



Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Факультет вычислительной математики и кибернетики

**Отчёт по теоретическому заданию в рамках курса  
«Суперкомпьютерное моделирование и технологии»**

Выполнил:

Мирпулатов Исломбек Пулат-угли

Группа **608**

Вариант **32**

Москва, 2022

## Постановка задачи

В качестве условия задачи выступает фрагмент программы на языке Си. Требовалось выполнить исследование информационной структуры этого фрагмента, то есть выявить имеющиеся в ней зависимости по данным и их характер, после чего составить описание информационной структуры на языке разметки Alolang.

## Исходный фрагмент исследуемой программы (Вариант 32)

```
for(i = 2; i <= n+1; ++i)
    C[i] = C[i - 2] + D[i];

for(i = 2; i <= n+1; ++i)
    for(j = 2; j <= m+1; ++j)
        B[i][j] = B[i - 1][j - 2];

for(i = 2; i <= n+1; ++i){
    A[i][1][1] = B[i][m + 1] + C[i];
    for(j = 2; j <= m+1; ++j)
        for(k = 1; k <= n; ++k)
            A[i][j][k] = A[i - 1][j][k - 1] + A[i][j][k];
}
```

## Описание информационной структуры на языке разметки Alolang

```
<?xml version = "1.0" encoding = "UTF-8"?>
<algo>
    <params>
        <param name = "N" type = "int" value = "4"></param>
        <param name = "M" type = "int" value = "6"></param>
    </params>
    <block id = "0" dims = "1">
        <arg name = "i" val = "2..N+1"></arg>
        <vertex condition = "" type = "1">
            <in src = "i - 2"></in>
        </vertex>
    </block>
    <block id = "1" dims = "2">
        <arg name = "i" val = "2..N+1"></arg>
        <arg name = "j" val = "2..M+1"></arg>
        <vertex condition = "" type = "1">
            <in src = "i - 1, j - 2"></in>
        </vertex>
    </block>
    <block id = "2" dims = "3">
        <arg name = "i" val = "2..N+1"></arg>
        <arg name = "j" val = "1..M+1"></arg>
        <arg name = "k" val = "1..N"></arg>
        <vertex condition = "(j == 1) and (k == 1)" type = "1">
            <in bsrc = "1" src = "i, M+1"></in>
            <in bsrc = "0" src = "i"></in>
        </vertex>
        <vertex condition = "(j > 1) " type = "1">
            <in src = "i - 1, j, k - 1"></in>
        </vertex>
    </block>
</algo>
```

## Информационный граф фрагмента и его свойства

В соответствии с инструкциями к системе Algoload я зашёл в неё под своим логином `usmc2022ss032` и загрузил в систему описание информационной структуры из предыдущего пункта. В окне просмотра оказалась следующая визуализация информационного графа:

