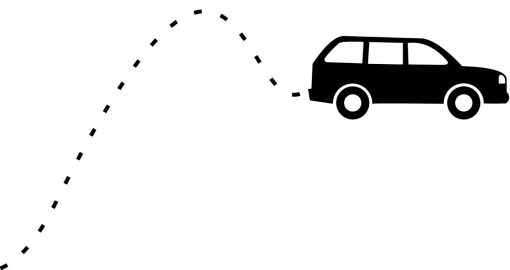


MultiAgent Traffic Control Simulation

Introdução aos Sistemas Inteligentes e Autónomos



Problema Abordado

Os semáforos luminosos tradicionais, de instalação fixa, originam ineficiências no fluxo de tráfego, uma vez que não conseguem ajustar-se dinamicamente.

Abordagem do Problema

Para enfrentar esses desafios vamos fazer um sistema de multi-agentes em que se vão comunicar entre si de acordo com as condições de trânsito. Esta abordagem permite um controlo adaptativo e coordenação entre agentes, promovendo uma gestão mais eficiente do tráfego.

Objetivos

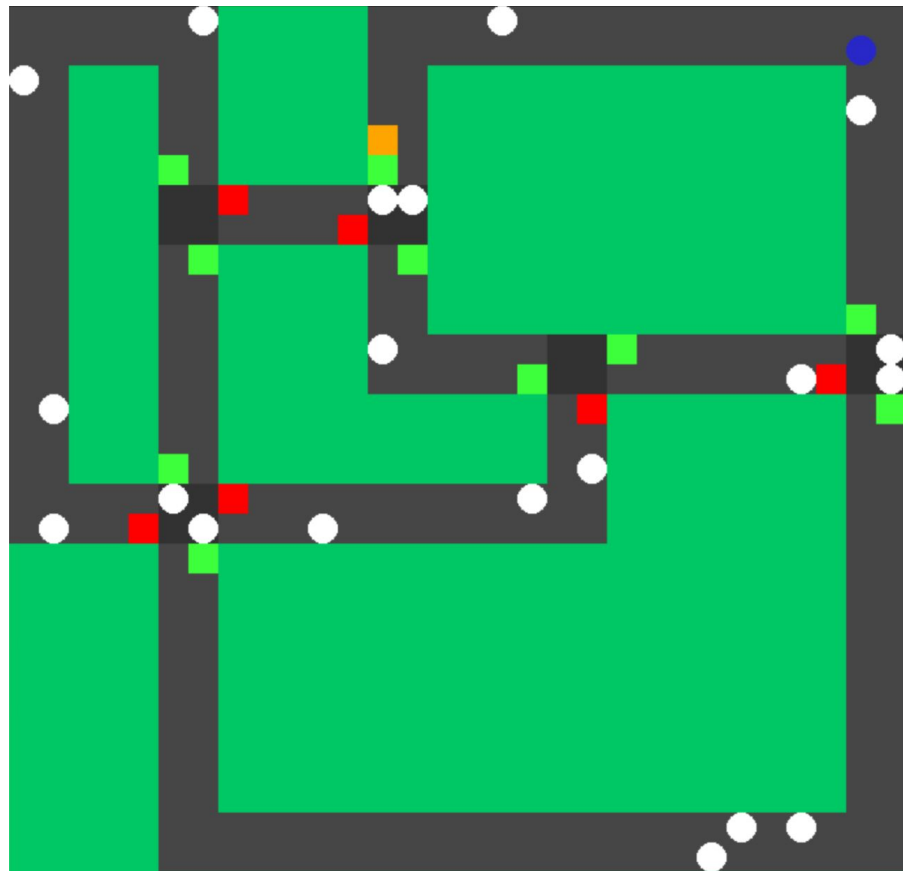
- Meta de Eficiência: Reduzir tempos de espera e melhorar o fluxo de tráfego.
- Adaptabilidade: Ajustes em tempo real para condições dinâmicas.
- Prioridade: Implementar uma prioridade para veículos de emergência, assegurando passagem rápida.

Ambiente

Decidimos criar este esboço para o ambiente de controlo de tráfego, que contém os seguintes elementos:

- Faixas que são representadas por uma lista de coordenadas.
- Ruas, que são um conjunto de duas faixas de sentidos opostos.
- Interseções que é onde é feito o cruzamento de faixas. Só aqui é que é possível haver mudanças de direção

Exterior a isto, estes elementos estão guardados em matrizes para facilitar o acesso a id's e assim permitir a criação de uma interface visual.



