

# Combinando Kd-trees e Packed Memory Arrays para Acelerar Detecção de Colisão de Partículas

Affonso Neto<sup>1</sup>, João Comba<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Affonso Dick Neto, Ciências da computação, UFRGS

<sup>2</sup> João Luiz Dihl Comba, Orientador



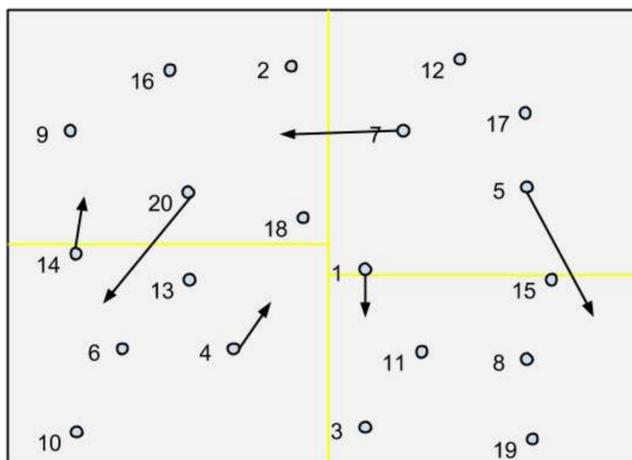
## OBJETIVO

Utilizar a estrutura de dados conhecida como PMA (*Packed Memory Array*) para acelerar o funcionamento da kd-tree na classificação espacial de partículas. O PMA é utilizado na área de banco de dados para a aceleração de inserção e movimentação de elementos em um arranjo. A kd-tree é utilizada na área de computação gráfica para acelerar simulações físicas.

## METODOLOGIA

Como é necessário que as estruturas trabalhem em conjunto e as duas são baseadas em árvores binárias foi criada uma estrutura de dados híbrida que respeita a regras das duas estruturas.

O PMA gerencia o arranjo em que os elementos são guardados e mantém eles separado em segmentos de tamanho igual com espaços vazios em cada segmento. Assim toda vez que um elemento entrar em um segmento não será necessário mover todos os elementos subsequentes do arranjo, mas apenas os do segmento.



2	9	16	18	20			4	6	10	13	14		
1	5	7	12	17			3	8	11	15	19		

A figura mostrada acima mostra um passo de uma simulação de partículas com a divisão espacial calculada pela kd-tree e abaixo o estado do arranjo de elementos gerenciado pelo PMA.



2	9	7	14	16	18			4	6	10	13	20		
1	12	15	17					3	5	8	11	19		

Após a atualização da estrutura é possível três situações.

1 - O elemento 4 não precisou ser movido no arranjo já que não saiu dos limites do segmento.

2 - Os elementos 7, 14 e 20 mudaram de segmento, mas foi necessário apenas mover os elementos 16 e 18 para liberar espaço.

3 - Uma situação de balanceamento, onde um segmento não respeita mais seus limites de densidade. Esses limites são estipulados na criação da estrutura em porcentagens. No exemplo foi usado uma porcentagem mínima de 30%, como o segmento ficou com dois elementos ele foi balanceado com o segmento adjacente. O balanceamento também é o único meio de mudar os limites da kd-tree. Caso todos os segmentos estejam fora dos limites de densidade mesmo com o balanceamento o tamanho do arranjo será dobrado ou dividido em dois, com isso a estrutura não tem um tamanho fixo e cresce ou diminui conforme o necessário.

Outra vantagem dessa estrutura é de ela usar uma arranjo de memória contínua, aumentando a proximidade dos dados em memória e diminuindo o número de *cache miss* no processador.

## REFERÊNCIAS

BENDER, A. M.; HU, H.; An Adaptive Packed-Memory Array. *ACM Trans. Database Syst.* 32 (Novembro 2007).

LUQUE, R. L.; COMBA J. L. D.; FREITAS, C. M. D. S.; Broad-Phase Collision Detection Using Semi-Adjusting BPS-tree. *ACM* 2005.

DURANTE, M.; RAFFIN, B.; FAURE, F.; A Packed Memory Array to Keep Moving Particles Sorted. *The Eurographics Association* 2012.



MODALIDADE DE BOLSA



PIBIC