

Antropomorfisering af droner



Roskilde University
IKH
Performance Design

Titel: Antropomorfering af droner

Projektperiode: Forårs Semester 2017

Projektgruppe: S17-PERF-F8

Medlemmer:

Lasse Hjorth

Studienummer: 58678

E-mail: lassehj@ruc.dk

Nikolai P. Hjorth

Studienummer: 58477

E-mail: npeterh@ruc.dk

Sebastian A. V. Jakobsen

Studienummer: 57938

E-mail: savj@ruc.dk

Pelle Schlebaum

Studienummer: 57306

E-mail: pellesc@ruc.dk

Jakob Thormod

Studienummer: 57312

E-mail: thormod@ruc.dk

Vejleder: Ulrik Schmidt

Sideantal: 67

Afleveringsdato: 31/05/2017



Abstract

Drones are a vast expanding field, but in a performative sense is still in its infancy. This project aims towards designing a performance by the use of quadcopters. The design has been made using an iterative approach, to ensure an explorative process to discover new abilities regarding its anthropomorphic nature.

A designated lab was created wherein a motion capture system was installed, enabling the possibility of testing movement patterns performed by a quadcopter. Using the Laban notations, it became possible to conceptually analyse and create a theorized movement pattern for the quadcopter to make it seem curious. Hence ensuring the ability for one to project anthropomorphic traits onto the quadcopter and thus enhancing these traits that it might possess.

This project concludes that the significance of movement patterns for a quadcopter and the availability of interaction urges the possibility of anthropomorphism of a quadcopter. Moreover, this project's use of a motion capture system and combined software for controlling a quadcopter enables a design for an autonomous quadcopter, which then could inherent traits that leads to anthropomorphism. Through the use of this system a participant could interact with the quadcopter in a performative environment. Additionally a combination using specific movement patterns and making the quadcopter interactive is discussed.

Indhold

1	Introduktion - Performative Robotter	1
1.1	Problemfelt	2
1.2	Begrebsafklaring	5
2	Treenigheden - Menneske, Robot og Performance	6
2.1	Robotternes Ontologi	6
2.2	Human Robot Interaction	14
2.3	Performance med robotter	16
2.4	Antropomorfisering af robotter	18
2.5	Laban Notation	23
2.6	Nysgerrighed som virkemiddel	26
3	Metode - tilgang til undersøgelse af design	31
3.1	Fænomenologisk undersøgelse	31
3.2	Iterativ design tilgang	34
4	Design af en Quadcopter Performance	38
4.1	De fysiske rammer	38
4.2	Teknisk gennemgang og virkemåde af systemet	41
4.3	Hardware og Software Iterationer af motion capture systemet	44
4.4	Iterationer over quadcopter styring	46
5	Analyse, diskussion og konklusion	49
5.1	Analyse og diskussion af anvendt teori	49
5.2	Analyse og diskussion af anvendt metode	58
5.3	Konklusion	60

6 Perspektivering	62
6.1 Fremtidige iterationer	62
6.2 Applikationer i Performance Art	64
Acknowledgement	65
Bibliografi	66

Kapitel 1

Introduktion - Performative Robotter

Dette projekt vil undersøge mulighederne for at skabe meningsfuld performance med robotter. Mere specifikt handler afdækningen om, det er muligt for mennesker at antropomorfisere droner, på baggrund af dronens bevægelser som i denne sammenhæng forstås som deres performance. Udviklingen af dette design er blevet til gennem computer-baserede algoritmer, et motion capture system og teori om menneske-og-maskine interaktion.

Der er inden for det performative felt stadig diskussioner om, hvorvidt man kan sige at robotter rent faktisk performer, og det er ikke en diskussion som vi vil gå i dybden med, da vi er under den overbevisning at interaktion mellem entiter kan kategoriseres som en performance. Vi baserer bl.a. denne omfavnende forståelse af det performative begreb på baggrund af følgende citat af Richard Schechner „Performances exist only as actions, interactions, and relationships“ (Schechner, 2013, p. 24) . Projektet vil præsentere en gennemgang af den eksisterende litteratur, og sætte det i relief til hvordan vi ser vores performance, i forhold til den eksisterende ontologi. Dog må vi, med den spirende udvikling, der er inden for kunstig intelligens og robotter generelt, erkende at der ikke er udformet en specifik ontologi på robot-performance området, og slet ikke når det omhandler droner. Der er foretaget begyndende beskrivelse af en sådan ontologi og vi vil præsentere teorier, forsøg og betragtninger, vi mener kunne være med til at danne rammen for påbegyndelsen af en ontologi inden for området.

1.1. Problemfelt

I starten af projektet blev der overvejet at arbejde med teater robotter i en mere konventionel forstand. Relativt tidligt i projektet blev der dog skiftet over til at arbejde med droner - den drone type der benyttes i dette projekt er af quadcopter typen - fordi der ligger et stort potentiale i quadcopteres frie bevægelsesmuligheder. Quadcoptere er et nyt spændende felt, når man snakker robot performances, da de begynder at gøre deres indtog i reklamer, koncert shows, kunst installationer og på teatret. Et konkret eksempel på dette er brugen quadcoptere i en teateropsætning af „En skærsommernatsdrøm“ (Murphy m.fl., 2011).

Vi har gennem dette projekt haft et eksternt samarbejde med en medstuderende, Rune Bastian Barrett, der skriver Bachelor projekt på HumTek. Rune har ligesom os selv, en personlig interesse indenfor kodning og quadcoptere. Derfor samarbejdes der, således at han stod for den mere tekniske del vedr. kodningen af quadcopternes muligheder for bevægelse og kommunikationen mellem quadcopter og motion capture system. Sammen med Rune fik vi erhvervet et motion capture system, fra firmaet *Qualisys*, som vi satte op i et rum på RUC, hvor der herefter blev udført vores eksperimenter. Der skal hertil siges at rummet ikke var designet med formålet om at gøre det performativt, men at gøre det optimalt og venligt at kunne operere med quadcoptere i.

1.1 Problemfelt

Projektet omhandler udviklingen af et design med en quadcopter og motion capture system. Designets formål er at give mulighed for en undersøgelse af specifikke bevægelser for en quadcopter og gennem disse anspore antropomorfisering. Ydermere, ønskes denne ansporing af antropomorfisering af dronen at opstå med fokus på at få dronen til at virke nysgerrig. Som led i dette vil der blive undersøgt effekten af at kunne interagere med quadcopteren.

Lignende projekter om design og undersøgelser af quadcopteres bevægelser er forekommet, her er der blevet set på hvordan man ved bevægelser alene, får quadcoptere til at udtrykke følelser. Vi vil herunder nævne to undersøgelser, og beskrive hvilken betydning disse undersøgelser har haft for udviklingen af vores projekt.

De to omtalte undersøgelser er hhv.(Cauchard m.fl., 2016) „Emotion Encoding in Human-Drone Interaction“ og (Sharma m.fl., 2013) „Communicating affect via flight path Exploring use of the Laban Effort System for designing affective locomotion paths“. Projektet (Cauchard m.fl., 2016) omhandler, som titlen også afslører, en undersøgelse om menneske quadcopter relation og interaktion og hvilke følelser, der kan medvirke en højere accept eller øget relation. Desvidere introducerer de også et hidtil nyt sub-begreb inden for HCI (Human-Computer-Interaction), nemlig HDI(Human-Drone-Interaction). I deres projekt er quadcopterne dog menneskestyret, og her adskiller vores projekt sig fra dette. Den anden undersøgelse (Sharma m.fl., 2013) omhandler en undersøgelse af quadcopters bevægelser og notationer af disse. Sharma forsøger at skabe en oversigt over hvilken effekt, forskellige flyvemønstre har hos den oplevende. I projektet af (Sharma m.fl., 2013) anvender de et motion capture system, ligesom os, men der benyttes ikke motion capture systemet til at styre quadcopteren, men derimod blot optage dens bevægelser. Dette projekt ligner derved på mange måder disse undersøgelser, men adskiller sig ved brugen af et motion capture system og en autonom quadcopter, til at undersøge interaktionen mellem den og menneske. Samtidigt adskiller dette projekt sig også ved at undersøge hvilken betydning en quadcopters bevægelser, har i forhold til at tilskynde antropomorfisering af den.

Som udgangspunkt var det hensigten at kunne nå at teste interaktion med en quadcopter, men dette blev ikke nået inden for projektperiodens tidsramme. Dette punkt er dog beskrevet konceptuelt. I dette projekt anskues antropomorfisering ud fra vores egne observationer. Observationerne er beskrevet, men ikke dokumenteret i nogen videre udstrækning.

1.1.1 Problemformulering

Hvilken betydning har en quadcopters bevægelsesmønster ift. antropomorfisering, og hvordan designer man en performance, som ansporer dette?

1.1. Problemfelt

Læsevejledning

Introduktionen klarlægger problemstillingen. For at undersøge denne problemstilling er projektet struktureret på følgende måde. Formålet med denne struktur er at konkretisere, hvordan undersøgelsen er foretaget og skabe klarhed over hvilke valg, der er foretaget.

Teorien omhandler den eksisterende grundlæggende forståelse af robotter i performance og teater. Der beskrives „Human-Robot-Interaction“ for på den måde at undersøge en interaktiv performance. Herefter undersøges aspekterne indenfor antropomorfering af en genstand, med henblik på at designe et bevægelsesmønster, som udviser nysgerrighed, med udgangspunkt i nysgerrighedsprincipperne 2.6. Dette bliver dokumenteret via Laban notationer 2.5.

Fænomenologien benyttes til at skabe viden om selve opfattelsen og interaktionen imellem menneske og quadcopter. Ydermere, fokuseres der på designet af performance mht., hvordan det forventes at mennesket vil reagere overfor en quadcopter. Der anskues, om hvorvidt en antropomorfering forekommer. Tilgangen for at designe en performance med en quadcopter, er iterativ, både for at kunne tilpasse den teknologi, der er til rådighed under projekt perioden, og samtidig for at skabe en agil tilgang for - til alle tider - at kunne ændre design efter behov. Ud fra teorien og metoden og de test der blev foretaget, er der en gennemgang af hvilke bevægelsesmønstre, der kan fordre antropomorfering gennem nysgerrighedsprincipper. Selve det interaktive og specifikke bevægelsesmønstre bliver diskuteret på et konceptuelt plan, da der inden for projekts tidsramme ikke blev foretaget egentlige eksperimenter, der inkorporerer disse elementer.

Analyse og diskussion er i sin forstand skrevet sammen. Dette er gjort med intentionen om at kunne skabe en rød tråd. Siden der ikke er lavet egentlige forsøg med quadcopteren, ville en analyse og diskussion blive en gentagelse af hinanden og derfor en sammenskrivning. Herefter vil der konkluderes og perpektiveres ift. projektet.

1.2 Begrebsafklaring

Herunder en liste over begreber benyttet i denne rapport og en kort forklaring af disse.

- **Algoritme:** En matematisk beregning, der har til formål at kunne bruges i programmering.
- **Antropomorfisme:** En tildeling af menneskelige egenskaber til eksempelvis et objekt.
- **Closed-loop:** Operere med et lukket system. Hertil eksemplet at være styret via tracking kameraer, der looper koden. Skubbes der til quadcopteren, vil den vende tilbage til sin oprindelige position, når koden er loopet igen.
- **Framerate:** Antal frames der bliver optaget eller vist pr. sekund.
- **MATLAB:** Matematik program brugt, i denne kombination, til at beregne bevægelse af en quadcopter.
- **Motion capture system:** System der indeholder kameraer, der optager bevægelse og videreføre det til en computer.
- **Open-loop:** Opererer med et aktivt input der kan ændre på koden. Hertil eksemplet at en quadcopter styret af en controller, benytter open-loop.
- **Quadcopter:** Drone med fire rotorere, der gør den meget agil og meget velegnet til præcisionsflyvning.
- **Retroreflektor:** Overflade der reflekterer lys tilbage til enheden, der projicerer det.
- **Script:** Et script er en serie kommandoer, skrevet i et computer sprog og samlet i en fil, således at alle de samlede kommandoer kan udføres.
- **Source-code:** Programmeringskode.
- **Trajektori:** En udregnet bane af en serie af punkter. Altså den rute en bevægende genstand har over tid.
- **Virtual box:** Program der kan køre styresystemer under et styresystem.

Kapitel 2

Treenigheden - Menneske, Robot og Performance

I teorien vil fokus være på en grundlæggende forståelse for robotter i performance og teater. Derefter berører vi feltet Human-Robot interaction for på den måde at afsøge allerede eksisterede teorier omkring vores interessefelt i denne rapport - en interaktiv performance. Efterfølgende er vores mål i dette projekt at undersøge antropomorfering af en genstand ved hjælp af bevægelsesmønstre og nysgerrighedsprincipper, derfor har vi benyttet teori omhandlende disse.

2.1 Robotternes Ontologi

Dette afsnit er med til at give en kort præsentation af ontologien på området. Samt og give en teoretisk baggrund for kategorisering af teaterrobotter for at kunne analysere deres performance i henhold til tekniske kvaliteter. Afsnittet ligger vægt på en kort gennemgang af forskellige performances med henblik på at opnå en forståelse for succesfulde robot performances og hvilke, virkemidler man arbejder med, i opfyldelsen af dette.

Robotter vinder hyppigere og hyppigere frem inden for en bred palette af arbejdsområder og vi ser, oftere at der opstår diskussioner omkring os, som mennesker og robotterne, om hvilke konsekvenser deres indtog vil medføre. Den diskussion er også aktuel inden for performancefeltet ift., hvilken rolle robotterne i det per-

Kapitel 2. Treenigheden - Menneske, Robot og Performance

formative får, og hvad det gør ved vores rolle. David V. Lu har i „Ontology of Robot Theatre“ (Lu, 2012) forsøgt at give sit bud på en ontologi til området, med en kategorisering af performance robotters tekniske kunnen. Så man kan analysere på den givne performance ud fra robotens tekniske egenskaber (Lu, 2012).

For som Lu også skriver, så har man allerede i antikkens Grækenland anvendt et element kaldet *deus ex machina*, som bestod i at man sænkede en mekanisk rekvisit ned på scenen, som symboliserede en guddommelig indgriben (Lu, 2012). Det er interessant at have med, især når man prøver at danne en tidslinie over robot performances. Fordi hvor går grænsen for, hvornår noget går fra at være rekvisit til rent faktisk og være en performer? Som også er en problematik som i talesættes af Phillip Auslander, i *At The Listening Post, or, do machines perform?* Hvor han prøver at klargøre om man kan tale om, maskiner som performere (Auslander, 2005). Dog kan det diskuteres hvor meget robot der var over det antikke grækenlands *deus ex machina*. Men det er et interessant element at have med ift. når man kigger på de robotter, som der er kommet med tiden. For teknologien er unægtelig kommet meget længere siden dengang, og det ser vi også ved de forskellige typer af robotter, som har stået på scener gennem tiden. Helt aktuelt har der været en Shakespeare opsætning over *A midsummernights dream*, hvor man anvendte quadcoptere til at spille feer (Murphy m.fl., 2011).

Dette indtog af robotter på scener blev anledning til Lus kategorisering af teater robotter i ni forskellige kategorier (Lu, 2012). Ift. validering af Lus tanker for en begyndende ontologi på området, så er det interessant når Auslander beskriver hvordan han betragter en maskinel performance. For Auslander runder nemlig også problematikken mht. at hvis definitionen for robot performances er for bred, så vil selv en båndoptager kunne falde her ind under. Auslander argumentere for at man må skelne mellem robot performere som ikke bare reproducere performances, men rent faktisk kan producere en performance. „ The distinction is that between a technology of reproduction and a technology of production. Because it selects, organizes, and presents the materials it culls from the Internet into particular performances (and composes music to accompany them), I consider Listening Post to fall into the latter category.“ (Auslander, 2005, pp. 7-8) . Heri ligger der argumentation for det som Lu også kommer ind på, at vi begynder at se robotterne som

2.1. Robotternes Ontologi

performere, når de får en høj grad af autonomi, hvor dette kan opnåes gennem programmering af avancerede algoritmer.

Grunden til at det er interessant at have Lus model med er fordi, som han selv er inde på, så rejser det spørgsmålet om når vi ser en ny teknologi på scenen, hvilken rolle den så opfylder (Lu, 2012). „However, once the technology starts moving on the stage, apparently under its own volition, it starts to become something else.“ (Lu, 2012) . Det ovenstående citat er godt i den forstand, at det slår ned på de elementer som der er vigtige i en robot performance og derigennem, skaber et grundlag for måden hvorpå Lus model er opbygget. Med de to bærende akser som er autonomi og kontrol, som også er de elementer i en robot, som teknisk får den til at fremstå som autonom, altså med egne intentioner.

