



AVANS HOGESCHOOL BREDA

REAL-TIME SYSTEMS (RTSYS)

---

# Robochallenge Robot Design Document

---

*Auteurs:*

Julian WEST

Jelle BRAAT

*Leraren:*

Joli VAN KRUIJSDIJK

Hans VAN DER LINDEN

Paul LINDELAUF

26 maart 2015

Versie: 0.9

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Eisen</b>	<b>1</b>
1.1	Operationele eisen . . . . .	1
1.2	Functionele eisen . . . . .	2
1.3	Quality of Service eisen . . . . .	3
1.4	Parametrische eisen . . . . .	3
1.5	Design eisen . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Use case beschrijvingen</b>	<b>5</b>
2.1	Use case diagram . . . . .	5
2.2	Use case omschrijvingen . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Black box subsysteem architectuur</b>	<b>11</b>
3.1	Interfaces . . . . .	11
3.2	Structured classes . . . . .	12
3.3	Sequence/State Machine diagram . . . . .	13
<b>4</b>	<b>Deployment view</b>	<b>14</b>
4.1	Morfologisch overzicht . . . . .	14
4.1.1	Beweging(Aandrijving) . . . . .	14
4.1.2	Oppakken (Grijpen) . . . . .	15
4.1.3	Zoomer (I/O) . . . . .	15
4.1.4	Knop (I/O) . . . . .	16
4.1.5	Camera (Vision) . . . . .	16
4.1.6	Batterij (Vermogen) . . . . .	17
4.2	Deployment diagram . . . . .	18
<b>5</b>	<b>White box subsysteem architectuur</b>	<b>19</b>
5.1	Interfaces . . . . .	19
5.1.1	Logica . . . . .	19
5.1.2	Aandrijving . . . . .	19
5.1.3	Vermogen . . . . .	19
5.1.4	Grijper . . . . .	20
5.1.5	Input/Output . . . . .	20

5.1.6	Vision . . . . .	21
5.2	Structured classes . . . . .	22

# 1 Eisen

In dit hoofdstuk worden eisen gesteld aan het systeem van de Robochallenge robot. Deze eisen zijn onderverdeeld in de volgende 5 typen eisen. Ten eerste de functionele eisen, daarna operationele, gevolgd door Quality of Service(QoS) eisen, hierna de parametrische eisen en als laatste de design eisen. Sommige eisen kunnen verder worden gegroepeerd met gerelateerde eisen.

Met de operationele eisen wordt bedoeld hoe het systeem met de diverse elementen in de omgeving zal samenwerken. Onder de functionele eisen wordt het gedrag en het kunnen van het systeem verstaan. QoS eisen houdt in hoe goed het systeem zijn operationele en functionele eisen uitvoert. Parametrische eisen betekent eisen aan de grootte van het fysieke systeem. Ten slotte valt onder design eisen de eisen aan de impressie en bruikbaarheid van het systeem.

## 1.1 Operationele eisen

### 1. Grijpen

De robot moet een bal kunnen grijpen.

### 2. Plaats 1

De robot moet zijn plaats in een ruimte kunnen detecteren.

### 3. Plaats 2

De robot moet de limieten (muren) van een ruimte kunnen bepalen.

### 4. Starten

De robot moet gestart worden door een enkele startknop.

### 5. Noodknop

De robot moet voorzien zijn van een noodknop die onmiddellijk alle functionaliteiten van de robot stop legt.

### 6. Aandrijving

De robot mag alleen elektrisch aangedreven worden.

### 7. Pitstop

De robot moet naar de pitstop kunnen navigeren.

**8. Instellen**

De robot moet vanaf een kaart een keuze maken m.b.t. ballen keuze.

**9. Geluid**

De robot moet een zoemer hebben voor feedback aan de gebruiker.

**1.2 Functionele eisen****1. Kalibreren**

De robot moet op basis van input zijn onderdelen automatisch kunnen bij- of instellen.

**2. Bewegen**

De robot moet autonoom bewegen, dus zonder enige ingrijpen van een persoon.

**3. Opslaan**

De robot moet de ballen naar een intern reservoir kunnen brengen.

**4. Objecten**

De robot moet de anderskleurige ballen vinden in relatie met zijn positie.

**5. Kleur**

De robot moet distinctie kunnen brengen in de kleuren van de ballen.

**6. Keuze**

De robot moet de correcte bal pakken die de missie vereist.

**7. Muren**

De robot moet wanneer deze tegen een muur aanrijdt kiezen om een andere kant op te gaan.

**8. Programmeren**

De robot moet kunnen worden geherprogrammeerd van een computer via USB.