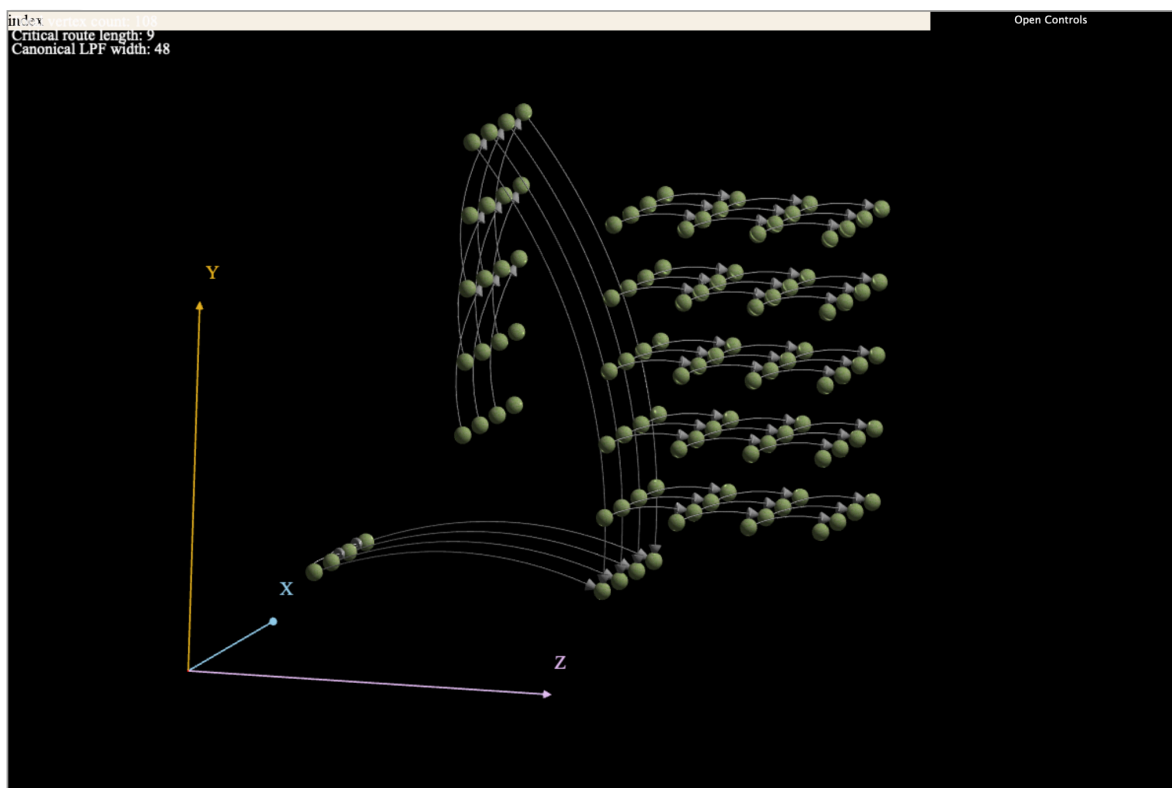


Рисунок №1 Визуализация информационного графа

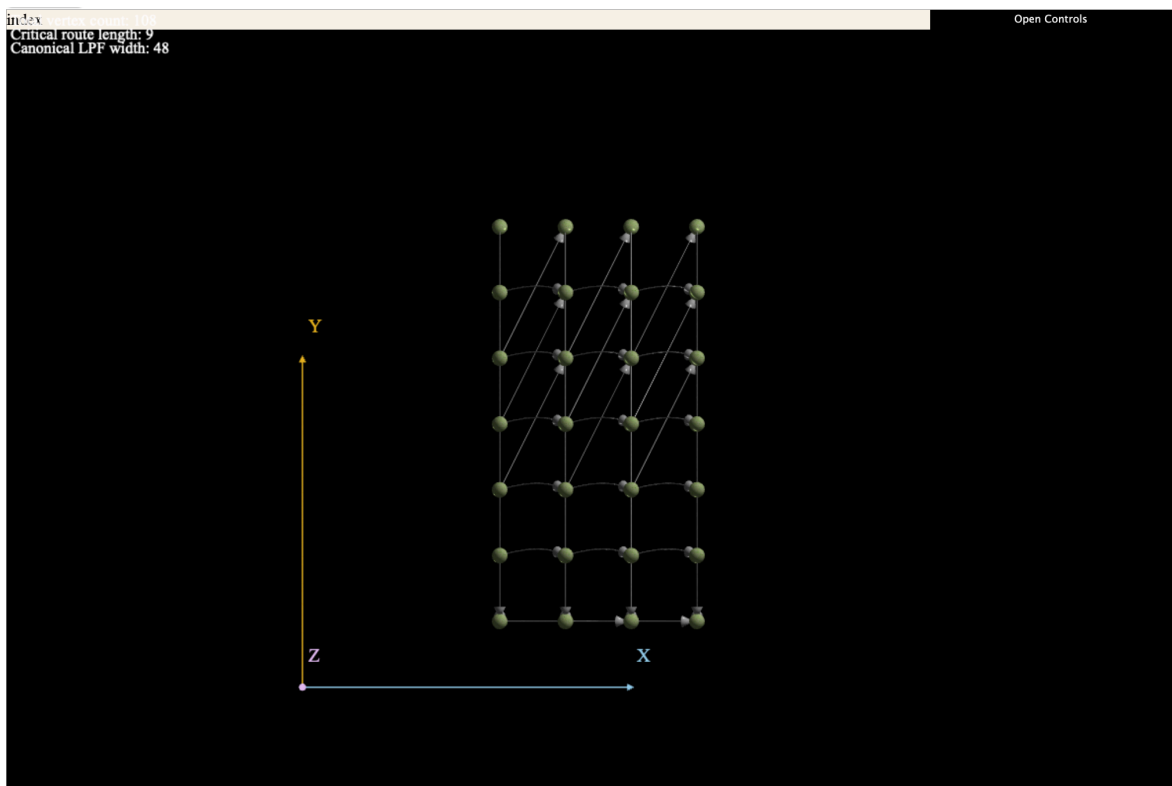


Рисунок №2 Проекция оХУ

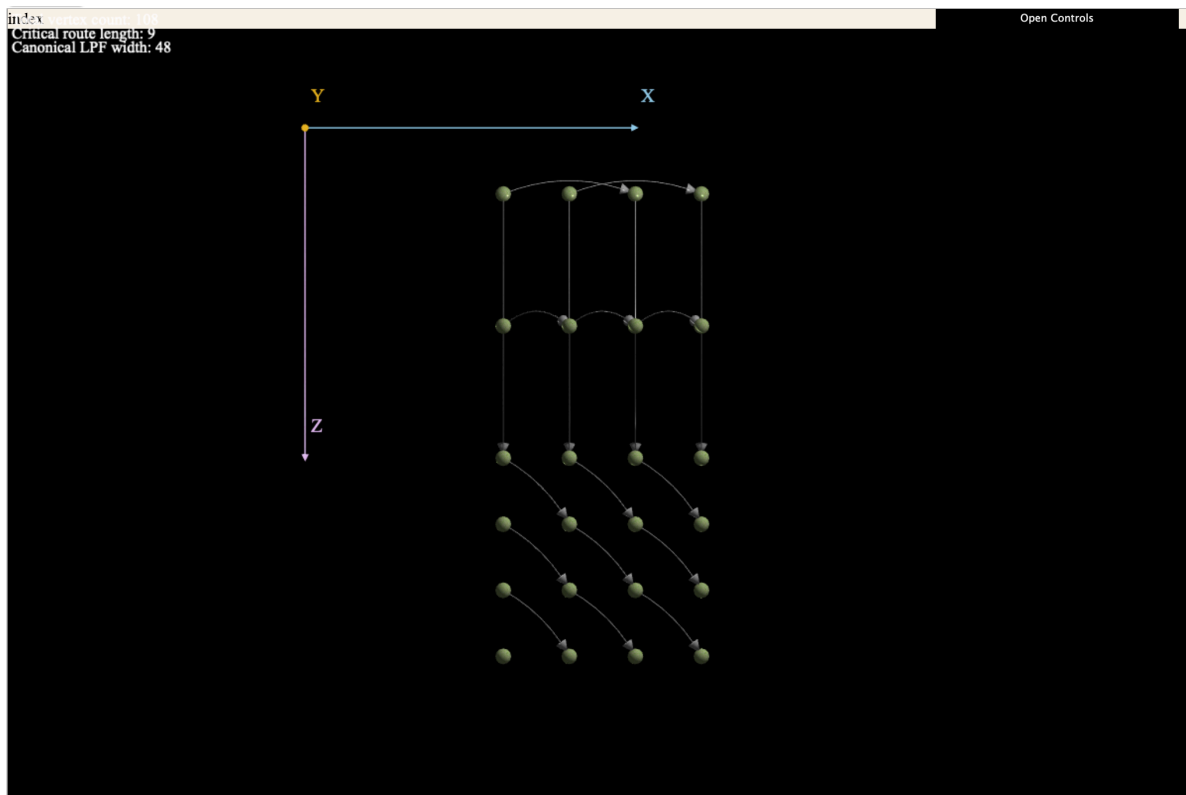


Рисунок №3 Проекция оХZ

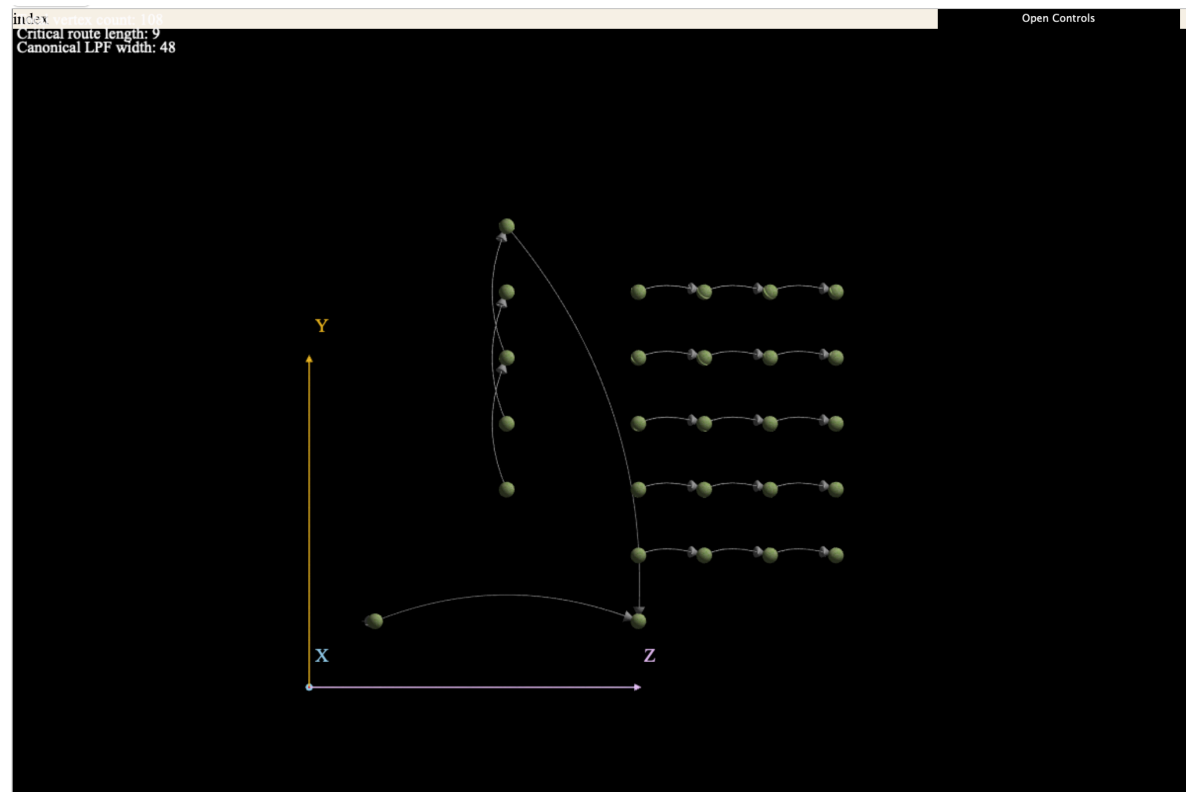


Рисунок №4 Проекция оYZ

## Базовые свойства

Для исходного фрагмента программы с использованием построенного графа определил его базовые свойства с учётом фиксированных значений  $N=4$ ,  $M=5$ , а также рассмотрел общий случай:

- Число вершин в информационном графе фрагмента (последовательная сложность):

*Число вершин в информационном графе для заданных значений внешних параметров - 108.*

*Число вершин в информационном графе для произвольных значений  $N$  и  $M$  равно:*

