Kan een robotarm tafeltennissen?

Onderzoeksrapport – AP Project – Iets Technisch 1

22-10-2015

HAN

Remco van Alen, Bas van Summeren, Michiel Huevink, Paul Verhoeven, Thomas Fransen

# Versiebeheer

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Versie nummer | Omschrijving | Datum | Opgeleverd aan |
| 0.1 | Eerste opzet | 22-10-2015 |  |
| 1.0 |  |  |  |

# Inhoudsopgave

[Versiebeheer 1](#_Toc433279093)

[Inhoudsopgave 2](#_Toc433279094)

[1 Inleiding 3](#_Toc433279095)

[2 Tafeltennis 4](#_Toc433279096)

[3 De robotarm 5](#_Toc433279097)

[3.1 De snelheid 5](#_Toc433279098)

[3.2 De kracht 6](#_Toc433279099)

[3.3 Draaihoeken 7](#_Toc433279100)

[4 De montage van het batje 9](#_Toc433279101)

[5 Veiligheid 10](#_Toc433279102)

[5.1 Wat is veiligheid? 10](#_Toc433279103)

[5.2 Hoe wordt de veiligheid gehandhaafd? 10](#_Toc433279104)

[6 Beeldherkenning 12](#_Toc433279105)

[Literatuurlijst 13](#_Toc433279106)

[Bijlagen 14](#_Toc433279107)

[Daily inspection items 14](#_Toc433279108)

[Periodic inspection 15](#_Toc433279109)

# Inleiding

De afdeling ICA heeft een robotarm, van het type Melfa RV-2AJ-S12, overgenomen van de afdeling Elektrotechniek. Deze arm heeft op dit moment geen functie en daarom wil de opdrachtgever graag meer weten over de mogelijkheden van de robotarm.

Aan de hand van de hoofdvraag “Hoe kan de robotarm, Melfa RV-2AJ-S12, tafeltennissen?” Zijn diverse deelvragen opgesteld. Deze zijn onderverdeelt in een aantal hoofdstukken waarin ze worden behandelt.

De onderverdeling van de deelvragen:

**2, Tafeltennis**

1. Welke eigenschappen zijn van belang voor de robotarm om deze robotarm te laten tafeltennissen?

**3, De robotarm**

1. Wat zijn de technische limieten van de robotarm?
   1. Wat is de maximale snelheid?
   2. Wat is de maximale kracht?
   3. Wat zijn de draaihoeken van alle scharnieren?
2. Welke aanpassingen moeten verricht worden aan de robotarm om de robotarm te laten tafeltennissen?
3. Welke programmeertaal is het meest geschikt om de robotarm te programmeren?
4. Hoe kan de robotarm communiceren tussen de software en hardware?
   1. Welke protocollen zijn van belang?
   2. Hoe wordt de robot aangesloten?
      1. Welke software is nodig op de computer?
      2. Welke hardware is nodig om de robot aan te sluiten op een computer?

**5, Veiligheid**

1. Hoe kan de veiligheid worden gegarandeerd?
   1. Wat wordt er onder veilig verstaan?

**6, Beeldherkenning**

1. Hoe wordt het tafeltennis balletje gedetecteerd?

# Tafeltennis

|  |
| --- |
| Behandelde deelvragen:   1. Welke eigenschappen zijn van belang voor de robotarm om deze robotarm te laten tafeltennissen? |

# De robotarm

|  |
| --- |
| Behandelde deelvragen:   1. Wat zijn de technische limieten van de robotarm?    1. Wat is de maximale snelheid?    2. Wat is de maximale kracht?    3. Wat zijn de draaihoeken van alle scharnieren? 2. Welke aanpassingen moeten verricht worden aan de robotarm om de robotarm te laten tafeltennissen? 3. Welke programmeertaal is het meest geschikt om de robotarm te programmeren? 4. Hoe kan de robotarm communiceren tussen de software en hardware?    1. Welke protocollen zijn van belang?    2. Hoe wordt de robot aangesloten?       1. Welke software is nodig op de computer?       2. Welke hardware is nodig om de robot aan te sluiten op een computer? |

Om vast te stellen of de robot arm, RV-2AJ, kan tafeltennissen zijn er diverse eigenschappen van deze robot onderzocht. Deze eigenschappen hebben invloed op de snelheid, de kracht, de houding en het bereik.

## De snelheid

De snelheid van de robot is zeer belangrijk om vast te kunnen stellen of de robot kan tafeltennissen. Wanneer het positioneren van de robotarm te lang duurt is het balletje al van de tafel.

De robotarm heeft niet één maximale snelheid, maar een maximale snelheid per scharnier. Elk scharnier bevat een andere motor en heeft een andere maximale draaisnelheid. In het onderstaande tabel, Tabel 1, Speed of motion, staat de snelheid in graden per seconden per scharnier.

