på modsatte side, hvorfor både patienten og briksen flyttes tættere på robotarmen.

Assistent styret scanning

Scanning af abdomen.
Fungerer uden problemer.

Total tid: 30 min.

Bilag 6.2: Referat af interview med lægen

Nedenstående er et referat af interviewet med lægen efter gennemført pilotstudie.

Indledning

Videokommunikation

Fungerer helt udmærket - fungerede fint. Man kan sagtens have en ordentlig kontakt.
Kommunikationen med patienten var fin.
Kommunikationen gik igennem assistenten, fungerede fint og sådan er virkeligheden også med en sygeplejerske, som supplerer eller forklarer noget til patienten, hvis man er lidt for hurtig.

Fysisk adskillelse

Det betyder noget. Kontakten bliver bedre, når man har den direkte kontakt. Men for nogen er det nok en fordel. Føler man mister lidt.

Kommunikation og uddannelse af assistent

Fungerede fint. Blev bedre med tiden og fungerede bedre - der var en læringskurve.
Uddannelse af en fast assistent-funktion vil bestemt være en fordel. Det var også den oprindelige tanke med en times kursus. Men der er mere end det og det er kontakten mellem læge og assistenten så man forstår hinanden.
Efterrationalisering, så vil det være godt med træning med direkte cases hvor assistent og læge lærer hinanden at kende. Så træningen indtil “nu kan vi det her”.

Assistent-styret System

Rigtig god model til fremtiden. Vi vil specielt få mangel på specialister og superspecialister især i yderområderne både nationalt og globalt. Her vil det være en kæmpe gevinst.

Brugbart

At scanne en patient vil blive bedre med tiden og en brugbar metode. Lars skruer meget på knapper uden at tænke over det samtidig med at han guider, så det var fint.

Samme diagnose

Nej! Billedkvalitet kan gøres bedre, hvis man selv er der. Men f.eks. ved de livsvigtige hjertescanninger, mavescanninger og Point of Care for at udelukke blødninger og væske er det helt fint.
Primært til akutpatienter - det er der vi mangler folk, og det er der vi mangler vagtlag.
Det er i den akutte situation det har den reelle, største værdi.
Ved galdesten betyder det ikke noget at patienten skal vente en uges tid inden scanning.
Ved dyr transport - f.eks. Grønland kan det være acceptabelt.
En reumatologisk patient er måske ikke så relevant, men er der mistanke om en infektion kan man vinde med dette og stille en lynhurtig diagnose.

Ambulancepersonale som assistent

Ja - bare de kommer gennem et kursus og lærer terminologien og træner denne form for kommunikation.
Man får et billede af om patienten skal det ene eller det andet sted hen. Kører man ind til samme akutmodtagelse, kan en prescanning med væske i abdomen redde liv.

Opdager man væske ved en prescanning kan man hurtigere iværksætte den rigtige behandling og dermed redde liv.

Lægefagligt
Lægefagligt kan systemet bruges på de relative orienterede ting f.eks. Point of Care ift. om der er væske ja/nej.

Patientgrupper og privatpraktiserende læger
Gigtpatienter til kontrol er ikke så relevant når vi taler om den almindelige kontrol. Men vil man lave en hurtig vurdering af f.eks. betændelse i hånden kan man jo spare noget og iværksætte hurtigere behandling.
Gravide vil være helt oplagt - det er jo relativt simple ting man kigger efter her.
Desuden kan patienter ved egen læge være relevante. F.eks. gravide, en svulst / hævelse, en spiral i livmoderen eller urinophobning hos en gammel mand. Praktiserende læger har ikke kompetencen, men alle kan holde en scanner - dette er klart relevant.
Prisen er ikke et større problem - praktiserende læger skal dog gennem en uddannelse for at foretage simple scanninger. Der er allerede lavet en sådan uddannelse, hvor 10 læger er kørt gennem et pilotprojekt.
Her ville det have en stor gevinst.

Ultralyd
Ultralyd er et suplement, men det kan erstatte et stetoskop - selv med en meget lille uddannelse.
Ultralyd kan erstatte mange henvisninger til højt specialiserede læger på hospitalet fordi ultralyd kan foretages på et langt lavere niveau og dermed give en samfundsøkonomisk gevinst.
Selv ude i en lille by kan der være fysioterapeut til fysioterapeut kontakt.

Guidning af assistent
Helt fint at guide en assistent. Men kan ikke generere de samme billeder. Det skyldes både internettet og manglende erfaring ved assistenten. Internettet løser vi, men øget scanningstid ved en assistentscanning er der ikke noget at gøre ved.

Patientsikkerheden
Er ok, der er en assistent til stede som bl.a. ved hvor hårdt robotten trykker.

Udstyrskvalitet
IT er et teknisk problem. Skuffet over billedkvaliteten når det ikke virker, når det kører er kvaliteten helt fin.
Denne billige scanner giver et helt ok billede.
Lyden var ok, dog med lidt hak.

Scanningstid
Ja, det tog længere tid at lave scanningerne - men det var ikke hæmmende for undersøgelsen - kunne dog have scannet 10 patienter på samme tid.
Tidsperspektivet er ikke hæmmende for selve undersøgelsen.

Rigtige patienter
Systemet kan bruges til rigtige patienter.

Optimering

Mere træning - sammen!!! og bedre uddannelse af assistenten.
Det giver god mening at lære assistenten at fokusere på en bestemt struktur og bede ham om at forbedre dette.
Assistenten skal kende idealbilledet, så kan lægen pege på en struktur og bede om at denne bliver projiceret bedre.

Brug i dag på afdelingen

Vagtholdet er afskaffet, så tænker f.eks. at have en forbindelse fra privaten til hospitalet med radiograf eller sygeplejerske som assistent.
Skulle der ske noget i vagten ville det være fantastisk at dette blev videreudviklet - men så skal vi have nåle-styr på, så lægen kan guide en assistent til at drænere.
På store universitets hospitaler får det mindre betydning, men på de små sygehuse bliver det ideelt.
En FAST-scanning skal kunne gøres på 90 sek. - selvom tiden dobles på en akut patient er det stadig fint.
Der hvor vi også kan have glæde af det, er i ambulancen hvor vi alligevel sidder med patienten i en time - så er tiden underordnet. Ingen i ambulancen er klar til at lægge et dræn - men en læge med scanner og erfaring, der ser at der kommer væske i hjertesække, kan lægge et dræn og redde liv - men det kræver ultralyd og der er forskel på hvad de kan og hvad de tør.
Der kører allerede et pilotstudie med en linie fra ambulancen ind til sygehuset. I første omgang som en store/forward, hvor lægen kontrollerer om de ambulancefolkene “gættede” rigtigt.
Det som kunne være interessant kunne være assistent-styret læge hjertescanning til en hjertespecialister, hvor man har med svært syge hjertepatienter at gøre - ser et svært stort potentiale.

Robot-styret System

Når det læres at styre robotten har det potentiale.
Men på rigtige patienter er man lidt bange for at skade patienten.
Det gik jo ret hurtigt at lære at scanne på fantomet og genfinde strukturerne, men på patienterne er det noget helt helt andet.
Fantastisk spændende men noget som skal læres bedre - mest galt med operatøren (som skal træne mere), men der er dog lidt langsom reaktion på robotten.
Vil gerne gøre brug af et træningsprogram/simulator på joysticket - det vil hjælpe frygteligt meget.

Samme diagnoser

Robotscanninger kan ikke bruges til at stille de samme diagnoser.

Lægefagligt

Lægefagligt kan figurant 3 (fik kun foretaget abdominalscanning) sagtens være god nok til at stille diagnoser i og med operatøren blev bedre med tiden og turde godt stille en diagnose udfra FAST scannning ift. om blødning ja/nej.

Billeder

Kan ikke lave samme billeder som normalt.

Muligt det er et træningsspørgsmål hvor både læge og robot forfines, men den kontinuerligt afsøgende bevægelse mangler.

Patientsikkerhed
Patientsikkerheden virker ok. Trykker vi for hårdt siger patienterne til så kan ikke se noget problem her.

Scanningstid
Øget scanningstid er altid et problem, men alligevel...

Rigtig patienter
Systemet kan bruges til rigtige patienter.

Optimering
Reaktionen og det der med at have virkelig styr på hvor robotten er og hvor den skal hen.
Det var f.eks. svært at fange højre nyre på figurant 3, som til sidst måtte flyttes - og det er ikke lige til med en akutpatient.
F.eks. kunne en lofthængt arm være bedre.

Brug i dag på afdelingen
Muligt, men lidt svært ved at se hvor det skal bruges, men systemerne er allerede veludviklede.
Ser det mere som noget telemedicinsk f.eks. ved pest/ebola, hvor man ikke kan stå ved patienten.
I dag bruges assistent systemet ved operationer, hvor kirurgen er assistenten, så står specialisten og kigger udefra med de lange briller.

Assistent-styret vs. robotstyret

Ulemper Assistent-styret System
Svært at se telemedicinske ulemper.
Der er noget sprogligt og uddannelse - Grønland/Vestjylland.
Ser ikke de store ulemper.

Fordele Assistent-styret System
Behøves ikke en fysisk læge men har alligevel en høj ekspertise til at sidde og vurdere tingene.

Ulemper Robot-styret System
Svær at styre, man skal lige lære det.
Som sådan er en robot ikke en ulempe i sig selv. Den sidste figurant forklarede det meget godt - sådan er det jo.

Fordele Robot-styret System
Fodre/made-robotter kan jo sagtens være en fordel.
Den vigtige kontakt er ikke altid en fordel.
Mange kan godt lide den selvstændighed som en robot kan give i stedet for hele tiden at være omgivet af varme hænder.

Bedste egnet system

Med den teknologi vi har nu - helt klart Assistent-styret System. Prisen er god og det er lettere. Giver bedre undersøgelse og patientkommunikation.

