

Foranalyse

Autonom overvågningsdrone



Rasmus Lydixsen
11647

Anders Opstrup
11726

Kevin Grooters
11655



Ingeniørhøjskolen
Aarhus Universitet
Finlandsgade 22
8200 Aarhus N

Projekt titel:

Autonom overvågningsdrone

Projekt:

Bachelorprojekt

Projektperiode:

August 2014 - December 2014

Projektgruppe:

14123

Gruppemedlemmer:

11647 – Rasmus T. Lydixsen
11762 – Anders H. Opstrup
11655 – Kevin Grooters

Vejleder:

Torben Gregersen

Samlet sidetal: 13

Projekt afsluttet: 17-12-2014

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Intro	1
1.1	Revisionshistorik	1
1.2	Ordforklaring	1
1.3	Indledning	1
Kapitel 2	Valg af hardware	2
2.1	Drone	2
2.2	Fjernbetjening	4
2.3	3G og GPS modul	5
2.3.1	3G modul	5
2.3.2	GPS	6
2.4	Maincontroller	7
2.5	Afstandsmåler	8
2.6	Kamera	10
Kapitel 3	Udviklingsværktøjer	11
3.1	Versionsstyring	11
3.2	Sprog og framework	12
3.3	IDE	13

1.1 Revisionshistorik

Rev. Nr	Dato	Initialer	Ændring
1.0	25-08-14	KG,RL	Oprettet foranalyse dokument.
1.1	11-09-14	RL	Tilføjet afsnit om microcontroller, afstandsmåler og batteri.
1.2	12-09-14	AO	Tilføjet afsnit om udviklingsværktøj.
1.3	15-09-14	KG	Tilføjet afsnit om 3G/GPS og fjernbetjening samt ændret drone afsnit.
1.4	16-09-14	KG	Foranalyse rettet efter møde med vejleder.
1.5	03-12-14	KG, AO	Opdateret og rettet foranalyse

Tabel 1.1: Revisionshistorik

1.2 Ordforklaring

Forkortelse	Betydning	Forklaring
ESC	Electronic speed controller	Bruges til at styre forsyning til motorerne.
Kv	rpm / volt.	Udtryk for omdrejningshastighed på motor som funktion af spænding.

Tabel 1.2: Ordforklaring

1.3 Indledning

Dette dokument indeholder foranalyse til projektet *Autonom overvågningsdrone*. Foranalysen udarbejdes for at få et overblik over projektets forskellige dele.

I foranalysen undersøges der hvad der kræves af software og hardware. Blandt andet undersøges forskellige hardware moduler, hvordan server kan sættes op, samt udviklingsmiljøer og udviklingsværktøjer. Foranalysen som helhed bruges til at dokumentere de valg og beslutninger der dannede grund for projektets indkøbsfase.

Først beskrives den valgte hardware, derefter beskrives udviklingsværktøj.

Valg af hardware 2

2.1 Drone

Det mest essentielle del til projektet er dronen. Derfor beskrives analyse og overvejelser lavet i forbindelse med dronens indkøb som det første.

Dronen til projektet blev valgt ud fra følgende punkter:

- Pris.
- Løftekapacitet.
- Tilgængelighed af reservedele.
- Open source kode til regulering (motorstyring).

Ud fra kriterierne stod valget af drone mellem to forskellige quadcoptere:

3DR – Quadcopter: Det amerikanske firma 3D Robotics udvikler droner i forskellige størrelser. Quadcoptere fra 3DR kan enten købes færdige eller som ”byg selv” projekter. Den bedst egnede quadcopter fra 3DR er et ”byg selv” kit der hedder DIY Quad Kit¹. Ved køb af kittet fås 4x 10 x 4.7 propeller, 20 amp ESC'er og motorer der maksimalt yder 850 Kv. Desuden medfølger et motorstyrsboard og styringssoftwaren er open source. Den samlede pris for DIY Quad kittet ligger på 549 USD. Det bemærkes, at batteri til quadcopteren skal købes separat.

