



Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
Факультет вычислительной математики и кибернетики

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

Выполнила: Богатенкова Анастасия Олеговна

628 группа

Вариант №198

18.09.2022

## Оглавление

Постановка задачи .....	3
Исследуемый фрагмент программы.....	4
Описание информационной структуры графа .....	5
Информационный граф фрагмента и его свойства.....	6
Фрагмент с разметкой параллельных циклов.....	9

## Постановка задачи

Необходимо выполнить исследование информационной структуры заданного фрагмента программы, представленной в виде последовательной реализации на языке Си. Одним из возможных вариантов исследования является описание информационной структуры фрагмента на специальном языке Algolang.

С использованием системы Algoload необходимо построить информационный граф этого фрагмента программы, получить его изображение с расположением вершин в естественной системе координат, связанной с пространством итераций исследуемого фрагмента. Значения внешних параметров нужно подобрать самостоятельно, чтобы наглядно отобразить характерные особенности информационного графа.

Для исходного фрагмента программы с использованием построенного графа требуется определить его базовые свойства:

- Число вершин в информационном графе фрагмента (последовательная сложность).
- Длина критического пути в информационном графе (параллельная сложность).
- Ширина ярусно-параллельной формы.
- Максимальная глубина вложенности циклов.
- Число различных типов дуг (тип дуг определяется направляющим вектором и длиной при фиксированных значениях параметров).
- Наличие длинных дуг (т. е. дуг, длина которых зависит от внешних параметров).

После исследования информационной структуры требуется разметить параллельные циклы заданного фрагмента программы с использованием директивы OpenMP `#pragma omp parallel for`.

## Исследуемый фрагмент программы

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

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

for (i = 2; i <= n + 1; ++i) {
    A[i][1][1] = C[i];

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

## Описание информационной структуры графа

Для получения графа, размер которого достаточен для демонстрации основных свойств, в качестве значений внешних параметров были выбраны  $N=5$  и  $M=4$ .

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<algo>
  <params>
    <param name="N" type="int" value="5"> </param>
    <param name="M" type="int" value="4"> </param>
  </params>

  <block id="0" dims="1">
    <arg name="i" val="2..N+1"> </arg>
    <vertex condition="" type="1">
      <in src="i - 1"> </in>
      <in src="i"> </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, j - 2"> </in>
      <in bsrc="0" src="n+1"> </in>
    </vertex>
  </block>