Tabel 1, Speed of motion





Figuur 1, Draaisnelheid van J1

Uit de bovenstaande gegevens kan geconcludeerd worden dat het scharnier ‘J1’ één seconde nodig heeft om van de linkerkant naar de rechterkant de draaien. Dit scharnier bevindt zich op het onderste draaipunt van de robot en bepaald de kijkrichting.

## De kracht

Om de robotarm een balletje te laten slaan heeft de robot een bepaalde kracht nodig. Aan het uiteinde (J6) zal een batje worden bevestigd en op dat punt moet de kracht voldoende zijn om een balletje te kunnen slaan. De krachten van de verschillende motoren in de scharnieren staan in Tabel 2, Allowable moment load.

Tabel 2, Allowable moment load



Het scharnier waaraan het batje bevestigt zal worden is J6 en deze heeft een kracht van 1,10 newtonmeter. Het gewicht dat de robot kan tillen is maximaal 2 kilo. Dit is afhankelijk van de afstand tussen het object en de robot. De maximale kracht per afstand is weergegeven in Figuur 2, Maximum load capacity.



Figuur 2, Maximum load capacity

## Draaihoeken

Er zijn twee varianten van de robotarm, de ‘RV-2AJ’ en de ‘RV-2AJC-SB’. Tijdens dit project wordt de ‘RV-2AJ’ gebruikt en dit is de 5-axes type. Dit is de linker robot in Figuur 3, De verschillende types.



Figuur 3, De verschillende types

In Figuur 4, Het nulpunt staat de robot arm op zijn nulpunt. Alle motoren staan dan op de coördinaten (0,0). Het is belangrijk om deze waarden goed te zetten, zodat de robot niet over zijn hardware-grenzen heen zal gaan. De grenzen zijn software matig vastgelegd.



Figuur 4, Het nulpunt

Elke as heeft een andere maximale hoek. In Tabel 3, Operating range staan per as de maximale bereikbare hoeken. Figuur 5, Draaihoeken daaronder geeft dit schematisch weer.

Tabel 3, Operating range





Figuur 5, Draaihoeken

De robotarm heeft een ingebouwde beveiliging dat hij niet voorbij de grenzen van de scharnieren kan gaan, maar hij kan wel zichzelf raken binnen de grenzen. Wanneer er een batje op gemonteerd wordt zullen deze grenzen veranderen. De rode lijnen geven het gebied van J5 aan. Dit is het uiterste draaipunt en is daarom het belangrijkste scharnier om in de gaten te houden.

# De montage van het batje

De positie van het batje op de robotarm is erg belangrijk. Dit heeft invloed de houding/positie van de arm en de manier van slaan. Het batje kan in het verlengde en haaks worden geplaatst, dit is weergegeven in Figuur 6, Mogelijke positie van het batje.



Figuur 6, Mogelijke positie van het batje (Redactie, 2014)

Wanneer het batje in het verlengde wordt geplaatst heeft de arm een natuurlijkere houding, maar zoals weergegeven in de bovenstaande afbeeldingen kan deze niet slaan. Wel kan het batje om zijn eigen as draaien, maar dan kan het balletje niet recht naar voren worden gekaatst. De tweede mogelijkheid is de haakse positie. Dit verkort de lengte van de arm, maar geeft de mogelijkheid om het balletje recht de kaatsen. Tabel 4, Voor- en nadelen van mogelijke posities biedt een overzicht van de voor- en nadelen per positie.

Tabel 4, Voor- en nadelen van mogelijke posities

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Positie | Voordelen | Nadelen |
| In het verlengde van de robot | Heeft 28 cm extra bereik  De lengte van een batje is 28 cm | Kan alleen om de as draaien |
| Haaks op de robot | Kan een slag beweging maken | Heeft 9,25 cm extra bereik  De breedte van een batje is 15 cm  De breedte van het handvat is 3,5 cm.  ((15 - 3,5) / 2) + 3,5 = 9,25 cm |

Het batje in de verlengde positie heeft een extra lengte van: 28 - 9,25 = 18,75 cm ten opzichte van het batje in een haakse positie.

# Veiligheid

|  |
| --- |
| Behandelde deelvragen:   1. Hoe kan de veiligheid worden gegarandeerd?    1. Wat wordt er onder veilig verstaan? |

In technische systemen staat veiligheid voorop en daarom wordt in dit onderzoek uitgebreid gekeken naar de handhaving van de veiligheid.

## Wat is veiligheid?

Wanneer er wordt gesproken over veiligheid wordt er bedoelt dat er geen mensen en objecten worden beschadigd.