2.1.1 Autonomi

Inden for autonomispektret er der tre grader, som man spænder mellem. For der er robotskuespillere, hvis bevægelse er styret udelukkende af mennesker, enten gennem teleoperation eller hardcoding, hvor at robotens bevægelsesmønster er specifikt indkodet i den og kun ændres ved at ændre i koden, eller hvor en robots bevægelsesmønster er koblet op til et menneske. Ved at mennesket har en controller som det styrer robotten gennem, eller med motion capture kameraer, hvor man så optager menneskets bevægelser, som så bliver oversat til robotten (Lu, 2012). Denne form for autonomi ligger i den laveste ende af skalaen, altså hvor der er mindst autonomi.

I den anden ende af skalaen ligger der de robotter, som styres ud fra algoritmer. Det vil sige, at alt robotens bevægelse er baseret på beregninger uden yderligere menneskelig indflydelse udover den, som var nødvendig for at skrive algoritmen.

Den sidste grad af autonomi ligger imellem de to ovennævnte yderligheder. Det er nemlig en form for hybrid autonomi, hvor robotten delvis er autonom ved hjælp af en algoritme. Men der er mulighed for, at en skuespiller kan interagere med robotten, og dermed over-rider hvad algoritmen gør eller en algoritme, som over-rider interaktionen mellem mennesket og robotten (Lu, 2012).

2.1.2 Kontrol

Kontrol handler om selve den fysiske udfoldelse robotten foretager sig, og her er der tre kategorier som Lu inddeler robotten i.

Den første kategori hedder open loop performance, som betyder at robotten laver den samme bevægelse, f.eks. flyver i ring, og det gør den i alle dens performancer, på trods af ting, der sker omkring den (Lu, 2012).

Den anden kategori hedder closed loop performance, hvor robotten også laver den samme performance, men der er blevet inkorporeret en feedback-mekanisme, som sætter robotten i stand til at ændre sin adfærd, på baggrund af situationelle begivenheder (Lu, 2012). Det kan bl.a være et stykke kode i robotten, som løber, måske hvert sekund. Som så er denne feedbackmekanisme, fordi det sætter robotten i stand til og evaluere sin performance igennem processen. Eller i vores tilfælde hvor det er sensorerne i kameraene, som kan sende feedback tilbage til quadcoptoren.

Den sidste kategori hedder free-performance, hvor robotten er konstrueret med så høj autonomi, at den selv kan reagere på tidligere eller nye begivenheder. Man vil også normalt placere menneskelige skuespillere i denne kategori, da de har mulighed for samspil med hinanden og reagere f.eks. på en medspillers længere kunstpause. (Lu, 2012)

2.1.3 Klasser og Kategorier

Når vi har inddelingen af modellen i de to akser, autonomi og kontrol, så plotter man forskellige robotter ind i modellen og placerer dem i kasser, med romer tallene I - IX under kategorier mærket med tallene 1 - 4.

Kategori 1

Kategori ét kaldes også „playback“ i teksten og omfatter klasserne I - III. De tre klasser i kategori 1 hører alle under open loop begrebet og det er også derfor at der refereres til den kategori som playback kategorien. Klasse I kunne typisk være

2.1. Robotternes Ontologi

klassiske animatroniske dukker som vi møder dem i forlystelsesparker. Klasse II er robotter, som også er i open loopet men inputet kommer fra et menneske, som så bliver oversat til en simpel algoritme. Klasse III er også open loop men med mindre menneskelig kontrol og mere algoritmisk. (Lu, 2012)

Kategori 2

Denne kategori har også navnet „teleoperated“, da vi her har at gøre med robotter som kan blive styret på afstand. Denne kategori hører under closed loop da, det er mennesker som teleoperer robotten, så er der mulighed for feedback. Så teleoperatøren har mulighed for, at ændre i performancen fra gang til gang, så performancen ikke altid er ens. Lu placerer klasse IV og V under denne kategori, hvori at forskellen ligger på om hvor frie rammer teleoperatøren har med robotten(Lu, 2012). Det kan være at en robot f.eks. kun kan hæve sig op eller ned, men det er stadig teleopereret, så er det kategori IV. Hvis det f.eks. er en quadcopter som har meget frie bevægelsesmuligheder, så vil den ryge i kategori V, hvis den styres af et menneske bag scenen.

Kategori 3

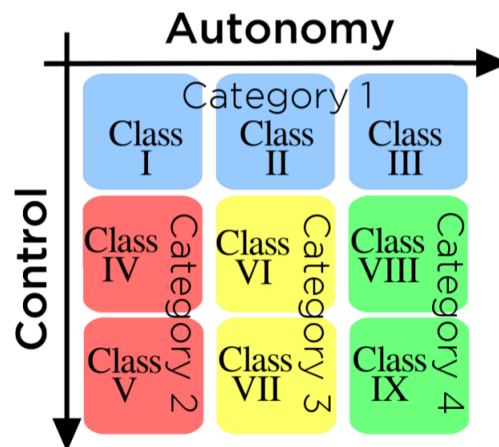
Kategori tre har navnet „collaborative“ fordi de robotter som falder under denne kategori, kombinere både menneskelig performance med maskinel performance, samt at de også er interaktive. Det interaktive er det som gør denne kategori speciel, da robotterne her har mulighed for at ændrer deres performance på baggrund af f.eks. publikums reaktioner. Dog er der tale om nogle virkelig avancerede algoritmer som der skal bruges i denne kategori, så Lus eksempel i klasse VI, stammer fra en scifi novelle, kaldet "The Darfsteller"(Lu, 2012). I udgangspunktet er denne robot stadig inden for closed loop genren, men vi er ikke ovre i free-performance spektret endnu, men med klasse VII er vi derhenne af. For her er robotterne ikke underlagt de samme restriktioner som de er det i klasse VI. De robotter som vi vil se inden for denne klasse har avanceret algoritmer, som får dem til at fremstå autonome, men der er indbygget mulighed for, at skuespillere eller teleoperatører kan over-ride algoritmerne og overtage kontrollen af robotten. Det element med at over-ride robotten, kvalificerer denne klasse til at hører under free-performance, for med det menneskelige element, er der mulighed for at ændrer performancen

drastisk.(Lu, 2012)

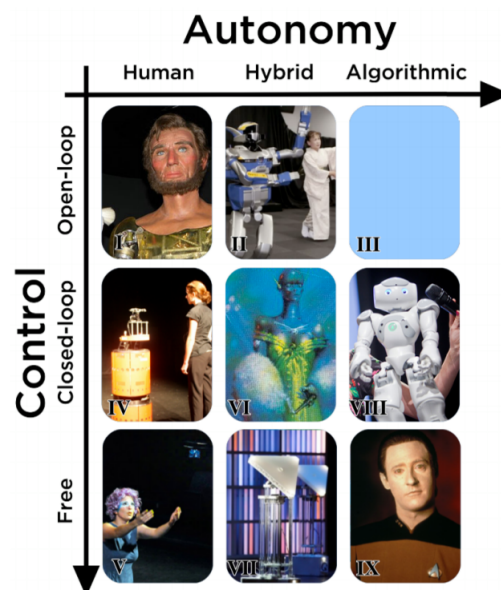
Kategori 4

Denne kategori kaldes „Autonomous acting“. Det er her vi finder de mest avanceret robotter, da deres performance består af algoritmer og der er dermed ingen eller næsten ingen menneskelig interaktion, fra en skuespiller eller teleoperatørs side af. Dog kan der være interaktion fra publikums side, som det første eksempel også viser. For eksemplet knyttet til klasse VIII er en robot kaldet DATA, som er en robot programmeret til at fortælle jokes. Det autonome heri lå på, at dens algoritmer gjorde det muligt for robotten selv at udvælge jokes og det interaktive bestod i, at jokesne blev udvalgt af robotten, på baggrund af publikums reaktioner. Robotten her hører dog stadig til under closed loop performances, da den ikke besidder mulighed for at opfinde nyt materiale. (Lu, 2012) Den sidste klasse IX er taget med meget hen ad vejen, for opdelingens skyld. For de robotter man tænker skal kunne passe her i, er så autonome robotter, at deres performance kommer til at falde under begrebet free-performance. Der findes umiddelbart ikke nogle eksempler fra den virkelige verden. Men i fiktionens verden, peget Lu blandt andet på, at Lieutenant Data fra Star Trek, kunne falde i denne kategori. Vi er ude et sted her hvor robotterne er så selvbevidste at det kræver kunstig intelligens og selvom, teknologien ikke er nået her til endnu, så er den stadig relevant at have med for, at tegne et samlet billede af hvor vi kommer fra og er på vej hen. Herunder ses to figurer, 2.1 og 2.2, som illustrerer Lus inddeling af klasser og kategorier.

2.1. Robotternes Ontologi



Figur 2.1: Denne figur illustrer Lus opdeling af klasser og kategorier i henhold til autonomi og kontrol. Kategorierne er opdelt i farver og klasserne er nummererede. (Lu, 2012)



Figur 2.2: Denne figur viser forskellige typer af robotter der kan performe. Robotterne er inddelt alt efter hvilken klasse og kategori de tilhører. (Lu, 2012)

2.1.4 Brug af Ontology of Robots

Som også nævnt i begyndelsen af dette afsnit, så vinder robotter ind på mange forskellige niveauer i vores dagligdag. Hvor man før troede at det kun var fysisk hårde jobs, hvor vi kunne risikere at blive udskiftet, er vi begyndt at se en udvikling, hvor robotter også viser sig i stand til, at erstatte mennesker, på områder som vi ikke troede det før. Her under også inden for de performative og kunstneriske områder. Vi finder det relevant at have denne gennemgang med, da den er med til at tegne et billede af ontologien på området, eller måske rettere med til at tegne et billede af hvordan, der er begyndende overvejelser omkring opbygningen af en ontologi i udvikling.

I henhold til vores projekt så kan Lus model være med til at danne en akademisk ramme. Hvor vi med brug af hans model kan kategorisere vores robot performance og når vi ud fra modellen kan begynde og plote performancen ind, så kan vi i højere grad indsnævre analyserammen når vi også ved, hvad det er for nogle klasser og kategorier, som vores performer falder ind under.

Modellen har også været med til at optegne to af de vigtigste faktorer for en robot performer, nemlig autonomien og dens kontrol og har der gennem, fungeret som en vejledning til hvor vi kunne dykke ned og se på hvilke områder der kunne være interessante at undersøge. For med vores gennemgang af litteraturen i henhold til Lus model, så syntes vi at der var mange systemer, som enten var fuldstændig teleopereret eller algoritmisk styret, samt at der ikke var mange opsætninger med quadcoptere. Så da vi fik muligheden for arbejde med et hybrid system, så fandt vi det relevant også at indkorporer arbejdet med quadcoptere, da disse teknisk set også er robotter og har meget større bevægelsesfrihed ift. konventionelle robotter (Cauchard m.fl., 2016). Så med hybridsystemet og quadcopteren åbnedes muligheden for at skabe et design, med henblik på test og evaluering af mulighederne inden for robot performances, med høj grad af autonomi og kontrol.

2.2 Human Robot Interaction

HRI i denne rapport er tiltænkt, først og fremmest, for at undersøge hvordan andre har gjort og deres succes samt evt. hvad de når frem til, kunne gøres anderledes. Dernæst belyser HRI forskellige måder at anskue robotters handlen og ageren.

I dette afsnit bliver der belyst de aspekter af Human-Robot interaction, som vi forestiller os at tage udgangspunkt i, i vores interaktion og hvorledes vores robot interaktion skal udformes og eksekveres. I teksten af Kerstin Dautenhahn „Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction“ (Dautenhahn, 2007) opstilles nogle kriterier for robotters opførsel i en interaktion imellem robot og menneske (HRI). I teksten bliver der bl.a fokuseret på *human companion* ment som en form for service robot indebærende evner som græsklipning, rengøring etc. Men kriterierne for en succesfuld interaktion er ikke desto mindre relevante for vores projekt. Dernæst vil vi komme ind på forskellige tilgange til HRI. „The right balance needs to be found between how the robot performs its tasks as far as they are perceived by humans [...]“ (Dautenhahn, 2007, p. 686)

Tre klassifikationer af en robot opførsel fremstilles i dette afsnit. *Socially ignorant* som kort kan beskrives som en robots „normale“ mekaniske opførsel forbundet med funktionalitet og effektivitet. Et eksempel på dette er, hvis en robot ikke tager den menneskelige tilstedeværelse i et rum til „overvejelse“ i dets bevægelses mønster og konsekvent bevæger sig fra punkt A til punkt B af den korteste rute. Eller hvis et kamera monteret på robotten eksempelvis er stationært og ikke beskuer omgivelser, kan denne opførsel skabe en distance til mennesket, da det ikke stemmer overens med vores opfattelse af, hvad der kræves af en social interaktion og lede til, at et forhold til robotten ikke opstår. Ellers kunne det være en arbitrær afbrydelse af et menneske, uden forbehold for det, som det givne menneske i øvrigt er i gang med (Dautenhahn, 2007, pp. 687-688). Den anden klassifikation *socially interactive* er det diametrale modstykke til *social ignorant*. I *socially interactive* vil en robot beregne sin bevægelse ud fra menneskets placering i et rum og vil på den måde forsøge at tage hensyn. Robotten vil også observere mennesket, for således at give indtrykket af nysgerrighed og deltagelse. Derudover vil robotten forsøge sit bedste for at være afventende ift. afbrydelser. (Dautenhahn, 2007, p. 688) Den

tredje definition er *Social evocative* grundlæggende omhandler dette en afhængighed fra robotens side, der drager fordel af menneskers tilbøjelighed til, at få et forhold til den entitet de interagerer med. Herunder ligger menneskers evne til at antropomorfering og tildele objekter menneskelige træk. (Dautenhahn, 2007)

I afsnittet „Emerging Social Interaction Games“ (Dautenhahn, 2007) beskrives en robot, der styres ud fra to opførselsmønstre, obstacle avoidance og approach heat source (Dautenhahn, 2007, p. 689) disse to forholdsvis simple opførselsmønstre viser sig, at være uhyre effektive ift. menneskers opfattelse af leg og potentielt set antropomorfering af robotten gennem den legende interaktion. Forsøget er foretaget for at undersøge, hvordan børn med autisme kan få en mulighed for at forbedre deres sociale kompetencer ved hjælp af en legende robot interaktion. Disse to handlemønstre, som i det implicite er relativt simple, giver det subjekt, der interagerer med robotens indtryk af eksempelvis leg og at skifte med at foretage en handling imellem robot og subjekt (Dautenhahn, 2007, p. 690). Der nævnes også i rapporten, at disse simple handlemønstre først får belyst deres svagheder, hvis eksempelvis, at robotten placeres foran en radiator, da den heat source robotten skal orientere sig ift. er stationær og dette vil så forsage, at dronen selv vil være stationær.

Rather than modelling the social environment explicitly in the robot's control program, placing the robot in such an environment where it is equipped with simple behaviours responding to this particular environment serves its purpose („the social world is its own best model“).

(Dautenhahn, 2007, p. 691)

Dette er interessant i vores rapport om robot interaktion fordi, som det står beskrevet i *Socially intelligent robots: dimensions of human-robot interaction* Så kan man nå et tilfredsstillende resultat, i et givent performativt rum, uden at skulle implementere en kompleks algoritme der forsøger, at afspejle menneskers sociale evner og for den sags skyld, mangler på det samme. Det betyder, at baseret på dette kan der forhåbentlig opnås en succesfuld robot – menneske interaktion igennem test og teser, omkring hvordan subjekter vil forstå vores quadcopter performance. Samt foretage første kontakt med vores robot og hvordan interaktionen derfra vil udvikle sig. En interessant tilgang til HRI er Robot-centred HRI (Dautenhahn,

2.3. Performance med robotter

2007, pp. 683-684), der anskuer robotten som et autonomt objekt. Robottens handlegrundlag specificeres ud fra forud programmeret indstillinger, som robotten så forsøger at opfylde for, at imødekomme dens „behov“ så at sige eksempelvis en social interaktion. Derfor bliver robottens interaktion med det sociale rum reguleret ud fra hvordan vi programmere dens handlemønstre. Dertil eksisterer der to yderligere tilgange til HRI. Human-centered HRI og Robot cognition-centered HRI. Ift. dette projekt, giver det ikke mening at forklare Robot cognition-centered HRI. Dog er der dele af Human-centered HRI der er relevant for projektet, ift. undersøgelser, med menneskers interaktion ift. robotter og interessant ift., hvordan robotten konstrueres. Det Human-centered HRI tilbyder dette projekt, er hvorledes mennesker som sociale dyr, har en implicit tendens til at antropomorfisere ikke levende genstande og tildele dem evner, som de umildbart ikke besidder, se afsnit 2.4. Der stræbes ligeledes efter en fin linje imellem robottens opførsel og udstråling. „humans tend to treat computers (and media in general) in certain ways as people, applying social rules and heuristics from the domain of people to the domain of machines“ (Dautenhahn, 2007, p. 684)

2.3 Performance med robotter

To treat any object, work or product "as" performance - a painting, a novel, a shoe, or anything at all - means to investigate what the object does, how it interacts with other objects or beings, and how it relates to other objects or beings. Performances exist only as actions, interactions, and relationships

(Schechner, 2013, p. 24)

Performance, som citatet viser, bliver defineret som selve handlingen i en situation. Eksempelvis kunne det være en basketball spiller, der viser sin holdkammeret hans specifikke teknik til et bestemt skud eller lign. Efter fremvisningen vil holdkammeraten selv prøve skuddet af og her har en performance, nemlig fremvisningen, synliggjort sig og anden iteration bliver holdkammeratens forsøg. Denne anden iteration vil efter alt sandsynlighed se anderledes ud på trods af, at settingen ikke har ændret sig. Med dette eksempel forsøger vi, at vise hvordan det er i situationen, at en performance udmærker sig. Det er således et vidne om, at en performance udfolder sig indenfor ens subjektive viden omkring den interaktion der

udspiller sig, altså holdkammeraten i eksemplet indgår i performancen med hans forud forståelse af, hvad et "skud" er og oplever det herefter. Derfor består en performance af, intention og handling. Ligeledes siger Schechner også „Performance isn't 'in' anything, but 'between.'“ (Schechner, 2013, p. 24). Schechner nævner ligeledes begrebet *restored behaviour* (Schechner, 2013, p. 22). Dette skal forstås således at mennesker, gennem deres tilstedeværelse og ageren i livet, gennemgår handlinger konstant. Disse handlinger, på trods af man ofte ikke tillægger det større tankevirke, gør os øvede i mange situationer. Man kan eksempelvis påpege, at en social interaktion har været forud indøvet siden man som barn første gang befandt sig i en sådan situation. Så meget kort kan det beskrives som, at alle handlinger vi foretager os har vi en reference til i form af, allerede behersket viden og det er den viden vi så kombinerer i X antal sammensætninger i forskellige situationer.