Agentes

- Veículos:
 - Fazem comunicação com outros veículos (caso necessário) e com os sinais luminosos. Indicam o tempo de espera, quando parados, para o semáforo ou, então para o carro que está à frente, afixando também à mensagem, o tempo de espera do veículo de trás.
- Semáforos:
 - Recebem o tempo de espera, quando vermelho ou amarelo, dos veículos. Desses tempos é calculado uma heurística que valoriza a quantidade de tempo e o número de tempo necessário para o pelotão de carros parados passar. Esses dois valores são passados para o agente da interseção correspondente.

$$\text{points} = 3 \times \text{length} + 1 \times \sum_{i=0}^{n-1} \text{waiting_times}[i]$$

$$\text{reactiontime} = 2 \times \text{length}$$





Agentes

- **Interseções:**
 - Cada interseção recebe a informação da heurística calculada para o tempo de espera nos semáforos dessa interseção e analisa a melhor opção a ser tomada, ajustando os sinais de trânsito de forma eficaz para promover um fluxo de trânsito eficiente.
- **Veículo de Emergência:**
 - Num contexto de gestão de emergências, um ponto de socorro é aleatoriamente designado no ambiente, e a rota é calculada utilizando o algoritmo "greedy" com a heurística de Manhattan, para encontrar uma rota perto da ideal. Uma vez calculada, a rota é transmitida à central, iniciando-se assim o deslocamento do veículo de emergência, que continua a enviar a sua posição em tempo real para a central.
- **Central de Controlo**
 - Recebe a informação por parte do veículo de emergência da rota e da posição real e manda um sinal de troca para os sinais luminosos de acordo com a sua distância a eles, facilitando assim a trajetória desejada.

Resultados

Tráfego Convencional and Tráfego Heurística

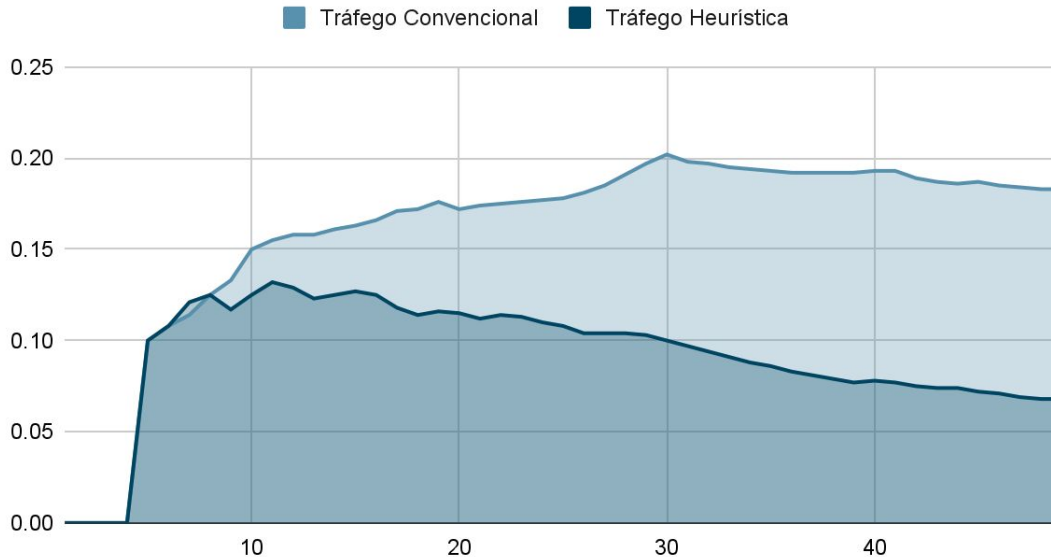


Figura 1 : Gráfico de Análise

Statistics

Average time stopped by a traffic light: 0.105 s
Waiting times of a vehicle(s) by a traffic light: []
Maximum average time stopped by a traffic light: 4.271 s
Number of seconds since the beginning: 100

Figura 2: Tráfego Heurística

Statistics

Average time stopped by a traffic light: 0.157 s
Waiting times of a vehicle(s) by a traffic light: [13]
Maximum average time stopped by a traffic light: 10.042 s
Number of seconds since the beginning: 100

Figura 3 : Tráfego Convencional



Análise dos Resultados

Com base nos resultados alcançados, constatamos uma diferença significativa no tráfego ao aplicar a heurística. Esta diferença não se refletiu tanto no tempo de espera em geral, no entanto, destacou-se sobretudo, no tempo máximo de espera para um veículo avançar num semáforo, uma vez que as trocas de sinal não ocorriam com a mesma eficácia.

Estes aspectos ressaltam a importância de aprimorar a eficiência do sistema de controlo de tráfego ao considerar a implementação de heurísticas.

Conclusão

De um modo geral, a simulação de controlo de tráfego multiagente revelou-se uma abordagem promissora na gestão eficiente do tráfego rodoviário. Através desta investigação, identificamos que a coordenação entre agentes autónomos pode melhorar significativamente o fluxo de tráfego, reduzindo congestionamentos e otimizando a utilização das vias. Contudo, é crucial reconhecer as atuais limitações da simulação, como a simplificação de certos comportamentos e a necessidade de dados precisos para uma representação realista.

