

Agent-Based Simulation

Onderzoeksverslag



Simulation

Frank Spakman

1720733

Versie:1.0

Abstract

Voor de cursus Simulation heb ik een opdracht uitgevoerd waar de theorie van het Nagel-Schrekenberg model wordt toegepast. Er wordt gekeken naar de doorstroom van een eenbaansweg en of een " massa traag voertuig" daar impact op heeft. Door middel van een simulatie en analyse van de resultaten is er antwoord gegeven op de vraag: 'Wat is het effect van een enkel massa traag voertuig op de doorstroom van een enkele rijbaan?'.

Als vooronderzoek is het Nagel-Schrekenberg model bestudeerd om het te kunnen implementeren in de code. Het model bestaat uit 4 regels die worden toegepast van links naar rechts en voor elke iteratie.

Om een simulatie van dit model te realiseren wordt er gebruikt gemaakt van Mesa, dit is een simulatietool binnen python.

Naar mate de dichtheid van de voertuigen op de weg groter werd nam de doorstroom af. Dus de resultaten van de simulatie lieten zien dat een enkel massa traag voertuig geen invloed had op de doorstroom van een enkelbaans weg.

Inhoud

Abstract	2
Inleiding	4
Vooronderzoek.....	4
Plan van aanpak	5
Modules	5
Toolkeuze	6
Het experiment.....	6
Resultaten	7
Conclusie	9
Discussie.....	9

Inleiding

Voor de cursus Simulation heb ik een opdracht gekregen om het Nagel-Schrekenberg model toe te passen op een eenbaansweg. Tijdens deze simulatie wordt er gekeken naar een massa traag voertuig wat invloed heeft op de doorstroom van de weg. Hier wordt een simulatie van gemaakt en de resultaten zullen de geanalyseerd worden antwoord geven op de hoofdvraag.

De hoofdvraag luidt: **“Wat is het effect van een enkel "massa traag" voertuig (een voertuig met een langzamere opstarttijd en langere remweg; denk aan een zwaar beladen voertuig) op de doorstroom van een enkele rijbaan?”**

Hypothese: als er meer auto's op de weg zijn zou het massa traag voertuig meer effect hebben op de gemiddelde snelheid van alle andere voertuigen. Het gemiddelde snelheid van de voertuigen zou dan afnemen.

Vooronderzoek

Als voor onderzoek heb ik de theorie van het nagel schrekenberg model gelezen om het te implementeren in de code. “The NaSch model consists of a set of four rules that must be applied in order, for vehicles from left to right (the direction of travel) and for each iteration (time step) as follows

1. Acceleration: If a vehicle (n) has a velocity (v_n) which is less than the maximum velocity (v_{max}) the vehicle will increase its velocity: if $v_n < v_{max}$; $v_n = v_n + 1$.

2. Braking: If a vehicle is at site i , and the next vehicle is at site $i + d$, and after step 1 its velocity (v_n) is greater than d , the velocity of the vehicle is reduced: if $v_n \geq d$; $v_n = d - 1$.

3. Randomisation (reaction): For a given deceleration probability (p) the velocity (v_n) of the vehicle (n) is reduced: $v_n = v_n - 1$ for a probability p .

4. Driving: After steps one through three have been completed for all vehicles, a vehicle (n) at a site (x_n) advances by a number of steps equal to its velocity: for v_n ; $x_n = x_n + v_n$ ¹

¹ Wright, P. W. (2013, 26 april). Investigating Traffic Flow in The Nagel-Schrekenberg Model. Researchgate.net. https://www.researchgate.net/publication/257392971_Investigating_Traffic_Flow_in_The_Nagel-Schrekenberg_Model

Dit zijn de formules om het gedrag van de agents uit het nagel-schrekenberg model deze worde geïmplanteerd voor een eenbaansweg met voertuigen.

Plan van aanpak

Ik zou hier de modules en de toolkeuze nog benoemen voor de rest verwijs ik u door naar het document: plan van aanpak.