Relevante diagnoser og patientgrupper

Tyndt befolkede områder - globalt og nationalt.
I takt med at systemerne bliver billigere kan hjemmesygeplejersker tager blodprøver og blodtryk, hvorfor så ikke også scanne?
Ikke noget problem at lægen skal sætte sig ved en computer - sidder der jo hele tiden så et ekstra billede fra eller til betyder ikke noget.
Der er ikke behov for et specifikt kontor og et ekstra skærmbillede henover dagen vil ikke betyde noget.

Andre Områder

Vi har talt områder som telemedicin, traume, reumatologisk, hjerte, mave men også ortopædisk kirurgi og alle andre specialer vil kunne drage nytte af dette.

Bilag 6.3: Interview af Figurant 1

Nedenstående gengives et referat af interviewet med figurant 1 efter gennemført pilotstudie.

Indledning

Fin oplevelse, ikke noget unormalt i det - fin livefeed og kunne snakke frem og tilbage.
Begrænsning - Ikke noget, fin dialog.
barrierer i personlig kontakt - Ja, han er der jo ikke - ikke noget problem, men justering er anderledes uden at blive et problem.
Ikke noget afsagn i fysisk tilstedeværelse.
Er tidligere ultralydsscannet.

Assistent-styret System

Behageligt, relativt nemt og ikke ubehageligt. Virker som god dialog mellem læge og assistent.
Signalet hoppede og det var det som tog tiden - ikke scanningen.
Intet sikkerhedsproblem.
Ingen gener.
Ændringer
Billeder bør ændres så assistenten ved hvad man leder efter - perfect picture - så assistenten bedre kan hjælpe på rette vej.
God dialog.

Robot-styret System

Lidt specielt. Det gjorde ikke ondt.
Der er lige lidt mere justering og indledning i forhold til positionering.
Ingen gener og ubehag, blot en tidsfaktor.
Følte sig sikker under scanningen og nævner sikkerhedsknappen.
Optimering:
Noget teknisk, noget med bedre bevægelighed og fleksibilitet på proben.

Generelt

Ulemper ved assistent

Eneste er tidsfaktoren hvor det kan gå hurtigere ved en trænet assistent - men man fandt jo frem til det samme. Der sidder jo stadig en trænet og guider.

Fordele ved assistent

Behøver ikke at have lægen til stede. Man kan jo sidde derhjemme og blive ringet op.
Meget mere fleksibelt og hurtigt.

Ulemper ved robot

Det der med at man ikke har følingen. Det må være lettere med en assistents føling - drej og hvor hårdt man trykker. Nemmere for assistent at køre rundt hele tiden.

Fordele ved robot

Den kan jo køre 24 timer i døgnet og man kan jo spare en mand.

Kan ikke bedømme kvaliteten - ikke ubehageligt. Trykkede ikke hårdere.

Bedste system

Lige nu og her vil det nok sige det bedste når assistenten har følingen.
Men når lægen bliver mere trænet vil han sikkert også kunne få god føling med proben.
Tror at det kræver tilvænning.

Bilag 6.4: Interview af Figurant 2

Nedenstående gengives et referat af interviewet med figurant 2 efter gennemført pilotstudie.

Indledning

Ingen problemer med videomødet.
Kvaliteten så fin ud, men kan ikke vurdere hvad der er rigtigt.
Ingen problemer med at kommunikere.
Ingen begrænsninger i kommunikation.
Ikke den store barriere - assistenten var der jo - der vil altid være en person.
Det gør ikke nogen forskel om man sidder overfor læge.
Er tidligere ultralydsscannet.

Assistent-styret System

Ikke noget problem - har meget tiltro til andre.
Følte sig sikker.
Ingen gener.
Ikke nogle optimeringsparametre - specielt ikke når der sammenlignes med andre scanninger.
Det virker som om assistenten er kompetent.

Robot-styret System

Anderledes. Gør mere ondt. Den presser mere. Absolut ikke ubehageligt.
Følte sig sikker, men assistenten er mere behagelig - robotten presser meget (men nok mest gener fra probeholderen).
Når hovedet var lige på var der ingen problemer.
Optimering ved at ændre på holderen - for meget friktion fra den.

Generelt

Ulemper ved assistent
Absolut ingen.

Fordele ved assistent
Hvis man bor langt væk og ikke kan komme til et kvalificeret sygehus.

Ulemper robot
Det gør lidt mere ondt. Nogle patienter vil nok ikke kunne takle det.

Fordele ved robot
Kan den styres direkte ude fra Jer; ja - så er det en stor fordel. Igen i relation til lange afstande. Så afgjort en fordel.

Bedste system
Assistent (over den brede kappe) fordi nogle måske vil have angst overfor robotten eller føle det ubehageligt.

Bilag 6.5 - Interview af Figurant 3

Nedenstående gengives et referat af interviewet med figurant 3 efter gennemført pilotstudie.

Indledning

Helt fint. Føltes langt hen ad vejen som han var i samme rum.
Billedkvaliteten virkede ok, uden at hun ved noget om det. Kommunikation fungerede godt. Ikke noget som begrænsede - han kunne flytte med både scanner og figurant. Ingen begrænsninger ud over manglende øjenkontakt - som dog ikke savnes.
Er tidligere ultralydsscannet.

Robot-styret System

Fungerede fint. Dog lidt med højre/venstre-koordination - mere erfaring med udstyret. Følte sig sikker og uden gener.
Feedback
Igen træning med systemet.

Assistent-styret System

Meget identiske oplevelser. Dog noget mere flydende, men det handler sikkert kun om træning.
Følte sig sikker uden gener.
Ingen større optimeringspotentiale.

Generelt

Ulemper ved assistent
Næh, ingen.

Fordele ved assistent
Man kan få en scanning uden at komme til en læge hvis der er langt. Man har udstyr og læge til rådighed selvom han ikke sidder i sammen by.

Ulemper ved robot
I som sådan ingen begrænsninger i forhold til assistent - patienten kan jo ændre position. det fungerede ret nemt.

Fordele ved robot
På lang sigt kan man eliminere en person så længe patienten er ved bevidsthed.

Foretrukne system
Vil ikke vælge mellem de to systemer - de er lige gode. Der vil altid være en læge i den anden ende som guider.

Bilag 6.6: Sammenstilling af figurantsvar (pilotstudie)

Figurant Data		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
33 år Mand Tidl. UL-scannet 1. assistent a. hjerte, 25 min b. abdomen, 20 min 2. robot a. hjerte, 30 min Double Robot	62 år Kvinde Tidl. UL-scannet (hjerte) 1. assistent a. hjerte, 15 min 2. robot a. hjerte, 20 min Double Robot	49 år Kvinde Tidl. UL-scannet (hjerte+abdom.) 1. robot a. abdomen, 2. assistent a. abdomen total tid: 30 min Skype

Mødet mellem lægen og figuranten gennem videokommunikation		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Fint. Ikke noget unormalt. Hakkede i starten. Fin live-feed. Kunne snakke frem og tilbage.	Fint. Ok kvalitet, uden at kende til det.	Fint. Føltes langt hen ad vejen som i samme rum. Billedkvalitet ok.

Ingen af figuranterne oplevede problemer i mødet med lægen via videokonference.
Alle figuranter mente, at billedet var af fin kvalitet, men figurant 1 mente at systemet hakkede noget i starten og ved figurant 3 havde man skiftet til en Skypeløsning for at opnå bedre positionering af kameravinklen.

Kommunikation med lægen, generelt		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Ingen begrænsninger.	Ingen problemer. Ingen begrænsninger. Savnede ikke personlig kontakt, denne kom via assistenten.	Fungerede godt. Ingen begrænsninger.

Ingen af figuranterne oplevede problemer eller begrænsninger i kontakten med lægen.

Fysiske adskillelse		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Ikke noget problem. Justering af proben bliver anderledes end når han selv er der. Skal måske flytte sig lidt et par ekstra gange. Ikke noget afsagn i lægens tilstedeværelse.	Ingen forskel.	Eneste forskel er manglende øjenkontakt, men den var ikke savnet.

Ingen af figuranterne oplevede den fysiske adskillelse med lægen som problematisk. Figurant 1 påpeger at positionering af ultralydsproben, og justering af denne, måske kræver lidt ekstra arbejde og mobilisering på briksen. Det observeres 2 gange, at figuranterne skal af brisken for at denne kan flyttes. Figurant 3 noterer sig manglende øjenkontakt, som ville være tilstede ved en rigtig konsultation, men dette var dog ikke noget som blev savnet.

Alle tidligere ultralydscannet		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Ja.	Ja, mange gange.	Ja.

Alle tre figuranter er blevet ultralydsscannet.

Assistent-styret System

Oplevelse ved assistentscanning		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Behageligt. Nemt. Ikke ubehageligt. God dialog mellem assistent og læge. Scanningen tog ikke lang tid. Dårligt signal tog tid. Plancher af idealbilledet så assistenten ved hvad man leder efter - perfect picture.	Ikke noget problem. Helt fint.	To meget identiske scanninger assistent mere flydende (handler kun om træning).

Alle tre figuranter oplevede ikke problemer ved at blive scannet af en assistent. Figurant 1 oplevede god dialog mellem læge og assistent og påpegede at det var dårligt signal, som var årsag til lang scanningstid. Han foreslog at man kunne lave plancher af det ideelle billede som assistenten derved kunne forholde sig til.

Kvalitet af udstyr		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Billedet / forbindelsen hakker og tager ekstra tid.	Ingen optimeringspotentiale sammenholdt med tidligere prøvet.	Ingen forbedringspotentiale.

Figuranterne havde forskellige oplevelser af forbindelseskvaliteten. Af observationerne fremgår det også at forbindelsesproblemer primært forekom ved figurant 1.

Sikkerhed/gener		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Følte sig sikker. Ingen gener.	Følte sig sikker.	Helt bestemt.

Alle tre figuranter følte sig sikker og de assistentstyrede scanninger var ikke forbundet med gener.

Robot-styret System

Oplevelse ved robotscanning		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Lidt specielt. Gjorde ikke ondt. Lidt mere justering og positionering. Længere indledning. En tidsfaktor.	Anderledes. Mere pres / ondt. Ikke ubehageligt. Mere behageligt med assistent (men meget kommer fra holderen).	Fungerede fint. Lidt læring kan optimere kontrollen.