Restored behaviour includes a vast range of actions. In fact, all behaviour is restored behaviour - all behaviour consists of recombining bits of previously behaved behaviours. Of course, most of the time people aren't aware that they are doing any such thing. People just „live life“

(Schechner, 2013, p. 28)

I dette projekt, er det relevant både at forstå hvordan en performance udfolder sig og hvad subjekter individuelt tager med sig til en performance. Projektet har til mål at undersøge, gennem en interaktion mellem subjekt og quadcopter, hvordan subjektet reagerer overfor quadcopteren og hvad der sker når interaktionen er igang med quadcopteren og om de "egenskaber", som designes til quadcopteren kan skabe en form for tilknytning imellem subjekt og quadcopter og/ eller om et andet udfald opstår. I kraft af, at en performance er det der sker under selve interaktionen, så bliver denne viden nyttig da der i projektet lægges vægt på observationer ud fra et fænomenologisk grundlag, se afsnit 3.1. Afsluttende anses performancen som et forsøg på, at se hvordan et subjekt forholder sig til quadcopteren i rummet og om der i dette sammenhæng kan faciliteres en antropomorfering af quadcopteren fra subjektet. Antropomorfering af robotter bliver yderligere uddybet i næste afsnit.

2.4 Antropomorfisering af robotter

I dette afsnit vil begrebet antropomorfisme blive beskrevet nærmere. Hvad det vil sige at antropomorfisere og hvilken anvendelse det har inden for Human Robot Interaction. Afsnittet tager udgangspunkt i Brian Duffys paper „Antropomorphism and the Social Robot“ (Duffy, 2003). I dette *paper* diskuterer Brian Duffy anvendelsen af antropomorfisering inden for Human Robot Interaction.

Antropomorfisme er et psykologisk fænomen eller process der optræder hos mennesket, når vi tildeler ikke levende ting menneskelig karakteristika, som eksempelvis intention bag handling, følelser eller humør. Udtrykket kommer fra græsk, Antropos betyder menneske og morfe betyder form eller struktur. Duffy beskriver her hans forståelse og brug af begrebet i hans sammenhæng:

Anthropomorphism (from the Greek word anthropos for man, and morphe, form/structure), as used in this paper, is the tendency to attribute human characteristics to inanimate objects, animals and others with a view to helping us rationalise their actions. It is attributing cognitive or emotional states to something based on observation in order to rationalise an entity's behaviour in a given social environment.

(Duffy, 2003, p. 180)

Som Duffy kommer ind på her, har vi tendens til at antropomorfisere med henblik på at rationalisere det vi opfatter. I de senere afsnit omhandlende 3.1 vil vi komme nærmere ind på betydningen af denne rationalisering. I dette afsnit vil vi derimod forholde os til forståelsen af begrebet antropomorfisme og betydningen af denne inden for Human Robot Interaction.

Definitionen og betydningen af antropomorfisering inden for HRI er et bredt emne med delte meninger. Dels er der forskellige holdninger omhandlende hvor vigtigt det er at fokusere på antropomorfisering når det omhandler interaktion med robotter, men der er også forskellige holdninger om dens effekt. Da antropomorfisering inden for HRI forholder sig til interaktionen mellem menneske og robot og i vores tilfælde menneske og quadcopter, ønsker vi også at undersøge betydningen og effekten af denne. Definitionen på en robot beskriver *Websters Dictionary* som

følger: „The Webster’s Dictionary defines a robot as: any manlike mechanical being, by any mechanical device operated automatically, esp. by remote control, to perform in a seemingly human way.“ (Duffy, 2003, p. 177) . Problematikken ved denne definition er at *robot* her karakteriseres som menneskelignende. Hvorvidt denne definition er den korrekte eller ej er ikke betydningsfuld for vores projekt, men det er derimod definitionen af en robot som et mekanisk system der opereres automatisk. En mindre problematisk definition kommer Lu med når han definerer en robot som „One definition for a robot is a mechanical device with moving parts that is able to make changes in its environment“ (Lu, 2012) . Denne definition er god i henhold til at den ikke lægger vægt på menneskelignende robotter og samtidig, medtager robottens mulighed for at agere i et miljø. Hvilket ligger mere i tråd med Duffys præcisering. For Duffy kommer således også med en mere moderne fortolkning af denne definition. Han forholder sig til robotter, hvis formål er at interagerer med mennesker, som et socialt værende element. Den sociale robot. Duffy definerer derved hans forståelse af den sociale robot således: „A physical entity embodied in a complex, dynamic, and social environment sufficiently empowered to behave in a manner conducive to its own goals and those of its community.“ (Duffy, 2003, p. 177-178) .

Denne måde at forholde sig til robotter, der skal indgå i en interaktion med et menneske, som en del af en performance passer aldeles godt på vores projekt. Da målet er at antropomorfisere en quadcopter må vi også forstå denne quadcopter som en robot der skal indgå dynamisk i et socialt miljø. Fordringen af antropomorfiseringen sker derved gennem at snyde mennesket til at tro at quadcopteren har intention bag dens handlinger. Inden for emnet kunstig intelligens findes der således også to forskellige retninger, som fordrer at snyde mennesket til at tro at en robot eller computer besidder intelligens. *The big AI cheat* altså evnen til at kunne snyde et menneske til at tro at noget mekanisk besidder intelligens, blev i sin tid introduceret af Alan Turing. Turing udviklede denne test for at kunne vurdere om en maskine kunne snyde et menneske til at tro at den kunne tænke. Denne test er senere blevet udviklet og videreført af diverse chat maskiner. Testen i sig selv er ikke væsentlig for vores projekt, men den leder hen til en vigtig diskussion omhandlende den kunstige intelligens. Inden for dette emne findes to hovedområder. *Strong AI* og *Weak AI*, hhv. stærk eller svag kunstig intelligens. Disse to områder

2.4. Antropomorfisering af robotter

forholder sig til forståelsen af hvad kunstig intelligens er. Den stærke hovedretning forstår kunstig intelligens ud fra den opfattelse, at man kan forstå den menneskelige hjerne og dens tanker som en computer og på den måde kan man skabe kunstig intelligens ved at overføre dette til mekanik. Den svage retning inden for kunstig intelligens forholder sig til kunstig intelligens ud fra den opfattelse at den menneskelige hjerne og dets indeholdende tanker og intentioner er for komplekst et biologisk system, at forstå. Man kan derfor kun simulere menneskelig intelligens og aldrig duplikere det. Denne holdning til kunstig intelligens (den svage) er den Duffy og vi forholder os til. Dette gør vi også med henblik på, at man gennem denne retning fordrer at det er robotens formål at snyde den interagerende til at tro at robotten (i denne sammenhæng quadcopteren) besidder intelligens. Ved at kunne snyde folk til at tro at quadcopteren besidder intelligens, opnår man antropomorfisering. Duffy skriver således også om følgerne ved at forholde sig til denne tilgang: „In adopting the weak AI stance, the issue will not be whether a system is fundamentally intelligent but rather if it displays those attributes that facilitate or promote people’s interpretation of the system as being intelligent.“ (Duffy, 2003, p. 179) . At et system er i stand til at få den interagerende til at tro at systemet (i denne forbindelse vores quadcopter samt motion capture system) er det som Duffy også referer til som „projective intelligence“. Formår man at projicere intelligens vil det føre til antropomorfisering.

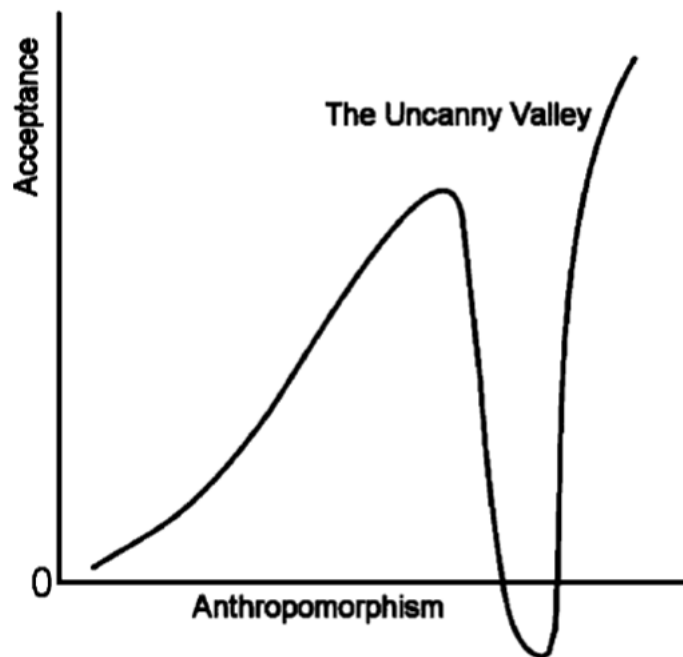
Men hvordan projicerer man så intelligens? Selve begrebet intelligens favner, indlysende nok, ekstremt bredt. Det essentielle for os, ift. at kunne designe en performance som tilskynder at antropomorfisere en quadcopter, og gøre dette gennem den førnævnte projicering af intelligens, er den måde hvorpå vi fordrer denne projicering af intelligens. Kan en quadcopter kommunikere intention eller karakteristika er det muligvis nok for at skabe denne projicering af intelligens. Brian Duffy forholder sig til den interagerende robot som en social robot, eller det som Duffy kalder „Artificial Sociability“, altså kunstig sociabilitet. Dette er tæt forbundet med den kunstige intelligens, da vi mennesker er sociale væsener som også forstår os selv gennem vores sociale interaktion. Kan en quadcopter derfor formå at indgå i en social interaktion, vil den projicerede intelligens opstå og derved det antropomorfe. Duffy skriver således også om menneskets evne til at forstå en social interaktion „From a social robotics perspective, it is not an issue whether

people believe that robots are “thinking” but rather taking advantage of where people still have certain social expectations in social settings.” (Duffy, 2003, p. 183) . Det vigtige I denne sammenhæng er derfor de forventninger mennesket har og ikke om man kan simulere at en robot, eller quadcopter tænker. I det kommende afsnit om nysgerrighed 2.6 vil vi komme nærmere ind på hvilke virkemidler vi anvender for at skabe denne kunstige form for at skabe kunstig sociabilitet.

2.4.1 Antropomorfe varianter

Der findes mange former for ansporing af antropomorfisering hos robotter og det er stadig i dag uklart hvilke aspekter der er mest effektive. En tydelig debat omhandlende dette er hvor meget en robot eller en ikke-levende-genstand bør ligne et menneske eller have menneskelignende træk, for at kunne tilskynde det antropomorfe. I 1970 præsenterede den japanske professor Masahiro Mori (Wikipedia, 2017b) hans undersøgelse. Denne undersøgelse har lagt navn til det som vi i dag kender som „The Uncanny Valley“. Undersøgelsen viste at desto tættere en robot kommer på at ligne og kunne simulere menneskelige træk desto større bliver vores relation indtil et vist punkt. På et givent tidspunkt bliver vi mennesker snarere afvisende og stødte over en robot, hvis den „natur“ kommer for tæt på vores. Navnet *Uncanny Valley* referer til det knæk der forekommer på illustrationen over dette, som er i en vis forstand uforklarlig.

2.4. Antropomorfisering af robotter



Figur 2.3: Figur af Uncanny Valley som den illustreres i „Antropomorphism and the Social Robot“ af Brian Duffy (Duffy, 2003, p. 182). Illustrationen viser menneskets evne til at relatere eller antropomorfere menneskelignende robotter.

Hvorvidt det nu er bedst at designe robotter således at de ligner mennesker eller om det er overflødigt er, som sagt, et omdiskuteret emne. Men da vores projekt omhandler en quadcopter og dens bevægelser forholder vi os til den form for antropomorfisering der forekommer ved bevægelse og ikke nødvendigvis ved udsmykning. Brian Duffy forholder sig da heller ikke til nødvendigheden om man skal antropomorfere vha. menneskelignende design, men snarere formålet ved det antropomorfe og mulighederne det skaber.

Consequently, social robots should exploit people's expectations of behaviours rather than necessarily trying to force people to believe that the robot has human reasoning capabilities. Anthropomorphism should not be seen as the "solution" to all human-machine interaction problems but rather it needs to be researched more to provide the "language" of interaction between man and machine. It can facilitate rather than constrain the interaction because it incorporates the underlying principles and expectations people use in social settings in order to fine-tune the social robot's interaction with humans.

(Duffy, 2003, p. 181)

Det vigtige er altså de muligheder det fører med sig og her er det derfor endnu vigtigere at undersøge yderligere på området. Det er derved også formålet med dette projekt, at designe et system som kan undersøge mulighederne for at tilskynde antropomorfisering hos en quadcopter. En quadcopter som vha. systemet indgår i en social interaktion og vha. nogle nysgerrigheds principper 2.6 bevæger sig således at den projicerer intention og derved antropomorferes.

2.5 Laban Notation

Laban Notation vil i denne sammenhæng blive brugt til at beskrive bevægelser, i dette tilfælde for quadcoptere, og er et værktøj, der gør det muligt at notere dette. Labans teorier var allerede forsøgt anvendt ift. at skitsere quadcopters bevægelse, i to papers, som også bliver præsenteret i indledningen. Disse papers hedder „Communicating Affect via Flight Path“ (Sharma m.fl., 2013) og „Emotion Encoding in Human-Drone-Interaktion“ (Cauchard m.fl., 2016) og har været kilde til inspiration. Følgende vil beskrive Labans teori.

2.5.1 Theory of space

Når der skal ses nærmere på et bevægelsesmønster, er et godt udgangspunkt Rudolf von Labans notationer omkring dette. I de sene 1920'ere udarbejdede Rudolf von Laban en måde at se nærmere på hvordan bevægelse havde mere at fortælle, end bare en måde at bevæge sig på, og hvordan denne måde kunne analyseres og nedskrives på (Maletic, 1987). En af de første teorier udviklet af Laban var hans

2.5. Laban Notation

Theory of Space. Denne teori indeholdt hans indledende tanker om notationer over bevægelser. Denne teori er grundstenen der ligger til grund for mange af hans andre teorier om notationer af bevægelse. Teorien indeholder introduktionen af to begreber, hhv. *Choreutics* og *Eukinetics*. *Choreutics* omhandler i grove træk det praktiske studie af former hvorimod *Eukinetics* omhandler studiet af udtryk gennem bevægelse. (Maletic, 1987, p. 57)

2.5.2 Basic Directions

For at kunne simplificere bevægelser, valgte Laban at begrænse det til tre delområder; højde, bredde og dybde. Laban studerede balletdans nøje, og det var hertil at hans notationer for bevægelsesmønstre blev skabt. Det er derfor også klart at en stor del af hans teorier derpå, er lavet med et fokus om, hvordan den menneskelige krop bevæger sig og hvilke aspekter, der er bemærkelsesværdige i netop balletdans. Netop denne notation kan bruges til at drage en parallel til generelle bevægelsesmønstre, og hvordan et bestemt mønster muligvis kan udtrykke følelser eller humør (Maletic, 1987, p. 58).

2.5.3 Space of movement

Laban definerer det omkringliggende rum, om en person, til at kunne være et miljø der kan interageres med.

The human body is completely oriented toward itself. It stands free in space. Its only resource, if we can call it that, is its environment, the spatial sphere which surrounds it, and into which it can reach with its limbs.

(Maletic, 1987, p. 59)

Det omkringliggende rum er altså et rum, der omfavner mennesket og med sine bevægelser, er det muligt, at kunne bryde rammerne for at komme videre ud i det. Det er her at der bliver lagt et fokus på at den menneskelige krop har lemmer, der kan strække og bevæge sig i mønstre.