AeroQuad: Det Amerikanske firma AeroQuad har lavet quadcopteren AeroQuad Cyclone ARF. Aeroquad'en² er en lidt større quadcopter med 12” propeller og motorer der yder 950 Kv (950 rpm/V). Til motorstyring følger open source styringssoftware samt fire 20 amp ESC'er med. Ydermere følger også tre pull og tre push propeller med. Ligesom det var tilfældet 3DR, skal batteri til AeroQuad også købes separat. Ønskes yderligere reservedele, kan de købes via AeroQuad's hjemmeside. Prisen for en AeroQuad ligger på 509\$.

¹<https://store.3drobotics.com/products/diy-quad-kit>

²http://www.aeroquadstore.com/AeroQuad_Cyclone_ARF_Kit_p/aqarf-001.htm

Opsummering af de vigtigste funktionaliteterne i de to quadcoptere:

Specifikationer	3DR	Aeroquad
ESC'er	4x med en maksimal belastning på 20 ampere	4x med en maksimal belastning på 20 ampere.
Motorer	4x 850 kV, børsteløse	4x 950 kV, børsteløse
Styringsboard	168MHz 32 bit ARM processor	168MHz 32 bit ARM processor
Propellere	4x 10x4.7	4x 12x2.8
Pris	550 \$	509 \$

Tabel 2.1: Opsummering



Figur 2.1: Aeroquad ARF

Ud fra den overstående undersøgelse, ses det at Aeroquaden er lidt billigere end 3DR quadcopter. Desuden har Aeroquad'en et større vingefang og motorer med højere rotationshastighed. Hvilket er faktorer der øger quadcopterens løfteevne og stabilitet. Derfor blev Aeroquad's quadcopter valgt til projektet.

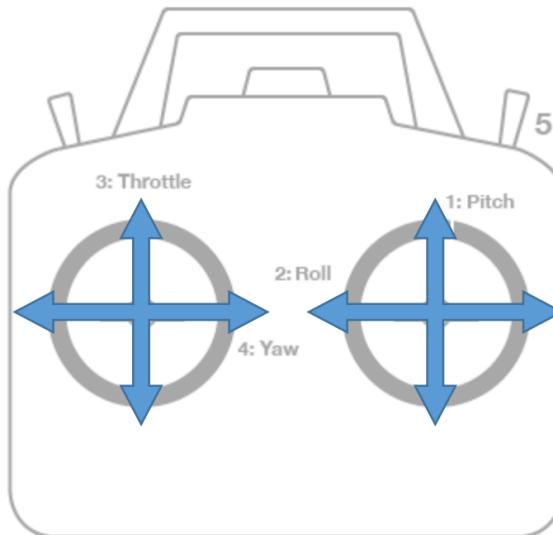
2.2 Fjernbetjening

For at øge sikkerheden i forbindelse med flyvning er det besluttet at købe en fjernbetjening til dronen. Fjernbetjeningen skal kunne bruges til at deaktivere den autonome del af dronen og vil udelukkende blive brugt i tilfælde af, at dronen fejler.

For at finde den bedst egnede fjernbetjening, blev fjernbetjeningen valgt efter følgende kriterier:

- Antal kanaler.
- Pris.
- Rækkevidde.

Som udgangspunkt skal fjernbetjeningen minimum have 4 kanaler, disse skal bruges til pitch, roll, throttle og yaw. Udover de 4 kanaler, ønskes yderligere en kanal. Denne kanal skal bruges til at tilkoble/afbryde den autonome del af dronen. Dette betyder at der ønskes en fjernbetjening med minimum 5 kanaler, helst fordelt som vist på figur 2.2



Figur 2.2: Fjernbetjening

Fjernbetjeningen har ikke den største funktionalitet i systemet, derfor ønskes det at finde en billig løsning. Da dronen skal flyve autonomt over større områder er det også nødvendigt med en stor rækkevidde på fjernbetjeningen. Baseret på erfaringer fra andre brugere, blev det besluttet at købe en Spektrum DX5e, en 5 kanals fjernbetjening.