### 1.3 Quality of Service eisen

1. **Flexibility 1**

De robot moet kunnen bewegen in 8 assen van vrijheid (Vooruit, achteruit, links, rechts en diagonaal).

2. **Flexibility 2**

De robot moet een bal kunnen grijpen vanaf diverse invalshoeken.

3. **Flexibility 3**

De robot moet een bal kunnen grijpen op diverse hoogten.

4. **Stability**

De robot mag ballen die zijn gegrepen niet laten vallen.

5. **Reliability**

De robot moet ballen kunnen onderscheiden in hun primaire of secundaire kleur.

### 1.4 Parametrische eisen

1. **Opslag**

De robot moet een opslag hebben die voldoende groot is voor 17 ballen met een diameter van 7cm.

2. **Grootte**

De robot mag niet groter zijn dan 50x40cm.

3. **Verplaatsbaar**

De robot zou handmatig te verplaatsen moeten zijn.

4. **Stroomtoevoer**

De robot moet voorzien zijn van zijn eigen stroom toevoer.

5. **Spanning**

De maximale interne spanning binnen de robot is 48 volt.

6. **Toegankelijkheid**

Onderdelen moeten toegankelijk zijn om tussen missies aanpassingen te kunnen maken.

## 1.5 Design eisen

### 1. Licht

De robot mag geen verblindend licht gebruiken.

### 2. Misleiden

De robot mag niet voorzien zijn van onderdelen die de tegenstander kan misleiden.

### 3. Offensief

De robot mag niet voorzien zijn van offensieve middelen zoals rookbommen, stroomstoten of Elektromagnetische Pulse(EMP) wapens.

### 4. Noodknop

De noodknop op de robot moet zichtbaar en toegankelijk zijn.

## **2 Use case beschrijvingen**

Dit hoofdstuk is toegewijd aan het omschrijven van de gebruikers interactie met het systeem. Elke use case beschrijft hoe een gebruiker een functie van het systeem uitvoert en hoe het systeem (visueel) hierop reageert.

