

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ, СВЯЗАННЫХ
С РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЕМ PIC-МЕТОДА

И.В.Лобив¹, Ф.А.Мурзин^{2*}

¹*Новосибирский государственный университет,
630090 Новосибирск, РОССИЯ, lobiv@iis.nsk.su*

²*Институт систем информатики СО РАН,
630090 Новосибирск, РОССИЯ, murzin@iis.nsk.su*

Методы, известные под общим названием как методы "частиц в ячейках" или PIC - методы (Particles In Cells) [1] широко применяются в вычислительной математике при моделировании различных процессов.

Большой интерес представляет вопрос об эффективном распараллеливании данного алгоритма.

В работе [2] содержится краткий обзор реализаций PIC - метода на параллельных ЭВМ.

Из него следует, что возникают большие проблемы, связанные с балансировкой загрузки процессоров и сокращением коммуникационных издержек. Эти трудности обусловлены тем, что в процессе работы программы частицы могут переходить из одной пространственной подобласти в другую. Поэтому через некоторое число шагов, обычно, производят перераспределение частиц по процессорам.

Процесс вычислений также очень сильно зависит от топологии вычислительной системы.

В работе рассматривается параллельный вариант метода частиц в ячейке, в рамках бесстолкновительной модели [1]. Известно, что данный метод имеет широкую область приложений.

Предложен способ отображения данного алгоритма на параллельную вычислительную систему достаточно простой структуры. В рамках некоторых естественных предположений сделаны оценки времени выполнения алгоритма в параллельном и последовательном случаях, а также коэффициента ускорения.

Для коэффициента ускорения k получено неравенство

$$k \geq K \frac{D + \gamma(N/K) \cdot iter}{D + \xi N + \gamma\sqrt{N} \cdot iter} = K \times (1 - b(M, N, K, iter)),$$

$$b = \frac{\xi N + \gamma(\sqrt{N} - (N/K)) \cdot iter}{\alpha(M/K) + \beta(N/K) + \xi N + \gamma\sqrt{N} \cdot iter},$$

$$D = \alpha(M/K) + \beta(N/K),$$

$N = (n_1 + 1) \times (n_2 + 1)$ - размер сетки, M - число частиц, K - число процессоров,

$n_1 \cdot n_2$ делится на K , т.е. $n_1 \cdot n_2 = l \cdot K$,

$iter$ - количество итераций, возникающих при расчете плотности заряда в узлах сетки,

$\alpha, \beta, \gamma, \xi$ - некоторые константы.

Приведенный ниже график показывает зависимость коэффициента ускорения от количества ячеек N и количества частиц M , при фиксированном числе процессоров $K = 1000$. Остальные параметры равны соответственно: $\alpha = 200, \beta = 20, \gamma = 30, \xi = 40$.

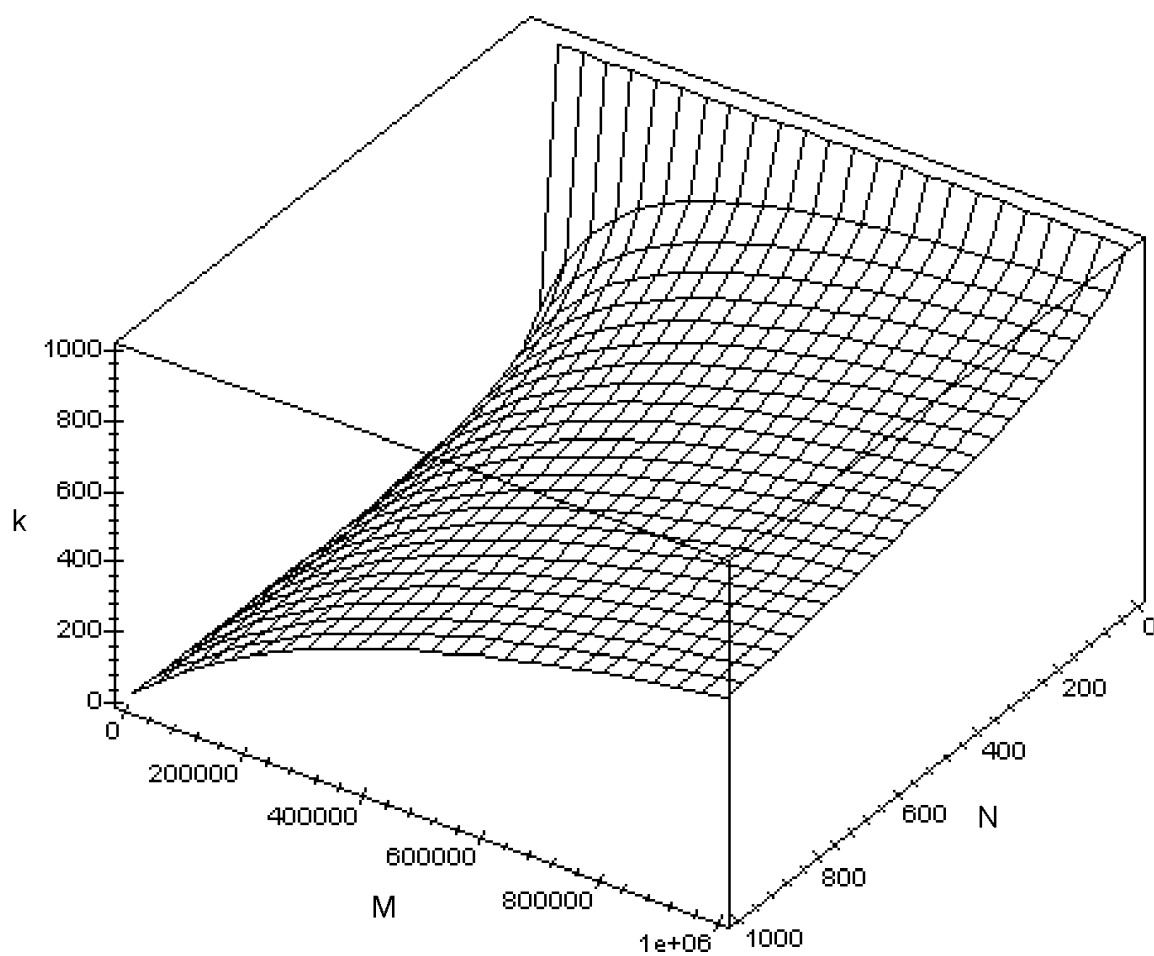


График зависимости коэффициента ускорения k от числа ячеек N и числа частиц M .

1. Поттер Д. Вычислительные методы в физике. — М.: Мир, 1975.
2. Малышкин В.Э., Вшивков В.А., Краева М.А. О реализации метода частиц на мультипроцессорах // Препринт ВЦ СО РАН, N 1052. — Новосибирск, 1995. 37 с.