



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR

DIÁRIO DE BORDO

PEDRO CÉSAR M. FERREIRA E JÔNATA NOVAIS CIRQUEIRA

Orientador: Sandro Renato Dias

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

Coorientador: Rodrigo Rodrigues Novaes Junior

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

BELO HORIZONTE

MAIO DE 2019

Agradecimentos

Agradecemos ao CEFET-MG pelos recursos para o desenvolvimento deste projeto.

Resumo

A mobilidade urbana está entre os principais problemas da sociedade contemporânea. Nesse contexto, as tecnologias de automação veicular se destacam em diversos aspectos, como redução em acidentes, congestionamentos e emissão de gases poluentes. Visto isso, este trabalho busca aprimorar a plataforma de simulação composta pelo Grand Theft Auto: San Andreas e sua modificação San Andreas Multiplayer (GTA-SA/SA-MP), que, de acordo com a literatura, é um ambiente apropriado para implementações de redes de veículos autônomos. Ao utilizar estruturas disponíveis nesse ambiente, é possível realizar simulações tridimensionais em diversas escalas, que vão de uma única cidade a um extenso mapa estadual. Utilizou-se, das estruturas disponíveis no jogo, um conjunto de nós de navegação que identificam todos os percursos disponíveis para veículos nas ruas e rodovias. Gerou-se um digrafo ponderado a partir dos nós de navegação, sobre o qual foi aplicado o algoritmo de Dijkstra para caminho mínimo. A partir disso, observou-se que foi possível automatizar o tráfego em todo o mapa do jogo, que corresponde ao tamanho de um estado, em escala real. Obteve-se, em um ambiente realista, uma forma de simular e testar soluções para o tráfego, como o protocolo de gerenciamento automático de cruzamentos, com a automação dos cruzamentos por veículos autônomos.

Palavras-chave: Mobilidade urbana. Veículos autônomos. GTA. Simulação.

Sumário

1 – Tarefas Realizadas	1
1.1 06/03/2019 - Mapeamento das vias para veículos e pedestres	1
1.2 23/03/2019 - Início da movimentação dos veículos	1
1.3 30/03/2019 - Primeiros passos em plugins	2
1.4 04/04/2019 - Banco de dados (SQLite)	2
1.5 05/04/2019	2
1.6 06/04/2019	2
1.7 09/04/2019 - Posição da rua relativa ao nodo	2
1.8 30/05/2019 - Reestruturação	3
1.9 09/06/2019 - “Node Displayer”	4
1.10 20/06/2019 - “Navi Nodes”	5

1 Tarefas Realizadas

Este capítulo consiste na descrição das tarefas realizadas ao longo do desenvolvimento do projeto, deve constar todos os passos, decisões, problemas e soluções percorridos ao procurar formas de efetivar uma simulação realista de sistemas de trânsito de veículos autônomos através do ambiente Grand Theft Auto: San Andreas/San Andreas Multiplayer (GTA-SA/SA-MP) tendo como base o trabalho de Novaes Jr.(2017)

06/03/2019 - Mapeamento das vias para veículos e pedestres

Foi proposta uma nova solução ao sistema de mapeamento dos caminhos, uma vez que mapeá-los manualmente não se mostrou uma solução viável. Esta tarefa é custosa tanto no tempo gasto como na sua própria execução, pois o mapeamento deve ser feito em cada ponto individual das vias, tornando este um processo demorado e pouco escalável. Dessa forma, foi proposto acessar os arquivos de nós e caminhos, já disponíveis para leitura no ambiente GTA-SA/SA-MP, que contêm as informações de percursos de veículos necessárias. Porém, esses arquivos são codificados, impossibilitando a sua leitura direta. Em busca de acessar as informações puras dos arquivos, fomos atrás de algum arquivo decodificado ou algum plugin que permitisse acessar as informações dos caminhos. Após um tempo, decidimos perguntar no fórum SA-MP através deste artigo.

Após a assistência, hoje, obtivemos um meio de conseguir os dados necessários através de um arquivo que faz parte de um plugin de Kvann, outro usuário do fórum. Esse arquivo contém os dados decodificados dos caminhos de rodovias, que podem ser lidos por um programa facilmente. Dessa forma, conseguimos ler os dados do arquivo e exibir os nós no ambiente de simulação, em tempo de execução.