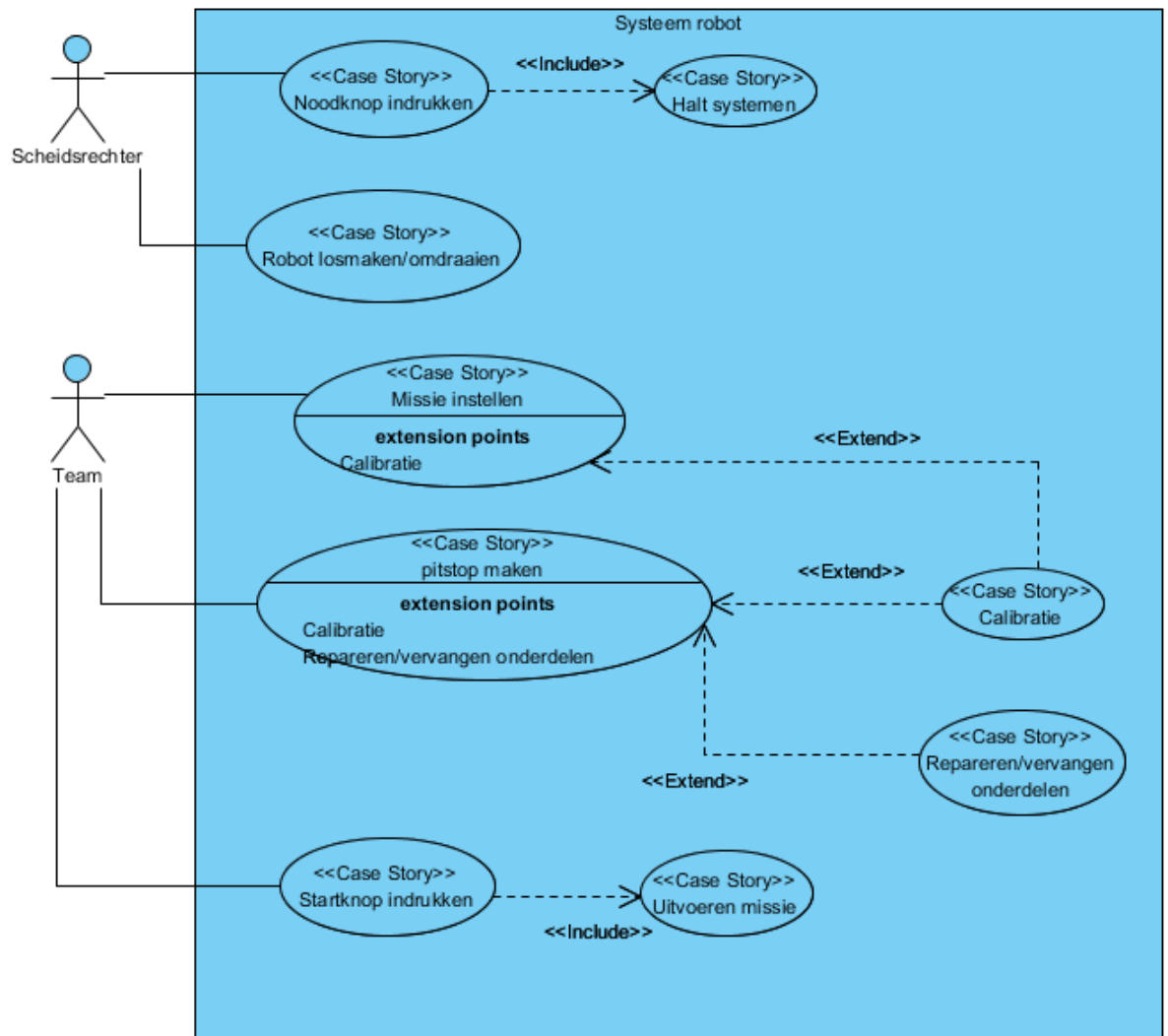
### **2.1 Use case diagram**

Het volgende diagram laat schematisch zien welke operaties een gebruiker kan uitvoeren met het systeem. Elke use case statement is als een eis te herleiden naar een van de eisen.



Visual Paradigm Enterprise Edition (Avans Hogeschool)

Name	Use case robochallenge
Description	Beschrijft de gebruikers interactie met het systeem



Figuur 1: Use case diagram van het globale systeem

## 2.2 Use case omschrijvingen

Naam <u>Use Case</u>	<b>Robot uitzetten/verwijderen</b>		
Samenvatting	In geval dat er iets fout gaat moet de scheidsrechter de robot kunnen deactiveren.		
Actoren	Scheidsrechter (R) Systeem (robot (S))		
<u>Preconditie</u>	De robot maakt een fout, of voert een niet handeling uit die niet is toegestaan.		
Acties	1	R:	Drukt op de noodknop van de robot.
	2	S:	Wordt op halt gezet en zal geen functies meer uitvoeren [1].
	3	R:	Pakt de robot vast aan de handvaten.
	4	S:	Voert geen acties meer uit [1].
	5	R:	Wordt van het veld verwijderd.
Uitzonderingen	[1]	Nadat de robot op halt is gezet zal hij geen enkele functie meer uitvoeren.	
Postconditie	De auto is ingevoerd in het daarvoor bedoelde systeem en opgeslagen. Er kan vanaf het systeem de auto worden bekeken en eventuele aanpassingen gemaakt worden.    De robot kan geen functionaliteiten uitvoeren en is door de scheidsrechter van het speelveld verwijderd		
<u>Special Requirements</u>	Aangeving van het filiaal.		

Figuur 2: Use case diagram van het globale systeem

Naam <u>Use Case</u>	<b>Missie instellen</b>		
Samenvatting	Aan het begin van de missie moet de camera gekalibreerd worden zodat de robot de goede kleur ballen <u>detecteerd</u> .		
Actoren	Team (T) Scheidsrechter (R) Robot (S)		
<u>Preconditie</u>	De robot staat gedeactiveerd op het speelveld met een willekeurige missie opgesteld.		
Acties	1	T:	Drukt op de aan knop.
	2	S:	Wordt geactiveerd. Wacht op een kleur (papier) voor kalibratie.
	3	R:	Houdt een kleur (papier) voor de camera van de robot.
	4	S:	Herkent de kleur.
	5	S:	Start de missie. [1]
Uitzonderingen	[1]	Indien de robot de kleur goed registreert zal hij dit laten weten door middel van een geluid.	
Postconditie	De robot zoekt de gekleurde ballen. Indien de robot gekalibreerd is op deze kleur zal hij de bal grijpen.		
<u>Special Requirements</u>	Heeft een kleur nodig voor kalibratie.		

Figuur 3: Use case omschrijving

Naam <u>Use Case</u>	<b>Pitstop maken voor reparatie</b>		
Samenvatting	Dit wordt tussen de missies door gedaan, het team kan op dat moment kalibreren en eventuele reparatie uitvoeren.		
Actoren	Team (T) Robot (S)		
<u>Preconditie</u>	De robot hoeft op het moment geen missie uit te voeren of mee te doen aan een wedstrijd. De robot heeft een kapotte component.		
Acties	1	S:	Staat in de pitstop voor reparatie.
	2	S:	Is gedeactiveerd.
	3	T:	Zoekt naar het kapotte component.
	4	T:	Vervangt het kapotte component.
	5	T:	Activeert de robot om het component te testen.
	6	S:	Voert een testronde uit. [1]
Uitzonderingen	[1]	Indien het kapotte component niet werkt zal het team de stappen 2 tot 5 opnieuw uit moeten proberen.	
Postconditie	De robot werkt weer en kan weer missies gaan rijden.		
<u>Special Requirements</u>	De robot hoeft op dat moment geen missie te rijden.		

