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"

Лабораторные работы №5-7

По курсу «Операционные системы»

Студент: Власко М. М.

Группа: М8О-208Б-23

Преподаватель: Миронов Е. С.

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

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

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

Москва, 2024

**Тема:** Управление серверами сообщений и организация распределённых вычислений

**Цель работы:** Целью лабораторной работы являлось приобретение практических навыков в:

* управлении серверами сообщений;
* применении отложенных вычислений;
* интеграции программных систем друг с другом.

**Вариант:** 41 (бинарное дерево поиска, подсчёт суммы чисел, pingall).

**Задачи работы:**

1. Реализовать распределённую систему асинхронной обработки запросов с использованием технологии очередей сообщений.
2. Создать топологию взаимодействия узлов в виде бинарного дерева поиска.
3. Предусмотреть обработку ошибок и проверку доступности узлов.
4. Реализовать команды:
   * создание нового вычислительного узла;
   * выполнение вычислений на узле;
   * проверка доступности узлов.

**Описание решения:** Программное решение реализовано на языке C++ с использованием библиотеки ZeroMQ для межпроцессного взаимодействия. Основные модули системы:

1. **Контроллер (Controller):**
   * Принимает команды от пользователя.
   * Создаёт новые вычислительные узлы, добавляя их в бинарное дерево поиска.
   * Отправляет команды узлам и обрабатывает ответы.
   * Реализует асинхронное выполнение команд.
2. **Вычислительные узлы (Worker):**
   * Каждое вычислительный узел создаётся в отдельном процессе с помощью системного вызова fork().
   * Обрабатывают команды на выполнение арифметических операций.
   * Реализуют команду "exec", выполняющую подсчёт суммы заданного количества чисел.
   * Отвечают на запросы "ping", подтверждая свою доступность.
3. **Процесс взаимодействия:**
   * Контроллер создаёт процесс узла, передавая ему идентификатор и порт для взаимодействия через ZeroMQ.
   * Команды, такие как "exec" и "ping", передаются через очереди сообщений ZeroMQ в формате строк, а ответы возвращаются обратно в контроллер.
   * Узлы поддерживают механизм связи с другими процессами узлов, что позволяет проверять доступность и взаимодействовать в рамках дерева поиска.
4. **Механизм проверки доступности (Ping):**
   * Рекурсивно проверяет все узлы дерева.
   * Выводит список недоступных узлов.
5. **Обработка ошибок:**
   * Проверка существования узлов, доступности родительских узлов, корректности входных данных.
   * Обработка сбоев связи между узлами и контроллером.

Пример реализации некоторых функций из программы:

std::shared\_ptr<Node> FindNode(std::shared\_ptr<Node> root, int id) {

if (!root) {

return nullptr;

}

if (root->id == id) {

return root;

}

if (id < root->id) {

return FindNode(root->left, id);

}

return FindNode(root->right, id);

}

bool InsertNode(std::shared\_ptr<Node>& root, int id) {

if (root == nullptr) {

try {

root = std::make\_shared<Node>(id);

pid\_t pid = fork();

if (pid == 0) {

Worker(id, root->sockId);

exit(0);

}

root->pid = pid;

return true;

} catch (zmq::error\_t&) {

return false;

}

}

if (id == root->id) {

return false;

}

if (id < root->id) {

return InsertNode(root->left, id);

}

return InsertNode(root->right, id);

}

Пример работы функций: создание нового узла и поиск узла в дереве для последующей команды "exec".

**Команды программы:** Программа поддерживает следующие команды:

1. **create id [parent]** — создание нового узла с указанным идентификатором.
   * Пример: create 10 5 -> "Ok: pid"
2. **exec id n k1 ... kn** — выполнение команды подсчёта суммы на указанном узле.
   * Пример: exec 10 3 1 2 3 -> "Ok:10: 6"
3. **pingall** — проверка доступности всех узлов.
   * Пример: pingall -> "Ok: -1" (все узлы доступны).

**Репозиторий:** https://github.com/MMVlasko/mai-os-lab-work/tree/main/LW567

**Исходный код:** Программа состоит из следующих файлов:

* main.cpp: точка входа, инициализация контроллера.
* controller.cpp: управление взаимодействием с пользователем и узлами.
* worker.cpp: реализация вычислительных узлов.
* tools.cpp: вспомогательные функции для работы с деревом узлов и проверкой доступности.

**Пример работы:**

./lab567

command> create 123

Ok: 76943

command> pingall

Ok: -1

command> exec 123 3 1 2 3

Ok:123: 6

command> exec 124 1 1

Error:124: Not found

command> aaa

Error: Unknown command

command> pingall

Ok: 123

command> exit

**Вывод:** В ходе выполнения работы были достигнуты все поставленные цели. Реализованная распределённая система корректно выполняет задачи асинхронной обработки запросов, поддерживает заданную топологию взаимодействия и обеспечивает устойчивость при сбоях. Программа протестирована в операционной системе Linux и показала стабильную работу. Получены практические навыки работы с библиотекой ZeroMQ, управления процессами и организации межпроцессного взаимодействия.