

Samenvatting

Het doel van deze onderzoeksopdracht is om het onderzoek van Duinkerken (2006) op het gebied van het routeren van AGVs uit te breiden met prestatie gegevens van havens die gebruik maken van een lay-out met vaste paden (cirkel, grid) die gebruik maken van Möhrings algoritme (2008, 2004) voor het routeren van AGVs; dit is gedaan door een computer model te bouwen. Routeren is het bepalen van routes voor een set AGVs om hun transport taken uit te voeren.

Het doel van het onderzoek van Duinkerken is om de theoretische capaciteit te vergelijken van havens die gebruik maken van vaste paden met de capaciteit van havens die gebruik maken van een lineaire oversteek methode. Duinkerken bouwde een discreet model om de prestaties van de verschillende strategieën te bepalen en presenteert deze waarden in de vorm van taken uitgevoerd per uur voor een bepaald nummer AGVs.

In het werk van Möhring wordt een dynamisch AGV routing model voor een willekeurige route bestudeerd. Het doel van het algoritme is om de kortste route te berekenen waarbij rekening wordt gehouden met de kosten (kosten = reistijd + wachttijd) waarbij rekening wordt gehouden met de bestaand tijdvakken. Het grote voordeel van het algoritme is het feit dat tijdsafhankelijk gedrag van de AGVs volledig wordt gemodelleerd, zodat behalve conflicten ook impasses voorkomen kunnen worden op het moment van het berekenen van de route. Een ander belangrijk ingrediënt is de representatie van de fysieke afmetingen van de AGVs door gebruik te maken van zogenaamde conflict sets.

Twee belangrijke interpretatie beslissingen met betrekking tot de implementatie van Möhrings algoritme werden genomen: allereerst worden in onze interpretatie – voor de eenvoudigheid - conflict sets niet gegenereerd door middel van polygonen. Daarnaast, omdat niet alleen onduidelijk is wat Möhring bedoelt met "verkorten, verwijderen of hetzelfde laten van de tijdvakken" , maar ook waar AGVs zouden moeten wachten, mogen in onze interpretatie AGVs niet onderweg wachten, maar alleen op de plaats van een kade- of stack kraan.

Vanuit deze aannames is een computer model gebouwd voor het experiment, wat vervolgens is geverifieerd en gevalideerd. Daarna is een experiment uitgevoerd gebruik makend van dit computer model. Het doel was om prestatie indicatoren te verkrijgen voor cirkel- en grid lay-out varianten en deze te vergelijken met de resultaten van Duinkerken.

Twee hypothesen zijn opgesteld; hypothese nr. 1 luidt: *"Een hoge resolutie, grid lay-out, AGV routing systeem welk gebruik maakt van Möhrings algoritme, zal resulteren in een kleinere capaciteit dan de cross-close- en cross-safe varianten onderzocht door Duinkerken (2006)."*

Hypothese nr. 2 was vastgesteld als: *"Wanneer er meer AGVs aan deze grid lay-out worden toegevoegd, zal het aantal taken dat per uur wordt uitgevoerd niet meer lineair toenemen en uiteindelijk afnemen. Met andere woorden: het toevoegen van meer AGVs aan het netwerk zal uiteindelijk een omgekeerd evenredig effect hebben op de capaciteit van de haven als gevolg van congestie."*

In de conclusies wordt de eerste hypothese verworpen: alhoewel het AGV routing systeem dat gebruik maakt van Möhrings algoritme een kleinere capaciteit heeft dan de cross-close variant van Duinkerken, heeft het een hogere capaciteit dan de cross-safe variant.

De tweede hypothese kan slechts gedeeltelijk worden aangenomen: de toename van het aantal taken dat per uur wordt uitgevoerd zakt als het aantal AGVs wordt opgevoerd, dus inderdaad neemt de prestatie niet op een lineaire schaal toe. Voor hogere aantallen AGVs echter duren de simulatie runs zo lang, dat een absolute afname in de prestaties niet gemeten kan worden. Er kan echter wel geconcludeerd worden dat voor deze aantallen AGVs het netwerk aan zijn limiet van capaciteit zit en dat waarschijnlijk, als het aantal AGVs groot genoeg wordt, dit effect zal resulteren in een absolute afname van de prestaties.

Enkele andere congestie effecten kunnen ook worden waargenomen: boven de 35 AGVs benadert de wachttijd de orde van grootte van de reistijd om de route. Daarnaast kan worden waargenomen dat boven de 25 AGVs de gemiddelde reisafstand al met 10% toeneemt.

Voor grotere aantallen AGVs ontstaan enige parkeer conflicten, maar dit effect blijft marginaal vergeleken met het aantal parkeer conflicten die optreden in de cross-close en cross-safe varianten onderzocht door Duinkerken. Dit verschil is waarschijnlijk te verklaren door het feit dat in de cross-close en cross-safe varianten de reistijd veel korter is en de wachttijd veel langer.

Ter afsluiting van het rapport wordt aanbevolen in de toekomst te onderzoeken wat het effect is op de haven prestaties als wachten onderweg wordt toegestaan. Een andere aanbeveling is om te onderzoeken wat het effect is van netwerk resolutie op de prestaties en om de wachttijden te bekijken die optreden in de cross-close en cross-safe van Duinkerken (en deze te vergelijken met dit onderzoek). Als laatste wordt aanbevolen om de effecten te onderzoeken van Möhrings algoritme op de prestaties van een haven die gebruik maakt van een cirkel lay-out.