23/03/2019 - Início da movimentação dos veículos

Começamos a desenvolver a nova movimentação dos veículos autônomos, usando o novo sistema de caminhos. O objetivo no momento é fazer com que o veículo autônomo consiga calcular e seguir o melhor caminho da sua posição atual até um determinado nó, seja esse nó dado pelo usuário ou gerado aleatoriamente. Primeiramente, foi desenvolvida a movimentação do veículo, onde ele recebe um vetor contendo os nós a serem percorridos em ordem, e vai de um em um até o nó final, onde ele para.

30/03/2019 - Primeiros passos em plugins

Após a resolução de diversos problemas usando Pawn, decidimos começar a criação de plugins em C++. Seguimos este guia para a criação do nosso primeiro plugin, um plugin apenas para teste. Criamos apenas uma função de Hello World, incluímos o plugin no gamemode, usamos a função, e obtivemos sucesso.

04/04/2019 - Banco de dados (SQLite)

Decidimos iniciar, também, o desenvolvimento de um banco de dados para o armazenamento das informações dos nós, como já havia sido previamente utilizado no projeto, selecionamos o software SQLite 3 e sua interface com a linguagem C para gerar o banco local a partir do arquivo previamente detalhado na seção “Arquivo com nós”.

05/04/2019

Tentamos acessar o banco de dados que criamos através do plugin, porém não obtivemos sucesso, pois tivemos problemas com a inclusão dos arquivos do SQLite e especificação do caminho do banco de dados.

06/04/2019

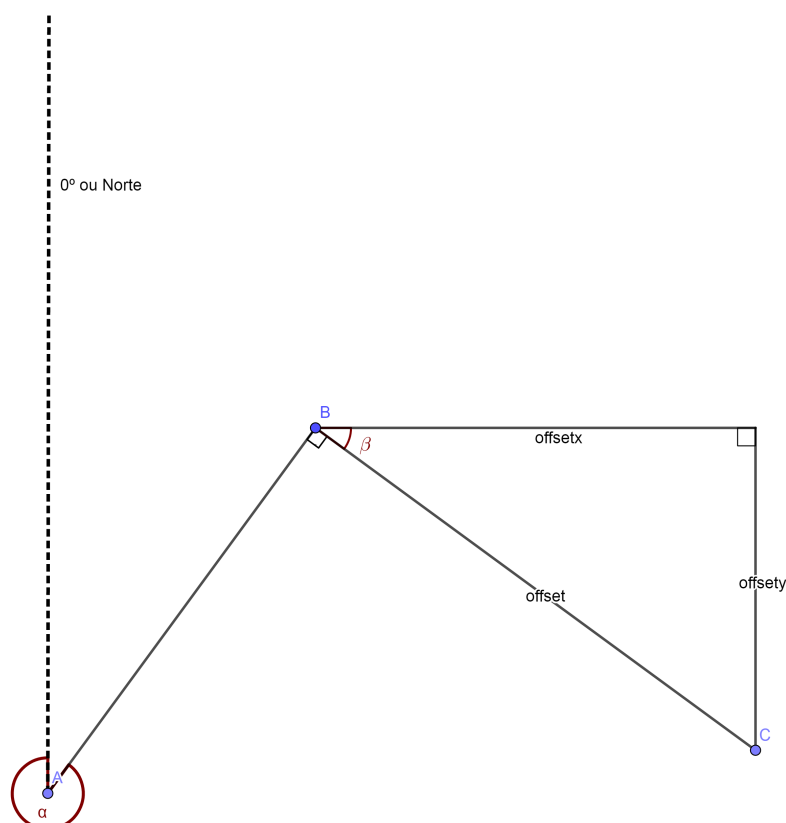
Após pesquisas e estudos sobre como incluir a biblioteca e especificar o caminho do banco de dados corretamente, finalmente conseguimos acessar o banco de dados através do plugin.

09/04/2019 - Posição da rua relativa ao nodo

Parte do trabalho de se montar um algoritmo para que o movimento do carro se adapte ao caminho dos nós foi terminado, parte simples, porém essencial para que os carros andem nas ruas. Simples porque o carro não considera a complexidade das curvas ao virá-las (o que ainda não faz de modo perfeito, apenas 90°) e também não considera múltiplas vias de trânsito, por exemplo, uma avenida larga.