Alle tre figuranter var positive over scanning med robotarmen. Figurant 2 oplevede dog lidt mere pres og tryk og fandt derfor assistentscanningen mere behagelig. Figurant 3 udtrykte at læring og træning vil kunne optimere kontrollen. Figurant 1 påpegede en længere scanningstid og længere forberedelse pga. mere justering og positionering af robotarmen.

Kvalitet af udstyr		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Oplevede problemer med positionering af proben.	Holderen pressede mod ribben.	Der er behov for træning.

Alle tre figuranter havde forskellige kommentarer til udstyret. Figurant 1 oplevede problemer med positionering af proben, hvilket observanten også noterede sig. Holderen til proben trykkede på ribbene på figurant 2. Figurant 3 havde samme oplevelse som læge, nemlig at der var behov for træning i brug af robotten.

Sikkerhed/gener		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Ja. Der var jo en sikkerhedsknap.	Ja, bestemt.	Ja, helt sikkert.

Assistent vs. robot

Ulemper ved assistent		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Kan gå hurtigere ved trænet assistent. Fandt det samme.	Ikke noget negativt.	Næh.

Den eneste ulempe som figurant 1 påpegede var, at det kan gå hurtigere hvis assistenten var trænet i brugen.

Fordele ved assistent		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Behøver ikke lægen. Lægen kan sidde hjemme ved akutkonsultation uden at fysisk møde på hospitalet. Meget mere fleksibelt.	Hvis man bor langt væk og ikke har mulighed for at komme til kvalificeret sygehus.	Man kan få foretaget en scanning selvom man ikke sidder i samme by.

Alle tre figuranter påpeger den telemedicinske vinkel som fordele ved Assistent-styret System. Figurant 2 nævner herunden muligheden for at nå et kvalificeret sygehus. Figurant 1 nævner, at lægen kan sidde i hjemmet og varetage en akutkonsultation uden fysisk at møde på hospitalet. Dertil påpeges fleksibiliteten i systemet.

Ulemper ved robot		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Har ikke følingen. Force feedback og mikrobevægelser.	Gør lidt mere ondt (holderen) Flere kan måske ikke tackle det.	Næh. Ser ingen begrænsninger i forhold til assistenten. Man kan jo re-positionere patienten.

Figruanterne så forskellige ulemper ved robotscanninger. Figurant 2 udtrykte at det gjorde lidt mere ondt samt nogle patienter måske ikke ønskede at blive scannet af en robot. Figurant 1 påpeger at robotten mangler føling og mikrobevægelser.

Fordele ved robot		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Sparer en mand. Kan ikke bedømme kvaliteten. Ikke ubehageligt tryk.	Stor fordel at den kan fjernstyres. Smart over store afstande. Hvis den kan udføre samme job - bestemt en fordel.	På lang sigt kan man eliminere en person.

Figurant 1 og 3 påpeger at man kan spare en mand. Figurant 2 ser den store fordel i at systemet kan fjernstyres over store afstande. Man kan spare en mand.

Bedst egnet		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Nu og her: assistent. Med træning er robot også brugbar.	Over den brede kappe: assistent. Mange har måske angst for robot eller vil føle ubehag.	Begge fungerede fint. Ligegyldig om det er det ene eller det andet.

Figurant 1 og 2 finder det Assistent-styret System bedst egnet, men ser perspektivet i robotten, hvis der trænes i brugen. Figurant 3 oplevede meget identiske scanninger og kan ikke vælge den ene fremfor den anden. Figurant 3 fik dog kun foretage abdominalscanning.

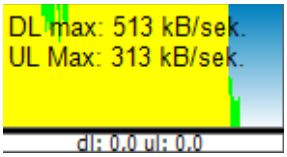
Andre områder		
Figurant 1	Figurant 2	Figurant 3
Robot kræver tilvænning for at forstå det er en forlænget arm.	-	Læring.

Specielt figurant 1 og 3 mente at det kræver mere indlæring fra operatørens side for at forstå, hvordan robotten kan gøre det ud for lægens forlængede arm.
Dette understøttes også af lægens egne udsagn og det faktum at der afsætte yderligere tid til træning.

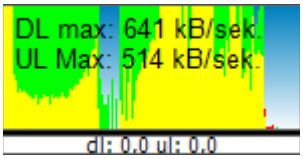
Bilag 6.7: Bitmålinger pilotstudie

Figurant 1

Assistentstyret, hjerte.
Kører på Eduroam.

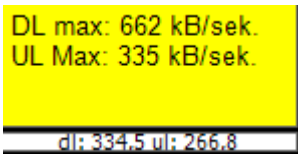


UR, hjerte.

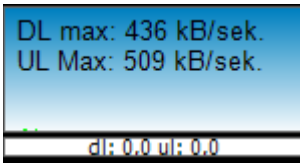


Figurant 2

Assistentstyret, hjerte.
Kører på Eduroam.

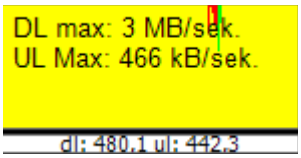


UR, hjerte.

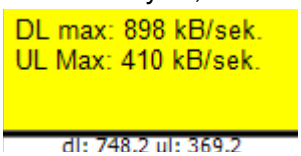


Figurant 3

UR, abdominal.
Benytter Skype.
Kører på Eduroam.



Assistentstyret, abdominal.



Sammenstilling af bitmålinger (pilotstudie)

Resultaterne fra BitMeter udlæses og opstilles i nedenstående tabel.
BitMeter udlæser data i megabytes pr. sek. I tabellen er der korrigeret til megabit pr. sek. ved at gange med en faktor 8.
Flere internetforbindelser blev testet ved basestationen.

Bitmålinger, Pilotstudie

Figurant	Type		Hastighed [mbit/s]	Internet	Kommentar
1	Robot	Download	5,1	- eduroam	- double robot
		Upload	4,1		
	Assistent	Download	4,1	- 4G via mobil-telefon. - skifter senere til eduroam	- double robot - testet TeamViewer i sort/hvid - TeamViewer genstartes
		Upload	2,5		
2	Robot	Download	3,5	- eduroam	- double robot
		Upload	4,1		
	Assistent	Download	5,3	- eduroam	- double robot
		Upload	2,7		
3	Robot	Download	24	- eduroam	- skype - forbindelse afbrudt to gange
		Upload	3,7		
	Assistent	Download	7,2	- eduroam	- skype
		Upload	3,3		
max min gnsm	Robot	Download	24 / 3,5 / 10,9		
		Upload	4,1 / 3,7 / 4		
	Assistent	Download	7,2 / 4,1 / 5,5		
		Upload	3,3 / 2,5 / 2,8		

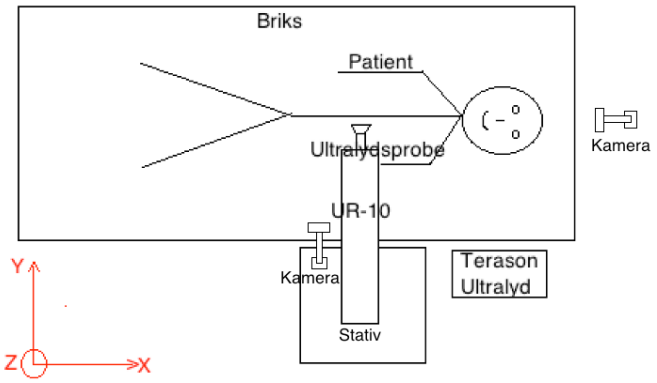
Bilag 7.1: Testprotokol - Feasibilitetsstudie, 23.-24. april 2015

Sted (se kort)

Ingeniørhøjskolen i Aarhus
Finlandsgade 22
8000 Aarhus N
Bygning: 5126
Lokale: Kahn-129

Plan

Torsdag d. 23. april 2015		
Tidspunkt	ID Nr.	Navn, telefon
10.00-11.00	01	
11.30-12.30	02	
12.30-13.30		Pause
13.30-14.30	03	
14.30-15.30	04	
15.30-16.30	05	
Fredag d. 24. april 2015		
Tidspunkt	ID Nr.	Navn, telefon
9.00-10.00	06	
10.00-11.00	07	
11.00-12.00	08	
12.00-13.00		Pause
13.00-14.00	09	
14.00-15.00	10	
15.00-15.30		interview Lars Bolvig



Procedure

	Opgave	**Ansvarlig**
1	Opsætte systemerne.	SP+JH
2	Introduktion til figurant ❑ Ultralydsscanning af maven og hjertet - lægen giver instruktioner til en assistent om hvordan ultralydsproben skal styres. ❑ Ultralydsscanning af maven og hjertet - lægen styrer ultralydsproben vha en robotarm. ❑ Demonstration af UR. Figuranten aktiverer nødstop. ❑ Sikkerhedsstop kan aktiveres af figurant og assistent. ❑ Assistenten er i rummet hele tiden - ansvarlig for teknik og aktivering af nødstop. ❑ Informeres om frivillig deltagelse - testen kan til enhver tid afbrydes. ❑ Underskrift om deltagelse (bilag 7.2).	JH
3	Randomisering af undersøgelse (robot vs. assistent) og klargøring af figurant.	JH
4	Selve undersøgelsen.	SP+JH+LB
5	Påklædning af figurant.	JH
6	Interviews af figuranterne (bilag 7.4).	SP
7	Efter alle undersøgelser interview af lægen (bilag 7.3).	SP

Opstart af Skype

Satellit-station	Base-station
1) Opstart	**2) Opstart**
❑ Tænd for MacBook Pro og tilslut webcam. ❑ Tænd for Medion Computer og tilslut webcam. ❑ Log på internettet: “4G WiFi - 3Danmark” på begge computere. ❑ Tænd for Skype og kontroller at begge computere bruger eksternt webkamera.	❑ Tænd for Lenovo-computeren. ❑ Start BitMeter. ❑ Log på internettet: “BaseWiFi 4G WiFi - 3Danmark”. ❑ Start Skype. ❑ Etabler gruppeopkald til begge computere ved satellit-stationen.
3) Efter endt brug	
Sluk udstyret.	

