

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 fluídos 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 de representação da realidade em ambientes virtuais interativos. Aumentando assim a expectativa dos usuários por ambientações mais reais e condizentes com o mundo real. Por esse motivo se torna indispensável a busca por novas formas representar o mundo real nesses ambientes virtuais.

A possibilidade de aplicar métodos destinados a outros fins 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 proposta do trabalho é de simular fluidos em tempo real em um cenário tridimensional com o objetivo de validar a pesquisa com resultados. A pesquisa consiste em utilizar a tecnologia de Steering Behaviors para simulação de fluídos em um ambiente tridimensional. A simulação não tem por objetivo representar a realidade e ser válida para análise de comportamento físico de fluídos 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.

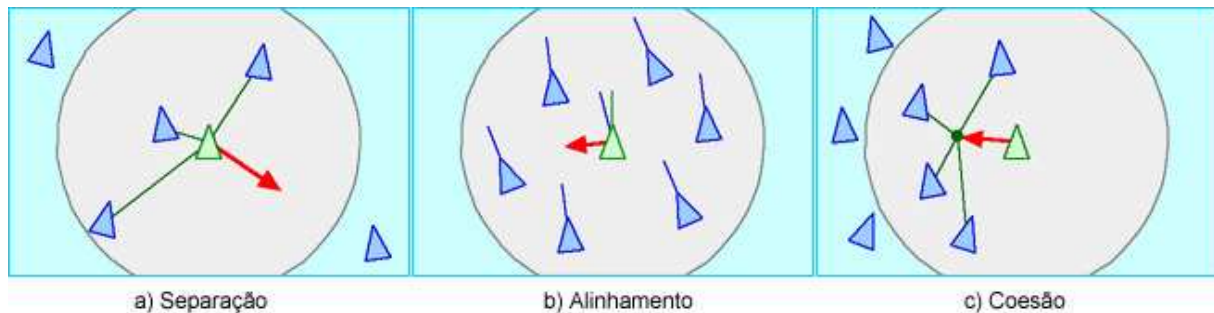


Figura 1: Exemplo de forças que podem compor o comportamento de um elemento.

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 aquele estímulo (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. Existe 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 a mesma simplesmente é impedida de prosseguir; a segunda abordagem é representar os objetos por forças, essa abordagem traz um dinamismo maior ao ambiente, porém traz limitações a solução, como por exemplo, caso a partícula possua uma força maior que a de repulsão do objeto a mesma atravessará o mesmo o que é uma ação inesperada.

- *Relação espacial das partículas:*

As partículas não devem interferir em todo o ambiente de simulação, pois a importância das mesmas é localizada, afetando somente seus vizinhos próximos, a contribuição de uma partícula no cenário diminui com o afastamento da região de processamento, assim uma partícula somente contribui significativamente para a simulação em uma sub-região do ambiente a qual ela está localizada. É necessário definir o quanto as partículas interferem no ambiente a sua volta, agrupando as partículas em grupos. Esse agrupamento possibilitará o processamento independente do conjunto de partículas facilitando a paralelização do processo muito importante para a utilização de GPU no processamento do mesmo.

2.2. CUDA

A tecnologia CUDA [NVIDIA, 08] (Compute Unified Device Architecture) permite a programação de placas gráficas utilizando linguagem C. Devido as 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 tem 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. Que foi feito

Foi realizada a revisão bibliográfica e estudo do problema, entre os itens podemos citar:

- Pesquisa sobre *Steering Behaviors*

A pesquisa sobre o tema retornou diversos trabalhos relacionados a movimentação de elementos em cenários bidimensionais e tridimensionais, porém nada foi encontrado relacionado com simulação física utilizando o conceito de forças que é a base da tecnologia estudada.

- Simulação de fluídos para computação gráfica

Foi verificada que a abordagem utilizada para a simulação de fluídos para computação gráfica (jogos e animações) é de física de partículas o qual trata o fluído 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 fluídos

A busca de trabalhos relacionados foi realizada com o objetivo de embasar e guiar o nosso trabalho, porém os resultados foram um pouco inesperados. Não foram encontrados trabalhos significativos na área, o que dificultou determinar se é possível 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. E 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, porém com a necessidade de modificar estruturalmente o a implementação de *Steering Behaviors*, criando novas forças e alterando as existentes, o mesmo 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.

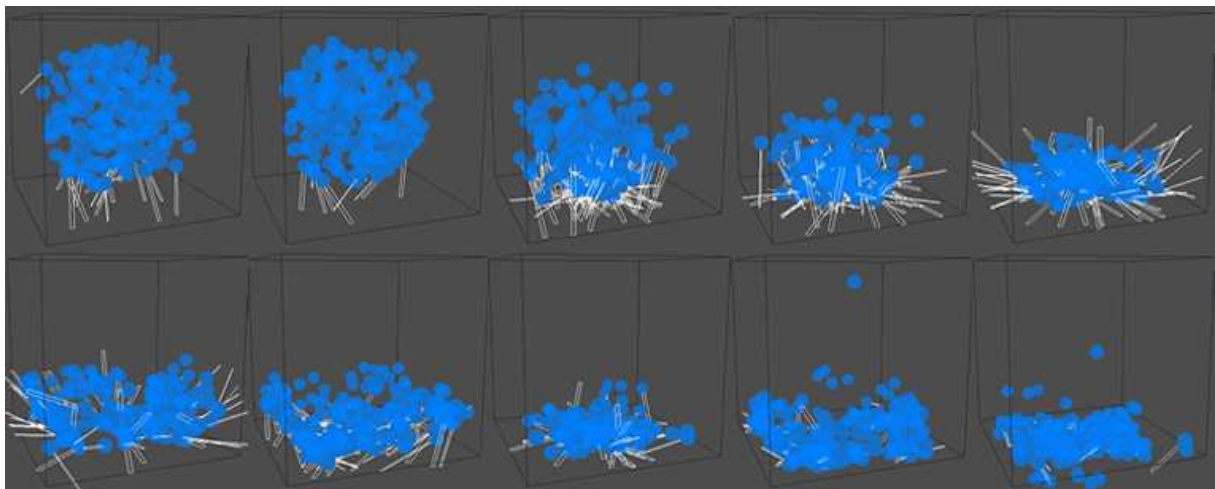


Figura 2: Seqüência de imagens capturadas em testes realizados utilizando o framework OpenSteer.

3.2. O que falta fazer

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