Modules

Must have:

Simulatieomgeving met de mogelijkheid om verschillende scenario's te testen.

Tijdmechanisme om de simulatie per stap te laten draaien en de gebeurtenissen te genereren.

Modules voor het gedrag van de agents en het bouwen van de simulatie omgeving.

Controle simulatie zonder massa traag voertuig

GUI om de geschreven code te visualiseren.

Data van de simulatie opslaan voor verdere analyses.

Should have:

De mogelijkheid om de simulatie te herstarten met verschillende instellingen, voor mijn opdracht gaat het om meer voertuigen toevoegen op de weg.

Could have:

Nieuwe gebeurtenissen te genereren in de simulatie aan de hand van de verkregen en geanalyseerde data.

Wont have:

Uit breiding van de simulatie aan de hand van de verkregen en geanalyseerde data (meerdere wegen)

Toolkeuze

Ik heb gekozen voor Mesa omdat deze tool gewoon werkt met python en ik daar het meest thuis in ben. Mesa is vereenvoudigd toe te passen en je code kan je er makkelijk in implementeren je kan meerdere modules importeren die voor jou bijvoorbeeld de data opslaan van de simulatie. Daarna zit er ook een ingebouwde GUI in dus kan je jouw eigen code koppelen en heb je zo een visuele simulatie.

Efficiëntie

Mesa is makkelijk te gebruiken omdat we meest opgeleid zijn om met python om simpele simulatie te maken is deze tool erg efficiënt. Je kan gewoon classes opstellen en Mesa erin implementeren als je code goed werkt kan je daarna de GUI van Mesa aan roepen om de simulatie te visualiseren.

Compatibiliteit

Het integreren van externe gegevens is in Mesa ook mogelijk. Hiervoor schrijf je python code om het bruikbaar te maken voor je simulatie.

Herbruikbaarheid

Het hergebruik van Mesa is dus wat eenvoudiger. Het werk van andere gebruiken of benutten om bijvoorbeeld gegevens op te schonen of te experimenteren in je modellen is mogelijk.

Geschiktheid

Mesa heeft een GUI die je makkelijk kan aanroepen om je code mee te visualiseren ook Mesa heeft een ingebouwde Data Collector die gegevens exporteert met panda's in een DataFrame, waarmee we de data kunnen analyseren en grafieken kunnen opstellen. Voor dit experiment is het meer dan geschikt om deze tool te gebruiken.

Haalbaarheid

Mesa maakt gebruik van python en class objects en zal dus grotendeels herkenbaar zijn voor iedereen die al een keer met python heeft gewerkt.

Het experiment

Het design van dit experiment bestaat uit het Nagel-Schreckenberg model, een bekend en veel gebruikt simulatie model om verkeerstromen te modelleren. Het model is opgezet om een enkele rijbaan te simuleren, de voertuigen hebben gedragsregels mee gekregen om zich zo te gedragen op de rijbaan. Elk voertuig heeft zijn eigen gedrag en ze houden ook rekening met het voertuig voor hun, als het voertuig voor hun remt remmen zij ook.

De agents kunnen:

- Accelereren: wat gedaan wordt als het voertuig niet de maximale snelheid rijdt.
- Remmen: dit wordt gedaan als de auto in een andere auto zal botsen, de snelheid wordt dan verminderd zodat er niet een botsing is.

Randomization role: De agent heeft de keuze om 1 snelheid af te nemen deze keuze is 50 – 50.

- Rijden: Het voertuig gaat het aantal cellen vooruit wat wordt gezien als snelheid. Als de snelheid 3 is gaat die dus 3 cellen per stap vooruit, maar alleen als de cel leeg is anders begint het voertuig met remmen dus het verminderen van snelheid.

