

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
DEPARTAMENTO DE ELETRÔNICA E COMPUTAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

## **Estudo e aperfeiçoamento da técnica de *Steering Behaviors* na simulação física de fluidos em um espaço tridimensional**

Orientando: Henrique Vicentini

Orientador: Cesar Tadeu Pozzer

Co-Orientador: Marcos Cordeiro d'Ornellas

### **1. Motivação**

A criação de cenários envolventes para jogos é uma tarefa árdua e que vem tomando grandes proporções nos últimos anos e demandando cada vez mais investimento pelas equipes de desenvolvimento.

Técnicas de simulação de fluidos vêm sendo estudadas há vários anos junto com uma abordagem física o qual tenta simular o mundo real em ambientes virtuais. O aumento da capacidade de processamento dos sistemas computacionais tornou possível utilizar técnicas cada vez mais robustas e realistas de simulação e representação da realidade em ambientes virtuais interativos. Assim houve aumento da expectativa dos usuários por ambientações mais reais e condizentes com o mundo real. Por esse motivo torna-se indispensável buscar novas formas representar o mundo real nesses ambientes virtuais.

A possibilidade de aplicar métodos desenvolvidos em outras finalidades corrobora com a importância do mesmo no meio científico, assim caso seja possível aplicar técnicas como *steering behaviors* na simulação de fluidos consolidará ainda mais a importância do mesmo, o qual primeiramente foi criado para simular comportamento de personagens virtuais controlados pelo sistema poderá ser aplicado no desenvolvimento de animação física e elementos de imersão no ambiente virtual do jogo.

### **2. Detalhamento da solução**

A renderização de fluídos para um ambiente interativo ainda é um processo não trivial que requer grande gasto com processamento, assim técnicas de melhoria dos algoritmos existentes ou a criação de um novo paradigma para tratar a solução de uma limitação é bem vinda para a indústria de jogos.

O objetivo geral desse trabalho é a aplicação de um método conhecido como *Steering Behaviors* na animação de fluídos para ambientes interativos. Esses ambientes podem ser

jogos de computador e simulações em tempo real aumentando a imersão do usuário no mundo virtual criado. A imersão do usuário é muito importante para que um jogo se torne interessante e atraia a atenção aos seus detalhes e não somente a linearidade da história, por esse motivo investimentos em melhoria na qualidade final dos jogos vem recebendo tanto destaque nos últimos anos.

A simulação de fluidos utilizando *Steering Behaviors* é uma tentativa de encontrar uma nova forma de simular um detalhamento importante de ambientes virtuais, os fluidos. Porém como os *Steering Behaviors* não foram criados para esse propósito, será necessário lapidar a sua estrutura em busca de uma metodologia que permita inserir novos elementos presentes nos fluidos, como viscosidade, densidade e tensão superficial; elementos físicos presentes nos ambientes, como gravidade, atrito e pressão. A simulação não tem por objetivo representar a realidade e ser válida para análise de comportamento físico de fluidos, mas sim de representação para ambientes tridimensionais.

## 2.1. *Steering Behaviors*

*Steering Behaviors* faz uso de elementos que guiam as ações dos agentes controlados pelo sistema através de forças em um cenário. As ações são guiadas através de comportamentos de atração, repulsão, coesão, alinhamento e aglomeração. Esses elementos podem ser combinados criando novas formas comportamentais que possibilitam a simulação de ações de busca, perseguição, marcha, fuga, entre outros propostos por Reynolds [Craig Reynolds, 99]. Partindo dessa característica foi levantada a possibilidade de utilizar a técnica de *Steering Behaviors* na simulação de elementos fluidos, expandindo a idéia original proposta por Reynolds [Craig Reynolds, 87] da simulação de comportamento para personagens autônomos em um sistema. Na figura 1 são mostrados alguns comportamentos de grupo.

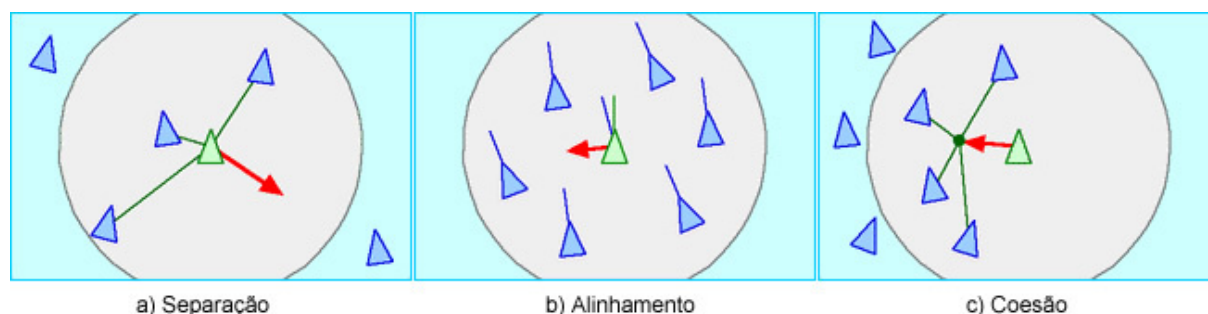


Figura 1: Exemplo de forças que podem compor o comportamento de um elemento.