O algoritmo, até então, consiste em, tendo um trajeto produzido randomicamente com nodos através de adjacências, percorrê-lo levando em conta que estão no centro da via, então o carro a partir disso descobre a posição da rua em relação ao nó. Para isso o programa obtém o nodo (A) em que o agente se encontra, o nodo (B) para o qual requisita ir, e o ângulo (α) entre eles, podendo inferir a posição da faixa "direita" relativa ao nodo (ponto C) do carro como ilustrado na [Figura 1](#).

Figura 1 – Obtenção da posição da rua relativa ao nodo



O processo de inferência da posição de C se dá de modo simples.

A distância representada por *offset* é a correspondente entre o nodo de destino e a posição verdadeira para onde o carro deve se dirigir, obtida por uma pequena margem somada à metade do tamanho do carro. *offsetx* e *offsety* são, respectivamente, as projeções de *offset* paralelas ao eixo x e y, considerando duas das três coordenadas pelas quais o sistema de localização do ambiente GTA-SA/SA-MP é formado.

O ângulo β é simples de calcular, quando o ângulo α for maior que 270° , por exemplo, ele será equivalente a $360^\circ - \alpha$, e é semelhantemente simples em outros casos. Tendo-se o valor de β basta usar seu seno e cosseno para obter *offsetx* e *offsety* e somar essas medidas as coordenadas do nodo representado por B.

30/05/2019 - Reestruturação

Após algum trabalho com os nodos contidos no arquivo de Kvann, foi decidido dar um passo para trás e rever algumas implementações fundamentais do projeto, desejava-se obter mais dados sobre cada nó, dados estes que não constituíam a fonte de informações

anterior, mas constituíam dados da fonte do jogo sobre os caminhos dos veículos.

Após obter uma forma de leitura dos arquivos em binário, foi alterada a estrutura básica do nó espacial para que armazenasse o máximo de informações úteis possíveis. Agora, pode-se obter dos nós de demarcação do caminho (Path Nodes) informações como constituição ou não de um viaduto, de um estacionamento, ou até de uma rota exclusiva para veículos de emergência, entre outras. Dessa forma tem-se muito mais especificações para serem trabalhadas no tráfego de veículos.

Durante a execução dessa tarefa, a implementação de bancos de dados foi interrompida, optando-se por armazenar todo o grafo nos arquivos, carregando integralmente na memória em tempo de execução. Essa decisão foi tomada porque observou-se que a soma de todos os dados dos nós não ultrapassavam 1,5 MBs.

Entretanto, ainda carece-se de uma forma de obter se a largura e a quantidade de faixas rodoviárias de cada rua ao ser percorrida, com esse dado seria possível centralizar o motorista em qualquer faixa de, por exemplo, uma avenida.

09/06/2019 - “Node Displayer”

Para melhor visualização dos nós, de modo a possibilitar a averiguação dos dados contidos neles, foi desenvolvido um *filterscript* (arquivo fonte paralelo que é carregado pelo ambiente GTA/SA-MP em execução) que, com as funcionalidades do plugin “Streamer”, desenvolvido por Incognito, exibe, dentro do mapa, a localização, assim como certas informações a respeito do nó. O resultado é demonstrado na [Figura 2](#)

Figura 2 – Exibição no nó



20/06/2019 - “Navi Nodes”

Há ainda outro tipo de informação nos arquivos fontes do ambiente GTA-SA: nós de navegação (Navi Nodes) que são usados para guiar a navegação do agente que trafega através deles, trazendo novas informações para a via, por exemplo, o ângulo para a qual aponta o sentido da via. Todo Navi Node está associado a um Path Node, ao qual adiciona dados para o percurso do caminho.

O objetivo dessa leitura era obter, desses nós, a quantidade de faixas à direita e à esquerda dos Path Nodes, já que segundo a comunidade do jogo isso é possível. Entretanto ainda não foi possível obter esse dado, não se sabe se algum erro compromete a leitura ou se esses dados não existem e estão mal documentados.