

Sistemas de Informação Geográfica e Multimédia

Projeto Final Parte A - Grupo 04

Aluno: Ana Oliveira
Curso: MEIM
ISEL, Portugal
Nº Aluno: 39275
Email: A39275@alunos.isel.pt

Aluno: Eduardo Santos
Curso: MEIM
ISEL, Portugal
Nº Aluno: 40610
Email: A40610@alunos.isel.pt

Resumo— O projeto insere-se no contexto dos *Sistemas de Informação Geográfica e Multimédia*, explora o modelo relacional-estendido e a manipulação de informação descrita através de estruturas complexas. O sistema de gestão de base de dados utilizado é o PostgreSQL e o PostGIS como extensor para dados espaciais. São ainda utilizadas ferramentas de visualização, nomeadamente o *Quantum GIS* para a visualização da informação espacial por camadas. A interface gráfica desenvolvida em Python, num espaço virtual 2D, permite a visualização dos diferentes tipos de terrenos e objetos no ambiente, permitindo analisar o impacto das condições do ambiente na velocidade e trajetórias dos objetos, ao longo de diversas iterações.

Index Terms—*Sistemas de Informação Geográfica, Multimédia, PostgreSQL, PostGIS, Quantum GIS, Python*

I. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) desempenham um papel importante no nosso dia a dia, tanto na gestão de terrenos como na simulação de ocorrências emergentes, como cheias e incêndios florestais, facilitando a tomada de decisão e a prevenção em situações de emergência.

Este documento descreve o desenvolvimento do projeto **Fuga Selvagem - Trajetórias e Cinemáticas**. Este projeto ambiciona o desenvolvimento de um sistema de informação geográfica que permita a visualização e análise de trajetórias de animais utilizando dados geoespaciais.

Assim, o projeto é composto por duas componentes:

- 1) **Armazenamento de dados geoespaciais:** Envolve a construção e configuração da base de dados PostgreSQL com a extensão PostGIS para suporte aos dados geoespaciais. Serão desenvolvidos scripts que incluem a criação de tabelas, inserção de dados iniciais e configuração de índices geoespaciais, permitindo o armazenamento eficiente e a consulta rápida de dados de trajetórias de animais.
- 2) **Criação de interface gráfica:** Desenvolvida em Python, permite que os utilizadores interajam com os dados geoespaciais armazenados na base de dados. Esta possibilitará a seleção dos animais, a visualização das suas trajetórias e a realização de análises cinemáticas.

No decorrer do relatório detalharemos os aspetos fundamentais do desenvolvimento do sistema de informação geográfica no contexto do projeto **Fuga Selvagem - Trajetórias e Ci-**

nemáticas e da unidade curricular de **Sistemas de Informação Geográfica e Multimédia**.

II. OBJETIVOS

O projeto **Fuga Selvagem - Trajetórias e Cinemáticas** tem como principais objetivos:

- 1) **Uso de entidade-associação estendida com pictogramas espaciais (EA-EPE):** Descrição do problema representado os terrenos e os animais. Este modelo permite uma representação clara e detalhada dos elementos geoespaciais envolvidos no projeto.
- 2) **Implementação do modelo relacional-estendido utilizando PostgreSQL com a extensão PostGIS:** Construção e configuração da base de dados para suporte a dados geoespaciais. Criação de scripts para a criação de tabelas, inserção dos dados e configuração de índices geoespaciais, permitindo o armazenamento eficiente e a consulta rápida de dados de trajetórias de animais.
- 3) **Definição do comportamento cinemático e interação com ambiente:** Definição das regras que definem o movimento dos animais e o impacto na interação com o ambiente.
- 4) **Garantia das restrições ao nível de velocidade e aceleração dos animais:** Demonstração das restrições nos cenários de interação de perseguição e fuga entre animais, assegurando que os movimentos dos animais sejam realistas e coerentes com as suas capacidades físicas.
- 5) **Visualização das interações entre diferentes tipos de terrenos e animais:** Utilização do Quantum GIS (QGIS) e interface gráfica, em Python, para visualização das interações entre os diferentes tipos de terrenos e os animais.

III. MODELO CONCEPTUAL

Nesta secção, iremos detalhar os modelos conceptuais que visam a representação abstrata e simplificada dos elementos e relações no sistema. Estes modelos serviram como suporte à implementação técnica descrita na secção Implementação.

A. Modelo Entidade-Associação

O Modelo Entidade-Associação do sistema é o apresentado na Figura 1. Neste modelo são ilustradas as principais entidades e a relação entre elas, detalhando os atributos de cada entidade, bem como a forma como interagem no sistema.