$$2N + NM + N^2M$$

- Длина (число дуг) критического пути в информационном графе (параллельная сложность).

*Длина критического пути в графе для заданных значений внешних параметров - 4*

*Длина критического пути в графе для произвольных значений  $N$  и  $M$  равна -  $N$*

- Ширина (максимальное число вершин на ярусе) ярусно-параллельной формы (в тексте дайте пояснения, для какой именно ЯПФ приведено значение ширины).

*Ширина канонической ЯПФ для заданных значений внешних параметров - 48.*

*Ширина канонической ЯПФ произвольных значений  $N$  и  $M$ :*

$$2 + M + 2(N - 1) + MN + M(N - 1)$$

- Максимальная глубина вложенности циклов.

*Максимальная глубина вложенности циклов равна 3.*

- Число различных типов дуг (тип дуг определяется направляющим вектором и длиной при фиксированных значениях параметров).

*В данном информационном графе присутствует пять различных типов дуг.*

- Наличие длинных дуг (т.е. дуг, длина которых зависит от внешних параметров).

*Длинные дуги присутствуют, их число равно 4, а в общем случае -  $N$ .*

*Фрагмент с разметкой параллельных циклов с использованием директивы OpenMP #pragma omp parallel for:*

```
for(i = 2; i <= n+1; ++i)
    C[i] = C[i - 2] + D[i];

for(i = 2; i <= n+1; ++i)
    for(j = 2; j <= m+1; ++j)
        B[i][j] = B[i - 1][j - 2];

for(i = 2; i <= n+1; ++i){
    A[i][1][1] = B[i][m + 1] + C[i];
    #pragma omp parallel for
    for(j = 2; j <= m+1; ++j)
        for(k = 1; k <= n; ++k)
            A[i][j][k] = A[i - 1][j][k - 1] + A[i][j][k];
}
```