**Priority 및 RR 스케줄링 알고리즘 구현**

컴퓨터공학과

2142851 김형준

운영체제 02분반

**목차**

1. **FCFS 구현**
   1. 소스 코드
   2. 결과 화면
2. **비선점(Nonpreemptive) SJF 구현**
   1. 소스 코드
   2. 결과 화면
3. **선점(Preemptive) SJF 구현**
   1. 소스 코드
   2. 결과 화면
   3. 문제점
4. **참고자료**
5. **FCFS 구현**
   1. **소스 코드**

*// 2142851 컴퓨터공학과 김형준*

*// FCFS*

*#include* <stdio.h>

*#include* <pthread.h>

*#include* <stdlib.h>

*#include* <unistd.h>

*#include* <cstring>

*#define* THREAD\_COUNT 5

char gantt\_chart[300];

static int fixed\_running\_time[THREAD\_COUNT] = { 10, 28, 6, 4, 14 };

static int fixed\_starting\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, 1, 2, 3, 4 };

int return\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, }; *// 반환 시간*

int waiting\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, }; *// 대기 시간*

int total\_time = 0; *// 전체 시간*

int next\_processing\_number[THREAD\_COUNT] = { 1, 1, 1, 1, 1 }; *// 다음으로 실행할 시간*

int previous\_time[THREAD\_COUNT]; *// 이전까지 실행한 시간*

typedef struct Process {

    int id; *// Process ID*

    int multiplier; *// n X multiplier*

    int running\_time; *// Process Run Time*

    struct Process\* next;

} Process;

typedef struct Queue {

    Process\* front;

    Process\* rear;

    pthread\_mutex\_t lock;

    pthread\_cond\_t not\_empty;

} Queue;

*// print*

void printQueue(Queue\* *q*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

    Process\* current = q->front;

    printf("============================ <Queue> ============================\n");

*if* (current == NULL) printf("|\t\t\tCLEAR\t\t\t\t\t|\n");

*while* (current != NULL) {

        printf("|\tProcess ID: %d, Multiplier: %d, Running Time: %d\t\t|\n", current->id, current->multiplier, current->running\_time);

        current = current->next;

    }

    printf("=================================================================\n");

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

}

*// init*

void initQueue(Queue\* *q*) {

    q->front = q->rear = NULL;

    pthread\_mutex\_init(&q->lock, NULL);

    pthread\_cond\_init(&q->not\_empty, NULL);

}

void enqueue(Queue\* *q*, Process\* *process*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

*if* (q->rear == NULL) {

        q->front = q->rear = process;

    } *else* {

        q->rear->next = process;

        q->rear = process;

    }

    pthread\_cond\_signal(&q->not\_empty);

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

}

Process\* dequeue(Queue\* *q*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

*while* (q->front == NULL) {

        pthread\_cond\_wait(&q->not\_empty, &q->lock);

    }

    Process\* process = q->front;

    q->front = q->front->next;

*if* (q->front == NULL) {

        q->rear = NULL;

    }

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

*return* process;

}

void\* processThread(void\* *arg*) {

    Queue\* q = (Queue\*)arg;

    Process\* process = dequeue(q);

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock); *// lock*

    sprintf(gantt\_chart + strlen(gantt\_chart), "P%d (%d-", process->id, total\_time);

    int start\_time = total\_time;

    previous\_time[process->id - 1] = next\_processing\_number[process->id - 1] - 1;

*for* (int i = next\_processing\_number[process->id - 1]; i <= process->running\_time; i++) {

        usleep(10000); *// 0.01 second delay*

        printf("[TIME: %2d] P%d: %2d X %2d = %2d\n", total\_time, process->id, i, process->multiplier, i \* process->multiplier);

        total\_time++;

*// printf("total\_time : %d\n", total\_time);*

        next\_processing\_number[process->id - 1] = i + 1;

    }

    return\_time[process->id - 1] = total\_time - fixed\_starting\_time[process->id - 1];