A tecnologia de steering behaviors será utilizada para simular o dinamismo entre os elementos que compõem o fluido os quais serão denominados de partículas. A técnica, primeiramente criada para simular comportamento de grupo e de movimentação de elementos em um ambiente, é baseada em forças o que possibilita a criação de um cenário em que as partículas sejam guiadas pela interação de forças com forças externas (gravidade, formato do recipiente) e as demais partículas. Porém junto com a possibilidade de uso dessa metodologia apareceram algumas dificuldades a serem estudadas para chegar a um resultado visualmente coerente, entre eles podemos citar:

- *Evitar o acréscimo de forças no sistema:* Esse é um problema diagnosticado pelo próprio funcionamento dos steering behaviors, pois as forças (atração, coesão, repulsão) não se limitam a utilizar a energia que cada partícula possui, assim novas forças são adicionadas pelos próprios elementos para reagir a estímulos do ambiente;
- *Gravidade:* Para testes preliminares, já realizados, foi adicionada uma força constante no sistema para simular a ação da gravidade sobre as partículas, porém a mesma deve

ser ajustada para solucionar problemas que a mesma gerou, como por exemplo, a aplicação desnecessária de forças em casos em que a partícula não possa reagir a aqueles estímulos (colisão com o fundo de um recipiente);

- *Definição das forças que guiarão o sistema:* Para que o sistema funcione conforme as expectativas, é necessário definir quais forças atuarão no mesmo, quais serão necessárias para que as partículas reajam e gerem um resultado esperado. Essas forças podem ser forças básicas como exemplo, alinhamento, coesão, repulsão ou complexas como viscosidade, turbulência, correnteza e forças de ambiente como gravidade. A definição dessas forças e a influência das mesmas sobre o sistema é de vital importância para o dinamismo do sistema e a representação adequada do mesmo.
- *Reação das partículas com o ambiente:* A interação das partículas com o ambiente também é um fator importante para o sistema. Existem duas abordagens possíveis de ser utilizada. A primeira utiliza os objetos como limitadores das partículas. Essa fará com que quando as partículas atingirem uma região de colisão ou de interação com o objeto as mesmas simplesmente são impedidas de prosseguir; a segunda abordagem é representar os objetos por forças a qual traz um dinamismo maior ao ambiente, porém traz limitações a solução, como por exemplo, caso a partícula possua uma velocidade maior que a força de repulsão do objeto possa repeli-la a partícula atravessará o objeto representando uma situação incoerente para o sistema.
- *Relação espacial das partículas:* As partículas não devem interferir em todo o ambiente da simulação, pois o grau de ação das forças das partículas diminui com o afastamento da mesma tornando sua importância para o sistema de forças representativo somente em uma sub-região próxima à partícula, assim uma partícula somente afeta seus vizinhos próximos. É necessário definir o quanto as partículas interferem no ambiente a sua volta, agrupando as partículas subgrupos. Esse agrupamento possibilitará o processamento independente do conjunto de partículas facilitando a paralelização do processamento o qual muito importante e desejado para o particionamento do problema e a viabilidade de utilizar o processamento paralelo da GPU.

## **2.2. CUDA**

A tecnologia CUDA [NVIDIA, 08] (Compute Unified Device Architecture) permite a programação de placas gráficas utilizando linguagem C. Devido às tecnologias empregadas nas atuais GPUs (Graphics Processing Unit) para acompanhar o crescimento do mercado de jogos incluindo a adição de múltiplos processadores de propósito gerais o poder de processamento das GPUs ultrapassaram a capacidade de processamento das CPUs (Central processing unit), isso as torna uma fonte mais barata de processamento que CPUs para determinadas aplicações.

Essa poderá ser aplicada para paralelizar o processamento dos elementos do cenário de teste. A utilização da GPU em um caso de processamento paralelo tem demonstrado grande eficácia em casos em que o problema possa ser particionado em pequenos fragmentos possibilitando utilizar os vários processadores de uso geral que as placas de vídeo atuais disponibilizam.

## **2.3. Desenvolvimento**

Será utilizada linguagem de programação C/C++ para a codificação da solução juntamente com OpenGL para exibição gráfica dos resultados.

### 3. Planejamento

#### 3.1. O que foi feito

Foi realizada a revisão bibliográfica busca de material de apoio para especificar o problema e determinar uma abordagem para a solução do mesmo. Dentre os objetos estudados podemos citar:

