

Игра “Жизнь”

1. Правила

Игра разыгрывается на клеточном поле.

У каждой клетки 8 соседних клеток.

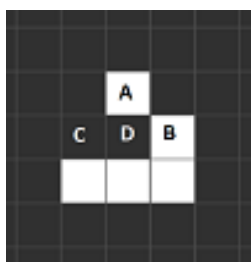
Каждая клетка может быть живой или нет.

Эволюция происходит по следующим правилам:

на каждой итерации считают количество живых соседних клеток

- 2 или 3 соседние клетки живые — живая клетка жива в следующем поколении, иначе - нет;
- 3 соседние клетки живые — мертвая клетка жива в следующем поколении, иначе - нет.

Пример:



— клетка A имеет одного живого соседа, поэтому она умирает;

— клетка B имеет трех живых соседей, поэтому она остается жить;

— клетка C имеет трех живых соседей, поэтому она рождается;

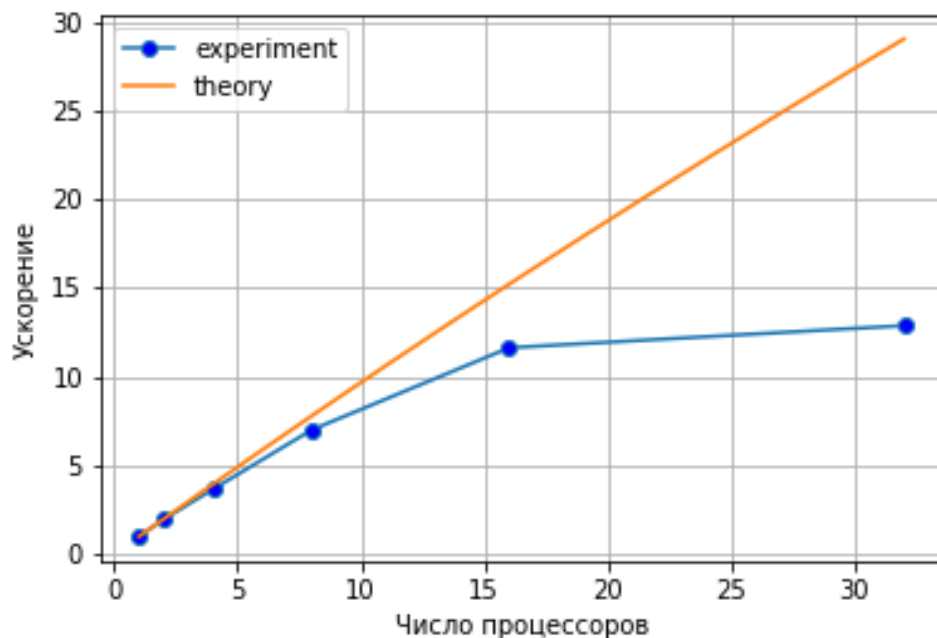
— клетка D имеет пять живых соседей, поэтому она остается мертвой.

2. Реализация

Программа написана на языке C++ с использованием MPI. Поле квадратное разбито полосками. Все обмены происходят в коммуникаторе MPI_COMM_WORLD. Обмены происходят в процедуре life_step, там же применяют правила игры. Её вызывают в цикле по числу итераций. Их заранее задают в файле input.txt. Также в этом файле указывается размер поля и его заполнение.

3. Ускорение

Программа была запущена на различном количестве процессорах. Поле размером 1920*1920.



$$S = \frac{p}{1 + \tau * L}$$

$$\tau = 24.2$$

характеристика “параллельности” компьютера

$$\tau = \frac{\tau_a}{\tau_c}$$

τ_a среднее время одной арифметической операции

запустила программу, которая делает в цикле 10000 арифметических операций. Получила

$$\tau_a = 1.49 * 10^{-9}$$

τ_c среднее время передачи одного числа на другой процесс

запустила программу, которая передает сообщение длиной 100000 на другой процесс. Получила

$$\tau_c = 3.62 * 10^{-8}$$

$$\tau = \frac{\tau_a}{\tau_c} = 24.2$$

$$L = \frac{L_c}{L_a}$$

характеристика “параллельности” алгоритма

L_a - общее количество арифметических операций алгоритма

L_c - общая длина всех обменов данными для алгоритма

$N = 1920$

количество операций на ячейку $C = 8$, клеток N^2 , арифметические операции, в пересчете на 1 процессор:

$$L_a = C * N^2 / p$$

коммуникационные затраты зависят от количества граничных клеток каждый блок отправляет первую и последнюю строку

$$L_c = 2 * N$$

$$L = \frac{p}{4N}$$

$$S = \frac{p}{1 + \tau * \frac{p}{4N}}$$

2D разбиение

Реализация обменов

поле равномерно разбито решеткой. пусть длина/ширина поля N клеток.

число процессоров(p) равно числу областей. Необходимо, чтобы число колонок(a) умноженное на число строк(b) было равно количеству процессоров. $a * b = p$

пусть $a = b$

$$a^2 = p$$

Сначала передают сообщения по вертикали (длина - N/a), потом по горизонтали (длина - N/a), потом по диагонали (длина - одна клетка). Итого одна область передает 2 строки в верхний и нижний области, 2 колонки в левую, правую области, каждая из 4 угловых клеток еще отправляется в диагональную область.

Для замыкания области в тор “склеим” границы:

Верхние области передают самую верхнюю строку нижним областям. Нижние области передают нижнюю строку верхним областям. Левые левую правым. Правые правую левым. Угловые области передают самые крайние угловые клетки в диагональную область. Например самая верхняя левая область передаёт самой правой нижней области.

Ускорение

общее количество арифметических операций остаётся таким же

$$L_a = 8 * N^2 / p$$

общая длина всех обменов данными для алгоритма меняется

$$L_c = 4 * N / a$$

(каждая область передаёт 2 строки, 2 колонки)

$$L = \frac{p}{2aN} = \frac{\sqrt{p}}{2N}$$

$$S = \frac{p}{1 + \tau * \frac{p}{2aN}} = \frac{p}{1 + \tau * \frac{\sqrt{p}}{2N}}$$

