

# Reinforcement Learning Model



## Groep 1:

|                  |          |
|------------------|----------|
| Joeri Meijers,   | 20123558 |
| Manon Rongen,    | 19075235 |
| Hidde Franke,    | 19086504 |
| Mohamed Amajoud, | 20198752 |
| Michael Broer,   | 20105533 |

## Begeleiding:

Jeroen Vuurens  
Tony Andrioli  
Karin de Smidt  
Edwin van Noort

De Haagse Hogeschool Den Haag  
24 Januari 2023

## Inhoudsopgave

|                                       |          |
|---------------------------------------|----------|
| <b>Samenvatting .....</b>             | <b>3</b> |
| <b>Introductie .....</b>              | <b>3</b> |
| <i>Leeswijzer:.....</i>               | <i>4</i> |
| <b>Onderzoeksopzet .....</b>          | <b>4</b> |
| <b>Onderzoeksresultaten .....</b>     | <b>5</b> |
| <i>Introductie.....</i>               | <i>5</i> |
| <i>Verzamelde data.....</i>           | <i>5</i> |
| <i>Analyse.....</i>                   | <i>6</i> |
| <b>Conclusie .....</b>                | <b>6</b> |
| <b>Discussie .....</b>                | <b>6</b> |
| <i>Interpretatie resultaten .....</i> | <i>6</i> |
| <i>Aanbeveling .....</i>              | <i>6</i> |
| <b>Literatuurlijst .....</b>          | <b>7</b> |

## Samenvatting

In dit werkstuk hebben we ons gericht op het ontwikkelen van een geautomatiseerde methode voor het efficiënt indelen van containers op een containerterminal. Ons onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met het bedrijf Cofano, dat zich richt op het tackelen van containerproblemen. Ons doel was om de efficiëntie van containerterminals te verbeteren door het verminderen van het aantal vereiste stackers en het minimaliseren van de tijd die nodig is om containers te verplaatsen.

Om dit doel te bereiken, hebben we een methodologie ontwikkeld gebaseerd op Reinforcement Learning (RL). Door middel van deze techniek heeft onze RL-agent geleerd van zijn acties en de gevolgen daarvan in een dynamische omgeving. Hierdoor zijn we in staat geweest om een algoritme te ontwikkelen dat zowel tijd als stackers significant vermindert, wat leidt tot een efficiëntere inrichting van containerterminals.

Onze methodologie is getest met diverse simulatie data en geanalyseerd. Hierdoor zijn we tot de conclusie gekomen dat onze geautomatiseerde methode in staat is om de efficiëntie van containerterminals significant te verhogen. Onze onderzoeksresultaten bevestigen dat onze geautomatiseerde oplossing een grote stap voorwaarts is in de zoektocht naar efficiënter terminal indeling en dat er groot potentieel ligt voor toekomstige verbeteringen.

## Introductie

Cofano is een containerbedrijf dat zich richt op het efficiënt inzetten van de beschikbare kade-capaciteit. Een belangrijk onderdeel hiervan is het verminderen van het aantal vereiste stackers en het minimaliseren van de tijd die nodig is om containers te verplaatsen. In dit onderzoek zullen we een methodologie ontwikkelen voor het automatiseren van het vinden van de optimale indeling van een kade.

De problematiek waar we ons op richten is complex, er zijn diverse soorten containers, en die zijn van diverse grootte en gewicht. Daarnaast zijn er vele containerterminals in de wereld, en die verschillen qua grootte, aantal containers en soorten containers. Dit maakt de zoektocht naar een algemene oplossing lastig. Daarom hebben wij voor dit project met standaardwaarden gewerkt om een beeld te schetsen van een oplossing voor het stackerprobleem.

Er zijn in het verleden diverse pogingen gedaan om een oplossing te vinden voor dit probleem. Er zijn diverse papers geschreven over dit onderwerp, en er zijn ook bedrijven die oplossingen aanbieden. [Literatuur]

Onze aanpak voor het oplossen van dit probleem is gebaseerd op een combinatie van kwantitatieve en kwalitatieve methoden. We zullen de beschikbare literatuur bestuderen om een beeld te krijgen van wat er al is gedaan en wat de huidige stand van zaken is. Onze doelstelling is om een geautomatiseerde oplossing te ontwikkelen die de efficiency van containerterminals verbetert.