Opstart af Terason

Satellit-station	Base-station
1) Opstart	**2) Opstart**
❑ Påsæt den ønskede probe på UR10. ❑ Udmål Tool Center Point - dette skal tastes ind i UR10´s opsætning. ❑ Tænd Terason. ❑ Kontroller at den er tilsluttet WiFi (4G WiFi - 3Danmark). ❑ Start TeamViewer. ❑ Giv koden til operatøren.	❑ I forbindelse med opstart af Skype burde computeren være tændt og tilsluttet internettet. ❑ Start BitMeter (hvis den ikke allerede kører). ❑ Start TeamViewer. ❑ Indtast koden fra satellitstationen og tilslut.
	❑ Start ultralydsprogrammet. ❑ Kontroller opsætning i forhold til monteret probe. ❑ For bedre billedkvalitet kan TeamViewer evt. sættes til at vise i sort/hvid.
3) Efter endt brug	
❑ Sluk udstyret.	

Opstart af UR10-robot

<table>
<tr><th>Satellit-station</th><th>Base-station</th></tr>
<tr><td>1) Opstart</td><td>2) Opstart</td></tr>
<tr><td rowspan="2">❑ Tilslut UR10 til routeren med LAN-kabel.
❑ Tænd for router og UR10.
❑ Initialiser UR10.
❑ Kontroller UR10s IP-konfigurationer:
  ❑ IP: 192.168.8.200
  ❑ Subnet: 255.255.255.0
  ❑ Default Gateway: 192.168.8.1
❑ Gå til “move” og sæt hastigheden til ca. 75 %
❑ Sæt UR i “base”
❑ Indskriv tool center point.
❑ Positioner UR i forhold til figuranten (operatøren kan bestemme at dette gøres senere).

❑ Tænd en anden computer.
❑ Tilslut denne til routeren (4G WiFi - 3Damnark)
  ❑ koden står i bunden af routeren
❑ Gå til www.myip.dk og noter den opgivne IP-adresse.
❑ Giv IP-adressen til operatøren.
❑ Alternativt kan operatøren gå til www.myip.dk via TeamViewer og ultralydsscanneren og på den måde få IP-adressen for sattelitstationen.</td><td>❑ Start BitMeter / genstart stopuret.
❑ Indtast IP-adressen i joystick-programmets tekstdokumentet.
❑ Start Joystick-programmet.
❑ Gem BitMeter-målingerne vha. skærmdumps eller snippertool.</td></tr>
<tr><td>3) Scanning
❑ Figuranten skal have tilgang til nødstop.
❑ Joystick tændes.</td></tr>
<tr><td colspan="2">4) Efter endt brug</td></tr>
<tr><td colspan="2">❑ Tag skærmdump af BitMeter (eller noter max UL og DL) og genstart stopuret.
❑ Fjern UR10 fra figuranten - ud i god sikkerhedsafstand.
❑ Sluk udstyret.</td></tr>
</table>

Bilag 7.2: Samtykke om deltagelse i feasibilitetsstudie

Tak fordi du har meldt dig som frivillig figurant til dette studie.

Du skal have foretaget to telemedicinske ultralydsscanninger, hvor lægen sidder i et andet rum.

Den ene scanning foregår ved at lægen guider en assistent til at foretage undersøgelsen.
Den anden scanning foregår ved at lægen selv fjernstyrer en robotarm.

En assistent vil hele tiden være til stede i rummet, og ved robotscanningen kan nødstoppet altid aktiveres.

Efter scanningerne vil vi interviewe dig omkring dine oplevelser. Interviewet optages/filmes til internt brug.

Al data behandles fortroligt og du vil ikke blive registreret nogen steder. Alle aktører af studiet har tavshedspligt.

Du kan til enhver tid afbryde forsøget uden at opgive nogen grund for dette.

_____

Dato / underskrift på accept af deltagelse i pilotstudiet.

Bilag 7.3: Interviewspørgsmål til læge (feasibilitetsstudie)

Interviewet udføres efter scanning af alle figuranter.
Interviewform (optages på mobiltelefon samt webkamera).
Interviewet er fortroligt og optagelserne er kun til støtte for hukommelsen og offentliggøres ikke.
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål om systemerne. Dertil en række spørgsmål om assistentscanninger og dernæst om robotscanninger. Efterfølgende en række spørgsmål vedrørende det to systemer holdt op imod hinanden.

Generelt

Hvordan syntes du at systemerne generelt fungerer?
Hvordan syntes du at udviklingen af systemerne har været?
Hvordan var kommunikationen med figuranten?
Var du tilfreds med stabiliteten af netforbindelsen?
Hvordan fungerede videokommunikationen?
Hvordan var kvaliteten af ultralydsscanningsbilledet?
Hvordan var det at have 2 kameraer til at styre assistenten og robotten efter?
Hvordan var sikkerheden?

Assistent-styret System

Hvordan var kommunikationen med assistenten?
Hvordan forløb disse scanninger?
Vil du lægefagligt kunne stå inde for Assistent-styret System til undersøgelse af en patient?

Robot-styret System

Hvordan forløb disse scanninger?
Hvordan syntes du det var at styre robotten i og med du har fået mere erfaring med det?
Vil du lægefagligt kunne stå inde for Robot-styret System til undersøgelse af en patient?
Hvordan fungerede den nye hjerteprobeholder?
Kunne du bedre lave den substernale scanning?

Assistent vs. Robot

Er det blevet hurtigere at lave scanningerne med henholdsvis Assistent- og Robot-styret System kontra i pilotstudiet?
Kan systemerne bruges til at scanne ‘rigtige’ patienter?
Hvilket af de to systemer egner sig bedst i en telesonografisk sammenhæng?
Hvad er forskellen i undersøgelserne kontra gold standard?
Ville du købe produkterne hvis de var til salg i dag? og hvad skal de koste?
Hvilken afdeling i regionen vil kunne varetage basestationsfunktionen?

Bilag 7.4: Struktureret interviewspørgsmål til figuranter (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera).
Præsentation af patient (ID-nummer).
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:_____(udfyldes af studiegruppen)
___ mand
___ kvinde
2. Alder
___ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
___ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

1. Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?

____
uddybet svar:

2. Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?

____
uddybet svar:

3. Hvordan var kvaliteten af billedet?

____
uddybet svar:

4. Hvordan var kommunikationen med lægen?

____
uddybet svar:

Assistent-styret System

1. Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?

____
uddybet svar:

2. Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?

____
uddybet svar:

3. Hvordan følte du din sikkerhed var?

____
uddybet svar:

Robot-styret System

1. Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?

____
uddybet svar:

2. Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?

____
uddybet svar:

3. hvordan følte du din sikkerhed var?

____
uddybet svar:

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

1. Hvilket system var bedst?

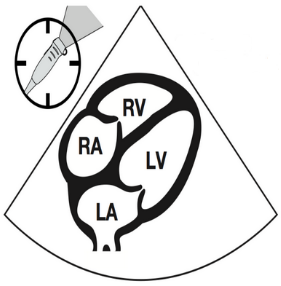
___ Assistent-styret System
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
___ ja
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
___ ja
___ nej
___ ved ikke

Bilag 8.1: FAST planche

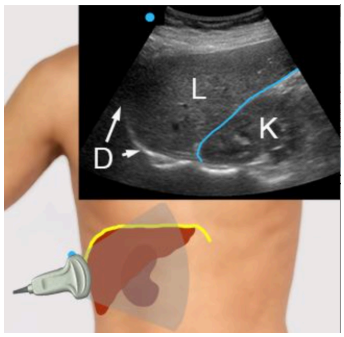
FAST



Læg patienten på ryggen med let bøjede ben og armene ned langs siden

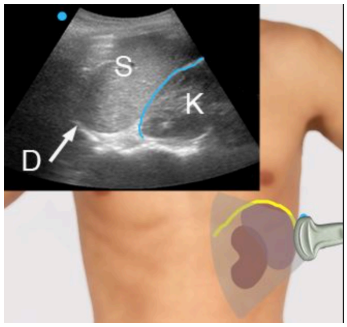
Position 1 - substernalt:

Proben placeres med markøren pegende mod højre side, samt proben pegende mod højre skulder.
Her undersøges for væske omkring hjertet.



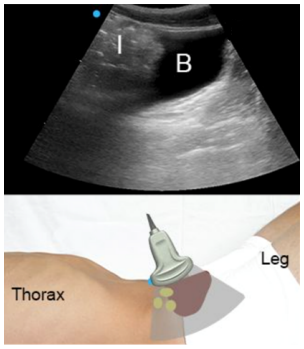
Position 2 – lever og nyre:

L = Lever K = Nyre D = Diafragma
Proben placeres som vist med markøren pegende post. Axillary.
Proben ud for procesus cocoideus nederst og midt på siden af patienten.
Her ses efter væske omkring leveren og nyre.
Se også efter leverspidsen.



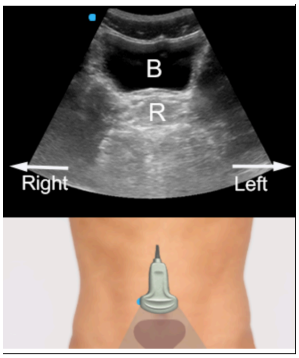
Position 3 – milt og nyre:

S = Milt K = Nyre D = Diafragma
Proben placeres som vist med markøren pegende post. Axillary.
Proben placeres ud for procesus cocoideus længere cranielt end ved position 2.
Her ses efter væske omkring milten og nyre.



Position 4.1 - blære:

B = Blære
R = Rektum
Proben placeres som vist med markøren pegende mod patientens højre side.
Proben placeres ved symfysen, pegende skråt ned.
Her ses efter væske omkring prostata/tarmen.

