

Simulador de Mobilidade Urbana para Controle de Tráfego e Semáforos

Uso de Estruturas de Dados em Grafos

Trabalho Final de Estruturas de Dados

Resumo

Este trabalho propõe o desenvolvimento de um simulador para a gestão do tráfego urbano, com foco no controle inteligente de semáforos. A rede urbana é modelada como um grafo, onde os nós representam interseções e as arestas, as ruas. O sistema simula a geração e o deslocamento de veículos e, por meio de heurísticas de controle, otimiza os ciclos dos semáforos, visando reduzir o tempo de espera dos veículos e, alternativamente, otimizar o consumo de energia. Ao final da simulação, o sistema apresenta estatísticas como tempos médios de viagem, de espera e índices de congestionamento.

I. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por soluções que melhorem a mobilidade urbana tem impulsionado o desenvolvimento de sistemas inteligentes de controle de tráfego. Este projeto tem como objetivo criar um simulador que modele a dinâmica do tráfego em uma cidade, utilizando uma abordagem baseada em grafos para representar a rede urbana. O foco principal é o controle de semáforos por meio de heurísticas adaptativas que otimizem tanto o fluxo de veículos quanto o consumo energético.

II. CONTEXTUALIZAÇÃO

O simulador representa a cidade por meio de um grafo, onde cada nó é uma interseção, que pode ou não estar equipada com semáforos, e cada aresta é uma rua com atributos como comprimento, capacidade de fluxo, direção (sentido único ou mão dupla) e tempo de travessia (tempo que o veículo leva para ir de um nó a outro da mesma aresta). Veículos são gerados aleatoriamente, possuem origens e destinos determinados e utilizam algoritmos de caminho mínimo para definir suas rotas. O sistema de controle dos semáforos, por sua vez, ajusta os tempos de verde, amarelo e vermelho com base nas condições de tráfego, podendo operar em três modos distintos:

- **Modelo 1:** Ciclo fixo, sem heurísticas.
- **Modelo 2:** Otimização do tempo de espera, ajustando dinamicamente os ciclos conforme as filas de veículos.
- **Modelo 3:** Otimização do consumo de energia, priorizando estratégias que minimizem deslocamentos desnecessários e ajustem os ciclos conforme os períodos de pico e de menor movimentação.

III. OBJETIVOS

- Modelar a rede urbana como um grafo com interseções e ruas.
- Simular a geração e o deslocamento de veículos, calculando rotas eficientes.
- Implementar um sistema de controle de semáforos baseado em heurísticas adaptativas.
- Gerenciar a simulação utilizando estruturas de dados (filas e listas). **Não utilizar** estruturas de dados prontas do Java (como ArrayList, StringList, grafos, etc). Construa suas próprias classes de listas, filas, pilhas, grafos e tudo o mais que for necessário.
- Registrar e apresentar estatísticas da simulação, como tempo médio de viagem, tempo médio de espera e índices de congestionamento.

IV. REQUISITOS FUNCIONAIS

- 1) Representar a cidade como um grafo, onde cada nó corresponde a uma interseção e cada aresta a uma rua com atributos configuráveis (comprimento, capacidade, tempo de travessia).
- 2) Gerar veículos de forma aleatória com origens e destinos definidos, utilizando algoritmos de caminho mínimo (ex.: Dijkstra) para determinar rotas. O algoritmo de Dijkstra será fornecido, não havendo necessidade de implementar.
- 3) Simular o controle dos semáforos em cada interseção, com ciclos configuráveis e modos de operação baseados nas seguintes heurísticas:
 - a) **Modelo 1:** Ciclo fixo.
 - b) **Modelo 2:** Otimização do tempo de espera, ajustando os ciclos em função das filas de veículos.
 - c) **Modelo 3:** Otimização do consumo de energia.
- 4) Permitir a configuração de parâmetros de geração de tráfego, tempos de ciclo dos semáforos, atributos das ruas e horários de pico.
- 5) Registrar dados da simulação, como tempo de viagem, tempo de espera em interseções, volume de veículos e consumo energético (se aplicável).

V. REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

- O sistema deverá utilizar eficientemente estruturas de dados, especialmente grafos, filas e listas.
- A implementação deve ser modular e bem documentada, facilitando futuras alterações e expansões.
- A interface do simulador deve fornecer logs e, se possível, uma visualização gráfica simplificada da rede e do fluxo de veículos.

VI. PARÂMETROS DE CONFIGURAÇÃO

- Número de interseções (nós) e ruas (arestas) da rede urbana.
- Atributos das ruas: comprimento, capacidade, tempo de travessia (com variações para horários de pico e fora de pico).
- Taxa de geração de veículos e distribuição de origens/destinos.
- Parâmetros dos semáforos: tempos de verde, amarelo e vermelho; modo de operação (fixo ou adaptativo).
- Escolha do modelo de heurística: Modelo 1, Modelo 2 ou Modelo 3.
- Parâmetros relacionados ao consumo de energia (valor unitário por deslocamento, por parada, etc.).

VII. ENTREGÁVEIS

- 1) **Código-fonte:** Implementação completa e comentada em Java.
- 2) **Documento Técnico:** Descrição da modelagem do sistema, das estruturas de dados utilizadas (representação do grafo, filas de espera) e dos algoritmos implementados para controle dos semáforos.
- 3) **Apresentação (PPTX):** Slides explicativos (formato widescreen) com a modelagem, desafios, heurísticas aplicadas e resultados da simulação.
- 4) **Relatório Final:** Análise estatística dos resultados da simulação, com gráficos e tabelas que evidenciem tempo médio de viagem, tempo de espera, fluxo de veículos, índices de congestionamento e consumo energético.
- 5) **Demonstração Prática:** Vídeo ou capturas de tela que evidenciem a execução e os resultados do simulador.

VIII. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

- Correção e completude na implementação dos requisitos funcionais.
- Eficiência e adequação na utilização das estruturas de dados, com ênfase na modelagem do grafo.
- Qualidade e clareza do código-fonte, documentação técnica e apresentação.
- Inovação e criatividade na definição e implementação das heurísticas de controle dos semáforos.
- Capacidade do sistema em adaptar-se a diferentes escalas e configurações da rede urbana.

IX. CONCLUSÃO

Este projeto visa integrar conceitos de estruturas de dados, algoritmos de grafos e simulação de eventos para criar uma ferramenta de análise e otimização do tráfego urbano. Através da modelagem da cidade como um grafo e da implementação de heurísticas inteligentes para o controle dos semáforos, espera-se contribuir para a melhoria da mobilidade e para a eficiência energética no contexto urbano.