Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Факультет информационных технологий и прикладной математики

Кафедра вычислительной математики и программирования

Лабораторная работа №3 по курсу

«Операционные системы»

Тема работы

Управление потоками в ОС и их синхронизация

Студент: Полонский Кирилл Андреевич
Группа: М8О-208Б-20
Вариант: 10
Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2021

Содержание

Репозиторий

https://github.com/kirillpolonskii/OS/tree/master/os_lab3

Постановка задачи

Программа получает на вход размеры матрицы, размер окна фильтра, количество его применений к матрице и саму матрицу. Далее программа в отдельном потоке, число которых не превышает заданный лимит, обрабатывает каждую строку согласно алгоритму медианной фильтрации, записывая новые элементы в новую матрицу.

Общие сведения о программе

Файл main.cpp содержит весь исходный код, сборка осуществляется с помощью утилиты make. В Makefile описаны флаги -fsanitize=address и -g для отслеживания ошибок и строк, в которых они возникают.

Общий метод и алгоритм решения

Программа принимает на вход описанные выше входные данные, после чего в цикле начинает создавать потоки. Если их число превышает заданный лимит, программа присоединяет поток с индексом i % maxThreads, после чего снова его создаёт, но уже с данными новой строки. В конце цикла осуществляется присоединение остальных потоков, если это требуется. Программа запускается с ключом --max-threads=NUM, где NUM — максимальное количество потоков, которые может создать программа.

Исходный код

```
#include <iostream>
#include <thread>
#include <string>
#include <vector>
#include <algorithm>
void printMatrix(std::vector<std::vector<int> >& matrix){
	for(int i = 0; i < matrix.size(); ++i){
		for(int j = 0; j < matrix[0].size(); ++j){
			std::cout << matrix[i][j] << ' ';
		}
		std::cout << std::endl;
	}
}

void applyMedFilterToRow(std::vector<std::vector<int> >& srcMatrix, int i,
std::vector<std::vector<int> >& resMatrix, int W){
	std::cout << "thread = " << std::this_thread::get_id() << " is working on row = " << i <<
"\n";
	int N = srcMatrix.size(), M = srcMatrix[0].size();
	if (i < W / 2){ // if it's top rows of matrix
		int missingRows = W / 2 - i;
		for(int j = 0; j < M; ++j){
			if (j < W / 2){ //if it's left columns
				int missingCols = W / 2 - j;
				int missingElems = (missingRows + missingCols) * W -
missingRows * missingCols;
				std::vector<int> elemRegion;
				for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

				for (int l = i - W / 2 + missingRows; l <= i + W / 2; ++l){
```

```
                    for (int m = j - W / 2 + missingCols; m <= j + W / 2;
++m){
                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                    }
                } // now vector with region of element is full 0
                sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                resMatrix[i][j] = resOfFilter;
            }
            else if (j + W / 2 < M){ // if it's center columns
                int missingElems = (missingRows) * W;
                std::vector<int> elemRegion;
                for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                for (int l = i - W / 2 + missingRows; l <= i + W / 2; ++l){
                    for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2; ++m){
                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                    }
                } // now vector with region of element is full
                sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                resMatrix[i][j] = resOfFilter;
            }
            else {
                int missingCols = (j + W / 2) % (M - 1);
                int missingElems = (missingRows + missingCols) * W -
missingRows * missingCols;
                std::vector<int> elemRegion;
                for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);
```

```
                        for (int l = i - W / 2 + missingRows; l <= i + W / 2; ++l){
                            for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2 - missingCols; ++m){
                                elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                            }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W - missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                    }
                } // now we ended work with row = i
            }