Med fokus på dette er quadcoptere ikke helt i stand til at kunne strække lemmer, eller ikke de quadcoptere der i dette projekt bliver benyttet. Quadcoptere har dog den færdighed at kunne bevæge sig frit i hele rummet og på samme måde

kan de derved bryde rammerne som den menneskelige krop kan. Det er det frie rum, der kommer i fokus med dette. Muligheden for at kunne bevæge sig videre ud end dér hvor man er placeret og at kunne agere med miljøet, som er omkring en.

2.5.4 Shape

„The straight line has a character of stillness, the bent line the character of movement. The curved line is oscillation, this labile; it can be varied and differentiated. [. . .] Strongly curved arcs appear to embody the element of speed.“ (Maletic, 1987, p. 63) . Netop her beskriver Laban også, hvordan de forskellige mønstre har en bestemt måde at reflektere opfattelser på. Disse simple, men også konkrete bevægelser, er utroligt beskrivende for hvad de skal repræsentere.

Til trods for at disse bevægelser er med et stort fokus på et dansende menneske og nærmere betegnet dansen ballet, er de noterede bevægelsesmønstre brugbare til andre platforme. Fordi de netop beskriver disse logistiske mønstre, er det oplagt at kunne drage en parallel til andre væsener der agerer ud fra dette princip.

2.5.5 Three notations

Netop notationen er vigtig for at kunne forstå Labans teorier om bevægelsesmønstre, samt metoden til at kunne opfange dem og notere dem. Den første notation er hvad der i dette projekt vil være mest anvendeligt. Denne notation er hvad der forholder sig til, at kunne notere hvad man ser, med ord og numre. Laban har gjort denne notation meget detaljeret, ved at bruge ord og numre til at fokusere på hvordan den menneskelige krop bevæger sig i balletdans. De to andre notations metoder noteres der, som hvis man skrev et musikalsk stykke. Her opfattes bevægelser og nedskrives i form af noder og hvordan overlappning af bevægelser sker, i løbet af en opførelse. Sammenholdt med en metode til at kunne notere ved at opfatte bevægelserne som symboler og nedskrive dem derefter.

2.6. Nysgerrighed som virkemiddel

2.5.6 Movement

Labans assistent *Gertrud Snell* bidrog også til at kunne føre hans notationer videre, fra hvad der er begrænset inden for en verden af dans. Hun beskriver netop at selvom Laban havde fundet sine tre notations former, for at kunne notere dans og tænke i bevægelsesmønstre, var hans oprindelig ønske at kunne finde en metode for universel notering af bevægelse (Maletic, 1987, p. 118).

Just as poetry, in every language, can be written down phonetically, so every stylized movement can be written down "motorically." The motor movement notation is the equivalent of the alphabet. . . Our movement notation is based on the elementary motor principles of the human body and can be applied to a larger range of activities. . .

(Maletic, 1987, p. 118)

Med dette citat kommer Laban også selv udover sin egen forskning og anerkender desuden, at der kan arbejdes videre med hans teorier inden for notation af bevægelse. Netop at kunne fange andre elementer end nødvendigvis den menneskelige krop, er en mulighed for videreudvikling af hans i forvejen eksisterende arbejde. At kunne tænke på bevægelse uden for mennesket og dermed kunne anvende det til, at indfange robotters bevægelse og derved notere det, kunne være en mulig retning at tage hans notationer i. Derudover kunne disse notationer også anvendes som hjælp til at afvikle et bevægelsesmønster for en robot.

2.6 Nysgerrighed som virkemiddel

Dette afsnit tager udgangspunkt i Tieben, R et. al rapport om nysgerrighed „Curiosity and Interaction: making people curious through interactive systems“ (Tieben, Bekker og Schouten, 2011). Rapporten omhandler en introduktion af nysgerrighedsprincipper og en undersøgelse af dette. Disse principper anvendes konceptuelt i denne rapport mhp. at kunne give en quadcopter et bestemt menneskeligt træk - nysgerrighed.

2.6.1 Nysgerrighed

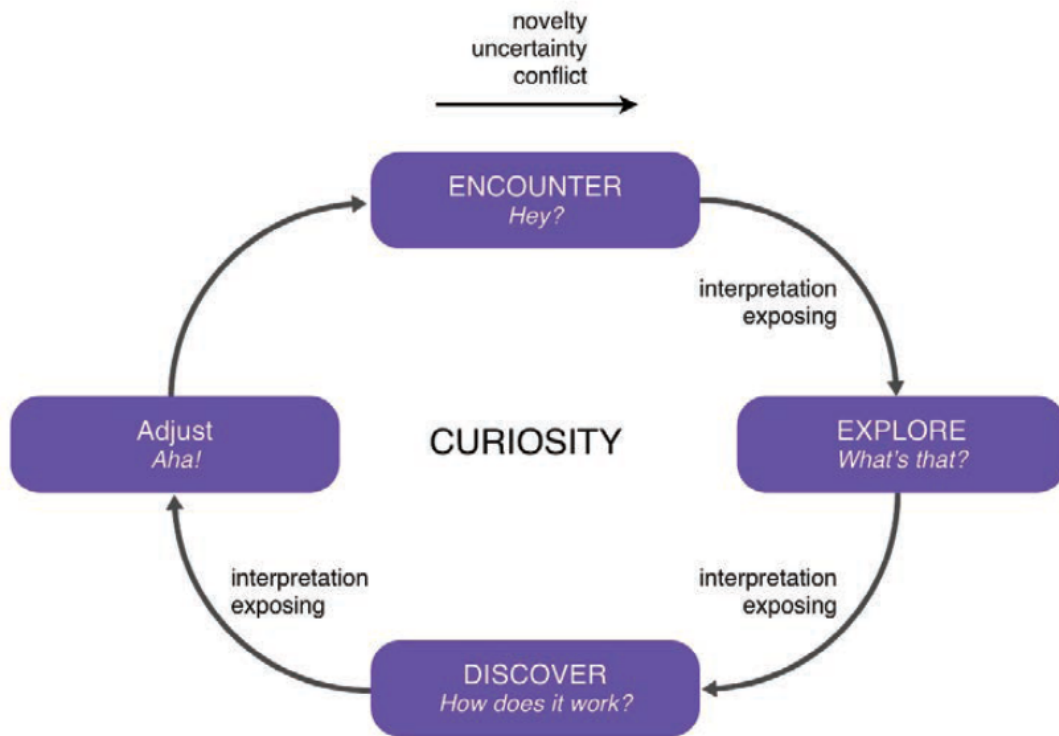
Tieben, R et. al nysgerrigheds principper består af fem, som kan benyttes til at fremtvinge nysgerrighed. Hver af disse fem principper for nysgerrighed beskrives i dette afsnit.

1. **Novelty** - udtrykker noget nyt, eller noget udover det sædvanlige. Novelty er specielt godt til at indlede kontakt, men når kontakten er etableret og det usædvanlige bliver „normalt“, er der behov for andre principper til at bevare interessen.
2. **Partiel exposure** - benytter menneskers trang til at skabe et helhedsbillede. Der gives her udtryk om en kløft i vores viden, og trangen til at fylde denne kløft er det der skaber nysgerrighed. En for stor videnskløft vil dog kunne forårsage den modsatte effekt.
3. **Complexity** - princippet baseres på udforskning og tvetydighed. Der beskrives dog, at hvis opdagelsen ikke matcher energien, der bliver langt i udforskningen mistes interessen.
4. **Uncertainty** - kan forklares således: at hvis der forventes et bestemt resultat, men der aldrig opstår noget der matcher forventningen, så skabes der usikkerhed og nysgerrighed.
5. **Conflict** - tager udgangspunkt i kognitiv dissonans. Hvis et menneske befinder sig i en situation, hvor man forventer et helt bestemt udfald, som er forudsigeligt, men udfaldet alligevel ikke stemmer overens med det forventede. På denne måde skabes der konflikt mellem udfaldet og det forventede, og dette vil medføre nysgerrighed.

Nysgerrighed er interessant for projektet, da der sigtes efter en interaktion imellem menneske og maskine, i vores tilfælde en quadcopter og interaktøren. „curiosity reflects a human tendency to make sense of the world, and that we are curious about things that are unexpected or that we cannot explain.“ (Tieben, Bekker og Schouten, 2011, p. 362) . Nysgerrighed er en evne, mennesker besidder, og er beskrevet i dette paper som værende en egenskab, der kan benyttes, som katalysator for at indlede en interaktion og/eller ændre adfærd. Der bliver fremlagt et eksempel på brugen af nysgerrigheds principperne. Disse udfolder sig på et gymnasium,

2.6. Nysgerrighed som virkemiddel

hvor en gang bliver valgt som det *performative rum*. I dette rum placeres højtalere og webcams, som benyttes til at registrere om der er bevægelse foran hver enkel højttaler (Tieben, Bekker og Schouten, 2011, p. 361). Nysgerrigheds principperne i dette projekt vil adskille sig fra den måde de bliver benyttet i Tieben et al. paper. Da principperne hos Tieben et al. bruges til at drage opmærksomhed hen imod de installerede højtalere, i et trafikeret rum samt, som forsøg på at ændre elevernes adfærd. Forsøgene blev opstillet således, at over fem dage. Mandag - fredag blev hver af de respektive principper prøvet af, for at finde deres styrker og svagheder. Forsøgene blev observeret af en skjult observatør og de forsøgspersoner, der var involveret i forsøgene, kom forbi arbitrært og var ikke informerede omkring forsøgene. I undersøgelsens kontekst blev der givet et bud på, hvorledes de enkelte nysgerrighed principper havde evne til at lede opmærksomhed imod højttalerne, samt hvordan eleverne reagerer ud fra deres „in situ“ oplevelse. Disse principper er et værktøj, der i dette projekt er gjort brug af på et konceptuelt plan. Principperne kan anvendes da de indledningsvis er et stærkt værktøj til, at fremme muligheden for en interaktion.



Figur 2.4: Nysgerrighedsprocessen fire stadier (Tieben, Bekker og Schouten, 2011, p. 363)

Dette projekt vil gøre brug af disse nysgerrighedsprincipper med samme hensigt som beskrevet i dette afsnit. Ved principperne er der mulighed for at benytte disse yderligere mht. ansporing af antropomorfisering af en quadcopter. For at skitsere et eksempel på vores anden vinkel på nysgerrighedsprincipperne, kunne der overføres enkelte nysgerrighedsprincipper til quadcopterens adfærd, så den kommer til at fremstå nysgerrig, set fra interaktørens perspektiv. Man kan forestille sig, at quadcopteren får implementeret en nysgerrigheds algoritme, der får den til at fremstå overrasket over aktørens tilstedeværelse og derefter begynder, at fremstå undersøgende. Dette er et eksempel på anden brug af *uncertainty* og *complexity* end Tieben et al. men ligeså har denne brug af principperne potentiale til at katalysere muligheden for antropomorfisering.

Denne todelte brug af nysgerrighed, altså måden hvorpå tieben et al. anvender

2.6. Nysgerrighed som virkemiddel

principperne til at fordre nysgerrighed og vores brug af nysgerrighedsprincipperne som en del af antropomorferingen af quadcopteren. Dette kan kombineres med de bevægelses notationer, som bliver beskrevet i afsnittet omhandlende Labans notationer, se afsnit: 2.5.

Kapitel 3

Metode - tilgang til undersøgelse af design

Metodisk vil der fokuseres på, hvorledes fænomenologien benyttes til at udtrække viden om selve interaktionen imellem menneske og quadcopter. Ydermere, fokuseres der på designet af performancen mht., hvordan vi forudser et menneske vil reagere overfor en quadcopter. Den anden del af metoden beskriver, hvilken design tilgang vi har forholdt os til, i udarbejdelsen af vores quadcopter og den dertilhørende software.

3.1 Fænomenologisk undersøgelse

Fænomenologien baserer sig i korte træk på menneskets oplevelse af verden igennem dets væren i verden, samt dets indtryk og erfaringen igennem denne væren. Dette afsnit har til formål at skitsere vores brug af fænomenologien. Da fænomenologien operer indenfor fænomener, der opstår i et menneskes interageren i verden, bliver vores brug af fænomenologien benyttet på to måder. Den ene del består af analysen af vores interaktions del og den anden benyttes til at danne en tese om hvorledes der opstår et fænomen i interaktionen. Dette skal forstås som, at vi mennesker er fysiske og sociale væsener, som derigennem opfatter verden. Paul Dourish beskriver det på følgende måde: „As physical beings, we are unavoidably enmeshed in a world of physical facts“ (Dourish, 2004, p. 99) , derudover er der ligeså et socialt aspekt: „We interact daily with other people, and we live in

3.1. Fænomenologisk undersøgelse

a world that is socially constructed“ (Dourish, 2004, p. 99) . Disse forhold danner fundament for vores fænomenologiske metode og design.

Martin Heidegger, for example, understood phenomenology to provide a basis analysis of human existence as "being-in-the-world." For Heidegger such being-in-the-world is action-oriented and has to be understood in relation to our environment and the uses to which we put it and which it proposes to us. The availability of the world for interaction can be perceived when things appear *ready-to-hand*.

(Bleeker, Sherman og Nedelkopoulou, 2015, p. 2)

I denne forbindelse er det favorabelt for vores projekt, at benytte fænomenologien, eftersom det vi gerne vil undersøge er interaktionen imellem robot og menneske. Derudover kan den også anvendes til at undersøge hvordan denne interaktion kan vække antropomorfering hos mennesket, i interaktionen med robotten. Denne antropomorfering, hvis den opstår, bliver synliggjort igennem den umiddelbare interaktion. Derfor bliver det menneskets øjeblikkelige erfaring, samt dets allerede, forud for interaktionens erfaring, som kommer til at have betydning for resultatet. I vores undersøgelser vil der blive undersøgt om denne antropomorfering opstår og til dette vil det være menneskets oplevelse og erfaring under interaktionen, der skal analyseres på. Her er fænomenologien nyttig for os, da erfaring og oplevelse er hvordan fænomenologien anskuer hvorledes mennesket, som individer, opfatter verden. Derudover undersøges der, i forlængelse af dette, om den teknologi, altså vores robot og dets tilhørende system, kan ændre måden hvorpå mennesket opfatter verden. Eller mere præcist, hvordan mennesket opfatter sig selv igennem teknologien.

I undersøgelserne og analysen af vores performance forsøges der, på forhånd, at tage højde for de parametre, som spiller en væsentlig rolle for det menneske der analyseres på. Eksempelvis hvordan mennesker besidder en tavs viden, der gør os i stand til, at tillægge objekter menneskelige egenskaber og træk. Den tavse viden er et begreb som blev introduceret af Michael Polanyi i 1958 i hans værk („The Personal Knowledge“) og blev senere bearbejdet af Donald Schön i hans bog („The Reflective Practitioner - How Professionals Think in Action“). Den tavse viden, som introduceret af Polanyi, omhandler det fænomen, at mennesket besidder en

Kapitel 3. Metode - tilgang til undersøgelse af design

viden som ikke kommer til udtryk. Donald Schön eksemplificerer hans forståelse af dette med, at mennesket kan se på tusindvis af ansigter, men genkende meget få (Schön, 2008, p. 52). Den viden der fordrer at vi kan genkende et ansigt, er tavs. Den tavse viden, er i denne sammenhæng vores evne til at antropomorfisere. Det er en viden eller en rationalisering, som beskrevet i teorien, der opstår under interaktionen med vores quadcopter. Måden hvorpå analysen af et opstået fænomen (antropomorfisering) kan foregå, er gennem observation. Derfor bliver vores data vanskeligt at bearbejde, da parametret for succes er antropomorfisering. Til dette er fænomenologien igen et redskab, der appellerer til vores projekt. Som dette citat beskriver. „Phenomenological methods are particularly effective at bringing to the fore the experiences and perceptions of individuals from their own perspectives, and therefore at challenging structural or normative assumptions.“ (Lester, 1999, p. 1) .

Dette projekt har anvendt en abduktiv tilgang forstået således, at vi har en forud forståelse af hvordan den deltagende i vores performance vil reagere. Dertil er der blevet foretaget tests, som understøtter vores tese. På denne måde står vi endegyldigt tilbage med opgaven, om vores tese og teori er gyldig under testene. Igennem brugen af fænomenologien til observationer, kan man undersøge hvorledes et fænomen opstår. Dette kan gøres mhp. hvad der ønskes undersøgt og på denne måde kan observationerne være med til at danne rammerne for om vores design formår at skabe de følelser og indtryk, vi forudsætter. Nedenfor ses nogle af de arbejdsspørgsmål, som en del af hvordan en sådan undersøgelse, kunne foretages. Disse arbejdsspørgsmål er udarbejdet mhp. at kunne nå at teste quadcopterens opførsel overfor en deltager, som ikke kender til projektet. Disse tests nåede dog ikke at blive gennemført inden for projektets tidsrammer, men det er stadig hensigten at arbejdsspørgsmålene danner rammen om, hvorledes man undersøger det antropomorfe fænomens opståen.