Figuur 4: Use case omschrijving

Naam <u>Use Case</u>	Pitstop maken voor kalibratie		
Samenvatting	Dit wordt tussen de missies door gedaan, het team kan op dat moment kalibreren en eventuele reparatie uitvoeren.		
Actoren	Team (T) Robot (S)		
<u>Preconditie</u>	De robot hoeft op het moment geen missie uit te voeren of mee te doen aan een wedstrijd. De robot moet worden gekalibreerd.		
	1	T:	Drukt op de uitknop van de robot.
	2	S:	Is gedeactiveerd.
	3	T:	Pakt de kleur (op papier) die nodig is voor kalibratie.
	4	S:	Ziet de kleur voor de kalibratie en leest deze uit.
	5	S:	Geeft informatie over de kleur terug [1].
	6	:	Voert een test ronde uit [2].
Uitzonderingen	[1]	Indien de kleur niet overeenkomt met de gekalibreerde kleur. Dan heeft de kalibratie niet geholpen en zullen stappen 1 tot opnieuw uitgevoerd moeten worden.	
	[2]	Indien de robot niet goed werkt in de test ronde zal hij terug moeten komen voor een pitstop	
Postconditie	De robot is gekalibreerd en kan missies gaan uitvoeren.		
<u>Special Requirements</u>	De robot hoeft op dat moment geen missie te rijden.		

Figuur 5: Use case omschrijving

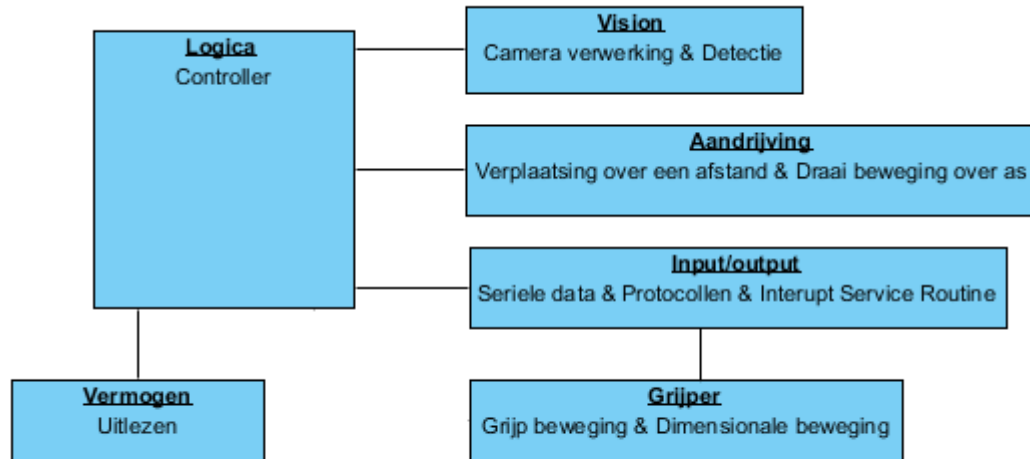
## 3 Black box subsysteem architectuur

Een black box subsysteem is een gesloten decompositie van het systeem. Dit houdt in dat een black box subsysteem een globaal overzicht is wat het systeem bevat, aan hardware componenten en wat deze hardware componenten kunnen uitvoeren.

### 3.1 Interfaces

- Het systeem heeft logica nodig om te functioneren. Dit is het belangrijkste component van het systeem en zal de alle (volgende) onderdelen combineren.
- Het systeem heeft vermogen nodig om te kunnen functioneren, dit vermogen moet gestuurd kunnen worden naar de juiste componenten.
- Het systeem maakt gebruik van vision, dit is een camera. De camera detecteert en registreert zijn omgeving.
- Het systeem heeft aandrijving nodig voor verplaatsing over het speelveld, dit houdt ook in dat het systeem kan draaien.
- Het systeem heeft een grijper. De grijper moet ballen van het speelveld grijpen en verplaatsen naar het reservoir.
- Het systeem heeft input en output (I/O) nodig. Dit zijn verschillende hardware componenten waar het systeem gebruik van zal maken. I/O is een verzamel naam voor alle overige componenten.