            else if (i + W / 2 < N){ // if it's center rows of matrix
                for(int j = 0; j < M; ++j){
                    if (j < W / 2){ //if it's left columns
                        int missingCols = W / 2 - j;
                        int missingElems = (missingCols) * W;
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2; ++l){
                            for (int m = j - W / 2 + missingCols; m <= j + W / 2; ++m){
                                elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                            }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W - missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                    }
                    else if (j + W / 2 < M){ // if it's center columns
```

```
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2; ++l){
                                for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2; ++m){
                                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                                }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[W * W  / 2]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                }
                else { // if it's right columns
                        int missingCols = (j + W / 2) % (M - 1);
                        int missingElems = (missingCols) * W;
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2; ++l){
                                for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2 - missingCols; ++m){
                                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                                }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                }
        } // now we ended work with row = i
    }
    else { // if it's bottom row of matrix
        int missingRows = (i + W / 2) % (N - 1);
        for(int j = 0; j < M; ++j){
```

```
                if (j < W / 2){ //if it's left columns
                        int missingCols = W / 2 - j;
                        int missingElems = (missingRows + missingCols) * W -
missingRows * missingCols;
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2 - missingRows; ++l){
                                for (int m = j - W / 2 + missingCols; m <= j + W / 2;
++m){
                                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                                }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                }
                else if (j + W / 2 < M){ // if it's center column
                        int missingElems = (missingRows) * W;
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2 - missingRows; ++l){
                                for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2; ++m){
                                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                                }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
```

```
                }
                else {
                        int missingCols = (j + W / 2) % (M - 1);
                        int missingElems = (missingRows + missingCols) * W -
missingRows * missingCols;
                        std::vector<int> elemRegion;
                        for (int k = 0; k < missingElems; ++k) elemRegion.push_back(0);

                        for (int l = i - W / 2; l <= i + W / 2 - missingRows; ++l){
                                for (int m = j - W / 2; m <= j + W / 2 - missingCols; ++m){
                                        elemRegion.push_back(srcMatrix[l][m]);
                                }
                        } // now vector with region of element is full
                        sort(elemRegion.begin(), elemRegion.end());
                        int resOfFilter = elemRegion[missingElems - 1 + ((W * W -
missingElems) / 2)]; // median elem
                        resMatrix[i][j] = resOfFilter;
                }
        } // now we ended work with row = i
    }
    std::cout << "thread = " << std::this_thread::get_id() << " stopped working on row = " <<
i << "\n";
}

int main(int argv, char* argc[]){
    auto start = std::chrono::high_resolution_clock::now();
    if (argc[1] == "--help"){
        std::cout << "main <KEY> -- applies median filter to the integer matrix" << "\n"
<<
                                "KEY:" << "\n" <<
                                "--max-threads=M : set the maximum amount of
threads - M" << "\n";
```