2.3 3G og GPS modul

I dette afsnit beskrives valg af 3G og GPS modul.

2.3.1 3G modul

For at kunne kommunikere mellem webapplikation og drone er det nødvendigt at dronen har forbindelse til internettet. Der kræves en hurtig og stabil internetforbindelse, da dronen under flyvning både skal sende billeder og modtage kommandoer fra webapplikation.

Til at sende informationer mellem webapplikation og dronen er det bestemt som minimum at anvende GPRS protokollen eller højere. Nedenfor ses en tabel der viser de hastigheder fra forskellige mobilnet protokoller.

		Real World (avg)		Theoretical (max)		Availability
		Download	Upload	Download	Upload	
2.5G	GPRS	32-48Kbps	15Kbps	114Kbps	20Kbps	Today
2.75G	EDGE	175Kbps	30Kbps	384Kbps	60Kbps	Today
3G	UMTS	226Kbps	30Kbps	384Kbps	64Kbps	Today
	W-CDMA	800Kbps	60Kbps	2Mbps	153Kbps	Today
	EV-DO Rev. A	1Mbps	500Kbps	3.1Mbps	1.8Mbps	Today
	HSPA 3.6	650Kbps	260Kbps	3.6Mbps	348Kbps	Today
	HSPA 7.2	1.4Mbps	700Kbps	7.2Mbps	2Mbps	Today

Figur 2.3: trådløs teknologi³

Valg af mobilnetværks modul er foretaget ud fra følgende kriterier:

- Datarate.
- Pris.

Ud fra kriterierne fandt gruppen frem til følgende to moduler der kunne anvendes:

Sparkfuns⁴ Cellular Shield. Dette shield kan bruges sammen med en arduino, hvor det fungerer som et shield der skal placeres på arduinoen. Dog understøtter dette shield kun mobilnet op til GPRS. Som vist på Figur 2.3 kan GPRS kun uploade med 20 Kbps teoretisk og nok nærmere ~15 Kbps reelt.

Cooking-Hacks har lavet et 3G shield der er kompatibelt med arduino⁵. Dette shield understøtter brugen af 3G, hvilket giver upload hastighed op til ~2Mbps teoretisk og ~700Kbps reelt set - se Figur 2.3.

	Sparkfuns	Cookings-Hacks
Pris	99 \$	149 \$

Tabel 2.2: Prisoversigt moduler

³<http://www.techspot.com/guides/272-everything-about-4g/>

⁴<https://www.sparkfun.com/products/9607>

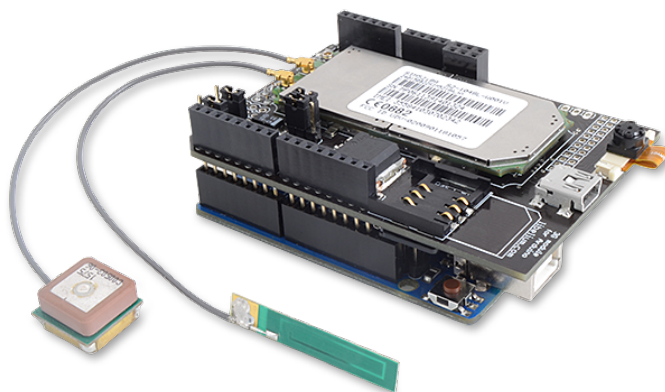
⁵<http://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/arduino-3g-gprs-gsm-gps>

Begge shields har mulighed for at transmittere data mellem dronen og webapplikationen. Cookings Hacks' 3G shield er dog en bedre løsning, da det understøtter et nyere mobilt netværk, der giver mulighed for at sende og modtage data med større datarater. Ved sammenligning af prisen ses, at Cooking Hacks shieldet koster mere end Sparkfuns, dog har Cooking Hacks shieldet den fordel at den udover 3G også indeholder GPS.