Existem quatro componentes principais:

- Representação dos Terrenos;
- Representação dos Objetos Móveis (animais);
- Representação da Cinemática dos Objetos Móveis;
- Relação entre os Terrenos e os Objetos Móveis.

A representação dos terrenos é obtida através das entidades TIPO_TERRENO e TERRENO, que categorizam e localizam os diferentes terrenos no espaço 2D. Cada tipo de terreno possui nome e atribui uma categoria a cada terreno. Cada terreno possui uma geometria, que materializa o espaço do terreno, e uma hierarquia ou prioridade de renderização (z-index).

A representação dos objetos móveis é conseguida através das entidades TIPO_OBJETO_MÓVEL e OBJETO_MOVEL, que definem as características gerais dos objetos, tais como o corpo do objeto ou o alvo que o animal persegue. Tal como, na entidade TIPO_TERRENO, o atributo nome da entidade TIPO_OBJETO_MÓVEL categoriza ao OBJETO_MOVEL como sendo, por exemplo, um urso ou uma raposa. Cada objeto móvel é representado por uma instância no espaço e inclui uma relação de perseguição/fuga com outro objeto móvel, representada pela associação unária de perseguição, onde um objeto pode ser um predador (persegue) ou uma presa (é perseguido), mediante a existência de alvo.

A representação da cinemática é obtida através das propriedades cinemáticas dos objetos móveis, tais como a velocidade, a aceleração e a orientação. A entidade CINEMATICA representa o estado atual do objeto no espaço 2D, enquanto que a entidade CINEMATICA_HIST representa o histórico dos movimentos, permitindo análises temporais detalhadas sobre as trajetórias dos animais.

A relação entre os terrenos e os objetos móveis é conseguida através associação entre as entidades TIPO_TERRENO e TIPO_OBJETO_MÓVEL e o atributo coef_atrito. Desta forma, a afetação do terreno aplica-se por tipo de objeto móvel. Por exemplo, um urso num terreno pantanoso tem maior coeficiente de atrito do que num terreno florestal, tornando mais difícil a sua deslocação.

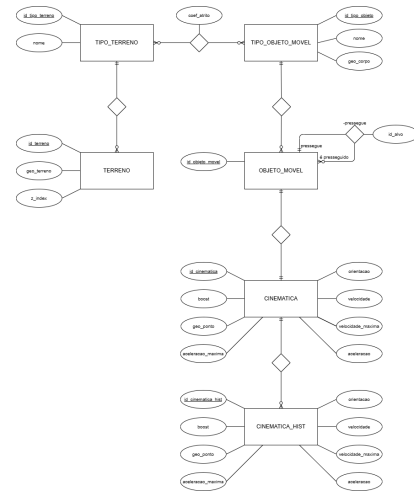


Figura 1. Modelo Entidade-Associação

B. Modelo Entidade-Associação com Pictogramas

O Modelo Entidade-Associação do sistema é o apresentado na Figura 2. Este modelo permite a representação visual e intuitiva das entidades, atributos e das suas relações com recurso a ícones ou pictogramas associados aos elementos do modelo entidade-associação.

Nas entidades TERRENO e OBJETO_MOVEL, os atributos geo_terreno e geo_corpo são geometrias do tipo POLYGON, respetivamente. Enquanto que, nas entidades CINEMATICA e CINEMATICA_HIST, os atributos geo_ponto são geometrias do tipo POINT. No modelo, não foram impostas restrições espaciais, permitindo assim uma simulação mais realista da liberdade de movimento natural dos animais nos terrenos. Estas restrições futuramente deveriam ser cumpridas. No modelo não foram impostas restrições de espaciais, de forma a permitir a liberdade de movimentos dos animais nos terrenos.

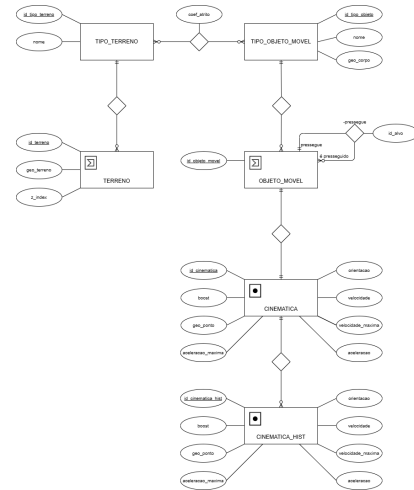


Figura 2. Modelo Entidade-Associação com Pictogramas

normalização e funções comportamentais que representam o comportamento dos objetos moveis. As funções aritméticas têm um operador associado de forma a facilitar a sua utilização.