### 3.2 Structured classes

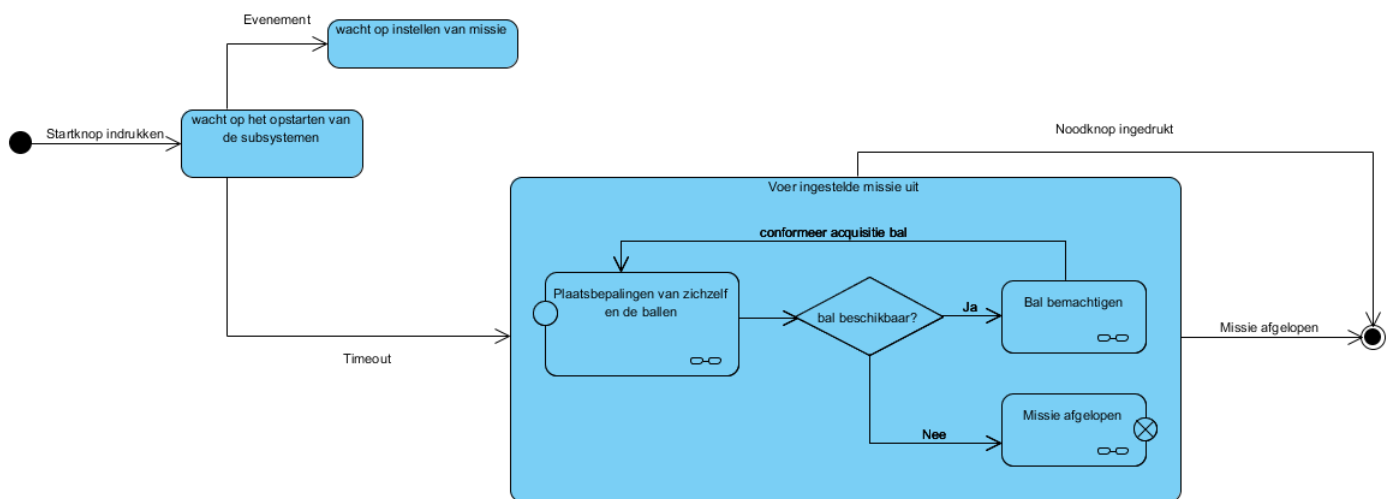


Figuur 6: Black box subsysteem diagram

### 3.3 Sequence/State Machine diagram

Visual Paradigm Enterprise Edition (Avans Hogeschool)

Name	Toestandsdiagram robochallenge
Description	Geeft de diverse toestanden waarin de robot zich kan bevinden



Figuur 7: State Machine diagram



## 4 Deployment view

Een deployment view beschrijft de interne omgeving waar het systeem op draait. Indien de interne omgeving ook externe afhankelijkheden heeft dan worden deze ook beschreven in het systeem. Alles zal dus op runtime van het systeem draaien ook de externe afhankelijkheden.

### 4.1 Morfologisch overzicht

Het morfologische overzicht is een vergelijking tussen componenten . Deze componenten zijn onder anderen aandrijving en grijpen. Er wordt een vergelijking gemaakt, met de componenten, die de voordelen en nadelen bepaald van componenten die gebruikt kunnen worden in het systeem.

#### 4.1.1 Beweging(Aandrijving)

Mogelijkheden	Voordelen	Nadelen
<u>Servo</u> motor	Gemakkelijk in gebruik en komt terug in dezelfde positie	Beperkt toerental en massatraagheid
Staaanker motor	Thermisch goed belastbaar en een groot vermogen	Een hoog toerental en massatraagheid
<u>Borstelloze</u> DC motor	Hoge koppelpiek en betrouwbaar	Moeilijk in gebruik en heeft geen interne positie sensoren

Figuur 8: tabel aandrijving

#### 4.1.2 Oppakken (Grijpen)

Mogelijkheden	Voordelen	Nadelen
Grijper met verticale statische beweging	Stabiele opstelling, eenvoudig om te maken, goedkoop om te maken	Niet flexibel en alles moet nauwkeurig
Grijper met twee joint as.	Meerdere dimensionale bewegingen, eenvoudig om te maken en accuraat	Onstabiel en de mogelijkheid om teveel vrijheid te krijgen.
Vacuüm grijper	Gemakkelijk in gebruik en gemakkelijk op te stellen	Te weinig kracht en geen precisie voor het verplaatsen naar het reservoir