- Pesquisa sobre *Steering Behaviors*: Foram estudados diversos trabalhos relacionados sobre as aplicações de *Steering Behaviors*, dos quais a grande maioria mantinha a utilização dos *Steering Behaviors* no seu enfoque original, a movimentação de elementos em cenários bidimensionais e tridimensionais através de forças, assim não foi encontrado trabalhos significativos em que relacionam o conceito de forças do *Steering Behaviors* com simulação física.
- Simulação de fluidos para computação gráfica: Foi verificada que a abordagem utilizada para a simulação de fluidos para computação gráfica (jogos e animações) é de física de partículas o qual trata o fluido como um conjunto de partículas que interagem fisicamente por transferência de energia entre as partículas.
- Pesquisa de trabalhos relacionados de *Steering Behaviors* na simulação de fluidos: A busca de trabalhos relacionados foi realizada com o objetivo de embasar e guiar o nosso trabalho, porém não foram encontrados trabalhos significativos na área, o que dificultou determinar a viabilidade do projeto e se os resultados serão satisfatórios,
- Utilização de CUDA: Estudo da tecnologia CUDA teve por objetivo determinar a possibilidade de utilização da tecnologia no desenvolvimento do sistema. A utilização de CUDA pode ser necessária com o crescimento da complexidade computacional do problema. A mesma se demonstrou uma alternativa válida tanto como fonte de processamento como fortalecimento da pesquisa no trabalho.
- Implementação da solução: Para implementação inicial foi tomado por base um framework de *Steering* existente, OpenSteer [OpenSteer, 08], pois buscávamos eliminar alguns passos no desenvolvimento. Entretanto, com a necessidade de modificar estruturalmente a implementação de *Steering Behaviors*, criando novas forças e alterando as existentes, o OpenSteer se tornou muito complexo e não proporcionou a interface adequada para trabalhar a solução surgindo assim a necessidade de desenvolver a própria implementação dos *Steering Behaviors*. Foram testadas algumas combinações de testes, variando o módulo, distância e relevância de atuação das forças de coesão, repulsão e alinhamento entre as partículas. A Figura 2 abaixo foi o resultado obtido dos testes realizados.

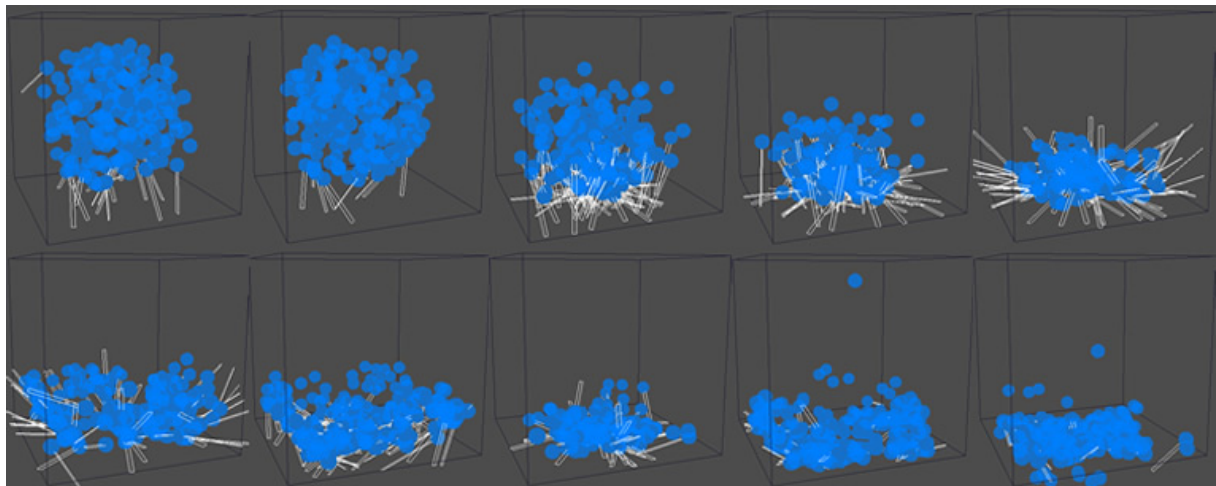


Figura 2: Sequência de imagens capturadas em testes realizados utilizando o framework OpenSteer.

### 3.2. O que falta fazer

- Projeto de um sistema de behaviors que facilite a utilização de CUDA;
- Implementação do novo sistema de behaviors;
- Definição das forças que agirão sobre as partículas do sistema;
- Implementação de casos de testes;
- Coleta dos resultados e análise;
- Escrever a Dissertação;

### 3.3. Cronograma de execução

Etapas	Ago	Set	Nov.	Dez.	Jan	Fev	Mar
a	x	x	x	x	x		
b	x	x					
c	x	x	x				
d			x	x	x		
e			x	x	x		
f			x	x	x	x	x

## 4. Bibliografia

[Craig Reynolds, 87] Reynolds, C. W. (1987) Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model, in Computer Graphics, 21(4) (SIGGRAPH '87 Conference Proceedings) pages 25-34.

[Craig Reynolds, 99] Reynolds, C. W. (1999) Steering Behaviors For Autonomous Characters, in the proceedings of Game Developers Conference 1999 held in San Jose, California. Miller Freeman Game Group, San Francisco, California. Pages 763-782.

[NVIDIA, 08] Corporation. NVIDIA CUDA compute unified device architecture programming guide. <http://developer.nvidia.com/cuda>, Março. 2008.

[OpenSteer, 08] OpenSteer. Steering Behaviors for Autonomous Characters. <http://opensteer.sourceforge.net/>, Março. 2008.