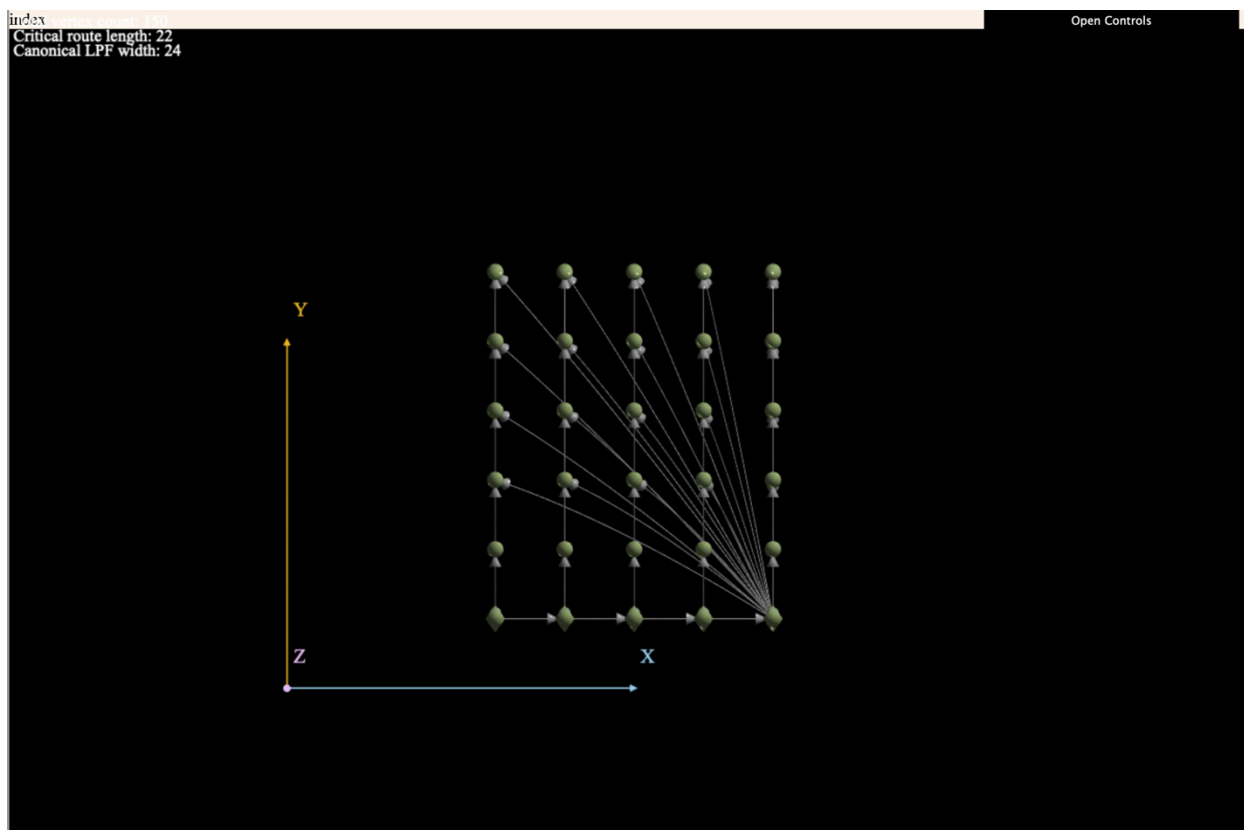
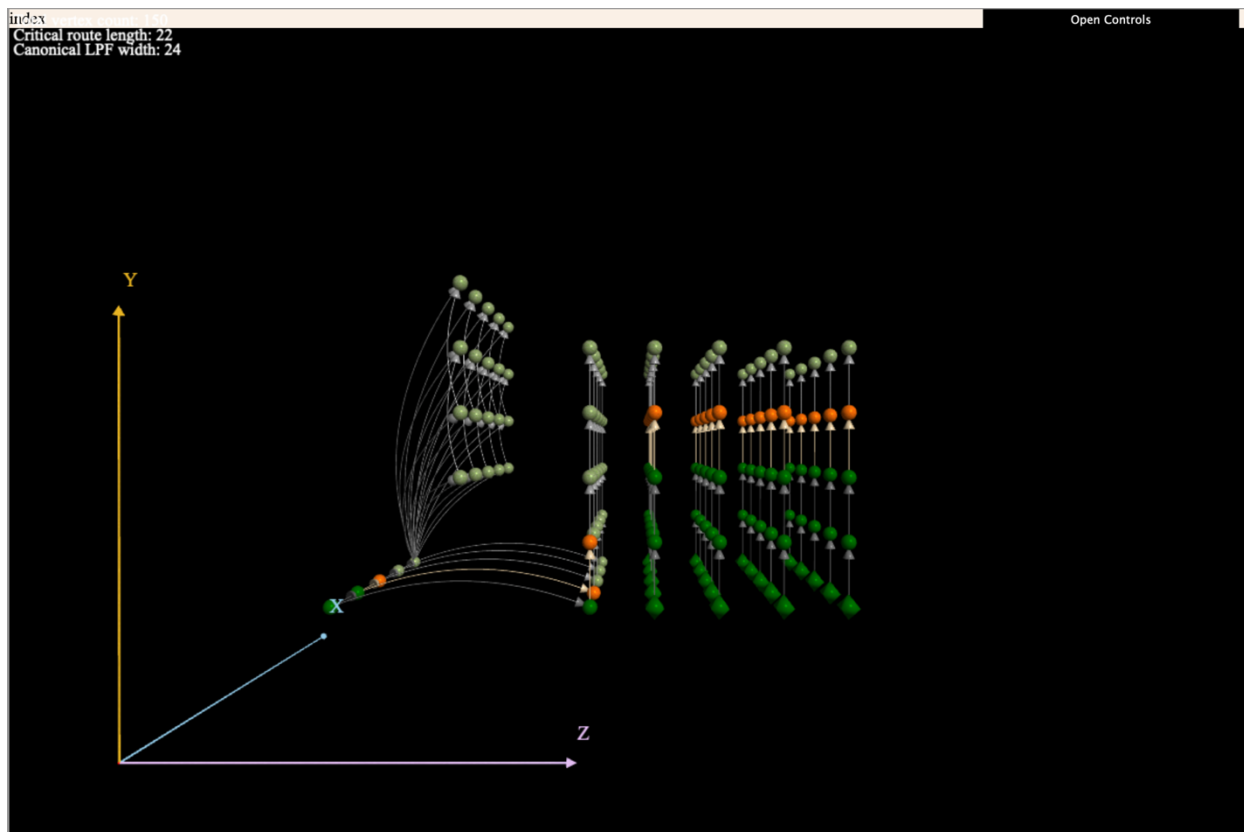
  <block id="2" dims="3">
    <arg name="i" val="2..N+1"> </arg>
    <arg name="j" val="1..M+1"> </arg>
    <arg name="k" val="1..N"> </arg>