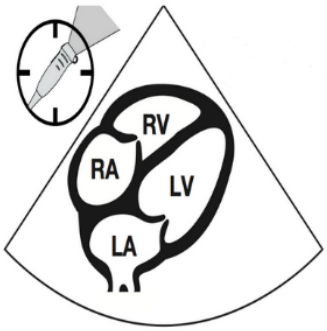


Position 4.2 - blære:

I = Indvolde
B = Blære
Proben placeres som vist med markøren pegende cranielt.
Proben placeres samme sted som vist i position 4.1, dog med proben drejet 90 grader.
Se efter væsken proksimalt samt under blæren.

Bilag 8.2: FATE planche

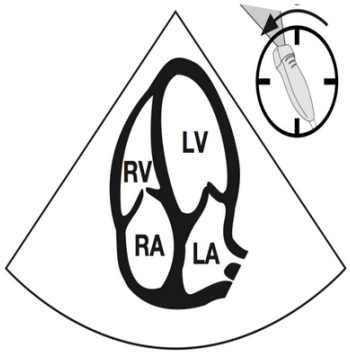
FATE



Læg patienten på ryggen med let bøjede ben og armene ned langs siden

Position 1 - substernalt:

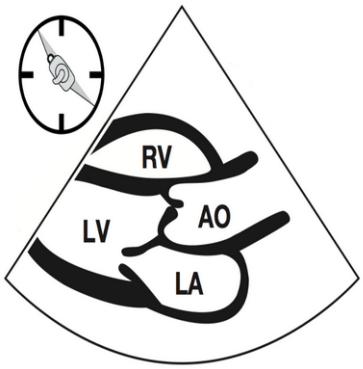
Proben placeres med markøren pegende mod højre side, samt proben pegende mod højre skulder.



Læg patienten så langt om på venstre side som proben tillader med armen under hovedet

Position 2 – lateral costa:

Proben placeres på venstre side, mellem ribbenene, hvor der findes en pulsation, med markøren pegende mod venstre skulder.



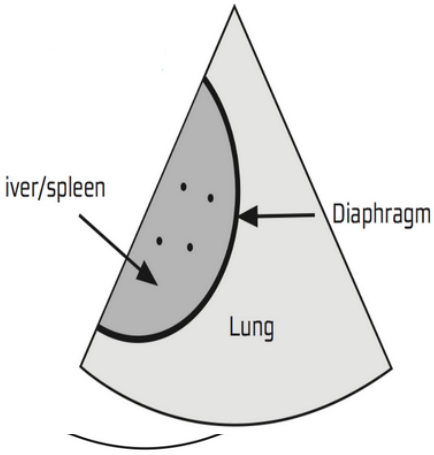
Læg patienten på venstre side med armen under hovedet

Position 3.1 - parasternalt:

Proben placeres parasternalt med markøren pegende mod venstre skulder.

Position 3.2 - rotation:

Venstre ventrikel placeres midt i billedet.
Proben roteres med begge hænder mod uret til markøren peger mod højre skulder



Læg patienten på ryggen med let bøjede ben og armene ned langs siden

Position 4.1 - lever:

Proben placeres på højre side ud for 10. ribben, med markøren pegende cranielt mod baggerste axilfold. Her ses efter leveren

Position 4.2 - milt:

Proben placeres på venstre side ud for 8. ribben, med markøren pegende cranielt mod baggerste axilfold. Her ses efter milten.

Bilag 9.1: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 1 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:_1_(udfyldes af studiegruppen)
__x_ mand
___ kvinde
2. Alder
__26_ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
_x_ ja, men ikke lægeligt
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
___3_
uddybet svar: Lidt svært at høre hvad han sagde men der var jo kontakt, det oplevede jeg som meget fint - ikke super godt ikke super dårligt.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__4__
uddybet svar: Fint, jeg er jo af den nye generation.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__3__
uddybet svar: Nej, lagde ikke mærke til den - lyden var dårlig. 3 fordi han sagde at han havde svært ved at se.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
_4___ (starter med at sige 5)
uddybet svar: Han var til stede hele tiden, så der var ikke noget.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__

uddybet svar: Fungerede godt da assistent havde prøvet det før.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
_4___
uddybet svar: Meget godt - lægen kunne måske have gjort det hurtigere.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar: Det var jo håndstyret.

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__3__
uddybet svar: Kameraet var ikke ordentlig indstillet og det kunne være rart at have øjenkontakt med læge - det kan jo også vise hvordan patienten har det. Foreslår en skærm som kan flyttes rundt.
Robotten er måske lidt overvældende, specielt når den kører mod en - kunne måske godt være ubehageligt for nogle.
Op under ribbene var lidt ubehagelig og hårdere end assistent - men det var kortvarigt ubehag.

Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4 __ (startede med 3)
uddybet svar: Han kunne se det han skulle se, men der var lige den sidste hvor der blev trykket lidt hårdt på maven, men det var en sikkerhedsprocedure.
hvordan følte du din sikkerhed var?
__5_
uddybet svar: Ville gerne have haft knappen i hånden.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
__x_ Assistent-styret System
___ Robot-styret System
uddybet svar: Der er lidt mere følelse med scanningen.

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var ‘rigtig’ patient?
_x__ Ja, assistent, men forbindelsen til lægen er altafgørende. Hvis en assistent lavede en optagelse, det ville jeg ikke have det så godt med det.
___ nej
___ ved ikke
Ville også tage imod en robotscanning, hvis det var det der var muligt.
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.2: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 2 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID: 2 (udfyldes af studiegruppen)
___ mand
__x_ kvinde
2. Alder
__28_ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
_x__ Nej, ikke professionelt.
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
__4__
uddybet svar: Det er svært at sætte skala på. Det var en fin oplevelse kombineret med at der stod en ved siden af.
nu bliver der talt lidt i relation til robot: det er vigtigt at der er en assistent i rummet. Ville ikke turde lægge sig derop alene, første gang. Men i og med man har nødstoppet og har prøvet det før så man ved hvor meget den trykker osv. så kunne man godt være der uden assistent.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__4__
uddybet svar: Det er lidt svært at sidestille fordi der ikke skulle diagnosticeres. Havde jeg skulle diagnosticeres, havde han snakket til mig. Ved diagnosticering kunne det også lade sig gøre.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__4__
uddybet svar: Det var fint.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__3__
uddybet svar: Nej, det blev der ikke tænkt over og kommunikationen var jo ment til assistenten.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Fint, det var meget godt, assistenten var jo trænet og klarede det hurtigt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
__5__
uddybet svar: Det var sikkert - både sikkerhedsmæssigt og assistent kompetencemæssigt.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar:

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
___5_
uddybet svar: Positivt overrasket, også over at den ikke gav større tryk. Det er lidt langsommeligt at indstille den med håndkraft og det at den er så tung.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__5__
uddybet svar:
hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar: Tror ikke at den vil kunne trykke for hårdt - man kan jo altid flytte sig, det er nok mere naturligt end at bruge stopknappen.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
__x_ Assistent-styret System, pga assistentens erfaring og mere flydende bevægelse, øvelse gør mester.
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var ‘rigtig’ patient?
__x_ Ja, lægen kan jo godkende på den anden side hvad han ser. Ville også tage imod robotscanning afhængig af hvad det sættes op imod - Bornholm er et godt eksempel og det kommer an på hvilken type patient man er.
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
__x_ Ja, der bliver et “men” igen, fordi jeg stoler på at jeg ved hvad lægen laver.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.3: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 3 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:_3_(udfyldes af studiegruppen)
_x_ mand
___ kvinde
2. Alder
_26__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
__x_ Ja, som barn, husker det ikke så godt.
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
__x_ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
___4_
uddybet svar: Ikke noget problem. hørte ham klart og tydeligt.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__4__
uddybet svar: Kommer an på. Havde man ikke haft assistenten var det mærkeligt.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__4__
uddybet svar: Helt fint.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__4__
uddybet svar: Helt fint.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__
uddybet svar: Hurtigt og effektivt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?

__4__
uddybet svar: Ikke noget problem, det kunne ligeså godt være en læge.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
_5___
uddybet svar:

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Bortset fra internettet. Selvfølgelig langsommere, men forventeligt. Men som det er, så gik det jo meget godt. Lidt svært, men har ingen ide om kvaliteten på billederne.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4__
uddybet svar: Spændende, men der var lige lidt med den store arm - man er lidt mere oppe på dupperne.
hvordan følte du din sikkerhed var?
_4___
uddybet svar:

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
__x_ Assistent-styret System
___ Robot-styret System

uddybet svar: Det gik bare meget hurtigere, mere flydende

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
_x__ Ja, uden tvivl (assistent) - også robotarm.
___ nej
___ ved ikke
Ville også tage imod robotscanning.
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x__ Ja, hvis der er sagt god for det og sundhedsstyrelsen har godkendt det - hellere det end at rejse til københavn. Forventer at man stadig ville have klinikkermøde.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.4: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 4 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera).
Præsentation af patient (ID-nummer).
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID: 4_(udfyldes af studiegruppen)
___ mand
_x__ kvinde
2. Alder
_63__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
_x__ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
_5___
uddybet svar: Fint.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__5__
uddybet svar: Er det ikke lidt det samme som første spørgsmål.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__5__
uddybet svar: Det var fint.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__5__
uddybet svar: Kunne fint kommunikere.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__
uddybet svar: Det fungerede fint.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?

_5__
uddybet svar: Fint nok, kommunikationen var fint. I forstod hvad der blev sagt til hinanden - det var jeg tryg ved.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5_
uddybet svar: Man følte sig ikke usikker.

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__
uddybet svar: Når man ikke har prøvet det før var det ligeså fint som med assistenten.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4__
uddybet svar: På forhånd er man lidt spændt når man ikke har prøvet det før.
hvordan følte du din sikkerhed var?
__4__
uddybet svar: På forhånd er man lidt spændt og også med de tryk og tænker om jeg kunne nå nødstoppet, men igen så føler man sig tryg ved assistenten og lægen. Den *(nødstoppet)* skulle måske sidde lidt anderledes så man bedre kunne nå den.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
__x_ Assistent-styret System, men fint tilfreds med begge scanninger, men der er jo rarere når det er et menneske som gør det.
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
_x__ Ja *(se ovenfor, er tilfreds med begge metoder).*
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x_ Ja
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.5: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 5 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:_5_(udfyldes af studiegruppen)
___ mand
_x__ kvinde
2. Alder
_36__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
_4__
uddybet svar: Fint.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__5__
uddybet svar: Ingen problem.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__5__
uddybet svar: Super fin.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__5__
uddybet svar: også fin

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__
uddybet svar: Ingen problem.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?

