

Ali Albonaser

Studentnummer: 1852275

Monte Carlo simulatie treinverkeer Ankh-Morpork

In deze opdracht heb ik het treinverkeer op station Ankh-Morpork gesimuleerd om inzicht te krijgen in vertragingen en het cascade-effect. Het doel was om te onderzoeken hoe vertragingen zich door het station verspreiden en in hoeverre de huidige infrastructuur dit versterkt of juist beperkt.

Als basis heb ik het dataset spoorboekje gebruikt, waarin per spoor de geplande aankomst en vertrektijden van alle treinen staan. Deze gegevens zijn eerst omgezet naar een overzicht met per trein een geplande aankomsttijd, vertrektijd, geplande stoptijd en toegewezen spoor. Alle tijden zijn omgerekend naar minuten.

Vertragingen zijn gemodelleerd in twee stappen. Eerst is per trein bepaald of deze vertraagd is, waarbij de kans op vertraging is gemodelleerd als een Bernoulli-experiment. Als een trein vertraagd is, wordt de duur van de vertraging getrokken uit een exponentiële verdeling met het gegeven gemiddelde per bestemming. Voor het genereren van toevalsgetallen is een eigen geschreven random number generator gebruikt, gebaseerd op PCG32.

Bij de simulatie van een dag is rekening gehouden met het cascade-effect. Een trein die vertraagd aankomt, kan later vertrekken, maar staat altijd minimaal de helft van de geplande stoptijd op het perron. Als een trein wil aankomen terwijl alle perrons bezet zijn, wacht deze tot het eerstvolgende perron vrijkomt. Treinen wisselen niet van hun geplande spoor, maar mogen wel gebruikmaken van een ander vrij spoor als dat beschikbaar is.

De simulatie van één dag is herhaald in een Monte Carlo simulatie van 1000 runs. Op basis hiervan zijn drie grootheden bepaald. Het gemiddelde aantal treinen per spoor dat minimaal 1, 5 en 10 minuten te laat vertrekt. De daadwerkelijke gemiddelde vertrekvertraging per bestemming, inclusief cascade-effect. En de spreiding van deze vertragingen, uitgedrukt als standaarddeviatie.

Uit de resultaten blijkt dat Spoor 2 en Spoor 4 het meest gevoelig zijn voor vertragingen. Deze sporen hebben gemiddeld het hoogste aantal vertraagde vertrekken, wat wijst op structurele opstapeling van vertragingen. Spoor 3 laat juist de beste doorstroming zien. Wat betreft de bestemmingen heeft Genoa de hoogste gemiddelde vertraging en de grootste spreiding. Dit betekent dat vertragingen daar niet alleen groter zijn, maar ook sterk kunnen variëren. Bestemmingen zoals Lancre laten een stabiel patroon zien met lage gemiddelde vertragingen en een kleine spreiding.

De simulatie laat zien dat het cascade-effect een grote rol speelt in de totale vertragingen. Op basis van deze aanpak kan eenvoudig worden onderzocht wat het effect is van bijvoorbeeld het toevoegen van extra sporen of het anders verdelen van treinen over de bestaande infrastructuur.