

Московский Авиационный Институт
(Национальный Исследовательский Университет)
Факультет информационных технологий и прикладной математики
Кафедра вычислительной математики и программирования

**Лабораторная работа №6-8 по курсу
«Операционные системы»**

Студент: Мусаелян Ярослав
Группа: М8О-207Б-21
Вариант: 14
Преподаватель: Миронов Евгений Сергеевич
Оценка: _____
Дата: _____
Подпись: _____

Москва, 2022

Содержание

- 1 Репозиторий
- 2 Постановка задачи
- 3 Общие сведения о программе
- 4 Общий метод и алгоритм решения
- 5 Исходный код
- 6 Демонстрация работы программы
- 7 Выводы

Репозиторий

<https://github.com/YMusaelyan/os>

Постановка задачи

Цель работы

Приобретение практических навыков в: управлении серверами сообщений (№6), применение отложенных вычислений (№7), интеграция программных систем друг с другом (№8)

Задание

Реализовать распределенную систему по асинхронной обработке запросов. В данной распределенной системе должно существовать 2 вида узлов: «управляющий» и «вычислительный». Необходимо объединить данные узлы в соответствии с той топологией, которая определена вариантом. Связь между узлами необходимо осуществить при помощи технологии очередей сообщений. Также в данной системе необходимо предусмотреть проверку доступности узлов в соответствии с вариантом. При убийстве («kill -9») любого вычислительного узла система должна пытаться максимально сохранять свою работоспособность, а именно все дочерние узлы убитого узла могут стать недоступными, но родительские узлы должны сохранить свою работоспособность.

Управляющий узел отвечает за ввод команд от пользователя и отправку этих команд на вычислительные узлы.

14 вариант

Топология 2: Аналогично топологии 1, но узлы находятся в дереве общего вида.

Набор команд 1 (подсчет суммы n чисел): Формат команды: `exec id n k 1 ... k n`

Команда проверки 2: Формат команды: `ping id`. Команда проверяет доступность конкретного узла.

Если узла нет, то необходимо выводить

ошибку: «Error: Not found»

Общие сведения о программе

Программа выполняет следующие команды:

1. `create id parent` — создает узел `id` и родителем `parent`
2. `remove id` — удаляет узел `id`
3. `exec id n s1 ... sn` — на узле `id` считает сумму `n` чисел
4. `ping id` — проверяет доступность узла `id`
5. `exit` — завершает программу.

Общий метод и алгоритм решения

Узлы передают между собой информацию при помощи очереди сообщений ZeroMQ.

Для создания узла, мы запускаем fork на родителе и передаем ребенку данные для связи с ним.

При удалении мы передаем детям сигнал об удалении. Так же формируем список потомков. В итоге все узлы из этого списка удалятся

При проверки доступности мы посылаем сообщение детям, если за 3 секунды нет ответа, то считаем узел недоступный.

Для отправки сообщений мы проверяем на доступность детей, если доступны, то отправляем им сообщение. Обратно узлы отправляют сообщение или о нахождении нужного узла и о выполнении функции, или о ошибке.

Для выполнения функции подсчета суммы сообщение передается нужному узлу, после узел считает в цикле сумму и отправляет сообщение обратно

Исходный код

client.cpp

```
#include "node_tree.hpp"
#include "net_realization.hpp"
#include "set"
#include <signal.h>

int main() {
    std::set<int> all_nodes;
    std::string prog_path = "./server";
    Node task(-1);
    all_nodes.insert(-1);
    std::string command;
    while(std::cin >> command) {
        if(command == "create") {
            int id_child, id_parent;
            std::cin >> id_child >> id_parent;
            if(all_nodes.find(id_child) != all_nodes.end()) {
                std::cout << "Error: Already exists" << std::endl;
            } else if(all_nodes.find(id_parent) == all_nodes.end()) {
                std::cout << "Error: Parent not found" << std::endl;
            } else if(id_parent == task.id) {
                std::string ans = task.Create(id_child, prog_path);
                std::cout << ans << std::endl;
            }
        }
    }
}
```

```

        all_nodes.insert(id_child);
    } else{
        std::string str = "create " + std::to_string(id_child);
        std::string ans = task.Send(str, id_parent);
        std::cout << ans << std::endl;
        all_nodes.insert(id_child);
    }
} else if(command == "ping") {
    int id_child;
    std::cin >> id_child;
    if(all_nodes.find(id_child) == all_nodes.end()) {
        std::cout << "Error: Not found" << std::endl;
    }else if(task.children.find(id_child) != task.children.end()) {
        std::string ans = task.Ping(id_child);
        std::cout << ans << std::endl;
    }else{
        std::string str = "ping " + std::to_string(id_child);
        std::string ans = task.Send(str, id_child);
        if(ans == "Error: not find") {
            ans = "Ok: 0";
        }
        std::cout << ans << std::endl;
    }
} else if(command == "exec") {
    int id, number, cnt;
    std::cin >> id >> cnt;
    std::string msg = "exec " + std::to_string(cnt);
    for(int i = 0; i < cnt; i++) {
        std::cin >> number;
        msg += " " + std::to_string(number);
    }
    if(all_nodes.find(id) == all_nodes.end()) {
        std::cout << "Error: Not found" << std::endl;
    }else{
        std::string ans = task.Send(msg, id);
        std::cout << ans << std::endl;
    }
} else if(command == "remove") {