2.3.2 GPS

På grund af Cooking Hacks' 3G modul har indbygget GPS, blev det besluttet at benytte netop dette shield. Når GPS delen af shieldet bruges, kan det benyttes i tre forskellige modes: *mobile-assisted*, *mobile-based* og *standalone*.

De forskellige modes gør det muligt at bruge GPS sammen med eller uden netværk. Hvis GPS'en anvendes sammen med netværk, bliver GPS koordinaterne bearbejdet og sendt til den ønskede enhed, mens den i *standalone* giver koordinaterne direkte fra satellitterne.



Figur 2.4: 3G/GPS shield - fra cooking hacks⁶

På baggrund af undersøgelsen blev det besluttet at anvende 3G/GPS shield fra Cookings-Hacks til projektet. For det første er det billigere at købe 3G og GPS som et samlet modul end at købe 3G og GPS hver for sig. Desuden gør det en eventuel sammenkobling af 3G og GPS lettere.

⁶<http://www.cooking-hacks.com/3g-gprs-shield-for-arduino-3g-gps>

2.4 Maincontroller

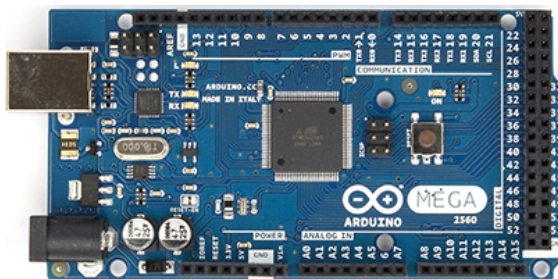
Til projektet skal der bruges en microcontroller som kan håndtere følgende opgaver:

- Linklag mellem 3G modul og flight control board
- Processering af billeder og evt. komprimering.
- Læsning fra de forskellige sensorer.
- Beregne dronens næste handling.
 - Ud fra nuværende position og ønsket position.
 - Sørge for at ændre orientering på drone.
 - Tilpasse flyvehøjde.

Microcontrolleren skal kunne håndtere C++ kode, da det ønskes at programmere objekt orienteret. C++ giver et højt abstraktionsniveau og gør det muligt at bruge klasser og objekter. Dette giver en bedre kodestruktur og gør koden nærmere at overskue. Desuden skal microcontrolleren være kompatibel med det 3G-shield der er beskrevet i afsnittet *3G/GPS shield*.

Både Raspberry Pi og Arduino kan håndtere C++ og er kompatible med 3G-shieldet. Raspberry Pi og Arduino microcontrollere ens på mange punkter. Dog har Raspberry Pi en noget kraftigere processor og besidder nogle unødvendige funktioner.

Det blev besluttet at bruge et Arduino 2560 board⁷. Hovedsageligt blev denne Arduino 2560 valgt, da Raspberry Pi krævede en form for mellemlags board for at kunne fungere med det valgte 3G/GPS shield. Desuden var det muligt at låne en Arduino 2560 af Ingeniørhøjskolen.



Figur 2.5: Arduino 2560

⁷<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

2.5 Afstandsmåler

For at sikre dronen under flyvning er det besluttet der skal tilføjes minimum to afstandsmålere. En af afstandsmålerne skal bruges til at måle flyvehøjde og en til antikollision.

Det er vigtigt at dronen på ethvert tidspunkt under flyvning kender egen flyvehøjde. Dette vil sikre dronen hverken flyver for højt eller for lavt. Desuden er det vigtigt at dronen kan detektere eventuelle forhindringer og manøvre udenom dem.

Afstandsmålere vælges ud fra følgende kriterier:

- Pris.
- Rækkevide.
- Størrelse/vægt.

Følgende 3 slags sensorer blev overvejet som afstandsmålere.