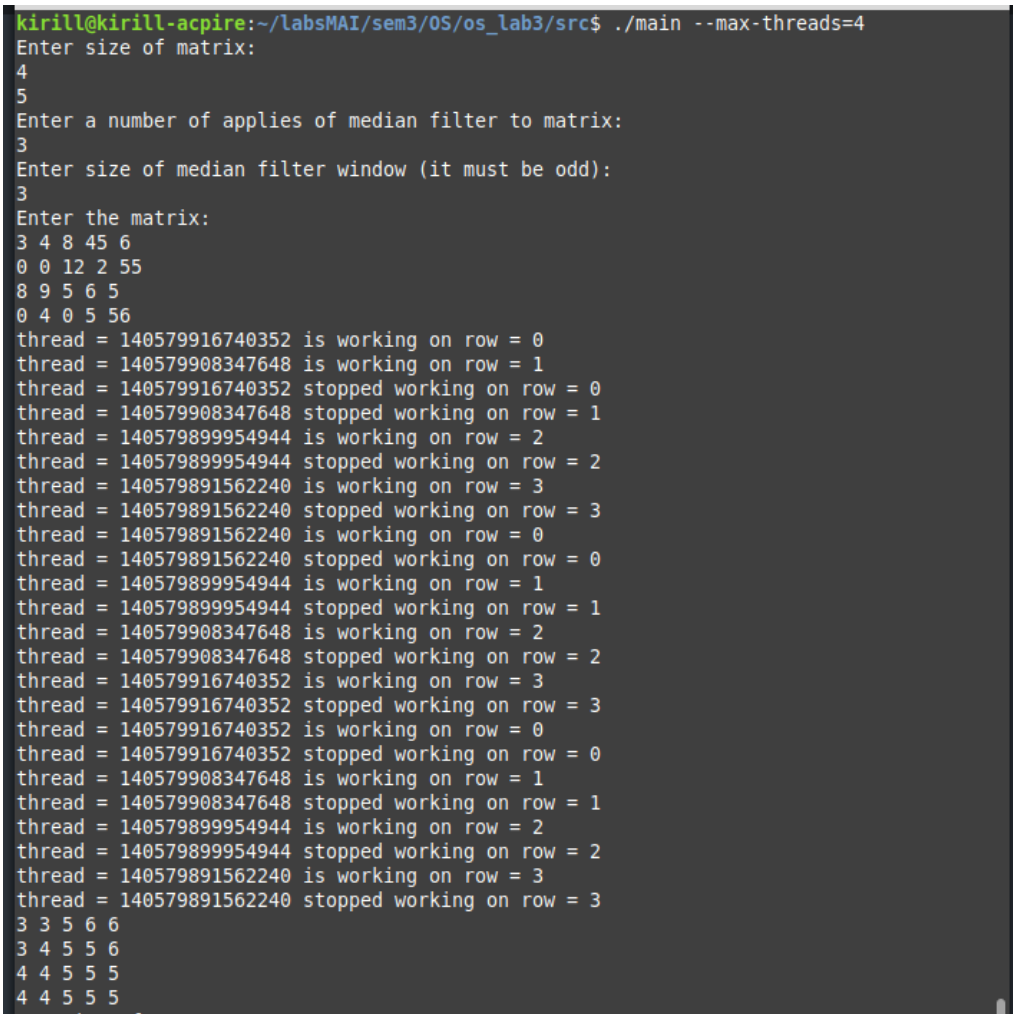
```
        return 0;
}
// get the maximum amount of threads
std::string arg(argc[1]);
std::string strMaxThreads = arg.substr(14);
int maxThreads = std::stoi(strMaxThreads);

int N,M,K,W;
std::cout << "Enter size of matrix:" << "\n";
std::cin >> N >> M;
std::cout << "Enter a number of applies of median filter to matrix:" << "\n";
std::cin >> K;
std::cout << "Enter size of median filter window (it must be odd):" << "\n";
std::cin >> W;
if (maxThreads > N)
        maxThreads = N;

std::vector<std::vector<int>> srcMatrix(N, std::vector<int> (M));
std::cout << "Enter the matrix:" << "\n";
for(int i = 0; i < N; ++i){
        for(int j = 0; j < M; ++j){
                std::cin >> srcMatrix[i][j];
        }
}
std::vector<std::thread> threads(maxThreads);
std::vector<std::vector<int>> resMatrix(N, std::vector<int> (M));
for (int k = 0; k < K; ++k){
        int runningThr = 0;
        for (int i = 0; i < N; ++i){
                if (runningThr < maxThreads){
```

```
                threads[i] = std::thread(applyMedFilterToRow, std::ref(srcMatrix),
i, std::ref(resMatrix), W);
                ++runningThr;
            }
            else {
                threads[i % maxThreads].join();
                --runningThr;
                threads[i % maxThreads] = std::thread(applyMedFilterToRow,
std::ref(srcMatrix), i, std::ref(resMatrix), W);
                ++runningThr;
            }
        }
        for (int i = 0; i < maxThreads; ++i){
            if (threads[i].joinable())
                threads[i].join();
        }
        srcMatrix = resMatrix;
    }
    auto end = std::chrono::high_resolution_clock::now();
    std::chrono::duration<float> duration = end - start;
    printMatrix(resMatrix);
    std::cout << "Duration of programm = " << duration.count() << std::endl;
    return 0;
}
```

Демонстрация работы программы



Выводы

В ходе выполнения лабораторной работы я познакомился с потоками и средствами их синхронизации, а также на практике увидел уменьшение времени работы программы при увеличении числа потоков.