1. Formår de/den deltagende at ændre deres relation til quadcoptoren og vil en interaktion med quadcoptoren, styrke muligheden for succesfuld antropomorfisering?
2. Formår quadcopteren, effektivt, at interagere i en sådan grad at den deltagende ikke bliver forvirret eller uopmærksom omkring interaktionen? Og i

3.2. Iterativ design tilgang

så fald, hvad medfører dette?

3. Bliver brugerens opfattelse af quadcopteren, eller sig selv, påvirket af interaktionen?

3.2 Iterativ design tilgang

Når man anvender quadcoptere er der forskellige måder at benytte og udnytte dem på. En quadcopter kan, i sig selv, være en almen robot, der styres af en håndholdt controller. Dertil er der også programmerede quadcoptere, som kræver mere udstyr og en anden tilgang end de teleopererede.

I projektets tilgang til quadcoptere kom det til skue, at programmering af én eller flere quadcoptere skulle være fremgangsmetoden. Eftersom der ønskes en Performance Design vinkel, for at undersøge samspillet mellem det antropomorfe og det performative, er quadcopternes bevægelsesmønstre og styring designet ud fra dette koncept. Netop dette perspektiv af quadcoptere og performance medførte ønsket om en agil og eksplorativ tilgang, som fordrede muligheden, for at kunne undersøge antropomorfe træk ved quadcoptere. For at kunne opnå muligheden for disse træk, blev det udelukket at teleoperere quadcopterne. Hvis quadcopterne blev teleopereret af en person i lokalet, eller en der sad et helt andet sted, ville det interaktive muligvis miste hele perspektivet af antropomorfisering. Eftersom der ville være et menneske, der aktivt styrede quadcopteren. Ved brug af programmering og motion capture kameraer, er quadcopterne indstillet til at skulle reagere på en bestemt måde og en vis forstand autonomt. Der er derved en større chance for, at quadcopterne opfattes som mere end bare maskiner, der kan flyve. For at fremme dette har projektet, som tidligere nævnt, anvendt en iterativ og agil design process. „Most approaches to technology design include iterative prototyping as part of the early design(...)“ (Simonsen m.fl., 2010, p. 20) Som det beskrives i „Iterative participatory design“ (2010) af Jesper Simonsen og Morten Hertzum (Simonsen m.fl., 2010), er den iterative proces en god tilgang for at skabe et teknologisk design. Netop den iterative metode er god til at arbejde med teknologiske aspekter, fordi den formår at kunne tilpasse sig en situation igennem flere forsøg, indtil det ønskede resultat opnås.

Kapitel 3. Metode - tilgang til undersøgelse af design

The starting point of an iteration are the changes that are anticipated and aimed for. The anticipated changes are further specified, for example, in terms of what effects are expected from using the system. The system (or a part/prototype of it) is then implemented and tried out under conditions as close as possible to real use (...)

(Simonsen m.fl., 2010, p. 20)

Det iterative aspekt handler altså, i bund og grund, om at skulle arbejde med en prototype og med den prototype forsøges der at ramme forestillingen om hvordan det endelige produkt skal se ud.

Det anvendte rum, hvor kameraerne er opstillet og testene er blevet foretaget, er i en almen forstand ikke en prototype, da prototyping som regel har med udviklingen af artefakter at gøre. Men udviklingen og sammensætningen af vores design og system kan ses som en variant af en prototype. Det nuværende system er blevet til gennem metodisk fremgang, der ligner den samme fremgangsmåde som anvendes under prototyping. Vi har prøvet os frem, undersøgt, testet, ombygget, evalueret og dernæst startet forfra. En agil form af en iterativ process har derved været central for vores fremgangsmåde.

Programmerede autonome quadcoptere er, udover at blive styret af et motion capture system, også afhængig af at kunne blive tilkoblet et program, som kan styre dem. At arbejde med dem på denne måde, åbner op for en tilgang til *trial and error*. Med *trial and error*, som en del af den iterative proces, forsøges der ikke kun at komme tættere på det endelige resultat, men der evalueres over de fejl, der opstår i designforløbet. På den måde kan der tages ved lære af fejlene, der opstår og derved støtte forløbet om at skulle ramme det endelige resultat af en interaktion med en quadcopter. Det viste sig at quadcopterne ikke nødvendigvis bevægede sig som man, med første indblik havde håbet, og der måtte laves små justeringer på næsten konstant basis. Ved brug af denne metode, kunne vi opnå at få quadcopteren til at gøre mere eller mindre som vi, på forhånd, havde forestillet os, samtidigt med at der opstod et læringsscenarie hvor der blev fundet nye vinkler, der kunne være spændende at se nærmere på.

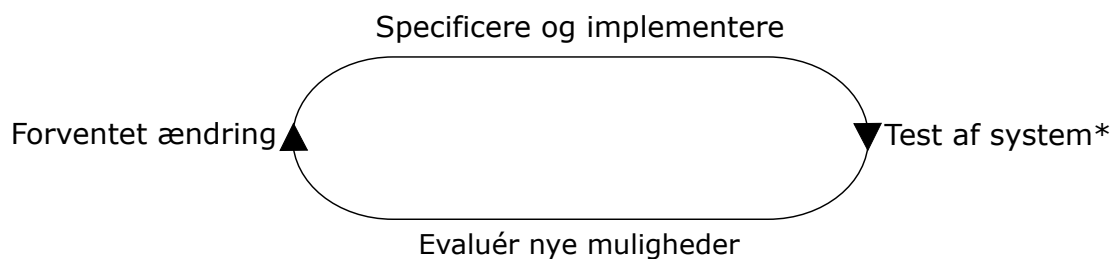
3.2. Iterativ design tilgang

Prototyping is the process of creating, in advance of the completion of the final product, a working model (the prototype) that exhibits essential features of the final product and using this prototype to test aspects of the design, illustrate ideas or features, and gather early feedback and experiences from usage.

(Simonsen m.fl., 2010, p. 20)

Med brugen af *prototyping* metoden, kan designet over quadcopterens bevægelsesmønster også tillades at blive designet om igen. Det gør at designprocessen ikke er fastlåst, men konstant er i udvikling ud fra de erfaringer man, som udvikler, skaber i forløbet.

Netop denne måde at benytte *prototyping* metoden på, blev udført i starten af projektforløbet med de tidligere nævnte teleopereret quadcoptere. Quadcopterne blev her styret af gruppemedlemmer, som lærte at flyve dem rundt i lokalet, vi arbejdede i. Udover at forbedre evnerne indenfor styring af quadcoptore, åbnede det også op for opdagelsen af hvordan quadcopterne var i stand til at bevæge sig, og hvordan en person eventuelt ville kunne interagere med dem. Disse flyvetimer med quadcopterne, kunne vise os et typisk bevægelsesmønster for en quadcopter, og derved forberede os på, hvordan de muligvis kunne ende med at bevæge sig, når der kom yderligere programmering og motion capture system indover. Ydermere, fordrede denne styring af quadcoptere også til designvalget om at quadcopterne skulle være autonome og, efter hensigten, ikke på noget tidspunkt teleopereret.



Figur 3.1: Model over den iterative proces. (*Test af system dækker over, at systemet eller designet bliver afprøvet i miljøer, der er eller afspejler det systemet skal operere i.)

Ovenstående model, figur 3.1, illustrerer hvorledes den iterative proces er blevet

Kapitel 3. Metode - tilgang til undersøgelse af design

udført. At modellen viser en cyklus der går igen, viser også at det iterative vil gå igen, når der er evalueret og udviklet ny viden. Eftersom der bliver taget en tilgang til at arbejde med quadcopterne og implementere nye funktioner til dem, leder det også til at teste systemet og kunne evaluere på resultaterne der afkommer af det. Dette medfører også at overveje nye ændringer til quadcopternes bevægelsesmønstre og dertil overveje hvilken effekt nye ændringer vil have på processen som en helhed.

that advance from stable representations of need to finished products: as such, it allows for a more playful and creative approach in which the making of prototypes and users develops reciprocally. Although this chapter focuses on processes of design it is important to remember that similar relations unfold beyond the point of at which the design is 'done'.

(Simonsen m.fl., 2010, p. 106)

Som ovenstående citat giver udtryk for er et design i en forstand aldrig „færdigt“. Udviklings og evalueringsprocessen kan ses som konstant og der er, som i dette projekts tilfælde også, konstant mulighed for yderligere iterationer og evalueringer.

Kapitel 4

Design af en Quadcopter Performance

For at undersøge problemstillingen angående antropomorfisering af quadcoptere, arbejdes der abduktivt i projektets udførelse af den teknik, der ligger til baggrund for undersøgelsen. I dette afsnit vil der kort blive gennemgået den teknik, der muliggør interaktion med quadcoptere i en performance. Det fysiske design vil blive dokumenteret samt hvilke designvalg og iterationer, der er blevet foretaget.

4.1 De fysiske rammer

I designprocessen er der, for at skabe et rum hvor der kan arbejdes med quadcoptere, taget kontakt til FabLab - et eksperimentelt værksted på RUC - for at skabe muligheden for et sådant rum. Som en del af denne indledende kontakt, blev det klart, at der lå en nødvendighed for at designe et lokale, der ville skabe bedre rammer for at etablere et system, der kan kontrollere én eller flere quadcoptere.

Efter spekulationer og jævnføring med FabLab blev der fundet et lokale på RUC, som kunne benyttes til opsætning af et motion capture system til tracking af quadcoptere. Fordi motion capture systemer er en stor nødvendighed for at kunne styre en quadcopter, skulle lokalet ryddes så der i centrum af lokalet er mulighed for at arbejde med quadcoptere.

Hertil startede et forløb, der indeholdt forskellige møder for at kunne komme frem til netop hvilket motion capture system, der var mulighed for at benytte.

Kapitel 4. Design af en Quadcopter Performance

FabLab stod for én del og Datalogi stod for den anden del af finansieringen. Dette medførte at der var mulighed for at indkøbe et motion capture system af fabrikatet *Qualisys*. Det specifikke system består af fem kameraer med en maksimal *framerate* på 240. Et sådant system er med til at løfte projektets muligheder op på et niveau, hvor teknikken ikke står i vejen for hvilke muligheder dette projekt har, ift. styring af quadcoptere.

Med systemet til rådighed, kunne den reelle proces nu begyndes: at designe rummet til at være tracking venligt. Kameraer blev sat op i vinkler, så de fem kameraer kunne dække en størstedelen af lokalet, og alle sammen opfange lokalets centrum, da det er her at quadcopterens bevægelser udfolder sig. Figur 4.1 er et billede af det lokale, der blev lavet om til DroneLab.



Figur 4.1: Et billede af RUCs DroneLab

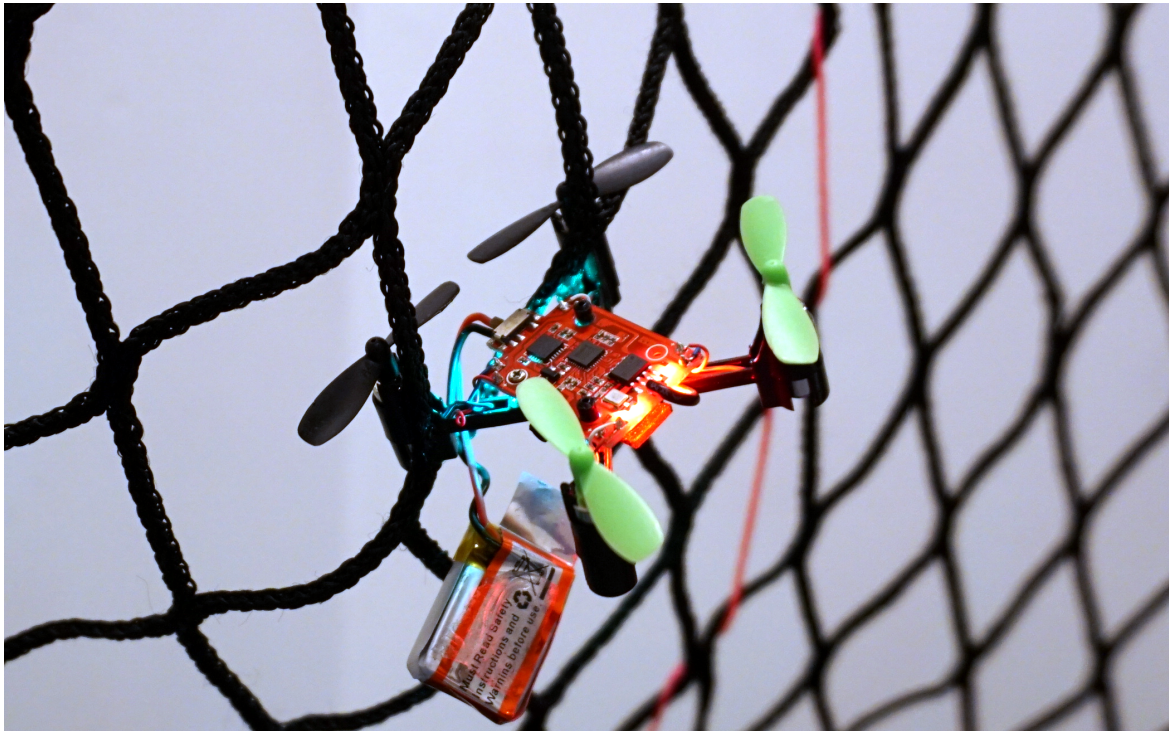
Efter kameraerne blev sat op, startede et nærmere design af selve rummet. Hertil blev der udviklet på hvilke ting der fysisk kunne tillade sig at være i rummet. Fordi kameraerne tracker forskellige objekter, reflekteres visse overflader også og

4.1. De fysiske rammer

dette kan forstyrre det som kameraet opfanger. Det medførte at der skulle afdækkes eller helt fjerne bestemte objekter fra lokalet. Det viste sig at være en fordel at mørklægge vinduerne, så lys udefra ikke forstyrrede kameraerne.

Da antallet af kameraer kun er fem, begrænsede det rummets størrelse hvori systemet kunne udnyttes til dets fulde potentiale. Rummet er ca. 22 m^2 , og der er et område på ca. 11 m^2 , der effektivt kan trackes.

Efter at kameraerne var blevet indstillet korrekt og installeret, startede tests af quadcopterne. Det viste sig hurtigt, at der lå en større risiko for at ødelægge quadcopterne, når de styrtede eller ramte ind i væggen. Hertil blev valgt om at sikre det mod eventuelle quadcopter skader lavet - dertil blev der opsat et grønt fuglenet i lokalet, for at modarbejde mulige skader på quadcopterne. Efterfølgende blev en opfordring præsenteret fra en af de ansatte i FabLab, der bad os om at gøre rummet mere æstetisk, og derfor blev der installeret en mere holdbar og æstetisk løsning. Ydermere opstod der en mere lavpraktisk udfordring ift. fuglenettet. Denne udfordring kom til udtryk efter en af de første test flyvninger, hvor quadcopteren afveg fra sine koordinater, formentlig pga. en afbrydelse i forbindelsen imellem computer og quadcopter. Dette medførte, at fuglenettet udførte sin funktion og fangede quadcopteren, men trådene i nettet var så fine, at det krævede en ualmindelig stor portion tålmodighed at frigøre quadcopteren. Opfordringen fra FabLab, samt de fine masker i fuglenettet, ledte til undersøgelsen af andre muligheder. Derefter blev der opsat ni sorte trailernet af $150 \times 300 \text{ cm}$. med 4 mm. tråde i RUCs DroneLab. Disse er monteret med stålwire i loftet med en 18 m elastiktråd som forbinder toppen af nettene, derefter blev der flettet snor imellem nettene, således at disse hænger sammen og fremstår som et samlet net, som også matcher de æstetiske krav fra FabLab.



Figur 4.2: Her ses hvorledes nettet redder quadcopteren fra at styrte ind i væggen.

4.2 Teknisk gennemgang og virkemåde af systemet

For at muliggøre softwarebaseret styring af quadcoptere, er det essentielt at kende quadcopterens position til alle tider. I dette projekt er valget faldet, som tidligere nævnt, på et motion capture system. Grunden til at motion capture teknologi benyttes er ønsket om en så lav responstid eller latency, som overhovedet mulig, da det øger hastigheden og præcisionen, hvormed quadcoptere kan styres vha. software.