Ultralyds afstandsmåler - HC-SR04⁸

IR afstandsmåler - Sharp GP2Y0A710K0F⁹

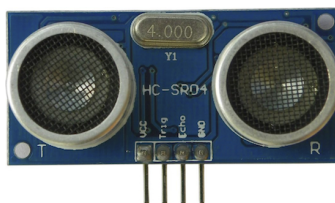
Laser afstandsmåler - LIDAR-Lite¹⁰

Se tabel 2.3 for kort sensor sammenligning.

Specifikation	Ultralyds sensor	Ir sensor	Laser sensor
Forsyning	DC 5V	DC 5V	DC 5V
Output	Puls, skiftede bredde	Spænding 1.4 - 3.4V	PWM, skiftede duty cycle
Rækkevide	0.02 - 4.5m	1.0 - 5.0m	1.0 - 40.0m
Vægt	8,5 gram	11 gram	12 gram
Pris	20 kr	150 kr	450 kr

Tabel 2.3: Afstands sensorer

Ud fra kriterierne blev det besluttet at gøre brug af ultralyds sensoren HC-SR04 til både højdemåling og antikollision. HC-SR04 blev valgt da: Ingeniørhøjskolen havde nogle HC-SR04 tilgængelig for udlån, og fordi HC-SR04 er en meget billig afstandsmåler. Hvilket betyder der der nemt kan købes nye/flere sensorer. Desuden har HC-SR04 sensoren en tilpas rækkevide og et simpelt 4 wires interface.



Figur 2.6: HC-SR04

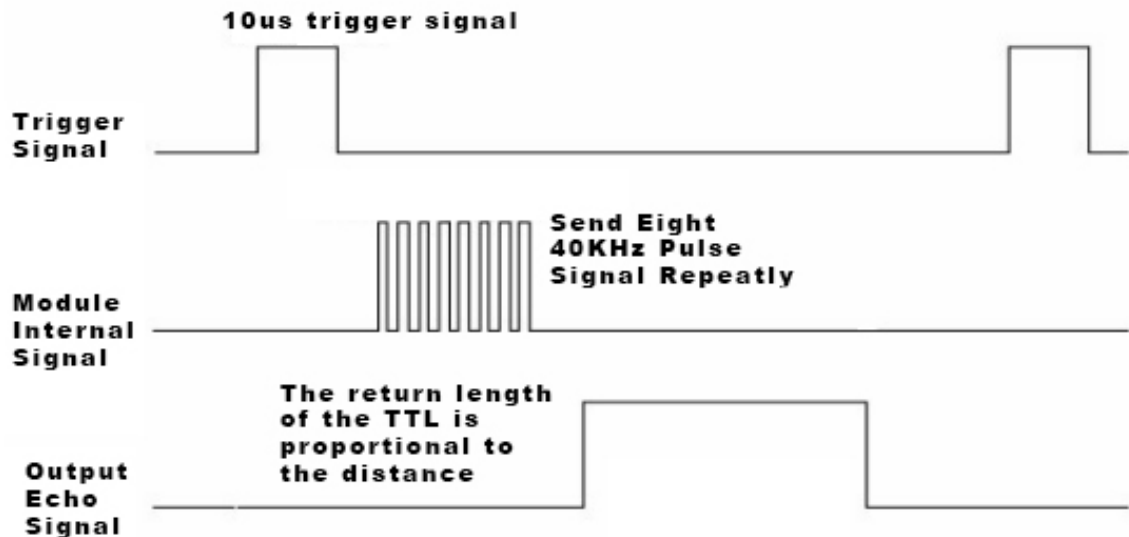
⁸http://www.hobbyking.com/hobbyking/store/RC_PRODUCT_SEARCH.asp?strSearch=HC-SR04

⁹<http://www.adafruit.com/products/1568>

¹⁰<https://store.3drobotics.com/products/lidar-lite>

HC-SR04 aktiveres ved at modtage en trigger puls på minimum 10 μ -sekunder. Herefter udsender sensoren 8 bursts af 40khz lydsignal fra sin sender. Efter udsending af de 8 bursts sættes echo-benet logisk højt. Når et burst rammer et objekt reflekteres lydsignalet tilbage til HC-SR04 og rammer modtager delen - hvilket sætter echo-benet lavt. Ved at måle pulsbredden på echo-benet kan afstanden til et objekt udregnes.