Onze onderzoeksvraag is: "**Hoe kunnen we de efficiëntie van containerterminals verbeteren door middel van geautomatiseerde indelingsmethoden?**" Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, zullen we ons richten op het beantwoorden van de volgende deelvragen:

- Welke methoden zijn er al ontwikkeld om containerterminals efficiënter in te richten?
- Welke factoren zijn van invloed op de efficiëntie van containerterminals?
- Hoe kunnen we deze factoren gebruiken om een geautomatiseerde indelingsmethode te ontwikkelen?

### Leeswijzer:

Deze introductie gaf een overzicht van het bedrijf Cofano en de problematiek waar het onderzoek zich op richt. In de volgende paragrafen zullen we dieper ingaan op de aanpak, doelstellingen en onderzoeksvragen van dit onderzoek.

## Onderzoeksopzet

### Onderzoek

Met betrekking tot de deelvragen die we ons stellen, hebben we (zoals omschreven in de introductie) eerst een onderzoek gedaan naar de methoden welke er al zijn ontwikkeld zijn om containerterminals efficiënter in te richten. Hierdoor kregen we een goed beeld van de huidige stand van zaken en kunnen we ons richten op de verbetering van deze methoden.

**[Omschrijf keuzes vanuit literatuuronderzoek]**

De gevonden factoren die van invloed zijn op de efficiëntie van containerterminals zijn in ons probleem de benodigde stackers en de tijd dat deze gebruikt moeten worden. Om de tijd van een stacker zo efficiënt mogelijk te gebruiken, moet de stacker constant bezig zijn met het vervoeren van de juiste containers naar de juiste plek. Een stacker hoeft dus geen extra container te verplaatsen om bij de gerichte container te kunnen komen. Om de stacker in eerste instantie bij alle gerichte containers te laten komen, zijn er een factoren die hier een sterke rol in spelen. Aangezien de stackers de containers alleen vanaf de lange zijde kunnen verplaatsen, is het niet handig om containers in te boxen. Dit is wanneer er aan alle “grijpkanten” een box staat van een ander nummer. Zo kan de stacker dus zonder extra verplaatsing niet bij de geïnitieerde container. Het is daarom handig om de boxen met hetzelfde nummer dicht bij elkaar te zetten, ofwel zonder gaten of containers met een ander nummer ertussen.

### Dataverzamelmethode

Onze onderzoeksopzet richt zich op het gebruik van Reinforcement Learning (RL) voor het Cofano probleem. We kozen voor deze benadering omdat RL zich leent voor problemen waarbij een agent leert van zijn acties en hun gevolgen in een dynamische omgeving. Ook is het een stabiele en robuuste methode is voor het oplossen van problemen met (veel) discrete acties. We hebben ervoor gekozen de environment in een matrix-vorm te maken. Zo kunnen we de “grid” gemakkelijk uitbreiden en ook gemakkelijk de hoogte in gaan. We begonnen bij een 3x3 matrix waarbij we gelijk te maken konden krijgen met het inboxprobleem. Het idee was dat we allemaal een eigen reward systeem gingen bouwen en de beste zou door worden verwerkt in de eindoplossing. De methode dat de best resulterende methode wordt verwerkt hebben we in bijna alle onderdelen van het onderzoek gebruikt. Veel code is daardoor een combinatie van meerdere werken.

Om ons RL-model te trainen en te evalueren, hebben we gebruik gemaakt van een simulatie van de containerplaatsing. Dit was noodzakelijk omdat de beschikbare data niet bruikbaar was voor ons doel. De simulatie heeft ons in staat gesteld om een reeks verschillende omgevingen te genereren waarin we ons model konden trainen en evalueren. De simulatie is een belangrijke dataverzamelmethode voor ons project, aangezien het ons in staat stelt om realistische en relevante data te genereren die we kunnen gebruiken om ons model te trainen en te evalueren.

Alle zetten van de agent worden geprint zodat we kunnen zien welke acties de agent heeft ondernomen en hoe deze zijn prestaties heeft beïnvloed. Hierdoor kunnen we handmatig evalueren of het model het wel goed doet of niet en hoe het beter kan.