Figuur 9: tabel oppakken

#### 4.1.3 Zoomer (I/O)

Mogelijkheden	Voordelen	Nadelen
ASM-RG-BUZZER	Klein en gemakkelijk aan te sluiten	Zacht geluid
SKU: DFR0032	Klein, gemakkelijk aan te sluiten, gebruikt weinig vermogen	Weinig geluidsmogelijkheden

Figuur 10: tabel zoomer

#### 4.1.4 Knop (I/O)

Mogelijkheden	Voordelen	Nadelen
<u>Arduino button</u>	Compact, goedkoop en gemakkelijk in gebruik	Klein, moeilijk te vinden
Noodknop	Valt goed op, groot en eenvoudig te vinden	Moeilijk te plaatsen

Figuur 11: tabel knoppen

#### 4.1.5 Camera (Vision)

Mogelijkheden	Voordelen	Nadelen
<u>Cognex 1403-01 Insight Micro Vision Camera</u>	Hoge beeldverhouding, klein, makkelijk te monteren en stevig	<u>Telecentrische lens</u> en prijzig
mvBlueFOX3	Kleinst, een hoog aantal frames per seconde, goede kleur filtering en inwendig geheugen	Duur en een gevoelige lens
<u>Ximea xiQ</u>	Snel, klein, weegt weinig, weinig stroom verbruik en een hoog aantal frames per seconde	<u>Telecentrische lens</u> , duur en klein beeld
<u>DJI Phantom 2 Vision Quadcopter FC200 Special 2-axis Brushless Gimbal Set</u>	Geen <u>telecentrische lens</u> , <u>goedkoop</u> , <u>borstelloze motor</u> en staat stabiel	Lage kwaliteit, niet stevig

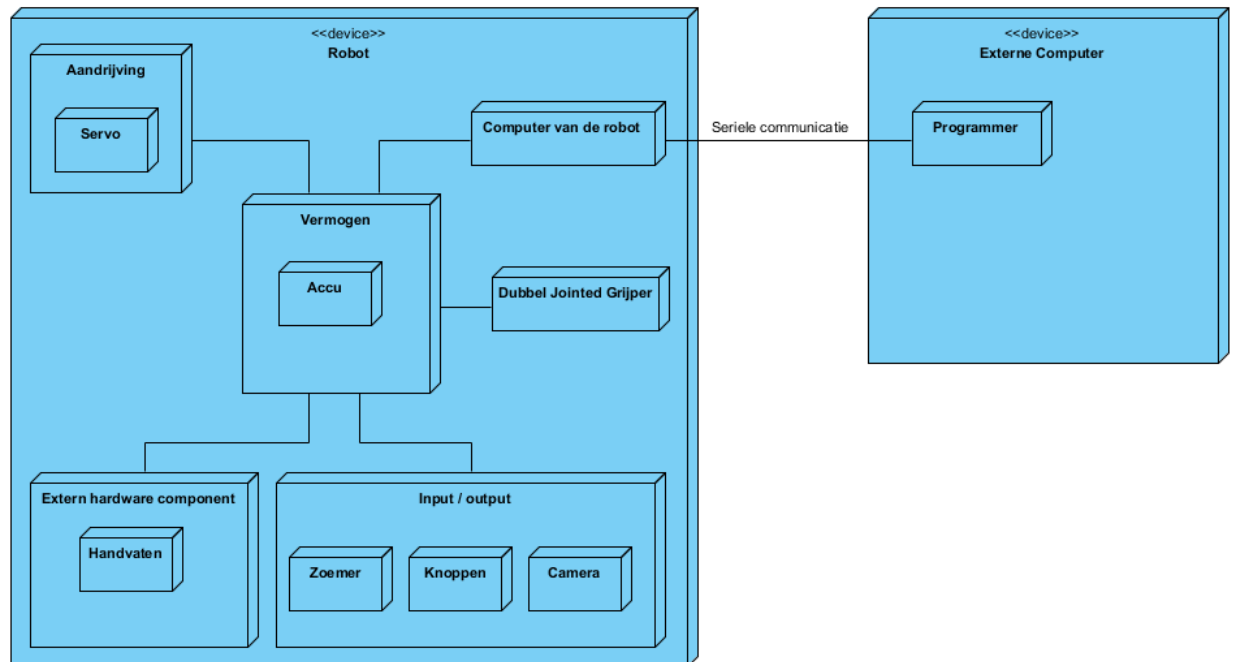
Figuur 12: tabel aandrijving

#### 4.1.6 Batterij (Vermogen)

<b>Mogelijkheden</b>	<b>Voordelen</b>	<b>Nadelen</b>
12 Volt batterijen	Meer stroom, goedkoop en een langere levensduur	Alle I/O werkt op 5 volt
Meerdere 1.5 Volt batterijen	Goedkoopst en weegt het minst	Werkt het kortst
Li-ion batterij	Langste levensduur, makkelijk aan te sluiten	Duurst

Figuur 13: tabel aandrijving

## 4.2 Deployment diagram



Figuur 14: Deployment view diagram van de robot

## 5 White box subsysteem architectuur

### 5.1 Interfaces

#### 5.1.1 Logica

De logica stuurt alle data door en verwerkt data. Dit gaat door middel van een controller. De controller ontvangt de data, daarna wordt er bepaald wat er met de data moet gebeuren en hoe waar het naartoe gestuurd moet worden. Dit is het hart van het systeem.