Afstand til objekt kan beregnes på følgende vis: $\text{pulsbredde} * \text{lydenshastighed} * 0.5$



Figur 2.7: HC-SR04

2.6 Kamera

Under flyvning ønskes det, at der kan tages billeder. Billeder skal sendes til database som systemets bruger kan tilgå. Følgende blev prioriteret højt, da der skulle vælges kamera:

- Kamera skal være kompakt
- Have lavt strømforbrug
- Tage billeder med middel opløsning

Til projektet er der overvejet nedenstående fire kamera'er:

µCAM

Kameraet der hedder µCAM¹¹ og kan lånes af Ingeniørhøjskolen. Kameraet kan bruges i forskellige modes. Det påregnes, at kameraet skal bruges i det mode hvor der tages billeder i VGA opløsningen. Opløsningen er 640x480 eller 320x240, hvilket passer meget fint med den ønskede opløsning.

JPEG Camera adafruit

Dette kamera kan købes på www.adafruit.com¹². Kameraet er super kompakt og med en vægt på kun 3g. Opløsningen er 640x480 eller 320x240. Til kameraet er der udviklet arduino library til styring af kameraet.

FlyCamOne eco V2

Dette kamera kan både optage video og tage billeder. Kameraet kan købes på www.sparkfun.com¹³. Billede opløsningen er 720x480. Kameraet gemmer film og billeder på et tilhørende SD kort.

Cooking Hacks kamera Cooking Hacks' kamera er et lille men simpelt kamera. Kameraet kan monteres på Cooking Hacks' shield, hvilket gør koblingen af systemet lav. Kameraet har en opløsning på 1600 x 1200.

Kameraet der er valgt til projektet er Cooking Hacks' kamera. Cooking Hacks' kamera kan monteres på shieldet, og billederne der tages behøves ikke at komme ned på arduinoen, før de sendes til serveren.

¹¹<http://www.4dsystems.com.au/downloads/micro-CAM/Docs/uCAM-DS-rev7.pdf>

¹²<http://www.adafruit.com/products/1386>

¹³<https://www.sparkfun.com/products/11171>

Udviklingsværktøjer 3

3.1 Versionsstyring

I overvejelser omkring værktøjer til versionsstyring blev kontrol og frihed prioriteret højt. Specielt blev mulighed for selv at styre server og nem oprettelse af nyt repository eller redigering af gamle repository's prioriteret højt. Det blev besluttet at bruge enten SVN eller GIT. Begge er gode versions styrings værktøjer, der bidrager til god struktur og giver overblik over de dokumenter der udarbejdes og deles.

SVN¹

SVN er et ældre versionsstyrings værktøj og er generelt det værktøj der bruges når projekter udarbejdes på Ingeniørhøjskolen. Det betyder at alle gruppens medlemmer har arbejdet med SVN og derved har kendskab til værktøjets stærke og svage sider. Desværre opstår der ofte problemer med SVN, da værktøjet i nogle tilfælde er dårligt til at merge filer, hvilket leder til mange merge conflicts. Disse conflicts er tidskrævende og danner grundlag for megen frustration.

GIT²

GIT er et nyere versionsstyrings værktøj og er derfor ikke så vel dokumenteret. Men GIT er et meget populært værktøj, specielt inden for startup virksomheder, mindre virksomheder og open source projekter. En af grundene til GIT er et populært værktøj er, at der findes et hav af gratis hosting sites, fx. www.github.com³. På dette site kan der oprettes repositories som let kan deles med andre.