```

```

int id;
std::cin >> id;
std::string msg = "remove";
if(all_nodes.find(id) == all_nodes.end()) {
    std::cout << "Error: Not found" << std::endl;
}else{
    std::string ans = task.Send(msg,id);
    if(ans != "Error: not find") {
        std::istringstream ids(ans);
        int tmp;
        while(ids >> tmp) {
            all_nodes.erase(tmp);
        }
        ans = "Ok";
        if(task.children.find(id) != task.children.end()) {
            net::unbind(task.children[id],task.children_port[id]);
            task.children[id]->close();
            task.children.erase(id);
            task.children_port.erase(id);
        }
    }
    std::cout << ans << std::endl;
}
} else if(command == "exit") {
    task.Remove();
    return 0;
}
}
}

```

server.cpp

```

#include "node_tree.hpp"
#include "net_realization.hpp"
#include <fstream>
#include <signal.h>

int main(int argc, char **argv) {
    if(argc != 3) {
        return -1;
    }
}

```

```
}
```

```
Node task(atoi(argv[1]),atoi(argv[2]));
std::string prog_path = "./server";
while(1) {
    std::string message;
    std::string command = " ";
    message = net::reseave_message(&(task.parent));
    std::istringstream request(message);
    request >> command;

    if(command == "create") {
        int id_child, id_parent;
        request >> id_child;
        std::string ans = task.Create(id_child, prog_path);
        net::send_message(&task.parent,ans);
    } else if(command == "pid") {
        std::string ans = task.Pid();
        net::send_message(&task.parent,ans);
    } else if(command == "ping") {
        int id_child;
        request >> id_child;
        std::string ans = task.Ping(id_child);
        net::send_message(&task.parent,ans);
    } else if(command == "send") {
        int id;
        request >> id;
        std::string str;
        getline(request, str);
        str.erase(0,1);
        std::string ans;
        ans = task.Send(str,id);
        net::send_message(&task.parent,ans);
    } else if(command == "exec") {
        int cnt, sum = 0, number;
        request >> cnt;
        for(int i = 0; i < cnt; i++) {
```

```

        request >> number;
        sum += number;
    }
    std::string to_send;
    to_send = "Ok: " + std::to_string(task.id) + ": " + std::to_string(sum);
    net::send_message(&task.parent, to_send);
} else if(command == "remove") {
    std::string ans = task.Remove();
    ans = std::to_string(task.id) + " " + ans;
    net::send_message(&task.parent, ans);
    net::disconnect(&task.parent, task.parent_port);
    task.parent.close();
    break;
}
}

return 0;
}

```

net_realization.hpp

```
#pragma once
```

```
#include <iostream>
```

```
#include <zmq.hpp>
```

```
#include <sstream>
```

```
#include <string>
```

```
namespace net{
```

```

int bind(zmq::socket_t *socket, int id) {
    int port = 4040 + id;
    while(true) {
        std::string adress = "tcp://127.0.0.1:" + std::to_string(port);
        try{
            socket->bind(adress);
            break;
        } catch(...) {
            port++;
        }
    }
}

```



```

    }
    return port;
}

void unbind(zmq::socket_t *socket, int port) {
    std::string address = "tcp://127.0.0.1:" + std::to_string(port);
    socket->unbind(address);
}

void connect(zmq::socket_t *socket, int port) {
    std::string address = "tcp://127.0.0.1:" + std::to_string(port);
    socket->connect(address);
}

void disconnect(zmq::socket_t *socket, int port) {
    std::string address = "tcp://127.0.0.1:" + std::to_string(port);
    socket->disconnect(address);
}

void send_message(zmq::socket_t *socket, const std::string msg) {
    zmq::message_t message(msg.size());
    memcpy(message.data(), msg.c_str(), msg.size());
    try{
        socket->send(message);
    }catch(...) {}
}

std::string receive_message(zmq::socket_t *socket) {
    zmq::message_t message;
    bool success = true;
    try{
        socket->recv(&message, 0);
    }catch(...) {
        success = false;
    }
    if(!success || message.size() == 0) {
        throw -1;
    }
    std::string str(static_cast<char*>(message.data()), message.size());