__5__
uddybet svar: Ingen problem.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar:

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Fint ingen problem.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
_4__
uddybet svar:
hvordan følte du din sikkerhed var?
__5_
uddybet svar: Jeg kunne jo bare trykke på knappen.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
_x_ Assistent-styret System, hurtigst, men begge dele var fine og man kom frem til det man skulle - tænker man på tiden, assistent
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
_x__ Ja, både assistent og robot.
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
__x_ Ja, absolut til assistent og robot.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.6: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 6 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:___6__(udfyldes af studiegruppen)
_x__ mand
___ kvinde
2. Alder
_64__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
_x__ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
_3__
uddybet svar: Man skal være forberedt på at man er adskilt fra lægen. Er det fortalt inden, så er det ikke et problem.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__4__
uddybet svar: Det er vigtigt at lægen kommunikerer hele tiden - hvis han fortæller hvad han gør er det altafgørende. Kiggede ikke på billedet, men var fokuseret på lyden.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__4__
uddybet svar: Kiggede ikke på billedet. hvis man skal se ham, skal der et fjernsyn op, men jeg er i tvivl om det er nødvendigt, ved ikke om det har et formål.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__4__
uddybet svar: fin

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?

__4__
uddybet svar: Hurtigt, let og praktisk - det tog jo 5-10 min. Det er jo noget hurtigere.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
__4__
uddybet svar: Det var fint.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__4__
uddybet svar: Fin.

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Helt overordnet fint.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__3__
uddybet svar: Ved almindelig forberedelse vil den være fin nok - men hurtigt og lettere ved en personlig scanning.
hvordan følte du din sikkerhed var?
__3__
uddybet svar: Den er jo afhængig af operatøren og hans rutine. Fik godt nok den der mavepumper.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
_x__ Assistent-styret System
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var ‘rigtig’ patient?
_x__ Ja, både assistent og robot.
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x__ Ja, både assistent og robot.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.7: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 7 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:_7_(udfyldes af studiegruppen)
_x__ mand
___ kvinde
2. Alder
_42__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
__x_ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
__x_ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
__5__
uddybet svar: Følte mig tryg og veltilpas - i gode hænder.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__5__
uddybet svar: Det fungerer fint.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__5__
uddybet svar: Nej, det var ikke noget jeg tænkte over - det var lidt ud af øjenkrogen i forvejen. Godt nok til formålet.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
_5__
uddybet svar: Det var lidt en envejskommunikation.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__

uddybet svar: Meget positivt, det fungerede jo godt. Det var jo lynhurtigt. Jeg kan følge med i hvad han siger så man er klar over hvad der sker - selvom det er kommunikation mellem assistent og læge.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
__5__
uddybet svar:
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar:

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar:
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4__
uddybet svar: Giver ikke 5 for der er noget som er anderledes. Trykket er konstant når man trækker vejret - det skal man lige vende sig til, så det er jo en anden oplevelse.
hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar: Følte mig ikke utryg - det var relativt små steps så man kunne jo sige fra inden nødstoppet skulle aktiveres.

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
__x_ Assistent-styret System, det virker også som om du har lidt rutine i det. Det gik meget hurtigt - der er mindre tryk end fra robotten. Det føltes mere komfortabelt.
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var ‘rigtig’ patient?
__x_ Ja, både assistent og robot
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
__x_ Ja (både assistent og robot), det ville jeg - hvis det bare er scanningen der er i det.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.8: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 8 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:__8___(udfyldes af studiegruppen)
___ mand
_x__ kvinde
2. Alder
_24__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
__x_ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
_4___
uddybet svar:

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
___3_
uddybet svar:
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__4__
uddybet svar: Tænkte ikke rigtigt over det.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
_4___
uddybet svar: Kunne høre hvad han sagde, det var fint nok.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Det var hurtigt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?

__4__
uddybet svar: Fungerede fint nok.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar: Du var bedre til ikke at prikke så hårdt.

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__3__
uddybet svar:
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4__
uddybet svar:
hvordan følte du din sikkerhed var?
__4__
uddybet svar:

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
_x__ Assistent-styret System
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var ‘rigtig’ patient?
__x_ Ja, både assistent og robot
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x__ Ja, både assistent og robot
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.9: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 9 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

1. Køn PatientID:__9___(udfyldes af studiegruppen)
_x__ mand
___ kvinde
2. Alder
_41__ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
___ ja
__x_ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
__x_ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
__5__
uddybet svar: Fint nok, man føler sig ikke utryg.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__5__
uddybet svar: Upåklageligt. Du har også en sikkerhed ved at snakke med en kompetent person. Godt med tovejs-billede så man ikke føler sig overvåget.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__2__
uddybet svar: Vinklingen var lidt… det var lidt svært at se billedet, som den stod der var det ikke så godt, men der er jo bare...
Hvordan var kommunikationen med lægen?
__5__
uddybet svar: Fin.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__

uddybet svar: Det er også upåklageligt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
_5___
uddybet svar: Det var jo stille og roligt.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar:

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__5__
uddybet svar: Den går ind og trykker, men på ingen måde ubehageligt hårdt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__5__
uddybet svar: Spændende, sjov oplevelse, gør det gerne igen.
hvordan følte du din sikkerhed var?
_5__
uddybet svar:

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
_x__ Assistent-styret System, det går jo hurtigere som det primære, og der kan lynhurtigt korrigeres. Den som gør det har også bedre fornemmelse af det.
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
_x__ Ja, jeg vil være åben for begge - også robotten hvis det er det der ligesom er.
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
__x_ Ja, til hver en tid - både assistent og robot. Hvis du har eksperten i København så vil jeg altid vælge ham også hvis det inkluderer en robot.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 9.10: Struktureret interviewspørgsmål til figurant 10 (feasibilitetsstudie)

Interviewform (optages på mobiltelefon samt lyd fra webkamera)
Præsentation af patient (ID-nummer)
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål. Dertil spørgsmål vedrørende dine generelle oplevelser af scanningerne. Dernæst en række spørgsmål om det at blive scannet af en assistent og robotarmen. Efterfølger en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

PatientID: 10 (udfyldes af studiegruppen)

1. Køn
___ mand
__x_ kvinde
2. Alder
__30_ år
3. Er du tidligere blevet ultralydsscannet?
_x__ ja
___ nej
___ ved ikke
4. Har du været fastende i 4 timer og 2 timers tørst?
__x_ ja
___ nej
___ ved ikke

Spørgsmålene besvare med en skala fra 1-5, hvor 1 = meget dårlig, 2 = dårlig, 3 = middel, 4 = god og 5 = meget god.

Indledning

Du var fysisk adskilt fra lægen - hvordan oplevede du det?
__5__
uddybet svar: Hvis det skal implementeres på sygehuset kræver det en assistent i rummet så man ikke er alene.

Hvordan var din oplevelse af mødet med lægen gennem en videoforbindelse?
__5__
uddybet svar: Det der med at han guider og siger hvad han gør og fortæller om hvad han gør så man er lidt forberedt.
Hvordan var kvaliteten af billedet?
__4__
uddybet svar: Tænkte ikke over billedkvaliteten - havde den været dårlig havde jeg nok tænkt over det.
Hvordan var kommunikationen med lægen?
_5___
uddybet svar: Det fungerede jo, der var ikke udfald og forsinkelser, hvilket jeg tror er meget væsentligt ved robotstyret så man kan sige stop.

Assistent-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
_5__
uddybet svar: Det var fint nok - assistenten fortæller hvad der sker. Dette giver god mening ved bl.a. nervøse patienter.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en assistent der blev guidet af en læge?
__5__
uddybet svar: Godt fordi der bliver fortalt.
Hvordan følte du din sikkerhed var?
__5__
uddybet svar: Min sikkerhed??? Der er jo ikke noget at sæt på overhovedet - måske fordi assistenten har trænet hele dagen.

Robot-styret System

Hvordan synes du at systemet generelt fungerer?
__4__
uddybet svar: Der var nogle steder, da han ikke har føling med, hvor hårdt han presser så der var et par gange hvor det var ubehageligt.
Hvordan var din oplevelse af at blive ultralydsscannet af en robot der blev styret af en læge?
__4__
uddybet svar: Men det bliver måske bedre. Det er en tung robotarm at flytte. Man kan godt blive lidt nervøs for om den går amok og fordi set-uppet virker lidt tungt i det.
hvordan følte du din sikkerhed var?
__4__
uddybet svar: Der var de gange hvor der blev trykket hårdt og man tænker - stopper den?