## Hoe wordt de veiligheid gehandhaafd?

Om de veiligheid te handhaven zal er een veiligheidszone worden ingericht. Dit omvat het maximale bereik van de robotarm inclusief de lengte van het batje en een kleine buffer. Deze veiligheidszone zal worden aangegeven met een lint. Deze grenzen mogen niet worden overschreden door onbevoegden. In Figuur 7, Veiligheidszone is deze zone schematisch weergegeven.



Figuur 7, Veiligheidszone

Het is op dit moment voor de robot mogelijk om bewegingen te maken waarbij hij zichzelf kan raken. Om de veiligheid voor de robot te garanderen zullen er grenzen worden vastgesteld voor de draaihoeken van de scharnieren.

Om de veiligheid en de werking van de hardware te garanderen zal er elke dag een ‘Daily inspection’ worden gehouden en elke maand een ‘Periodic inspection’. Voor deze twee inspecties zijn twee lijsten met verschillende onderdelen die worden gecontroleerd. Deze lijsten staan in de bijlagen, Daily inspection items en Periodic inspection.

# Beeldherkenning

|  |
| --- |
| Behandelde deelvragen:   1. Hoe wordt het tafeltennis balletje gedetecteerd? |

# Literatuurlijst

Redactie. (2014, 05 26). *Transformeer dit bereau in een pingpongtafel*. Opgeroepen op 10 19, 2015, van Madpac: http://www.madpac.nl/gear/transformeer-dit-bureau-een-pingpongtafel/

<http://www.goeievraag.nl/sport-spel-recreatie/overig/vraag/350260/afmetingen-tafeltennisbatje>

- 29-09-2015

<http://www.plutosport.nl/shop/Tafeltennis/Dunlop_G_Force_Predator_Tafeltennis_Batje-679147.html>

- 12-10-2015

# Bijlagen

## Daily inspection items

Tabel 5, Daily inspection items (details)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Procedure | Inspection item (details) | | Remedies |
| Before turning power ON (Check the following items before turning the power ON.) | | | |
| 1 | Are any of the robot installation bolts loose? | (Visual) | Securely tighten the bolts. |
| 2 | Are any of the cover tightening screws loose? | (Visual) | Securely tighten the screws. |
| 3 | Are any of the hand installation bolts loose? | (Visual) | Securely tighten the bolts |
| 4 | Is the power supply cable securely connected? | (Visual) | Securely connect. |
| 5 | Is the machine cable between the robot and controller securely connected?  (Visual) | | Securely connect. |
| 6 | Are there any cracks, foreign contamination or obstacles on the robot and controller cover? | | Replace with a new part, or take remedial measures. |
| 7 | Is any grease leaking from the robot arm? | (Visual) | After cleaning, replenish the grease. |
| 8 | Is there any abnormality in the pneumatic system? Are there any air leaks, drain clogging or hose damage? Is the air source normal?  (Visual) | | Drain the drainage, and remedy the air leaks (replace the part). |
| After turning the power ON (Turn the power ON while monitoring the robot.) | | | |
| 1 | Is there any abnormal motion or abnormal noise when the power is turned ON? | | Follow the troubleshooting section. |
| During operation (try running with an original program) | | | |
| 1 | Check whether the movement points are deviated? Check the following points if there is any deviation.  1. Are any installation bolts loose?   1. Are any hand installation section bolts loose? 2. Are the positions of the jigs other than the robot deviated? 3. If the positional deviation cannot be corrected, refer to "Troubleshooting", check and remedy. | | Follow the troubleshooting section. |
| 2 | Is there any abnormal motion or abnormal noise? | (Visual) | Follow the troubleshooting section. |

## Periodic inspection

Tabel 6, Periodic inspection items (details)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Procedure | Inspection item (details) | Remedies |
| Monthly inspection items | | |
| 1 | Are any of the bolts or screws on the robot arm loose? | Securely tighten the bolts. |
| 2 | Are any of the connector fixing screws or terminal block terminal screws loose? | Securely tighten the screws. |
| 3 | Remove the cover at each section, and check the cables for wear damage and adherence of foreign matter. | Check and eliminate the cause.  If the cables are severely damaged, contact the Mitsubishi Service Department. |
| 3-month inspection items | | |
| 1 | Is the timing belt tension abnormal? | If the timing belt is loose or too tense, adjust it. |
| 6-month inspection items | | |
| 1 | Is the friction at the timing belt teeth severe? | If the teeth are missing or severe friction is found, replace the timing belt. |
| Yearly inspection items | | |
| 1 | Replace the backup battery in the robot arm. | Exchange it referring to "5.3.5 Replacing the backup battery" on page 54. |
| 2-year inspection items | | |
| 1 | Lubricate the grease at the harmonic reduction gears for each axis. | Lublicate it referring to "5.3.4 Lubrication" on page  52. |