```

```

        return str;
    }

}

node_tree.hpp
#include <iostream>
#include "net_realization.hpp"
#include <sstream>
#include <unordered_map>
#include "unistd.h"

class Node{
private:
    zmq::context_t context;
public:
    std::unordered_map<int,zmq::socket_t*> children;
    std::unordered_map<int,int> children_port;
    zmq::socket_t parent;
    int parent_port;

    int id;
    Node(int _id , int _parent_port = -1):id(_id),parent(context,ZMQ_REP),parent_port(_parent_port) {
        if(_id != -1) {
            net::connect(&parent,_parent_port);
        }
    }

    std::string Ping(int _id) {
        std::string ans = "Ok: 0";
        if(_id == id) {
            ans = "Ok: 1";
            return ans;
        } else if(children.find(_id) != children.end()) {
            std::string msg = "ping " + std::to_string(_id);
            net::send_message(children[_id],msg);
            try{
                msg = net::reseave_message(children[_id]);
                if(msg == "Ok: 1")

```

```

        ans = msg;
    } catch(int) {}
    return ans;
} else {
    return ans;
}
}

```

```

std::string Create(int child_id, std::string program_path) {
    std::string program_name = program_path.substr(program_path.find_last_of("/") + 1);
    children[child_id] = new zmq::socket_t(context, ZMQ_REQ);

    int new_port = net::bind(children[child_id], child_id);
    children_port[child_id] = new_port;
    int pid = fork();

    if(pid == 0) {
        execl(program_path.c_str(), program_name.c_str(), std::to_string(child_id).c_str(),
std::to_string(new_port).c_str(), (char*)NULL);
    } else {
        std::string child_pid;
        try {
            children[child_id]->setsockopt(ZMQ_SNDTIMEO, 3000);
            net::send_message(children[child_id], "pid");
            child_pid = net::receive_message(children[child_id]);
        } catch(int) {
            child_pid = "Error: can't connect to child";
        }
        return "Ok: " + child_pid;
    }
}

```

```

std::string Pid() {
    return std::to_string(getpid());
}

```

```

std::string Send(std::string str, int _id) {
    if(children.size() == 0) {

```

```

        return "Error: not find";
    }else if(children.find(_id) != children.end()) {
        if(Ping(_id) == "Ok: 1") {
            net::send_message(children[_id],str);
            std::string ans;
            try{
                ans = net::reseave_message(children[_id]);
            } catch(int) {
                ans = "Error: not find";
            }
            return ans;
        }
    }else{
        std::string ans = "Error: not find";
        for(auto& child: children ) {
            if(Ping(child.first) == "Ok: 1") {
                std::string msg = "send " + std::to_string(_id) + " " + str;
                net::send_message(children[child.first],msg);
                try{
                    msg = net::reseave_message(children[child.first]);
                } catch(int) {
                    msg = "Error: not find";
                }
                if(msg != "Error: not find") {
                    ans = msg;
                }
            }
        }
        return ans;
    }
}

```

```

std::string Remove() {
    std::string ans;
    if(children.size() > 0) {
        for(auto& child: children ) {
            if(Ping(child.first) == "Ok: 1") {
                std::string msg = "remove";

```

```

net::send_message(children[child.first],msg);
try{
    msg = net::reseave_message(children[child.first]);
    if(ans.size() > 0)
        ans = ans + " " + msg;
    else
        ans = msg;
} catch(int) {}
}
net::unbind(children[child.first], children_port[child.first]);
children[child.first]->close();
}
children.clear();
children_port.clear();
}
return ans;
}
};

```

Демонстрация работы программы

```

yarik@asus:~/os/os/lab6-8$ ./client
create 2 -1
Ok: 30571
create 3 2
Ok: 30574
create 4 3
Ok: 30577
ping 3
Ok: 1
ping 4
Ok: 1
remove 3
Ok
ping 3
Error: Not found
ping 4
Error: Not found
exec 2 5 1 2 3 4 5
Ok: 2: 15
exit

```

Выводы

В результате проделанной работы я приобрел практические навыки в: управлении серверами, общении, применении отложенных вычислений, интеграции программных систем друг с другом.