En anden grund til GIT's store popularitet er måden hvorpå GIT håndterer versions styring. Ved GIT har hvert gruppemedlem sit eget repository på sin egen computer og en fælles repository på internettet, som er tilgængeligt for alle. Dette muliggøre offline arbejde og meget bedre merge kontrol.

Det blev besluttet at bruge GIT, da GIT er gratis og giver stor kontrol og frihed.

¹<http://tortoisesvn.net/>

²<https://subversion.apache.org/>

³<https://github.com/>

3.2 Sprog og framework

Arduino

Arduino er et opensource miljø som kan køre helt uafhængigt af OS. Sproget på arduino er en blanding af C og C++ alt afhængigt af hvor hardware nær koden skal være.

Server

Omkring server delen af projektet blev der lavet en del overvejelser. Blandt andet blev læsbarhed, testbar og strukturering blev prioriteret højt da sprog og framework skulle findes. Nedenfor er lavet en beskrivelse af de 3 muligheder der blev overvejet.

PHP⁴

PHP er et scripting sprog til serverside programmering. Læringskurven er meget lav og sproget er meget fleksibelt. Da det er et scripting sprog, er det ikke muligt at lave objekt orientering programmering. Med PHP udvikling vil fleksibiliteten prioriteres højere end struktureringen.

Ruby⁵

Ruby og Ruby On Rails er et relativt nyt udviklingsværktøj/sprog til server udvikling. Læringskurven er middel og sproget er tildels fleksibelt. Med Ruby On Rails er det muligt at skrive alt koden objekt orienteret. Sproget er tildels testbart, men det er dog ikke fokus i sproget.

Python⁶

Python er et ældre programmerings sprog, som er kendt for sin stramme syntaks. Pga. den stramme syntaks er læringskurven stejlere end hos de to andre sprog. Python bliver i modsætning til PHP og Ruby brugt til meget andet end web udvikling, derfor er test frameworket større. Kombineres Python med Django, som er et web-framework, fås et stort og meget stabilt test framework.

Både django og ruby on rails er to meget agile frameworks som begge benytter sig af Model view controller modellen, hvilket er ideelt. Men da gruppens medlemmer allerede besad lidt kendskab til python og pythons gode test framework, blev python + django valgt som sprog og framework til server delen.

Udvidet test framework

I samarbejde med python og django test frameworket blev det besluttet at inddrage selenium⁷ teknologien. Selenium er et værktøj som kan automatisere en browser, fx. kode der kan teste GUI'et og selve funktionaliteten i webapplikationen.

⁴<http://php.net/>

⁵<https://www.ruby-lang.org/en/>

⁶<https://www.python.org/>

⁷<http://www.seleniumhq.org/>

Database

Django frameworket understøtter en række forskellige databaser. Det er valgt at benytte en SQLite⁸ database, da dette er en simpel light weight database og dækker applikations behov for at kunne gemme billeder og tekst strenge.

3.3 IDE

Arduino

For at kunne udvikle kode til arduinoen, kræver det et IDE. Arduino har lavet deres eget IDE, der indeholder alle de nødvendige biblioteker og funktionalitet der skal til for at skrive kode. Men arduino IDE'et er ikke designet til større projekter, og det er derfor tiltænkt at anvende et andet IDE til projektet. Igennem undervisningen på IHA er der blevet stiftet bekendskab med Atmel Studio og Eclipse.

Atmel Studio

Atmel Studio er valgt som programmerings IDE til dronen. Dette er sket på baggrund af, at Atmel Studio er udviklet til at programmere arduinoer og andre micro controllere.

Eclipse

Eclipse er et IDE der er designet til højniveaus programmering. Eclipse har ligesom Atmel mulighed for at tilføje eksterne biblioteker, hvilket gør udvikelsen med Arduino simpel.

Server

Server programmeringen og python koden vil blive udviklet i en tekst editor, Atom.

⁸<http://www.sqlite.org/>