Simular grupos de agentes é assunto desde os anos 80. As simulações eram baseadas em partículas que moviam de acordo com parâmetros físicos que atuam sobre elas (força motriz, força gravitacional, atrito, etc). Contudo, simular partículas unitariamente não resultava em informações relevantes. Então, as simulações foram expandidas para grupos de partículas, pois entender os grupos a olho nu era completamente complicado e só tornou-se possível com o auxílio de simulações feitas em computadores. Os grupos eram compostos por entidades complexas, chamados de agentes autônomos, os quais agiam pelas interações sociais e físicas feitas pelos agentes do mesmo grupo.

Exemplo dado é o modelo bandos de pássaros (Reynolds, 1987). Os elementos dos bandos são os pássaros, que através de comportamentos são induzidos a algum tipo de personalidade (voar junto ao bando, mover de um bando para outros, etc). São três os comportamentos: separação de outros pássaros, alinhamento a direção de vôo de outros pássaros e coesão a outros pássaros. A simulação do modelo é feita por passos, onde a cada passo é calculado o comportamento de cada pássaro e definida a sua trajetória pela soma dos pesos das forças aplicadas sobre ele.

A escolha do modelo flock boids é proposital, pois sua complexidade computacional O(n^2) (n o número de agentes na simulação) o impede de ser simulado em tempo hábil utilizando computação sequencial. Uma solução foi distribuir os cálculos entre mais computadores, balanceando a carga distribuída e minimizando a sobrecarga de comunicação devido às tarefas interdependentes.

O autor do artigo simulou distribuidamente o modelo baseado nos agentes, diferente de outras implementações que baseiam no espaço. Cada processo mantém uma porção do espaço simulado, que é designado pela densidade populacional dos agentes, ou seja, processos simulam porções diferentes do espaço. A justificativa está nos agentes, principais responsáveis pela carga gerada durante a simulação. Logo, é mais inteligente dividir o espaço heterogeneamente e manter quantidades semelhantes/próximas de agentes em cada processo.

O bom particionamento é essencial, pois o tempo de simulação é determinado pelo tempo do processo mais lento. Os passos da simulação devem estar sincronizados de um processo para outro, como se os processos avançassem em paralelo. Sincronizar é importante para manter a corretude da simulação, ou seja, evitar que informações antigas sejam utilizadas para cálculos.

A simulação em si é feita num espaço tridimensional. Contudo, o particionamento do espaço ocorre unidimensionalmente. O espaço pode ser visto como um histograma, onde o valor correspondente a posição é a quantidade de agentes presentes na porção do espaço dentro escala representada pelo histograma.

Cada agente interage com outros agentes próximos a ele, numa distância menor que um raio r. O raio influência em todo passo da simulação. Nenhum agente movimenta mais que o menor raio dentro do mesmo espaço de tempo, e o raio sempre será suficientemente capaz de assegurar que um agente nao mova para região diferente a representada pelo processo atual em que esta. Sempre que um agente se aproxima a uma região diferente a que está no processo, é feito o particionamento do espaço e balanceamento da carga. A mudança de agentes de uma região para outra altera a densidade histogrâmica e justifica o balanceamento em tempo de simulação.

Os processos, além de armazenarem uma região S do espaço, eles armazenam informações referentes às regiões vizinhas, armazenadas por outros processos. Isso gera uma interseção E de áreas entre processos (lateralmente, E possui 2r de comprimento)

|----------------------------------| -> Espaço

|---------|--El--|--Er--|---------| -> Interseção

|------------Sl----------| -> Região armazenada pelo processo l

|------------Sr---------| -> Região armazenada pelo processo r

el é a quantidade de agentes em El

er é a quantidade de agentes em Er

sl é a quantidade de agentes em Sl

sr é a quantidade de agentes em Sr

Os objetivos do algoritmo de balanceamento é:

1. minimizar o desbalanceamento, isto é, |sl - sr|

2. minimizar a comunicação sincronizante, isto é, |el + er|

Particionamento estático

A região principal de tamanho dx é particionado em regiões menores de tamanho dx/w, onde w é o número de processos, e atribuídas a cada processo. O particionamento é estático e não se altera durante a simulação. A movimentação dos agentes ocasionará em desbalanceamento da carga entre os processos e aumentar o tempo de simulação.

Balanceamento dinâmico 1

Cada passo da simulação recebe um valor que indicara qual balanceamento deve ser feito. O valor é dado para os limites entre as sub regiões, calculada pela área e agentes armazenados por cada processo. O desbalanceamento acusado pelo valor atribuído ao passo conduz ao novo particionamento. Valores positivos e negativos podem ser atribuídos ao passo. Como o espaço é visto unidimensionalmente pela simulação, valores positivos conduzem a um novo corte mais à esquerda da região inicial, e valores negativos pro lado contrário. Assim, sempre que agentes movem para outros processos, os cortes sobre a região são refeitos e a carga é balanceada.