#### 5.1.2 Aandrijving

Er kan geroteerd worden bij een minimum van twee motoren. De motors zullen relatief van elkaar de snelheid aanpassen. Hierdoor is rotatie mogelijk.

De motor is een servo die op verschillende manieren data kan gebruiken. De motor bestaat uit verschillende onderdelen die verschillende mogelijkheden hebben:

- PWM - dit is de Pulse-width modulation dat houdt in dat er een elektrisch signaal wordt verstuurd in de vorm van een blok golf met een vaste frequentie. De spanning is dus of volledig ingeschakeld of uitgeschakeld. Binnen een bepaalde tijd is er een cyclus van 1 en 0 waarmee het signaal hoog of laag wordt.
- Rijden - dit houdt in dat de motor vooruit/achteruit gaat draaien. Hierdoor bewegen de wielen en kan de robot zich voort bewegen. Omdat er een PWM is zal de motor op verschillende snelheden kunnen rijden en met meerdere motoren maakt dit rotatie mogelijk.
- Noodstop - de motor moet afslaan zodra er een noodstop wordt gemaakt. Hierdoor zal de motor niet door rijden.

#### 5.1.3 Vermogen

Het vermogen van het systeem bestaat uit een batterij. Deze batterij is de stroom toevoer naar het systeem.

- Percentage - het percentage van de batterij is belangrijk, indien het percentage te laag is geeft het systeem aan dat er te weinig vermogen is om de

missie te uit te voeren. Het systeem kan dit laten weten door een geluid af te spelen op de zoemer

- Temperatuur - de temperatuur van de batterij is belangrijk om in de gaten te houden. Indien de temperatuur te hoog wordt zal het systeem zichzelf deactiveren. Dit is om onnodig gevaar te voorkomen.

#### **5.1.4 Grijper**

De communicatie met de grijper gaat via de Input/Output De grijper heeft verschillende mogelijkheden, het doel van de grijper is om uiteindelijk een bal op te pakken.

- Open - de grijper spreidt, zodat hij een bal kan pakken of los kan laten.
- Dicht - de grijper klemt, zodat hij een bal kan vasthouden en verplaatsen.

De grijper heeft een dubbel joint, dit houdt in dat aan de metalen as de grijper in verschillende dimensies kan bewegen.

- Rechts - de grijper draait naar rechts toe.
- Links - de grijper draait naar links toe.
- Boven - de grijper draait naar boven toe.
- Onder - de grijper draait naar beneden toe.

#### **5.1.5 Input/Output**

De Input/Output krijgt via Serile data alle gegevens van de grijper, zoemer en knop en communiceert deze door met de logica van het systeem.

Interrupt Service Routine (ISR) is een onderbreking. Dit vindt plaats wanneer er een knop wordt ingedrukt. Als dit gebeurt zal het rechtstreeks naar de logica worden gestuurd en zal voorrang krijgen op de andere communicatie.

De I/O heeft ook een knop deze knop wordt gebruikt als een start knop en als een noodknop de knop heeft twee functies.

- Indrukken - als de knop wordt ingedrukt zal er een ISR plaatsvinden.
- Loslaten - als de knop wordt losgelaten wordt dit door gecommuniceerd naar de serile data.

De I/O heeft ook een zoemer de zoemer heeft praktische functies voor het aangeven van fouten of enige andere vorm van communicatie met de buitenwereld.

- Frequentie - de frequentie van het geluid kan hiermee worden aangepast.
- Aan - hiermee wordt de zoemer aangezet.
- Uit - hiermee wordt de zoemer uitgezet.

#### **5.1.6 Vision**

Het gedeelte vision bestaat uit twee secties, camera verwerking en camera detectie. Vision voert alle beeld verwerking uit dit houdt in dat de robot hieruit gegevens kan halen van een bal of een kleur.

