МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ

ФЕДЕРАЦИИ

Московский Авиационный Институт

(Национальный Исследовательский Университет)

Институт №8 "Компьютерные науки и прикладная математика"

Кафедра 806 "Вычислительная математика и программирование"

Курсовой проект

По курсу «Операционные системы»

Студент: Власко М. М.

Группа: М8О-208Б-23

Преподаватель: Живалев Е. А.

Дата: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оценка: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Подпись: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Москва, 2024

**Тема:** Разработка планировщика DAG джобов

**Цель работы:** Целью курсового проекта являлось приобретение практических навыков в:

* разработке планировщиков задач на основе направленных ациклических графов (DAG);
* работе с конфигурационными файлами (JSON);
* реализации многопоточности и примитивов синхронизации.

**Вариант:** 35. JSON/Semaphore.

**Задачи проекта:**

1. Реализовать проверку DAG на корректность, включая отсутствие циклов и наличие одной связной компоненты.
2. Организовать выполнение задач (джобов) DAG с учётом их зависимостей.
3. Реализовать параллельное выполнение джобов с ограничением максимального количества одновременно выполняемых задач.
4. Реализовать поддержку синхронизации через семафоры с возможностью настройки через конфигурационный файл.

**Описание решения:** Программное решение разработано на языке C++ с использованием библиотеки pthread для работы с потоками. Основные компоненты системы:

1. **Проверка корректности DAG:**
   * На этапе загрузки конфигурационного файла происходит построение графа джобов.
   * Реализована проверка графа на наличие циклов с использованием алгоритма обхода в глубину.
   * Проверяется наличие стартовых и завершающих джобов, а также единственность связной компоненты.
2. **Организация выполнения DAG:**
   * Для каждой джобы хранится информация о её зависимостях и семафоре (если он указан).
   * Выполнение начинается с джобов, не имеющих зависимостей (стартовые).
   * Задачи DAG запускаются в отдельном потоке, и их выполнение координируется с использованием мьютексов и условных переменных.
3. **Параллельное выполнение джобов:**
   * Максимальное количество одновременно выполняемых задач задаётся параметром, передаваемым программе.
   * Реализована очередь готовых к выполнению задач, которая координируется через условные переменные.
4. **Поддержка семафоров:**
   * Семафоры настраиваются через конфигурационный файл. Для каждого семафора указывается его имя и степень параллелизма.
   * Джобы, связанные с одним семафором, ограничены в количестве одновременно выполняемых экземпляров.

Пример реализации основных функций:

bool IsCyclicUtil(const int node, std::unordered\_map<int, std::vector<int>>& graph,

std::unordered\_map<int, bool>& visited, std::unordered\_map<int, bool>& recStack) {

if (!visited[node]) {

visited[node] = true;

recStack[node] = true;

for (const auto& neighbor : graph[node]) {

if (!visited[neighbor] && IsCyclicUtil(neighbor, graph, visited, recStack) || recStack[neighbor])

return true;

}

}

recStack[node] = false;

return false;

}

bool ValidateDAG(std::unordered\_map<int, std::vector<int>>& graph) {

if (IsCyclic(graph)) {

std::cerr << "Error: DAG contains cycles" << std::endl;

return false;

}

// Additional validation for start/end jobs

return true;

}

void ExecuteJob(const std::string& jobName, sem\_t\* semaphore, std::atomic<bool>& errorFlag, const int execTime) {

if (errorFlag) {

pthread\_cond\_broadcast(&queueCV);

return;

}

if (semaphore) {

sem\_wait(semaphore);

}

std::cout << "Starting job: " << jobName << std::endl;

std::this\_thread::sleep\_for(std::chrono::seconds(execTime));

if (mustBreak == jobName) {

std::cerr << "Job failed: " << jobName << std::endl;

errorFlag = true;

} else {

std::cout << "Job completed: " << jobName << std::endl;

}

if (semaphore) {

sem\_post(semaphore);

}

}

**Использование программы:**

1. Конфигурационный файл в формате JSON задаёт описание джобов и их зависимостей. Пример:

{

"jobs": [

{

"id": 3,

"name": "d",

"dependencies": [],

"semaphore": "sem1",

"semaphore\_limit": 1,

"time": 4

},

{

"id": 0,

"name": "a",

"dependencies": [],

"semaphore": "sem1",

"time": 1

},

{

"id": 1,

"name": "b",

"dependencies": []

},

{

"id": 2,

"name": "c",

"dependencies": [0, 1, 3]

}

]

}}

1. Программа принимает на вход имя конфигурационного файла и максимальное число параллельных задач.
2. После проверки DAG запускается выполнение джобов с учётом их зависимостей и ограничений.

**Пример работы:**

./cp config.json 2

Starting job: b

Starting job: a

Job completed: a

Starting job: d

Job completed: b

Job completed: d

Starting job: c

Job completed: c

Execution completed successfully

**Вывод:** В результате работы программы были достигнуты все поставленные цели. Реализован планировщик DAG с поддержкой параллельного выполнения и синхронизации через семафоры. Программа успешно проверяет корректность графа и выполняет задачи с учётом заданных ограничений. Получены навыки работы с многопоточностью, примитивами синхронизации и обработкой графовых структур.