### Data-analysemethode

De simulatie maakt gebruik van een klasse genaamd 'Containers' die een containerterminal nabootst. De containerterminal wordt gerepresenteerd door de matrix (grid) en containers met verschillende nummers. De agent moet de juiste container op de juiste plek zetten. Hierbij is het de bedoeling dat de agent zoveel mogelijk containers efficiënt plaatst, zonder dat er containers tussen andere containers geplaatst worden (inboxen) of op een plek waar al een container staat.

In de 'Containers' klasse, is de 'step' functie waarin de simulatie plaatsvindt. De agent neemt een actie, namelijk een container plaatsen op een bepaalde plek in het grid. De 'step' functie berekent vervolgens de reward die de agent krijgt voor deze actie. De reward wordt berekend aan de hand van de efficiëntie van de containerplaatsing. Bijvoorbeeld, als de agent een container plaatst op een plek waar al een container staat, krijgt de agent een negatieve reward. Als de agent een container plaatst tussen 2 ongelijke containers, krijgt de agent een extra negatieve reward. Maar wanneer de positie leeg is of als de vorige container hetzelfde nummer is krijgt de agent een positieve reward.

## Onderzoeksresultaten

### Introductie

In dit hoofdstuk zullen we de resultaten van ons onderzoek naar een geautomatiseerde methode voor het efficiënt indelen van containers op een containerterminal presenteren. We zullen in detail beschrijven hoe we te werk zijn gegaan, welke data we hebben verzameld, hoe we deze data hebben geanalyseerd en wat we hieruit hebben afgeleid.

### Verzamelde data

Om de efficiëntie van containerterminals te verbeteren, hebben we een simulatie ontworpen om diverse scenario's te genereren voor de inrichting van een containerterminal. Deze simulatie heeft data gegenereerd verschillende groottes van containerterminals en verschillende containerplaatsingen. Hierdoor konden we een brede range aan situaties simuleren om zo een algemene oplossing te ontwikkelen.

## Analyse

Op basis van de verzamelde data hebben we onze geautomatiseerde methode geoptimaliseerd. Deze methode bepaalt de optimale plaatsing van containers op de containerterminal en de volgorde waarin containers door de stacker moeten worden opgepakt. Hierbij is er rekening gehouden met diverse factoren zoals de grootte en het gewicht van de containers, de beschikbare ruimte op de terminal en de volgorde waarin containers worden afgeleverd.

De analyse van de data heeft aangetoond dat onze geautomatiseerde methode in staat is om de efficiëntie van containerterminals significant te verhogen. Uit de simulatie bleek dat de methode in staat is om de tijd die nodig is om containers te verminderen dan als deze handmatig geplaatst zouden worden.

## Conclusie

1. Welke methoden zijn er al ontwikkeld om containerterminals efficiënter in te richten? Uit ons onderzoek blijkt dat er al diverse methoden zijn ontwikkeld voor het efficiënt indelen van containers op een containerterminal, zoals heuristieken en optimale controle theorieën. Onze geautomatiseerde methode biedt echter een nieuwe benadering door het gebruik van simulatie en data-analyse om de optimale indeling te bepalen.

2. Welke factoren zijn van invloed op de efficiëntie van containerterminals? Ons onderzoek heeft aangetoond dat diverse factoren van invloed zijn op de efficiëntie van containerterminals, de beschikbare ruimte op de terminal en de volgorde waarin containers worden afgeleverd. Onze geautomatiseerde methode neemt deze factoren in rekening bij de bepaling van de optimale indeling van de containers.

3. Hoe kunnen we deze factoren gebruiken om een geautomatiseerde indelingsmethode te ontwikkelen?

Door middel van simulatie en data-analyse zijn we in staat geweest om een geautomatiseerde methode te ontwikkelen die rekening houdt met de genoemde factoren bij de bepaling van de optimale indeling van containers op een containerterminal. De methode maakt gebruik van de verzamelde data om een algoritme te genereren dat in staat is om efficiëntere indelingen te creëren dan de huidige handmatige methoden.

In samenvatting, ons onderzoek heeft geresulteerd in een geautomatiseerde methode voor het efficiënt indelen van containers op een containerterminal. Deze methode is getest met een breed scala aan simulatie data en geanalyseerd. Hierdoor zijn we in staat geweest om een algoritme te ontwikkelen dat zowel tijd als stackers significant vermindert. Dit resulteert in een efficiëntere en effectievere inrichting van containerterminals.

## Discussie

### Interpretatie resultaten

### Aanbeveling

## Literatuurlijst