4.2.1 Den tekniske virkemåde

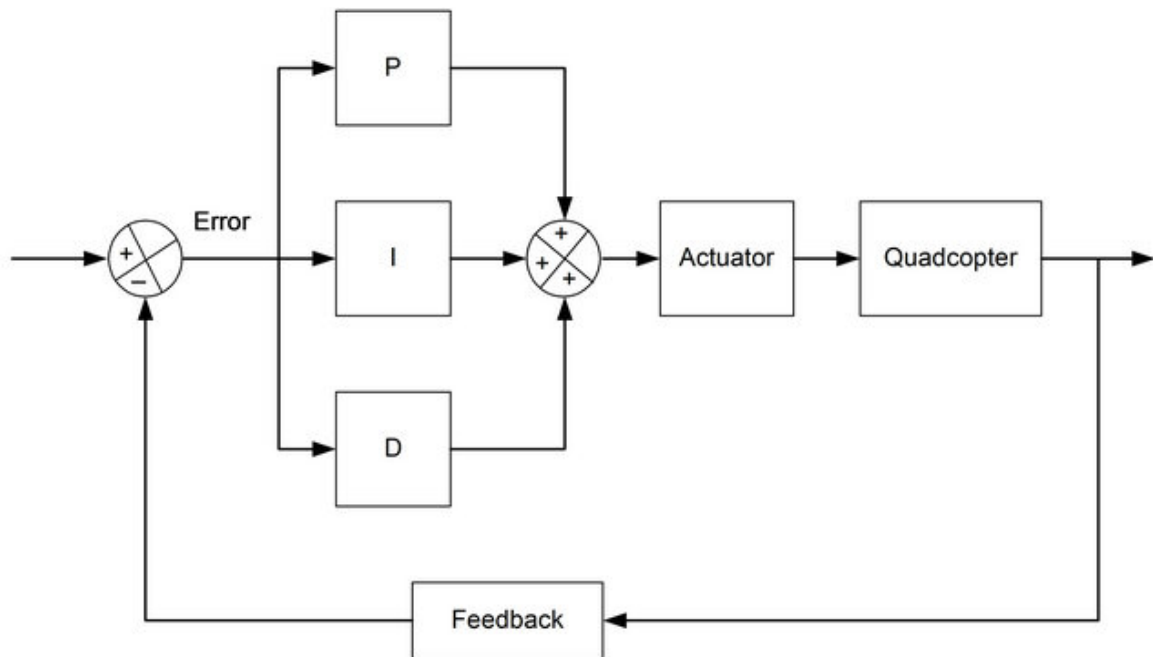
Motion capture - beror på at flere kameraer, der tracker punkter i rummet og omsætter det til tredimensionelle koordinater. Der skal benyttes minimum tre kameraer, for at kunne triangulere sig frem til positionen for et givent punkt. Punktet i dette setup består af såkaldte retroreflektore, der reflekterer IR (infrarødt) lys,

4.2. Teknisk gennemgang og virkemåde af systemet

som udsendes i rummet. Kameraerne filtrerer alt andet fra end det spektrum, der reflekteres, og dermed frasortéer de alt andet lys, som ellers vil føre til mange fejlkilder ift. trackingen af et givent punkt. I denne opsætning benyttes fem kameraer for at være sikker på, at kunne se punkterne fra alle vinkler - flere kameraere vil dog gøre både præcisionen bedre, samt mindske muligheden for blinde vinkler.

Når systemet er sat op, kan tracking softwaren, der følger med kameraerne, sættes op til at definere modeller ud fra en konstellation eller mønster af flere retroreflektore. Her får hver model en unik opsætning af retroreflektore (en konstellation), og ud fra dette en unik position for hver model indenfor det trackede område.

Motion capture systemet er i denne sammenhæng en sensor, der anvendes for at skabe en closed-loop controller, se figur 4.3. Closed-loop controller anvendes her i en anden sammenhæng end tidligere beskrevet, se begrebsafklaring 1.2. Positionen bruges til at bestemme hvor quadcopteren er og for at få den til at ændre den position, skrives der et nyt koordinat til softwaren, som styrer quadcopteren. Herefter kigger softwaren på den nuværende position og den ønskede position, og differencen her imellem er betegnet som *error* se figur 4.3. Denne difference skal hernæst bringes til 0 for at opnå den ønskede position. Figur 4.3 illustrerer en closed-loop controller, hvor man ved hjælp af PID'en bevæger quadcopteren. PID'ens basale virkemåde består af den proportionelle ændring (P - Proportional), den integrale ændring (I - Integral) og den afledede ændring (D - Derivative). Denne måde er den gængse for at stabilisere og styre en quadcopter automatisk. (OscarLiang.com, 2015)



Figur 4.3: Model af PID controller med closed-loop controller. (OscarLiang.com, 2015)

For at styre en quadcopter skal man kende vinkelhastigheden, dvs. hvor hurtigt dens vinkel ændres på hver akse og ved at kende den ønskede vinkelhastighed, kan *error* beregnes. *Error* bliver behandlet i de tre kontrol algoritmer - PID - og disse sørger for at korrigere motorene således at *error* bliver 0. Der er PID koefficienter for alle tre akser - pitch, roll og yaw.

1. P bestemmer styrken af korrektionen ift. error.
2. I bestemmer hvor præcist quadcopteren skal holde vinklen og modvirke eksempelvis vindstød.
3. D korrigerer for overkorrektion og over-shoot ift. ændring af vinklen.

(OscarLiang.com, 2015)

Quadcopteren styres altså på baggrund af dens position og kan enten, afhængigt af hvad man har programmeret den til, følge et mere eller mindre tilfældigt mønster. Eksempelvis i form af nogle positioner den skal følge i en rækkefølge - waypoints - eller man kan følge en anden tracking model. Dvs. at man kan gå fra

4.3. Hardware og Software Iterationer af motion capture systemet

at have et preprogrammeret mønster, til at den eksempelvis kan holde en afstand til en model, motion capture systemet kan se og derved muliggøre interaktion.

4.3 Hardware og Software Iterationer af motion capture systemet

I uge 14 var der i forbindelse med et fagmodulskursus *Performance Design 2: Designmetoder og Projektledelse* en værkstedsuge, som havde til formål, at hjælpe gruppens projekter på rette vej. Til denne værkstedsuge blev der tildelt workshoppen: *Interaktion og Digital Fabrikation*. I denne workshop var omdrejningspunktet FabLab. Dette var særdeles oplagt fordi der i forvejen var etableret et samarbejde med FabLab. Denne uge startede ud med, at ajourføre med vores eksterne samarbejdspartner Rune Bastian Barrett. Rune havde taget et online kursus af Professor Vijay Kumar fra Pennsylvania State University (Coursera, 2017) omhandlende udviklingen af autonome quadcoptere og deres *flight paths* i et motion capture system vha. MATLAB. MATLAB er en applikation, der anvendes til matematiske udregninger, som kan benyttes til at udregne en quadcopters trajektori. Vijay Kumar benytter sig af systemet ROS (*Robot-Operation-System*) til kommunikation imellem quadcopter og computer. Herudover anvendes der også et dertilhørende software til styring af quadcoptere, udviklet vha. MATLAB, kaldet en controller. Dette forårsagede, at der ligeså blev valgt ROS tilgangen til kontrol og styring af vores quadcopter.

Efter ekstensiv søgning blev der fundet yderligere source code fra en anden udvikler ved navn Wolfgang Whoening, der ligesom Vijay Kumar har skrevet source code til autonome quadcoptere i et motion capture system. På baggrund af source code fra de to ovenstående udviklere og deres respektive projekter, dannede det fundamentet for vores tilgang. Dog skulle koden tilrettes, for at understøtte det valgte motion capture system - Qualisys. Vijay Kumar benytter *Optitrack* motion capture system, Wolfgang Whoening benytter *Vicon* og vi benytter Qualisys. Herudover viste det sig at *Wolfgang Whoenig* havde anvendt quadcopteren: *Crazyflie*. Dertil blev der anskaffet en *Crazyflie* således at der kunne benyttes Wolfgang Whoenigs udviklede controller, til styring af en quadcopter med et motion capture system. Wolfgang Whoenig har, foruden en udviklet controller, tre kommandoer, i

form af python scripts. Disse tre er følgende:

1. **Waypoint:** Får quadcopteren til at flyve til et forudbestemt koordinat.
2. **Tele-op:** Får quadcopteren til at flyve til en serie af koordinater og returnere til dens udgangspunkt.
3. **Hover:** Får quadcopteren til at svæve stationært på et punkt, indtil yderligere kommando tildeles eller kommunikation afbrydes.

Disse scripts skulle omskrives således at de passede til Qualisys. Denne proces viste sig at være omfattende, da den også indebar en fejlfindingsproces mht. forbindelse imellem quadcopter og software, da disse scripts oprindeligt var skrevet til et andet motion capture system. Der blev fundet ufærdiggjort manual som Wolfgang Whoening, på daværende tidspunkt var igang med at udarbejde (GitHub, 2015). Denne tilbød en løsning på problemet med forbindelsen og weekenden efter værkstedsugen fik Rune gennembrud og etablerede kontakt mellem quadcopter og motion capture system. Nedenstående punkter er en liste over nødvendige foranstaltninger der blev foretaget under værkstedsugen.

1. Oprettelse af en Virtual box med Ubuntu 14.04 styresystem, samt installation af ROS (Robot-Operation-System)
2. Lokaliserede open-source kode til kontakt imellem quadcopter, computer og motion capture system til styring af quadcopteren
3. Kontakt imellem quadcopter og computer ved hjælp af ROS
4. Anskaffelse af quadcopter af typen: *Crazyflie*

Workshoppen gav også anledning til yderligere tanker omkring designet af projektets performance. Efter etableringen af kommunikation imellem hhv. quadcopter, ROS og Qualisys åbnede det muligheden for, at indtænke et interaktivt aspekt til en performance. I kraft af dette kunne der fortsættes ad den kurs der indledningsvis var truffet, nemlig en quadcopter som for ansøgeren fremstår autonom og dertil fortsætte arbejdet på målet om at fremme antropomorferingen af quadcopteren.

4.4. Iterationer over quadcopter styring

Efter dette gennembrud opstod der et problem ift. arbitrær afbrudt kommunikation imellem quadcopter og software. Dette problem opstod, fordi der blev brugt en *host computer* med qualisys kørende, samt en virtual machine, installeret på samme computer, med Ubuntu styresystemet som kørte ROS. Dette forsagede, at både host computeren og den virtuelle maskine sideløbende delte den samme usb port og gav ustabil kommunikation imellem software og quadcopter. I en sådan opsætning som der benyttes - altså kommunikation til en quadcopter, som har kontakt til ROS samt kommunikation med et motion capture system - genereres der meget data. Denne data bliver mere kompleks desto større antallet af in-og-outputs er. Det var derfor nødvendigt at arbejde med to forskellige computere, som på denne måde håndterer hver sin del af denne opsætning. En maskine til motion capture systemet og en maskine til ROS.

Indførslen af disse to computere var den sidste foretagede iteration. Det er herefter planen at dette skaber muligheden og rammerne, for videre at kunne udvikle på quadcopterens muligheder for at kunne interagere og herved yderligere undersøge mulighederne, for tilskyndingen af antropomorfering gennem quadcopterens bevægelser og interaktion.

4.4 Iterationer over quadcopter styring

Det der blev nået indenfor tidsrammen af projektet mht. hvorledes quadcopterne bevæger sig, er de tre førnævnte kommandoer: hover, tele-op og waypoints. Der blev derudover arbejdet, mere eller mindre udelukkende, med hover og waypoints kommandoerne og det er i denne sammenhæng waypoints kommandoen, som der vil blive itereret yderligere over. Se mere om dette i afsnittet 5.

Programmet der benyttes for at kontrollere quadcopterne, virker i udgangspunktet således, at der bliver sat *waypoints* i det område, motion capture systemet kan se, og quadcopterene vil så følge dem i den rækkefølge, man har specificeret. Jo flere punkter jo mere flydende bevægelser vil quadcopteren bevæge sig med. En anden, og måske i sidste ende, nemmere måde ville være at implementere matematik, der definerer dens trajektori eller bane. Når quadcopteren flyver medfører det at den ikke laver et abrupt sving, men udfører det ud fra en algoritme, som selv

Kapitel 4. Design af en Quadcopter Performance

genererer de imellemliggende waypoints(punkter). Med udgangspunkt i dette åbner det muligheden for at disse baner, kan danne mønstre og herved skabe mulighed for ansporing af antropomorfisering af quadcopteren. Herunder ses en liste af de iterationer som er blevet foretaget:

- Første iteration: Open loop, Tele-op mode
- Anden iteration: Closed loop, Hover mode
- Tredje iteration: Closed loop Waypoints

De ovenstående iterationer tager udgangspunkt i det design forløb der er blevet gennemført og der vil nu uddybes, mere detaljeret, hvilken funktion disse iterationer har haft. Betydningen af disse iterationer vil blive diskuteret i afsnit 5.

Iteration 1 Den første iteration tager udgangspunkt i to nøgleord, hhv. Open-loop og Tele-op mode. Open loop forholder sig til, som også beskrevet i teori afsnittet 2.1.2, at quadcopteren ikke er styret af et generet feedback loop. Dvs. at den ikke har en matematisk udregning der medfører at den kommer fra a til b. Den er, med andre ord, styret af noget andet. I denne sammenhæng er quadcopteren styret af en tele-opereret controller, altså et joystick. Denne iteration forholder sig til den del i designprocessen hvor vi erhvervede flere forskellige typer quadcoptere og prøvede at styre dem selv. Denne iteration afsluttes med at der blev opstillet et motion-capture system og erhvervet quadcopteren af typen: *Crazyflie*.

Iteration 2 Den anden iteration indeholder således også to nøgleord: *Closed loop* og *Hover mode*. Closed loop blev, ligesom open-loop præsenteret i afsnittet 2.1.2 og betyder i denne sammenhæng at quadcopteren bliver styret af den feedback den får fra motion-capture systemet, samt dens PID Controller. Dvs. at den er mere eller mindre autonom. *Hover mode* referer til en kommando vi fik gennemført som en del af vores designprocess. Denne process bestod, som tidligere beskrevet, i at kunne få oprettet kontakt til kommunikation mellem div. tekniske dele, samt den erhvervede open-source kode fra Wolfgang Whoenig.

4.4. Iterationer over quadcopter styring

Iteration 3 Den tredje og sidste reelle iteration er en viderebygning og danner på baggrund af testene foretaget i *Iteration 2*. *Hover mode* er, som tidligere beskrevet, den kommando, som får quadcopteren til at svæve i luften. Den tredje iteration består hermed i at få quadcopteren til at svæve og herefter bevæge sig i et mønster eller en bane (*waypoints*). Meningen med denne iteration er at komme tættere på målet om at gøre quadcopteren interaktiv, samt undersøge betydningen af dens bevægelser for den interagerende.

Kapitel 5

Analyse, diskussion og konklusion

5.1 Analyse og diskussion af anvendt teori

Løbende i projektets proces, er der foretaget tests, hvor vi selv agerede interaktører i arbejdet med quadcopteren. Disse tests fokuseres der på i analysen, men da projektets tekniske del viste sig at være omfattende og komplekst, blev der inden deadline d. 31.05.2017 kl. 12.00 ikke foretaget tests med udenforstående testpersoner, og derfor er der ikke genereret empiri fra sådanne kilder. Derfor analyseres der på de observationer og subjektive opfattelser, vi selv fik i interaktionen med quadcopteren, samt vores udvalgte teori og metodiske fremgang. Der vil derfor i de nedenstående afsnit kategorisk analyseres på de enkelte deles betydning for udviklingen af designet, samt deres effekt og evne til at svare på problemstillingen.

5.1.1 Teoretiske fokusområder

I den teoretiske del af denne rapport blev der fokuseret på at præsentere nogle begreber, som fordrer til forståelsen af de delelementer, det udtænkte design skulle drage nytte af og anvende. Den teoretiske del bestod derfor i systematisk at præsentere robotters ontologi, samt deres indtog i det performative. Dette blev anvendt da projektets overordnede formål også indeholder at tænke robotter og deres opførsel, ind de mere kunstneriske felter og derfor blev David Lus paper (Lu, 2012) anvendt, da hans projekt omhandler netop dette. Ydermere, forholdte vi os således også til *Human Robot Interaction* (HRI) og performance med robotter.

5.1. Analyse og diskussion af anvendt teori

Disse teoretiske dele skulle give muligheden for en dybere forståelse af projektets videnskabelige felt. Her forstået som det felt hvor mennesker og maskiner interagerer, og hvorledes dette forekommer inden for det performative felt. Med udgangspunkt i disse teoretiske områder kunne vi herefter afgrænse vores teori, således at vi kunne forholde os til de begreber som var mere specifikke ift. projektets designproces, nemlig antropomorfering. Efter en gennemgang, præsentation og fokus på antropomorfering, blev det herefter besluttet, at fokusere yderligere på hvordan teorien benyttes til at anspore denne antropomorfering som forstået ud fra Brian Duffy (Duffy, 2003). Herefter blev der fokuseret på laban notationer og curiosity. Labans notationer var væsentlige mhp. at antropomorferere gennem bevægelse og ikke nødvendigvis udsmykning. Her ansås det som overflødig at forsøge at få quadcopteren til at ligne noget menneskeligt, altså at give den øjne eller lyde og fokus blev derfor lagt på, hvordan man teoretisk kan fremme antropomorfering gennem bevægelse. Afslutningsvis var det projektets mål at give quadcopteren en menneskelig egenskab, og forsøge at lade denne være årsag til antropomorfering gennem bevægelse. Der blev derfor præsenteret nogle nysgerighedsprincipper, som har til formål at skabe klarhed om hvilke designmæssige valg, der skal foretages og medtænkes, når man designer et system, som gennem en quadcopters bevægelser formår at få quadcopteren til at fremstå nysgerrig og i henhold til dette skabe ansporing af antropomorfering. Denne rækkefølge har medført en indsnævring af udvalgt teori og derved haft til formål at klargøre et delmål for projektet. De forskellige teoretiske afsnits betydninger vil blive analyseret på i de kommende afsnit.