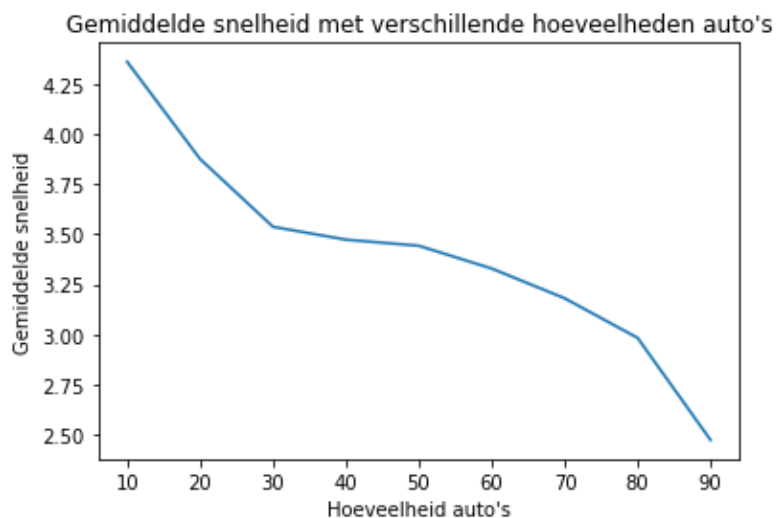
Om te controleren of het massa traag voertuig daadwerkelijk invloed heeft wordt er een class gemaakt die het zelfde simuleert maar dan zonder massa traag voertuig deze data kunnen we vergelijken met de data van het massa traag voertuig model.

Om het massa traag voertuig toe te voegen worden er parameters voor dat voertuig in gevoerd. Zo dat zijn acceleratie en de remweg groter is dan die van een normaal voertuig. Er word enkel een massa traag voertuig per run van de simulatie toegevoegd om te kijken wat het effect is op de doorstroom, dus als er 20 auto's rijden dan zit daar 1 massa traag voertuig tussen op een willekeurig moment. De simulaties worden meerdere malen uitgevoerd om zo wat betrouwbare conclusies te kunnen trekken uit de data.

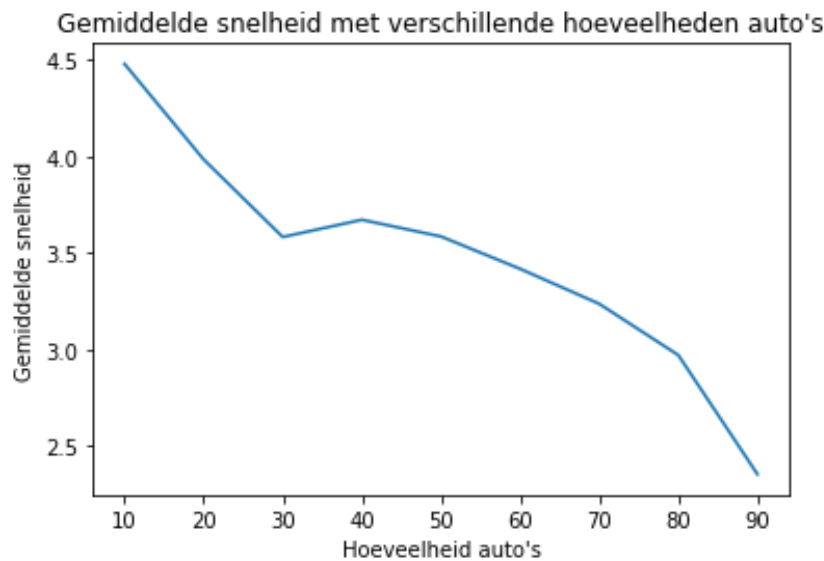
De resultaten worden gegenereerd door een batch_run, dit runt de simulatie 500 keer per stap van 10

Resultaten

Om op een goed resultaat te komen gaan we beide simulatie met elkaar vergelijken.



Figuur 1 in dit figuur wordt de gemiddelde snelheid weergegeven aan de hand van hoeveel auto's er op de weg zijn. Dit figuur is zonder massa traag voertuig.