As funções criadas foram as seguintes:

- **Funções Aritméticas:**

- `divisao_vector_por_escalar (t_vector, real)` [Operador / (t_vector, real)];
- `subtrair_geometry (geometry, geometry)` [Operador - (geometry, geometry)];
- `subtrair_vector (t_vector, t_vector)` [Operador - (t_vector, t_vector)];
- `soma_vector_vector (t_vector, t_vector)` [Operador + (t_vector, t_vector)];
- `produto_vector_por_escalar (t_vector, real)` [Operador * (t_vector, real)].

- **Função de Conversão:**

- `geometry_to_tvector (geometry).`

- **Função de Normalização:**

- `normalizar (t_vector).`

- **Funções Comportamentais:**

- `criar_views_objetos;`
- `simular_perseguiçao (int);`
- `centrar_forma2D (geometry, geometry, double);`
- `obter_aceleracao (int, int, real, int);`
- `novo_aceleracao_linear (objeto_movel, objeto_movel, real);`
- `novo_velocidade (t_velocidade, t_aceleracao, real, t_velocidade);`
- `novo_orientacao (real, t_velocidade, real);`
- `novo_posicao (geometry, t_velocidade, real);`
- `obter_terreno (geometry).`

B. Quantum GIS

A visualização através do *software* QGIS é conseguida através do carregamento das várias camadas PostGRES. Para a visualização apresentada na Figura 5 foram carregadas 31 camadas, uma camada com a cinemática de cada objeto, uma camada com os pontos da trajetória de cada objeto (9 camadas), uma camada com a posição atual de cada objeto (9 camadas), uma camada com o corpo de cada objeto centrado na posição atual (9 camadas) e uma cada por cada tipo de terreno (4 camadas).

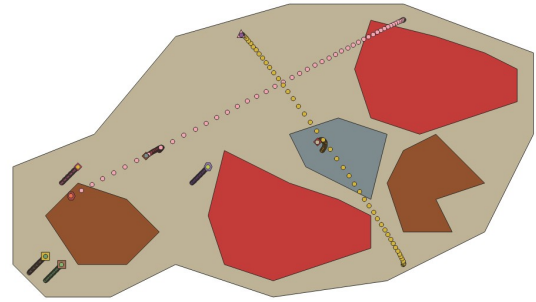


Figura 5. *Quantum GIS*

C. Interface Gráfica

A interface gráfica ambiciona a simulação e interação de forma simples e rápida das trajetórias do movimento de cada objeto. A interação através do **Quantum GIS** é mais desafiante e, sendo que, para contornar este desafio, foi desenvolvida uma interface específica, apresentada na Figura 6, que permite visualizar todos os terrenos e os seus tipos, juntamente com os animais. Esta interface oferece ainda opções de seleção e controlo sobre o elemento gráfico do sistema.

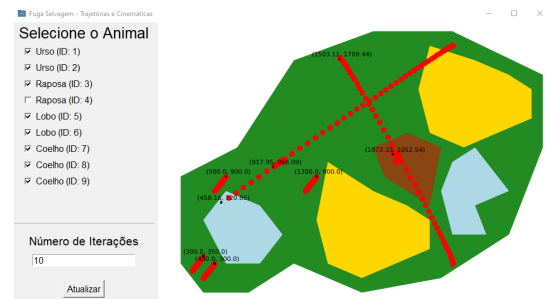


Figura 6. *Interface Gráfica*

A nível de desenvolvimento da interface, foram utilizadas tecnologias como o **ORM - SQLAlchemy** [2], para trabalhar com a base de dados desenvolvida, e o **GeoPandas** [1], para trabalhar com os dados geográficos. Esta abordagem consistiu numa simplificação do problema.

VI. CONCLUSÕES

Este projeto desenvolve as tecnologias abordadas na unidade curricular de Sistemas de Informação Geográfica e Multimédia, possibilitando a compreensão e aplicação de conceitos relacionados a bases de dados geoespaciais e visualização de dados geográficos, através da exploração do modelo entendido, utilizando a extensão PostGIS e a ferramenta de visualização QGIS. Um dos pontos a melhorar diz respeito às restrições espaciais, estas podem ser integradas de forma a representar os

movimentos e as interações dos objetos no ambiente geoespacial, limitando o espaço em que os objetos operam. A nível de desenvolvimento futuro, a interface apresenta sempre pontos a melhorar, especialmente no que diz respeito à implementação de novas funcionalidades, ao controle de parâmetros e a outras abordagens, conforme mencionado na unidade curricular. Este tipo de sistema manipula informações estruturadas em dados geográficos complexos, sendo aplicado de forma prática e útil em simulações de cenários complexos, como fogos florestais e cheias.

REFERÊNCIAS

- [1] GeoPandas. <https://geopandas.org/en/stable/>.
- [2] SQLAlchemy. <https://www.sqlalchemy.org/>.