5.1.2 David Lu og robotens ontologi

I henhold til Lu har hans paper præsenteret et sæt af begreber og en model, som kunne være relevant at arbejde ud fra, når man forsøger at kategorisere ens egen robot-performance. Gennem dette projekt er der blevet inddraget begreberne open-loop og closed-loop samt free-performance (Lu, 2012). Det er dog kun open- og closed-loop, som har været relevant ift. dette projekt. Lus betragtninger ift. hvad robotter på scener kan og sætter gang i af tanker hos beskuerne, har været brugbare pejlemærker ift. hvilke virkemidler der bestræbes på at få inkorporeret. Det har også været relevant at holde de forskellige iterationer, der er blevet fortaget op

Kapitel 5. Analyse, diskussion og konklusion

imod Lus model for at danne et overblik over, hvor vores quadcoptor hører ind under, og om det lykkes at få quadcoptoren til at flytte sig fra en kategori til en anden.

Foruden det ovenstående har Lus paper også været med til at skitsere hvilke områder, som mangler belysning, når vi snakker performance og robotter. Med Lu i baghovedet er det muligt at foretage nogle grænsedragninger ift. hvornår noget går fra rekvisit til rent faktisk at performe (Lu, 2012), samt også at dykke ned i hele diskussionen om hvorvidt det er robotten, der performer, eller om det er mennesket bag ved algoritmen, der er performeren. Dette aspekt er relevant ift. dybere filosofiske spørgsmål, men bruges i dette projekt til at understøtte pointen bag betoningen af autonomi, da det er med til at gøre udslaget for, at vi kan påstå at robotter rent faktisk performer.

De kontrollerede quadcoptere, er testet igennem tre forskellige iterative faser. I den første fase var den teleopererede fase. Her blev quadcoptere testet med manuel styring, for at kunne få en fornemmelse af hvordan de bevæger sig. Denne test af quadcopterne hjalp til at kunne fornemme hvordan et muligt bevægelsesmønster senere hen skulle kunne udvikles. Denne fase var med til at skabe nysgerrighed for mulige bevægelser hos en quadcopter. Det var netop her det viste sig hvad quadcopterne var i stand til, og hvordan forskellige hastigheder hos quadcopteren udviste forskellige følelser ift. en antropomorfering.

I henhold til Lus model, så vil denne første iteration placere sig under kategori 2, da quadcoptoren blev styret af os med en controller. Den klasse som denne iteration vil komme ind under, er dermed klasse IV. Her kan det være svære at komme en præcis betegnelse ift. open og closed-loop terminologien. I henhold til modellen hører denne kategori og klasse til closed-loop genren, men vi mener ikke at der er tale om closed-loop, når det er mennesket som der er feedback mekanismen. Men det var her muligheden for brugen og effekten af quadcoptoren begyndte at vise sig. Ved at der allerede i første iteration, var høj grad af kontrol, men der er ikke noget autonomi over quadcoptoren endnu og autonomi er et vigtigt element at indkorporer, for at tilskynde til antropomorfering. Derudover er det meget svært selv, at antropomorferere på quadcoptoren, når man selv styrer den eller ser

5.1. Analyse og diskussion af anvendt teori

en vedkommende styrer den. Dette leder os hen til yderligere iterationer mhp. at opnå højere autonomi.

Det næste punkt i brugen af quadcoptere, lå i programmeringen af en quadcopter og det at få den til at svæve, eller hover som kommandoen hedder. Dette medførte at quadcopteren ikke længere var manuelt styret. Med dette fremskridt i processen om at skabe muligheden for antropomorfering, kunne der nu nærmere tænkes i at tillægge quadcopteren en personlighed, eller give den træk, der ville kunne fremskynde følelser eller intention. At iagttage quadcopteren svæve uden styring gav den til dels livagtige træk. Det var her muligt at skubbe til quadcopteren, for at se den vende tilbage til dens originale position. Denne iteration gav første gang mulighed for fysisk interaktion med quadcopteren og åbnede op for muligheden, såvel som tankegangen, der ledte til at kunne udtænke fremtidige bevægelsesmønstre for quadcopteren.

Med denne iteration begyndte projektet at rykke længere ind mod midten af Lus model, hvor man kan begynde at kalde vores system for et hybrid system og closed-loop performance. Et vigtigt element i denne iteration er, at vi nu ikke har en synlig teleoperatør, hvilket medfører at quadcoptoren kommer til at stå alene. Grunden til at vi med denne iteration nu falder ind under kategori 3, følger at quadcoptoren nu styres med nogle simple algoritmer, men der er også mulighed for interaktion. Denne iteration kan diskuteres om hvilken klasse den skal i, under kategori 3, men da quadcoptorens performance stadig er afhængig af algoritmer, som specificerer dens bevægelser, så den fremstår autonom, har den ikke mulighed for at træffe egne valg. Den har derved stadig restriktioner, som medfører at den nu passer bedst i klasse VI af Lus model (Lu, 2012).

Den afsluttende iteration bestod af indførslen af quadcopterens bevægelser som waypoints. Da projektet ikke nåede at teste betydningen af denne iteration indenfor projektets tidsrammer, kan vi dermed ikke sige noget om betydningen af denne iteration. På et konceptuelt plan medfører denne iteration dog, at det bliver nemmere at indføre muligheden for interaktion med en bruger.

5.1.3 Human Robot Interaction

I afsnittet Human Robot Interaktion blev der taget udgangspunkt i begreberne *Human-centered HRI* og *Robot-Centered HRI*. Disse undergrene af *Human-Robot interaction* er begge væsentlige, da de fortæller hhv. hvordan en robot skal designes, for først at tildele den evner til at opsøge og udføre interne behov. Dernæst hvorledes man skal indtænke menneskers tilbøjelighed til ansporing af antropomorfering, og drage nytte af dette, for at designe en robot mhp. en interaktion imellem menneske og robot. Disse begreber anvendtes for at designe et system til interaktionen mellem menneske-robot for at have et teoretisk belæg for hvad denne interaktion kunne medføre. Da vi inden for projektets rammer ikke nåede at afholde konkrete tests, hvor en interaktion mellem menneske og robot opstår, kan der derfor kun udledes om betydningen af disse på et konceptuelt plan. På dette plan har disse begreber dog betydning for at kunne analysere på interaktionen ved yderligere iterationer. Derudover fordrer introduktionen af disse begreber også til at designet er udviklet med et fokus på forståelsen af disse begreber.

I forlængelse af *Human-robot interaction* introduceres et udkast til et nyt begreb - *Human-drone interaction*. Begrebet bliver således præsenteret i rapporten (Cauchard m.fl., 2016). *Human-drone interaction* kan ses som en underkategori af *Human-robot interaction* og er endnu ikke et anderkendt videnskabeligt begreb. Indenfor menneske robot interaktion, er det relevant, at indtænke mennesket, da et socialt væsen er lettere at danne et forhold til. Der er i forbindelse med dette projekt undersøgt hvorledes en antropomorfering kan opstå, vha. bevægelsesmønstre og til dette felt kan denne rapport danne grundlag for et vidensbidrag indenfor dette felt. Denne rapport distancerer sig fra andre på området i designet af vores system. Her er det intentionen at quadcopteren er autonomiseret og styrer sig selv vha. et motion capture system mhp. at undersøge antropomorferingen inden for performative rammer. Lignende forsøg har vi ikke kunne finde præcedens for og vi anser derfor vores undersøgelser, på det konceptuelle plan, som at have en endnu uopført mulighed for et vidensbidrag indenfor den undergren af *Human-Robot Interaction* der er *Human-drone Interaction*.

5.1. Analyse og diskussion af anvendt teori

5.1.4 Performance med robotter

Dette projekt indebærer et performance perspektiv, som også beskrevet i kapitlet „Performance med robotter“, hvor fokus ift. en performance ligger på det interaktive. Dette perspektiv passer godt på projektet, fordi det også ligger op til, at der skal opstå et interaktivt element for at der kan opstå en performance. Anvendelsen af performance begrebet i dette projekt tager, som tidligere nævnt, udgangspunkt i Richard Schechners forståelse af performance begrebet (Schechner, 2013). Denne anvendelse af performance begrebet er en meget bred forståelse og Schechner anvender også performance begrebet som alt der har med interaktion at gøre 2.3. Rapporten forholder sig til denne brede forståelse af performance begrebet, da interaktion spiller en væsentlig rolle for projektet, og da projektet samtidigt omhandler designet af en performance og designet af et system. Som forstået ud fra Schechners performance synspunkt. Andre Performance teoretikere kunne derimod være uenige med Schenchers synspunkt på performance begrebet, og ville derfor ikke karakterisere vores mål om en interaktion, der fordrer tilskynding af antropomorfisering, som en performance. Yderligere synspunkter og holdninger til performance begrebet kunne der derfor have været analyseret på, men Schechners synspunkt, med fokus på interaktion, var det mest meningsbærende ift. projektets stillede problem og designproces.

5.1.5 Antropomorfisering og Design

Brian Duffys rapport „Antropomorphism and the Social Robot“ (Duffy, 2003) blev anvendt mhp. at skabe en klar definition af antropomorfisering af robotter og har været medvirkende til en dybere forståelse af anvendelsen af dette begreb inden for design af robotter. Denne forståelse var medvirkende til at klargøre, hvorvidt det var muligt at antropomorfisere en robot, som ikke nødvendigvis lignede eller besad menneskelige træk. Derudover var afsnittet også medvirkende til at kategorisere forskellige retninger indenfor hvordan kunstig intelligens og projicering af intelligens forstås. Som det blev klargjort i afsnittet kan en projicering af intelligens, være medvirkende til en antropomorfisering af robotter. Denne projicering af intelligens kan desvidere forekomme gennem bevægelse og fordrer en opfattelse af intention eller projicering af menneskeligt karakteristika. Duffys klargøring af antropomorfisering og betydningen af dette indenfor udviklingen af robotter,

var også medvirkende til en belysning af den betydning, dette kan have. Her blev det fremhævet at relationen, og accepten af en robot kan fordres gennem dens bevægelser, og kan på denne måde være medvirkende til en antropomorfering af denne. Brian Duffys betydning for dette projekt har været at skabe klarhed inden for forskellige definitioner af kunstig intelligens, samt at give overblik og klarhed om hvorledes man kan tilskynde antropomorfe træk hos ikke menneskelignende genstande. Brugen af Duffys teorier har derfor været udelukkende på et teoretisk plan, men har været medvirkende som inspirationskilde i design processen, og givet indblik i feltet omhandlende antropomorfe træk hos robotter. På denne måde har Duffy og brugen af hans teorier derved også været en del af en læringsprocess.

5.1.6 Laban Notationer og bevægelsesmønstre

Det teoretiske delafsnit omhandlende Laban notationer om bevægelsesmønstre tager udgangspunkt i Rudolph von Labans teorier omhandlende et væsens muligheder, afgrænsninger og udtryk gennem bevægelse. Laban notationer er benyttet på baggrund af brugen i rapporterne: „Emotion Encoding in Human-Drone Interaction“ (Cauchard m.fl., 2016) og „Communicating Affect via Flight Path“ (Sharma m.fl., 2013). Disse rapporter omhandler begge teori om bevægelsesmønstre for quadcoptere, samt notationer over bevægelse. Årsagen til at der tages udgangspunkt i Labans egen teori, var for at danne vores egen holdning og fundament for at kunne analysere på de bevægelsesmønstre, der er intentionen for dette projekt. Projektet har anvendt de rapporter, som har bidraget med inspiration til mulig viderebygning, af Laban notationer, indenfor dette projekts rammer. Som tidligere nævnt tager dette projekt afstand fra disse rapporter ved at fokusere på en autonomiseret quadcopter og ikke en teleopereret, som det er tilfældet i både (Cauchard m.fl., 2016) og (Sharma m.fl., 2013). Labans teorier gav derved mulighed for at kunne designe yderligere på det performative for en quadcopters bevægelser, mhp. at kunne fokusere ens design af bevægelser for at specificere hvilke bevægelser der fordrer udtryk og hvilke der udtrykker intention.

Det er i dette projekt meningen, at bevægelse skal have en anden intention end at flytte en del eller helhed fra et sted til et andet. Der fokuseres her på, at bevægelse skal fordre en intention ved dens handling. En bevægelse som kan illustrere

5.1. Analyse og diskussion af anvendt teori

menneskelige træk eller føre til en ansporing af antropomorfisering. Fra starten har det derfor været planen at skulle tillægge quadcopteren muligheden for sådanne bevægelsesmønstre, så en test person ville opfatte quadcopteren som andet end nødvendigvis en robot der kan flyve.

Som det ses i afsnittet „The Laban Notations“ 2.5, havde Rudolf von Laban udviklet sine teorier vedr. notationer for at kunne notere den menneskelige krop i en dans af ballet. Hertil er der visse notationer, der er så universelle, at de også kan bruges i en parallel til andre bevægelser, end dem der kun er fysisk udført af et menneske der danser. For de quadcoptere der benyttes i dette projekt, har det ikke været intentionen, eller den reelle udførte vision, at skulle være quadcoptere, der havde lemmer eller på anden måde afspejle et menneske. Netop antropomorfiseringen skulle ske gennem bestemte bevægelser, som ville få personen der iagttog quadcopteren, til opfatte quadcopteren som en enhed, der kan føle og besidde menneskelige træk. Det er disse attribuerede følelser der skulle noteres ift. hvilke bevægelser der fordrer mulige ansporinger af det antropomorfe. Notationen af disse ville dermed foregå gennem en dokumentation foretaget af motion-capture systemet.

Det relevante fokus er punkterne omhandlende højde, bredde og dybde. Disse tre punkter er specielt nyttige at benytte med quadcoptere, og den måde de bevæger sig på, som det også ses i rapporterne (Sharma m.fl., 2013) og (Cauchard m.fl., 2016). Med et fokus på disse forhold, kan der ses nærmere på hvordan quadcopteren opfører sig, og hvordan bevægelses mønsteret bliver opfattet.

På et konceptuel plan kunne det forestilles at en quadcopter der flyver med mere fart og bevæger sig højere oppe, ville opfattes som en glad følelse. På samme plan kunne en quadcopter også opfattes som mere trist eller træt, hvis den bevæger sig tættere på jorden og med en relativ lav hastighed. Bevægelses mønstre, i henhold til dette projekt, inspireret af (Cauchard m.fl., 2016):

1. Hurtig reaktions hastighed for at fordre tilbøjelighed til interaktion og glæde.
2. Kurvede bevægelses mønstre for at fordre livagtighed.
3. Loops eller andre arbitrære bevægelser for at signalere glæde

5.1.7 Curiosity

Som nævnt i teori afsnittet Nysgerrighed 2.6, benyttede projektet nysgerrighedsprincipperne todelt i designet af den performance dette projekt omhandler. Ved den todelte anvendelse menes der at Tieben et al. (Tieben, Bekker og Schouten, 2011) måde at anvende nysgerrighedsprincipperne forstås som den første del. Når Tieben et al. anvender nysgerrighedsprincipperne gør de det for at undersøge hvorledes det er muligt at fremmane nysgerrighed, hos mennesker, vha. disse principper. Ved den anden del tages der udgangspunkt i anvendelsen af Tieben et al. principper ift. at få en quadcopter til fremstå nysgerrig gennem dens bevægelser. Den første del havde til evne, at agere katalysator i den indledende fase. Dette gøres fordi, at den performance vi designer hen imod har et begrænset tidsrum i kraft af, at vores quadcopters batteritid strækker sig over et tidsrum på omkring 5 min. alt efter quadcopterens aktivitet.

På et konceptuelt plan vil disse principper kunne anvendes i interaktionen med quadcopteren. Indledende ville interaktøren, efter hensigten, blive eksponeret for nysgerrighedsprincippet *Novelty*. Denne designbeslutning er taget fordi det er beskrevet som havende en god effekt til at drage opmærksomhed vha. nysgerrighed. Et yderligere nysgerrighedsprincip er *Complexity*. Denne kunne således anvendes efterfølgende, fordi i interaktionen forventes der, at interaktøren i interaktionen ikke skal hjælpes på vej. Men derimod selv skal udforske og forme interaktionen med quadcopteren. Dermed kunne der opnås yderligere intention fra interaktøren ift. at vedligeholde interaktionen. Tredje nysgerrighedsprincip er *Partial exposure*. I interaktionen vil der fra interaktørens side sandsynligvis være en kløft i deres viden omkring henholdsvis quadcoptere, men ligeledes også omkring performance, da det tænkes at der ikke gives yderligere information omkring dens indhold og formål mht. antropomorfisering. På denne måde vil de to foregående nysgerrighedsprincipper kunne tjene samme formål, nemlig at fordre og bibeholde opmærksomheden under interaktionen.