Camera detectie bestaat uit twee onderdelen namelijk :

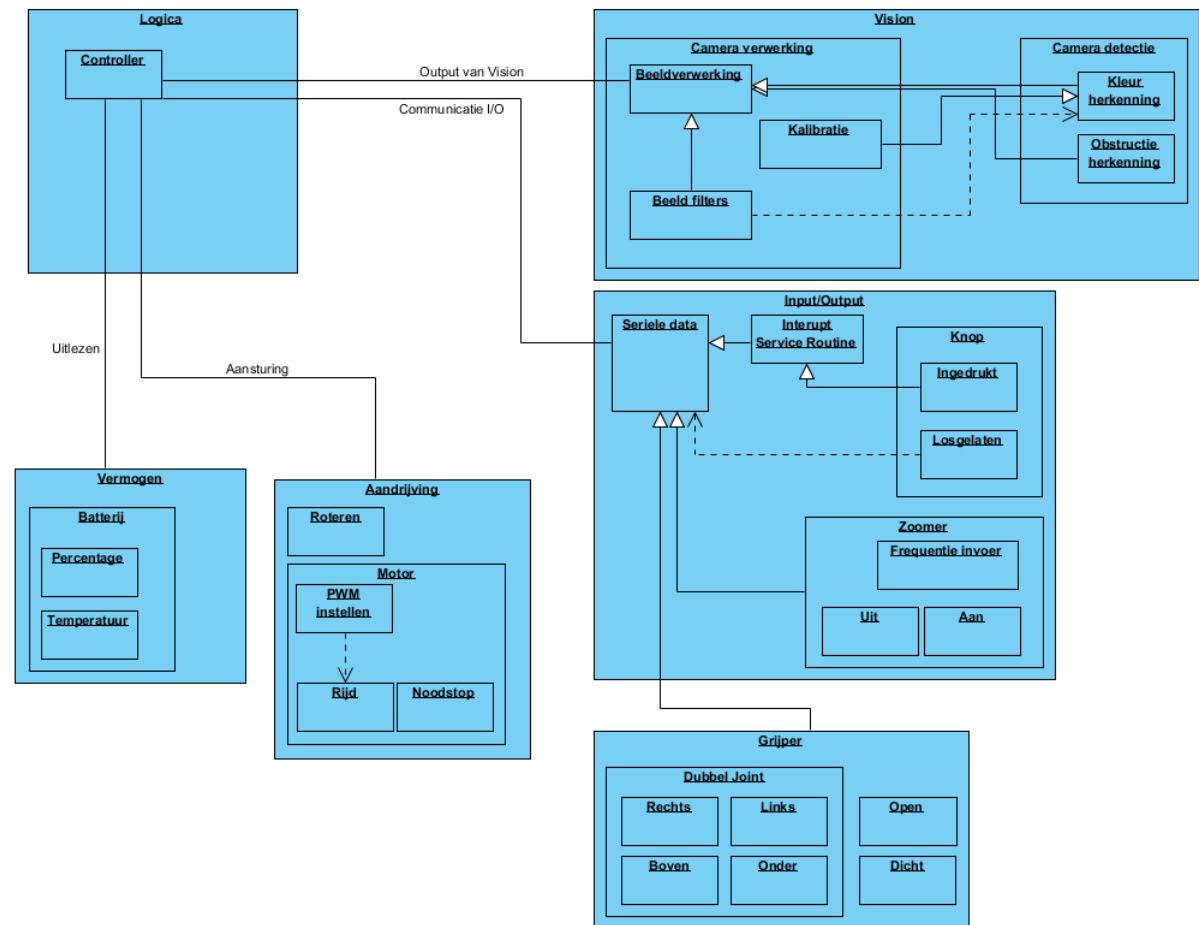
- Kleur herkenning - de camera kan kleuren zoals rood groen en blauw detecteren en herkennen. Hierdoor kan het systeem ballen van verschillende kleuren herkennen.
- Obstructie herkenning - het systeem een kan object of obstructie herkennen en hierop reageren door deze te ontwijken.

Camera verwerking zorgt voor communicatie met de logica aanwezig is. Dit is niet het enige het communiceert ook met de Camera detectie. Camera verwerking bestaat uit drie onderdelen die nauw samenwerken met camera detectie.

- Kalibratie - kalibratie is aanwezig omdat de kleur voor elke missie in te stellen is. De kalibratie werkt samen met kleur herkenning.
- Beeld filter - het beeldfilter is een reeds filters die over beelden heen gedaan kan worden. Hierdoor worden randen en muren uitgelezen.
- Beeldverwerking - hier komen alle beelden samen en worden verwerkt. De beeldverwerking communiceert nuttige data naar de logica, met nuttige data wordt bedoelt een positie van een bal of van een obstructie.



## 5.2 Structured classes



Figuur 15: White box subsysteem diagram