Assistent vs. robot (her svares uden skala)

Hvilket system var bedst?
_x__ Assistent-styret System, men igen handler det om armen. Lægen sidder med et kæmpe joystick som bevæger i ryk og i skal selv stå og rykke armen - blødere bevægelse så ville jeg føle det mere behageligt.
___ Robot-styret System

uddybet svar:

2. Vil du tage imod scanningsmetoden, hvis du var 'rigtig' patient?
_x__ Ja, assistent - robot måske (hvis man kunne vælge så assistent).
___ nej
___ ved ikke
3. Vil du bruge systemet for at få en specialiseret udredning?
_x__ Ja, til assistenten - også ja til robot, specielt hvis der er en grund til at man skal scannes, f.eks. hvis man er dårlig så ville jeg foretrække jeg ikke skulle så langt.
___ nej
___ ved ikke

Bilag 09.11 - Resultater Feasibilitetsstudie, sammenstilling af figurantsvar

Figurant Data

PatientID	Køn	Alder	Tidl. scannet	Faste 4+2	Randomisering
1	M	26	Ja	Ja	1: Assistent 2: Robot
2	K	28	Nej	Ja	1: Robot 2: Assistent
3	M	26	Ja	Ja	1: Robot 2: Assistent
4	K	63	Nej	Ja	1: Assistent 2: Robot
5	K	36	Ja	Ja	1: Robot 2: Assistent
6	M	64	Nej	Ja	1: Assistent 2: Robot
7	M	42	Nej	Ja	1: Assistent 2: Robot
8	K	24	Ja	Ja	1: Robot 2: Assistent
9	M	41	Nej	Ja	1: Assistent 2: Robot
10	K	30	Ja	Ja	1: Assistent 2: Robot
Opsum.	5 M 5 K	38 år [24-64]	5 tidl. scannet 5 ikke tidl. scannet	Alle fastende	4 robot og 6 assistent som første scanning

Indledning

PatientID	Fysisk adskillelse	Møde via video	Skype-billede	Kommunikation
1	3	4	3	4
	- ikke super godt ikke super dårligt	- jeg er jo af den nye generation	- lyden var dårlig - foreslår skærm som kan flyttes rundt	- han var til stede hele tiden
2	4	4	4	3

	- fin oplevelse kombineret med at der stod én ved siden af	- situationen er opstillet - ved diagnosticering kunne det også lade sig gøre		- kommunikationen var jo ment til assistenten
3	4	4	4	4
	- hørte ham klart og tydeligt	- der skal være en assistent		
4	5	5	5	5
5	4	5	5	5
		- ingen problem		
6	3	4	4	4
	- man skal være forberedt på at man er adskilt fra lægen	- det er vigtigt at lægen kommunikerer hele tiden - hvis han fortæller hvad han gør er det altafgørende	- skærmen skal være mere synligt	
7	5	5	5	5
	- følte mig tryg og veltilpas		- det var lidt ud af øjenkrogen	- lidt en envejskommunikation
8	4	3	4	4
9	5	5	2	5
	- man føler sig ikke utryg	- upåklageligt - du har også en sikkerhed ved at snakke med en	- det var lidt svært at se billedet, som den stod der var det ikke så godt	

		kompetent person		
10	5	5	4	5
	- kræver en assistent i rummet så man ikke er alene			- der var ikke udfald og forsinkelser
Opsum.	4,2 (gennemsnit)	4,4 (gennemsnit)	4,0 (gennemsnit)	4,4 (gennemsnit)
	- kræver en assistent i rummet	- vigtigt med med en assistent og kommunikation med lægen	- generel tilfredshed selvom mange havde svært ved at se skærmen	- generel tilfredshed

Assistent-styret System

PatientID	General funktion	Oplevelse af assistent-scanning	Sikkerhed
1	5	4	5
	- assistent havde prøvet det før		
2	5	5	5
	- assistenten var jo trænet - klarede det hurtigt		
3	5	4	5
	- hurtigt og effektivt	- kunne ligeså godt være en læge	
4	5	5	5
		- jeg var tryg	
5	5	5	5
6	4	4	4

	- hurtigt, let og praktisk		
7	5	5	5
	- lynhurtigt		
8	4	4	5
	- det var hurtigt		- assistenten var bedre til ikke at prikke så hårdt
9	5	5	5
	- upåklageligt	- stille og roligt	
10	5	5	5
Opsum.	4,8	4,6	4,9
	- trænet assistent gjorde det hurtigt og effektivt		- sikkerheden var ikke en bekymring

Robot-styret System

PatientID	General funktion	Oplevelse af robot-scanning	Sikkerhed
1	3	4	5
	- robotten er lidt overvældende - kortvarigt ubehagelig		- ville gerne have haft knappen i hånden
2	5	5	5
	- positivt overrasket over at den ikke gav større tryk - langsom at indstille og tung		- man kan altid flytte sig
3	4	4	4

	- dårligt internet - langsommere	- der var lidt med den store arm	
4	5	4	4
	- ligeså fint som med assistenten	- lidt spændt når man ikke har prøvet det før	- nødstoppet skal sidde så det bedre kan nås
5	4	4	5
			- jeg kunne jo bare trykke på knappen
6	4	3	3
			- afhængig af operatøren og hans rutine
7	4	4	5
		- konstant tryk	- relativt små steps så kan sige fra inden nødstoppet skal aktiveres
8	3	4	4
9	5	5	5
	- den går ind og trykker, men på ingen måde ubehageligt hårdt	- spændende, sjov oplevelse, gør det gerne igen	
10	4	4	4
	- lægen har ikke føling - ubehageligt	- tung robot at flytte og kan godt blive lidt nervøs	- man tænker stopper den
Opsum.	4,1	3,7	4,0

Assistent vs. Robot

PatientID	Bedste system	Ville du tage imod behandlingstilbud med dette system	...og det andet system
1	Assistent	Ja	Ja
	- mere følelse med scanningen	- forbindelsen til lægen er altafgørende	- hvis det var eneste mulighed
2	Assistent	Ja	Ja
	- pga. assistentens erfaring - mere flydende bevægelse - øvelse gør mester	- lægen godkender på den anden side og ved hvad han laver	- afhænger patienttype - ved stor distance som Bornholm
3	Assistent	Ja	Ja
	- meget hurtigere - mere flydende	- uden tvivl - godkendelse fra sundhedsstyrelsen	
4	Assistent	Ja	Ja
	- rarere når menneske gør det		
5	Assistent	Ja	Ja
	- hurtigst		
6	Assistent	Ja	Ja
7	Assistent	Ja	Ja
	- hurtigt - mere komfortabelt - assistent havde rutine	- kun hvis skal have foretaget en scanning	
8	Assistent	Ja	Ja

9	Assistent	Ja	Ja
	- hurtigt - assistenten har bedre fornemmelse	- til enhver tid - foretrækker udredning fra eksperten	- hvis det er det som er muligt
10	Assistent	Ja	Ja
	- blødere bevægelser - mere behageligt		- hvis man undgår transport
Opsum.	Assistent		

Bilag 9.12: Interviewspørgsmål til læge (feasibilitetsstudie)

Interviewet udføres efter scanning af alle figuranter.
Interviewform (optages på mobiltelefon samt webkamera).
Interviewet er fortroligt og optagelserne er kun til støtte for hukommelsen og offentliggøres ikke.
Præsentation af interviewer og introduktion til interviewet: Først en række generelle spørgsmål om systemerne. Dertil en række spørgsmål om assistentscanninger og dernæst om robotscanninger. Efterfølgende en række spørgsmål vedrørende de to systemer holdt op imod hinanden.

Generelt

Hvordan syntes du at systemerne generelt fungerer?
De virkede tilfredsstillende helt bestemt.
Der er stadig udviklingsarbejde til robotarmen, men det assistenstyrede kører bedre og bedre og hurtigt, men robotarmen har andre fordele.

Hvordan syntes du udviklingen af systemerne har været?
Det er bare gået strygende fremad.
Man bliver mere og mere fortrolig med det joystick selvom det er pisse ulogisk. Det vil nok være det største udviklingspotentiale at få et smart joystick. Et joystick der minder om det man gør i virkeligheden så ville det gøre at der var en helt anderledes let tilgang til det. Jeg vil tro at enhver som er vandt til at scanne så vil kunne sætte sig uden træning. Det kræver meget træning og det er hæmskoen. Det der med at forudindstille / positionere robotten ville ikke være nødvendigt hvis man havde en bedre kontrol.
Den kontinuerlige afsøgning er vanskelig med det dumme joystick, så det går lidt ud over kvaliteten.

Hvordan var kommunikationen med figuranten?
Det var fint, det fungerede fint med dem alle sammen, ligegyldig hvilken teknik man brugte.

Var du tilfreds med stabiliteten af netforbindelsen?
Det var ikke så godt i formiddags, men bedre i eftermiddags.

Hvordan fungerede videokommunikationen?
Fint hele tiden. Et lille bitte udfald med dårligt billede men ok. Udfordringen har været på TeamViewer-delen.
Kunne være godt med et oversigtsbillede, så kan man se hvad der sker ovre på højre side.
Udfordringen har ligget på fjernskrivebordet.

Hvordan var kvaliteten af ultralydsscanningsbilledet?
Det var rimeligt. Almindelig scanning overraskede også positivt - det er en ok god scanner.

Hvordan var det at have 2 kameraer til at styre assistenten og robotten efter?
Der skal være to - som minimum.
Hvordan var sikkerheden?
Der var kun ét pylrehoved som mente der blev trykket for hårdt på maven.

Igen, det logiske joystick hvor jeg kan mærke trykket (*forcefeedback*) vil være godt, men autostop på 10 kg er måske for meget. Det kunne også sættes til autostop ved 6 kg - det ville også gøre det, jeg tror det ville være nok med 6 kg.
En automatisk gel-påfylder kunne også være smart - i virkeligheden “henter” man jo geleen. En lille ting, men ikke noget problem, det tog dog lidt længere tid.

Assistent-styret System

Hvordan var kommunikationen med assistenten? Hvordan forløb disse scanninger?
Fantastisk kommunikation og en eksponentiel læringskurve. Bare se på hastigheden - det gik jo hurtigere og hurtigere. Nu tog vi ikke tid, men vi var da under fem minutter på en FATE og FAST.

Vil du lægefagligt kunne stå inde for Assistent-styret System til undersøgelse af en patient?
Ja, helt bestemt.

Robot-styret System

Hvordan forløb disse scanninger?
Bedre og bedre i takt med at jeg lærte at styre - helt sikkert. Der var også nogle fordele - rotation foregik mindst lige så let som ved assistent fordi den blev stående på fix-punktet.

Hvordan syntes du det var at styre robotten i og med du har fået mere erfaring med det?
Det er klart at der er igen den positive læringskurve og så var der det med probeholderen som knækkede - den skal gøres stærkere.

Vil du lægefagligt kunne stå inde for Robot-styret System til undersøgelse af en patient?
Helt bestemt, men der skal være en mere logisk styring - så kan alle gøre dette med minimal træning.