Figuur 2 in dit figuur wordt de snelheid weergegeven tegen de hoeveelheid auto's op de weg inclusief het massa traag voertuig.

Aan deze grafieken te zien loopt de snelheid bij beide geleidelijk naar beneden. Alleen in figuur 2 is de snelheid bij 40 auto's hoger dan bij 30. Dat komt door de randomize_role van de agents de keuze van remmen is 50/50 daardoor kan er al een 'file' ontstaan. Hoe meer verkeer er dus is des te minder goed de doorstroom van de weg. In het echte leven is dat natuurlijk ook zo want een mens is niet gelinkt aan elkaar en die hebben ook willekeurig gedrag en op een eenbaansweg kan je niet inhalen dus wordt de snelheid alleen maar minder.

Echter is het gemiddelde snelheid van beide modellen ongeveer gelijk. Uit deze simulatie zijn de gemiddelde snelheden:

Zonder massa traag voertuig: 3.214222

Met massa traag voertuig: 3.218444

Het verschil is dus nihil. Mijn hypothese aan het begin was dat een 1 massa traag voertuig daadwerkelijk invloed zou hebben op de doorstroom en aan de grafieken de gemiddelde snelheid te zien is dat niet het geval. Dit komt denk ik omdat 1 voertuig weinig impact heeft op de complete doorstroom, want de andere voertuigen hebben ook willekeurig gedrag dus de snelheid neemt al af.

De grafieken zien er per simulatie anders uit dat komt natuurlijk omdat de agents zich door de randomize functie anders gedragen en alles op een andere volgorde gaat. De gemiddelde snelheid blijft wel rond de 3.2.

Voor de rest van de tabellen en grafieken verwijs ik u naar het notebook.

Conclusie

De hoofdvraag luidt: **“Wat is het effect van een enkel "massa traag" voertuig (een voertuig met een langzamere opstarttijd en langere remweg; denk aan een zwaar beladen voertuig) op de doorstroom van een enkele rijbaan?”**

Hypothese: als er meer auto's op de weg zijn zou het massa traag voertuig meer effect hebben op de gemiddelde snelheid van alle andere voertuigen. Het gemiddelde snelheid van de voertuigen zou dan afnemen.

Aan de resultaten te zien dat met of zonder massa traagvoertuig de doorstroom gelijk blijft en afneemt naar mate het drukker op de weg wordt dus een enkel massa traag voertuig heeft geen invloed op de doorstroom van een enkele rijbaan.

Discussie

De conclusie is niet wat ik verwacht had. Zelf in het verkeer is meestal op een enkele weg een tractor of vrachtwagen genoeg om de doorstroom af te remmen dus ik had een groter verschil verwacht in de gemiddelde snelheid van de auto's. Dit komt denk ik ook omdat de agents allemaal een random keuze hebben om te remmen, in de werkelijkheid hebben personen dat zelf natuurlijk ook maar ik denk dat in de simulatie dit vaker gebeurt terwijl het niet nodig is.

De simulatie zou verbeterd kunnen worden met meerdere massa traag voertuigen toe te voegen om te kijken of dat de doorstroom wel meer belemmerd. Ook kan het gedrag van de agents aangepast worden 50/50 remmen veranderen naar 10/90 remmen of alleen als het nodig is. Dus voor verder onderzoek moet het gedrag van de agents en de hoeveelheid massa traag voertuigen worden aangepast. Want in werkelijkheid rijden er wel meerdere vrachtauto's op de weg.

Voor nog verder onderzoek als dit geïmplementeerd is de enkelbaansweg worden verbreed naar meerdere Baans wegen om te kijken bij welke drukte de doorstroom erg afneemt.

Bronnen

Wright, P. W. (2013, 26 april). Investigating Traffic Flow in The Nagel-Schreckenberg Model. Researchgate.net.
https://www.researchgate.net/publication/257392971_Investigating_Traffic_Flow_in_The_Nagel-Schreckenberg_Model