Anden del af vores brug af nysgerrighedsprincipperne er rettet imod quadcopterens opførsel. Her er taget en beslutning om, at påføre quadcopteren nysgerrighedstræk. Det første princip man kunne forestille sig at benytte ville være *Un-*

5.2. Analyse og diskussion af anvendt metode

certainty. Dette skal få quadcopteren til at fremstå overrasket over interaktørens tilstedeværelse i rummet, samt afventende ift. interaktørens kommende handlinger. I denne sammenhæng ville *Complexity* også kunne anvendes til at give quadcopteren et udforskende "sind", for at quadcopteren selv forsøger at skabe et indtryk af interaktionen fra interaktørens perspektiv. Disse principper ville kunne anvendes for at fordre antropomorfiseringen af quadcopteren. Da nysgerrighed er et menneskeligt træk kunne det være en fordel at tillægge quadcopteren denne egenskab, for at tilskynde muligheden for antropomorfisering af den.

5.2 Analyse og diskussion af anvendt metode

5.2.1 Fænomenologisk metode

Igennem design forløbet, omhandlende at udtænke hvorledes en quadcopter kunne antropomorfiseres, har fænomenologien været et værktøj, der kunne gøres fremtidigt brug af. Den fænomenologiske tilgang gør det muligt at analysere på situationen hvor mødet mellem maskine og menneske opstår. Denne metode blev derfor introduceret for - konceptuelt - eller ved fremtidige tests at kunne agere fremgangsmetode for afmåling af om det antropomorfe fænomen finder sted. Når mennesket står foran en flyvende quadcopter, hvorledes tænker personen så? Og hvad er det der i bedste tilfælde (set ud fra et positivt resultat i en performance) skaber scenariet, hvorpå mennesket tillægger quadcopteren følelser? Ved anvendelse af fænomenologien muliggøres det at sætte sig i en persons sted, og kunne arbejde videre med hvordan denne performance yderligere skulle designes.

Havde det været muligt at afholde en performance, inden for projektets rammer, med en eller flere quadcoptere og deltagere, kunne fænomenologien have hjulpet til at anskue hvorfor og hvornår personer tillægger følelser til quadcopteren. I henhold til dette ville det været muligt at se på om antropomorfiseringen lykkedes, og i hvilken grad.

Fænomenologien er des videre yderst relevant at anvende ift. dette projekt da projektet også tager udgangspunkt i et performativt aspekt. Eftersom menneskets oplevelse af en performance og fænomenernes optræden er subjektive og derved

forskellige fra person til person, er det vigtigt at have en fremgangsmåde som kan måle, hvornår og hvordan et givent fænomen er fundet sted uafhængigt af hvilken person som deltager. Fænomenologien kan derfor agere dette værktøj, da den på trods af forskellige folks oplevelser, udelukkende ville kunne fokusere på om de antropomorfe træk har fundet sted.

5.2.2 Iterativ Design Metode

Den iterative proces, der er benyttet i design forløbet, har været med til aktivt at strukturere arbejdet med quadcopteren. Den iterative proces har været et nyttigt redskab i design processen, hvis mål har været at skabe rammerne for muliggørelsen af en performance med en autonomiseret quadcopter. Denne metode har desuden sikret at der kunne designes med små delmål, som derefter kunne evalueres over og på denne måde danne rammerne om formålet ved en iterativ proces. Altså - test, evaluer, gentag. Dette har medført at projektet har kunne arbejde med større præcision ift. hvordan en mulig performance kunne ende med at se ud.

Som forklaret i design afsnittet om hvorledes den iterative proces bliver benyttet, har processen gjort det muligt at kunne se nærmere på de resultater der kom ud af metoden, for at afstemme tilfredsheden og derefter planlægge fremtidige træk. Valget af denne design metode lægger op til spørgsmålet: Ville andre design metoder have været bedre løsninger? Har den iterative proces levet op til forventningerne? Og har vi opnået det resultat, der i begyndelsen var målet?

Hvad angår spørgsmålet om andre design metoder som kunne have været benyttet, kan man eksempelvis henvise til SCRUM (Wikipedia, 2017a). Ved brug af denne tilgang ville der ligge et stort fokus på at opnå bestemte delmål eller tasks som SCRUM kalder det. Mhp. at skulle kode quadcoptere, ville der muligvis have været nået flere resultater, som kunne medføre at projektet var blevet færdig med at udvikle en performance og foretaget tests. SCRUM havde desuden været effektivt, hvis der i den intensive periode, hvor rapporten skulle skrives, havde været afsat tid til specifikt kun at fokusere på, at gøre quadcopterne klar til en performance. Som projektet skred frem, var det en nødvendighed at fordele arbejdskraften på andre felter, end at kunne få quadcoptere til at flyve. Designet af en performan-

5.3. Konklusion

ce har været et stort fokus for dette projekt. Dertil har den iterative design metode været anvendelig, da det hertil ikke er absolut nødvendigt at have tidsrammer at arbejde inden for, men der til gengæld er delmål som skal evalueres. Dette har medført at projektet kunne komme tættere på målet om at skabe et design af en performance. Eksempelvis blev der opdaget under afprøvning af systemet, at hvis man bevidst overkorrigerede quadcopters bevægelser, ville den oscillere. Dette ville eksempelvis kunne opfattes som et udtryk hos quadcopteren, og kunne derved anvendes, enten performativt eller for at undersøge ansporing antropomorfering. Som dette eksempel også viser, viste den iterative design metode at være en god løsning, da den åbnede mange muligheder for design perspektivering og versatilitet i design processen. I perspektiveringen 6 vil vi komme nærmere ind på de iterationer, som kan bidrage til projektets videreførelse.

5.3 Konklusion

For endeligt at kunne konkludere på projektets stillede problem kan den jævnførte problemformulering svares på ved følgende opdeling:

Hvilken betydning har en quadcopters bevægelsesmønster ift. antropomorfering?

Teoretisk set har dette projekt beskrevet hvorledes andre undersøgelser ((Cauchard m.fl., 2016) & (Sharma m.fl., 2013)) har fundet frem til at en quadcopters bevægelsesmønstre skaber muligheden for at kunne tillægge en bevægende entitet menneskelige træk og egenskaber. Ligeledes har diverse tests, udført i design processen, også medført en vurdering af at evnen til at anspore antropomorfering af en quadcopter, gennem dets bevægelser, er en mulighed. Observationerne, foretaget af projektets medlemmer, understøtter resultaterne fundet af de ovennævnte rapporter og danner derved også belæg for en yderligere udvikling af begrebet: Human-drone interaction - HDI. Som det forklares i dette projekt oplevedes quadcopteren som at have intention og derved menneskelige træk i interaktionen med den. Det at få den til at virke autonom er i høj grad med til understøtte dette. Ydermere, forsøgte gruppens medlemmer sig under design processen at skubbe til quadcopteren da den svævede. I denne interaktion oplevedes det at quadcopteren

fremstod „levende“ og derved opnåede antropomorfe træk momentært.

Hvordan kan man designe en performance som ansporer dette?

I dette projekt blev der udviklet et design, som består af en quadcopter af typen *Crazyflie*, source code udviklet af Wolfgang Whoenig samt et Qualisys motion capture system. Disse tre dele var medvirkende til, at designet derved udviklede en quadcopter, som kunne agere autonomt. I projektets forløb blev der afprøvet to tilstande af autonom opførsel hos quadcopteren. Betydningen af den første (en svævende tilstand) står beskrevet ovenstående, men skal man designe et system, som kan skabe yderligere betydning for antropomorfisering af en quadcopter, gennem dets bevægelsesmønster, kan man med fordel videreudvikle på den funktion ved navn: *waypoints*. Ved at generere et bestemt bevægelsesmønster vha. denne design del, er det derved muligt at danne rammerne for at skabe en performance, som kan anspore antropomorfisering hos en quadcopter, gennem dens bevægelsesmønster samt interaktion med den. I projektets oprindelige problemstilling var det tiltænkt at få et system, der også inkorporerede et specikt bevægelsesmønster - nysgerrighed. Projektet nåede dog ikke at afprøve muligheden for dette og kan derved ikke konkludere derpå. Men ved hjælp af en videreudvikling af ovenstående funktion (waypoints) kan dette konceptuelt muliggøres.

Kapitel 6

Perspektivering

6.1 Fremtidige iterationer

Her beskrives de yderligere iterationer og perspektiver som projektet fører hen imod. Disse iterationer kan betragtes som de overordnede trin for at introducere nysgerrighedsprincipperne i praksis, og er derudover de trin, der skal gennemføres for at kunne teste systemet. Her gives der en konceptuel fremstilling af hvordan dette kunne udføres, og hvad der kunne forventes af sådanne resultater. Dette sammenholdes med det indledende arbejde om at undersøge feltet om en interaktiv quadcopter med specifikke bevægelsesmønstre.

- Fjerde iteration: Waypoints med udgangspunkt i bevægelsesmønstre og curiosity.
- Femte iteration: Interaktion med quadcopteren
- Sjette iteration: Tilføjelse af både waypoints og interaktion

Fjerde iteration

Den fjerde omhandler projektets oprindelige delmål om at designe en quadcopter som bevæger sig autonomt, baseret på udviklede algoritmer. Denne iteration ville kunne udføres med en yderligere udvikling af waypoint kommandoen, som er nævnt i rapporten. Samtidigt ville gennemførelsen af dette iterations trin medføre muligheden for tests og observationer af en quadcopters bevægelses betydning for

den/de deltagende. Denne iteration ville samtidigt også medvirke til et naturligt skridt mod den næste iteration - femte iteration.

Femte Iteration

Denne iteration tager udgangspunkt i at quadcopteren er interaktiv på den måde, at den agerer alt efter bevægelserne, udført af den oplevende, i rummet. Alttså quadcopterens fysiske bevægelser i samspil med deltageren/deltagerne. Dette tænkes på nuværende tidspunkt enten, at bestå af en handske man tager på med påmonterede retroreflektorer eller en stav/„wand“ som interaktøren skal kunne benytte sig af. Vha. denne handske eller stav/ kan interaktøren dermed få quadcopter til at bevæge sig i den retning og højde, som er ønsket.

Eksempelvis kunne man i stedet for at give quadcopteren direkte waypoints, som set i fjerde iteration, inkorporere muligheden for interaktion med quadcopteren. Denne interaktion ville inkludere den førnævnte stav, som ville indflyde quadcopterens bevægelses mønster således at, hvis den bevæges langsomt, kommer quadcopteren tættere på, og hvis den bevæges hurtigere, vil den holde en større afstand. For at få den til at virke mere levende, kunne man derudover implementere en funktion, der medfører at den i stedet for at stå stille, hvis der er ingen eller meget lidt interaktion er, skal flyve omkring nogle waypoints.

Betydningen af en sådan implementering ville danne belæg for yderligere undersøgelser og muligheden for at erhverve mere empiri inden for feltet *Human-drone interaction*. Samtidigt ville denne konceptuelle implementering og testene af dette også give mulighed for nye idéer, samt andre udviklings perspektiver. Teoretisk set ville denne iteration også danne grobund for at føre andre teorier ind over projektet. Heriblandt kunne man se på begreber som *Tangible Computing* i henhold til Paul Dourish, samt jævnføre et postfænomenologisk perspektiv i henhold til Don Ihdes forståelse af Heideggers „dasein“ begreb, hvor man forstår sig gennem den teknologi der omgiver en.

Sjette Iteration

Den sjette iteration består af kombinationen imellem de to førnævnte iterations trin - iteration fire og fem. Her forestilles det at man kunne kombinere de to tænkte kombinationer, på en sådan måde at quadcopteren ville agere autonomt, men samtidig kan interageres med. Ved en sådan implementering ville quadcopteren fremstå selvbestemmende over dens egne bevægelser, indtil man interagerer med den. Dette ville dermed også åbne muligheden for nye undersøgelser, perspektiver eller andre designmuligheder. Foruden at medføre nogle yderst interessante emner om hvordan vi forholder os til selvstyrende teknologi, ville dette også åbne op for nye spørgsmål om antropomorfisering af robotter. Spørgsmål om hvordan Sådanne interaktion ville opfattes? Hvor hurtig og affekt en antropomorfisering derved ville opstå og hvilken betydning det medfører? Og helt overordnet hvordan det overhovedet føles?

6.2 Applikationer i Performance Art

Det kunne yderligere forestilles at der kunne arbejdes med quadcoptere, på denne måde, i et performativt perspektiv foran et større publikum. Scener, både i teateret el. lign., kunne være et muligt miljø at arbejde i med quadcopter og motion capture system. Quadcopterne er mulige at være interaktive med, hvilket gør det oplagt at kunne bruge i forestillinger som dans eller teater. Samtidigt kunne man også designe quadcoptere til kunstinstallationer, som herved også kunne være interaktive. Der kunne tænkes at robotten specifikt fokuserer på en antropomorfisering, som igen kunne indeholde at et publikum aktivt kunne interagere med det, for at opnå antropomorfiseringen. Derudover skaber disse perspektiver også muligheden for at kunne reflektere over teknologiens udviklingen og hvad betydningen for interaktion med teknologien vil have for os mennesker.

Acknowledgement

Der rettes en stor tak til samarbejdet med FabLab RUC, Datalogi RUC og Qualisys. De har faciliteret materiel, og hertil sørget for at der var motion capture system til rådighed, for derudover også stille et lokale til rådighed for opsætning. De har gjort det muligt at kunne arbejde med droner og udvikle projektet i en ønsket retning.

Der rettes derudover også en stor tak til Rune Bastian Barrett for at samarbejde om at klargøre drone lokalet og få quadcoptere i luften. Rune har været en stor hjælp til det tekniske og bidraget løbende med at diskutere fremtidige planer i projektet.

Bibliografi

- [1] Philip Auslander. „At the Listening Post, or, do machines perform?“ I: *International Journal of Performance Arts and Digital Media* 1.1 (2005), s. 5–10.
- [2] Maaïke Bleeker, Jon Foley Sherman og Eirini Nedelkopoulou. *Performance and Phenomenology: Traditions and transformations*. Bd. 32. Routledge, 2015.
- [3] Jessica Rebecca Cauchard m.fl. „Emotion Encoding in Human-Drone Interaction“. I: (2016), s. 263–270.
- [4] Coursera. *Robotics: Aerial Robotics*. <https://www.coursera.org/learn/robotics-flight>. [Online; accessed 28-May-2017]. 2017.
- [5] Kerstin Dautenhahn. „Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction“. I: *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 362.1480 (2007), s. 679–704.
- [6] Paul Dourish. *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. MIT press, 2004.
- [7] Brian R Duffy. „Anthropomorphism and the social robot“. I: *Robotics and autonomous systems* 42.3 (2003), s. 177–190.
- [8] GitHub. *GitHub - Whoenig - CrazyflieRos*. 2015. URL: `\url{https://github.com/whoenig/crazyflie_ros}` (sidst set 27.05.2017).
- [9] Stan Lester. *An introduction to phenomenological research*. 1999.
- [10] David V Lu. „Ontology of robot theatre“. I: *Proceedings of the workshop Robotics and Performing Arts: Reciprocal Influences, ICRA*. Bd. 2012. 2012.
- [11] Vera Maletic. *Body-space-expression: The development of Rudolf Laban’s movement and dance concepts*. Bd. 75. Walter de Gruyter, 1987.

Bibliografi

- [12] Robin Murphy m.fl. „A Midsummer Night’s Dream (with flying robots)“. I: *Autonomous Robots* 30.2 (2011), s. 143–156.
- [13] OscarLiang.com. *QUADCOPTER PID EXPLAINED*. 2015. URL: [\url{https://oscarliang.com/quadcopter-pid-explained-tuning/}](https://oscarliang.com/quadcopter-pid-explained-tuning/) (sidst set 12.05.2017).
- [14] Richard Schechner. *Performance studies: An introduction*. Routledge, 2013.
- [15] Donald A Schön. *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Hachette UK, 2008.
- [16] Megha Sharma m.fl. „Communicating Affect via Flight Path: Exploring Use of the Laban Effort System for Designing Affective Locomotion Paths“. I: *Proceedings of the 8th ACM/IEEE International Conference on Human-robot Interaction*. HRI '13. Tokyo, Japan: IEEE Press, 2013, s. 293–300. ISBN: 978-1-4673-3055-8. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2447556.2447671>.
- [17] Jesper Simonsen m.fl. *Design research: Synergies from interdisciplinary perspectives*. Routledge, 2010.
- [18] Rob Tieben, Tilde Bekker og Ben Schouten. „Curiosity and interaction: making people curious through interactive systems“. I: *Proceedings of the 25th BCS Conference on Human-Computer Interaction*. British Computer Society. 2011, s. 361–370.
- [19] Wikipedia. *Scrum (software development)*. <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Scrum%20%28software%20development%29&oldid=782294173>. [Online; accessed 28-May-2017]. 2017.
- [20] Wikipedia. *Uncanny Valley* — *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. [Online; accessed 23-May-2017]. 2017. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Uncanny_valley.