Hvordan fungerede den nye hjerteprobeholder? Kunne du bedre lave den substernale scanning?
Meget bedre end før - den substernale er rigtig god at kunne lave. Jeg kunne jo få projektion 1, og den er rigtig god at få. Vi scanner jo i fire planer. Opgiver man det ene så ok, men vi fik dem alle. Må man opgive et af de fire planer så er det ok, men her måtte vi ikke opgive et eneste på de 10 figuranter.

Robot
På skibe hvor folk er utrænede kan robotten bruges.
Hvor der er sprog/kommunikations/kognitive-problemer kan robotten med stor fordel bruges.
Der er også en fordel hvis folk ikke kan scanne hele dagen uden at få ondt i armen. Det må vi teste af.

Assistent
Der er et rigtigt menneske som sidder og trykker uden at trykke for hårdt, og man kan flytte sig hurtigere og få de små vigtige vugggebevægelser med. Med en trænet assistent kan de hurtigt

se om det rigtige billede er på vej frem - en trænet assistent kan selv gøre meget for at finde det rigtige billede.
Der er rigtigt mange mennesker som er gode til at scanne, men måske ikke kan tolke billederne, og det er her fidusen er, hvor en erfaren kan guide assistenten.
Også hoftescanning på ledlæbe-diagnostik her har man også tilgang til eksperticen.

Vi springer også direkte ud i en udfordring med både FATE og FAST med alle projektionerne. Der skal vi drøne rundt med alle fire projektioner - en ledlæbe skal jo ikke bevæges ret meget. Og kan man lave en ultralydsvejledt intervention med ultralydsstyr så kan man få en utrænet til at redde et liv på distancen.

Assistent vs. Robot

Er det blevet hurtigere at lave scanningerne med henholdsvis Assistent- og Robot-styret System kontra i pilotstudiet?
Jajaja, meget hurtigere - for begge systemer. Figurant 10 gik bedre og hurtigere end 1.

Kan systemerne bruges til at scanne 'rigtige' patienter?
Jada, det kan de helt bestemt.

Hvilket af de to systemer egner sig bedst i en telesonografisk sammenhæng?
Det kommer an på konteksten.
Har du en god assistent har det en fordel over robotten. Også fordi mange patienter gerne vil have en person stående der - men det har man jo alligevel ved de tunge/syge patienter.
Man kan godt blive lidt forskrækket over robotten, kan den falde ned og slå.

Har du flyttet dig i forhold til det assistentstyrede:
Ja, i forhold til omstændighederne. Der skal spares i regionerne og vagthold nedlægges, men der er stadig folk som kan scanne - der er det en fordel at bruge den assistentstyrede fordi de kan scanne så det vil være meget hurtigere.
Læger i udkanten vil bruge det fordi de er vidende om deres begrænsninger og vil selvfølgelig, også for patientsikkerhed og egen juridiske sikkerhed, helt klart hælde til det her.

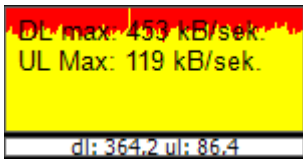
Ville du købe produkterne hvis de var til salg i dag? og hvad skal de koste?
Njah, jeg har svært ved at se hvad jeg skulle bruge det til for jeg står jo selv med maskinen.
Man kunne købe den i regionen og så kan jeg være med til at styre den i f.eks. en vagtfunktion.
Ville helt bestemt købe den til regionen også hvis man skal servicere Grønland.
Altså en alm gennemsnits ultralydsscanner koster ca. ½ million kr. mens en billig koster en kvart.
Indenfor vores verden er en ½ million småpenge.
Sat i relation til regionens spareplaner og i relation til prisen på en transport (Falck og helikopter) og ubehaget for patienten så er det hurtigt tjent ind - det er svært at måle på sengedag.

Hvilken afdeling i regionen vil kunne varetage basestationsfunktionen?
Et vagthold af speciallæger (røntgen + kardiologisk vagt) på et universitetshospital. Kardiolog og radiolog - det vil være de to oplagte til at starte med.

Bilag 9.13 – Bitmålinger feasibilitetsstudie

Figurant 1

1. scanning: Assistent

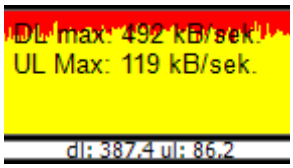
Bitmeter: 

2. scanning: Robot

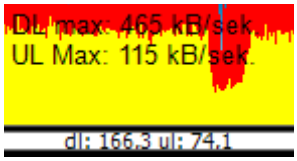
Bitmeter:

Figurant 2

1. scanning: Robot

Bitmeter: 

2. scanning: Assistent

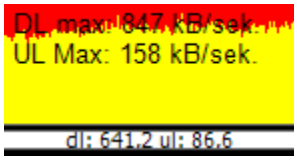
Bitmeter: 

Figurant 3

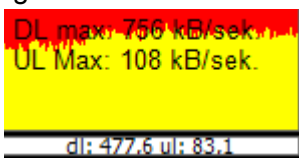
Netproblemer.

Terason kører på eduroam.

1. scanning: Robot

Bitmeter: 

2. scanning: Assistent

Bitmeter: 

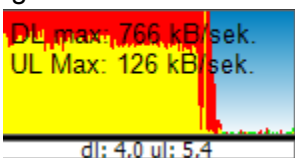
Figurant 4

Terason kører på eduroam.

1. scanning: Assistent

Bitmeter:

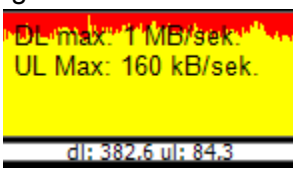
2. scanning: Robot

Bitmeter: 

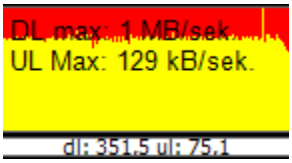
Figurant 5

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Robot

Bitmeter: 

2. scanning: Assistent

Bitmeter: 

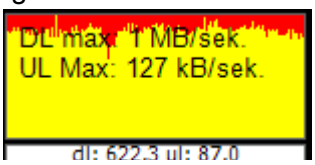
Figurant 6

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Assistent

Bitmeter:

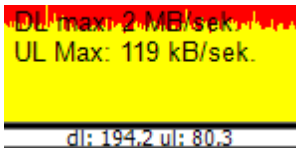
2. scanning: Robot

Bitmeter: 

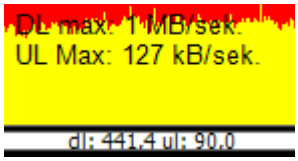
Figurant 7

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Assistent

Bitmeter: 

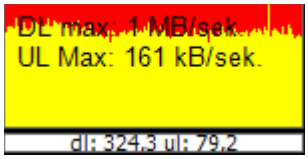
2. scanning: Robot

Bitmeter: 

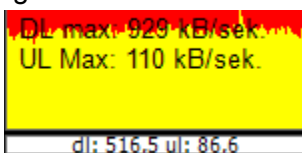
Figurant 8

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Robot

Bitmeter: 

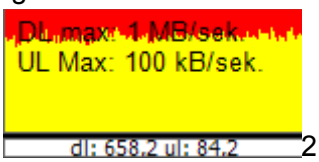
2. scanning: Assistent

Bitmeter: 

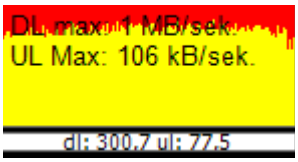
Figurant 9

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Assistent

Bitmeter: 

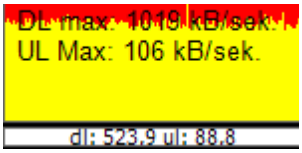
2. scanning: Robot, Probeholderen knækkede.

Bitmeter: 

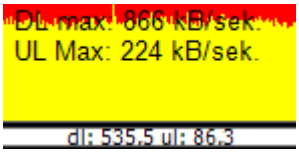
Figurant 10

Basestation og Terason kører på eduroam.

1. scanning: Assistent

Bitmeter: 

2. scanning: Robot

Bitmeter: 

Sammenstilling af Bitmålinger

Resultaterne fra BitMeter udlæses og opstilles i nedenstående tabel.
BitMeter udlæser data i megabytes pr. sek. I tabellen er der korrigeret til megabit pr. sek. ved at gange med en faktor 8.
I udgangspunktet kørte både base- og satellitstation på 4G internet. Grundet internetproblemer blev dette løbende tilpasset og resultatet ses i tabellen.

Bitmeterdata, Feasibilitetsstudie:

Figurant	Type		Hastighed [Mbit/s]	Internet / Kommentar
1	Robot	Download	3,9	- 4G, både på base- og satellitstation
		Upload	0,95	
	Assistent	Download	3,6	
		Upload	0,95	
2	Robot	Download	3,9	- ultralydsscanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	0,95	
	Assistent	Download	3,7	
		Upload	0,9	
3	Robot	Download	6,8	- ultralydsscanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1,3	
	Assistent	Download	6,0	
		Upload	0,8	
4	Robot	Download	6,1	- ultralydsscanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1	

	Assistent	Download	5,6	
		Upload	1,1	
5	Robot	Download	8	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1,3	
	Assistent	Download	8	
		Upload	1	
6	Robot	Download	8	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1	
	Assistent	Download	8	
		Upload	0,97	
7	Robot	Download	8	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1	
	Assistent	Download	16	
		Upload	1	
8	Robot	Download	8	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1,3	
	Assistent	Download	7,4	
		Upload	0,9	
9	Robot	Download	8	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	0,8	

	Assistent	Download	8	
		Upload	0,8	
10	Robot	Download	6,9	- Basestation og ultralyds-scanner på eduroam - resten på 4G
		Upload	1,8	
	Assistent	Download	8,2	
		Upload	0,8	
max min gnsm	Robot	Download	8 / 3,9 / 6,8	
		Upload	1,8 / 0,8 / 1,1	
	Assistent	Download	16 / 1 / 7,5	
		Upload	1,1 / 0,8 / 0,9	