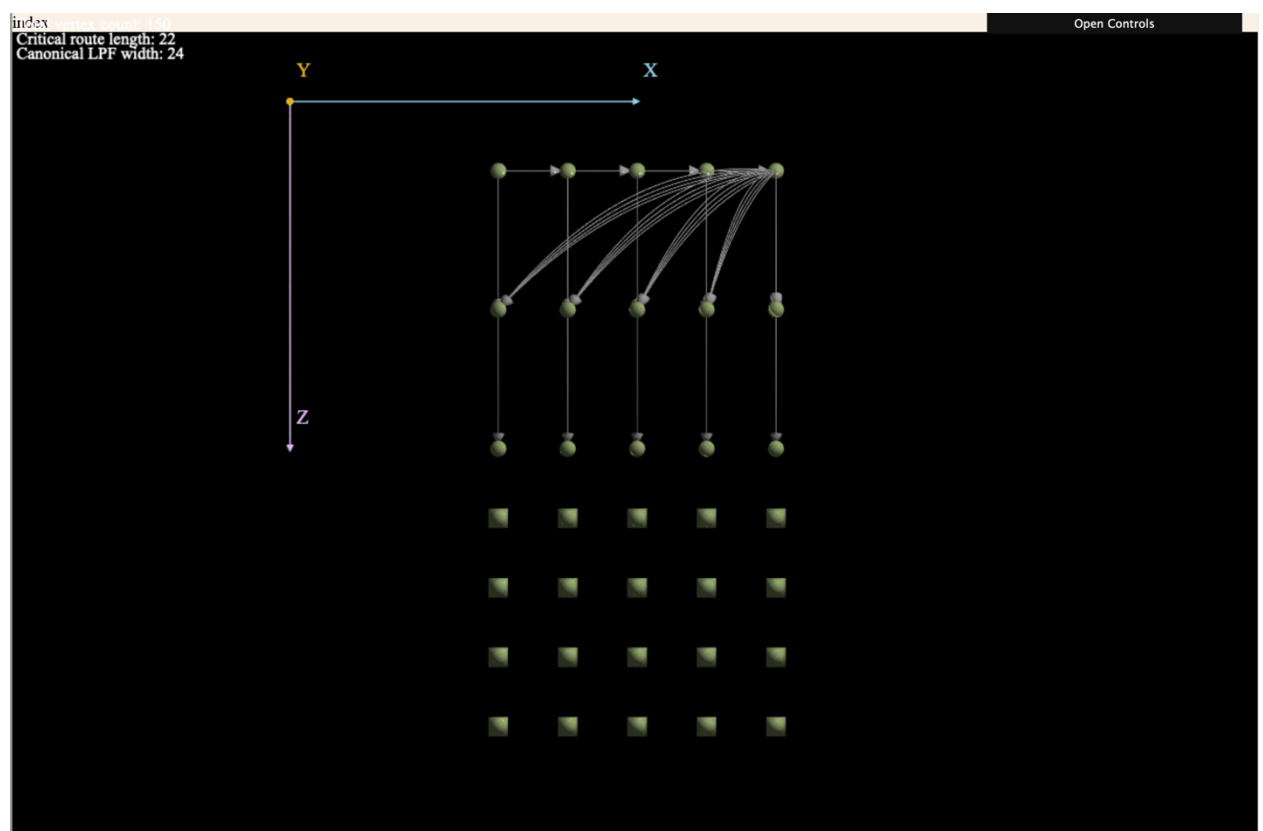
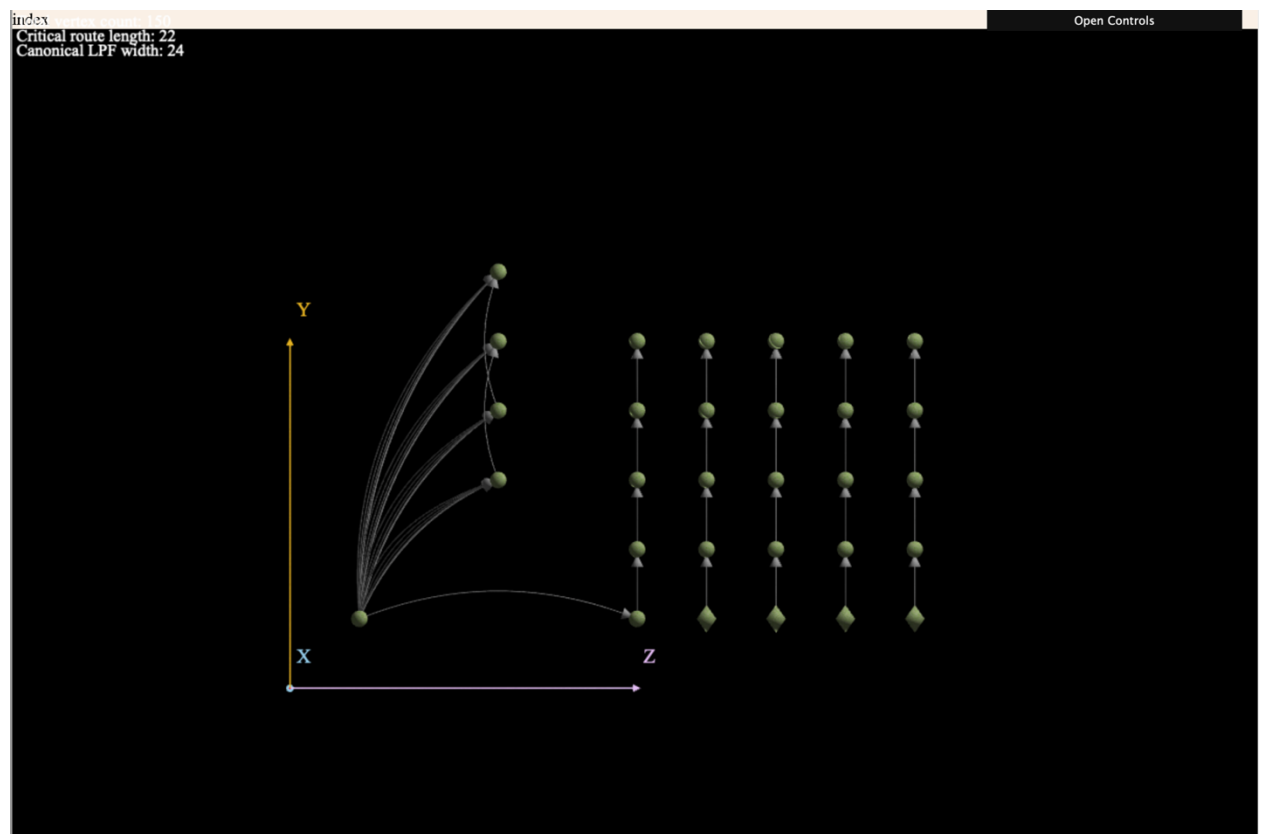
    <vertex condition="(j == 1) and (k == 1)" type="1">
      <in bsrc="0" src="i"> </in>
    </vertex>

    <vertex condition="(j > 1)" type="1">
      <in src="i, j - 1, k"> </in>
      <in src="i, j, k"> </in>
    </vertex>
  </block>
</algo>
```

# Информационный граф фрагмента и его свойства

В соответствии с инструкциями к системе AlgoLoad я зашла в неё под своим логином ustmс2022ss198 и загрузила в систему описание информационной структуры из предыдущего пункта. В окне просмотра оказалась следующая визуализация информационного графа:





Базовые свойства информационного графа оказались следующими (см. таблицу):

Свойство	Значение
Число вершин в информационном графе фрагмента	$N * (N + 1) * (M + 1)$ ( $N, M > 0$ )
Длина критического пути в информационном графе	$N + M + 1$ ( $N, M > 1$ )
Ширина (канонической) ярусно-параллельной формы	$N^2 + M - N, N \geq M;$ $(N + 1)^2 - 1, N < M$ ( $N, M > 2$ )
Максимальная глубина вложенности циклов	3
Число различных типов дуг	$4 + M * N$
Наличие длинных дуг	нет



## Фрагмент с разметкой параллельных циклов

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

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

#pragma omp parallel for
for (i = 2; i <= n + 1; ++i) {
    A[i][1][1] = C[i];

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