*// 대기시간 = 마지막 작업 시작 시간(start\_time) - 도착 시간(fixed\_starting\_time) - 이전 실행 시간의 합(previous\_time)*

    waiting\_time[process->id - 1] = start\_time - fixed\_starting\_time[process->id - 1] - previous\_time[process->id - 1];

    sprintf(gantt\_chart + strlen(gantt\_chart), "%d)\n", total\_time);

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock); *// unlock*

    free(process);

*return* NULL;

}

int main() {

    Queue q;

    initQueue(&q);

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        Process\* process = (Process\*)malloc(sizeof(Process));

        process->id = i + 1;

        process->multiplier = i + 1;

        process->next = NULL;

        process->running\_time = fixed\_running\_time[i];

        enqueue(&q, process);

        printQueue(&q);

    }

    pthread\_t threads[THREAD\_COUNT];

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

*while* (total\_time != fixed\_starting\_time[i]);

        printf("[TIME: %2d] P%d is arrived\n", total\_time, i + 1);

        pthread\_create(&threads[i], NULL, processThread, &q);

    }

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        pthread\_join(threads[i], NULL);

    }

    printf("END\n");

    printQueue(&q);

    printf("===========================================================\n");

    printf("Process\t|\tReturn Time\t|\tWaiting Time\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    double sum\_return\_time = 0, sum\_waiting\_time = 0;

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        printf("P%d\t|\t%d\t\t|\t%d\n", i + 1, return\_time[i], waiting\_time[i]);

        sum\_return\_time += return\_time[i];

        sum\_waiting\_time += waiting\_time[i];

    }

    printf("===========================================================\n");

    printf("Result\t|\t평균 반환시간\t|\t평균 대기시간\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    printf("-\t|\t%.1lf\t\t|\t%.1lf\n", sum\_return\_time / THREAD\_COUNT, sum\_waiting\_time / THREAD\_COUNT);

    printf("===========================================================\n");

    printf("Gantt Chart\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    printf("%s", gantt\_chart);

    printf("===========================================================\n");

*return* 0;

}

* 1. **결과 화면**

텍스트, 스크린샷이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

1. **비선점(Nonpreemptive) SJF 구현**
   1. **소스 코드**

*// 2142851 컴퓨터공학과 김형준*

*// Nonpreemptive\_SJF*

*#include* <stdio.h>

*#include* <pthread.h>

*#include* <stdlib.h>

*#include* <unistd.h>

*#include* <cstring>

*#define* THREAD\_COUNT 5

char gantt\_chart[300];

static int fixed\_running\_time[THREAD\_COUNT] = { 10, 28, 6, 4, 14 };

static int fixed\_starting\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, 1, 2, 3, 4 };

int return\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, }; *// 반환 시간*

int waiting\_time[THREAD\_COUNT] = { 0, }; *// 대기 시간*

int total\_time = 0; *// 전체 시간*

int next\_processing\_number[THREAD\_COUNT] = { 1, 1, 1, 1, 1 }; *// 다음으로 실행할 시간*

int previous\_time[THREAD\_COUNT]; *// 이전까지 실행한 시간*

typedef struct Process {

    int id; *// Process ID*

    int multiplier; *// n X multiplier*

    int running\_time; *// Process Run Time*

    struct Process\* next;

} Process;

typedef struct Queue {

    Process\* front;

    Process\* rear;

    pthread\_mutex\_t lock;

    pthread\_cond\_t not\_empty;

} Queue;

*// print*

void printQueue(Queue\* *q*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

    Process\* current = q->front;

    printf("============================ <Queue> ============================\n");

*if* (current == NULL) printf("|\t\t\tCLEAR\t\t\t\t\t|\n");

*while* (current != NULL) {

        printf("|\tProcess ID: %d, Multiplier: %d, Running Time: %d\t\t|\n", current->id, current->multiplier, current->running\_time);

        current = current->next;

    }

    printf("=================================================================\n");

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

}

*// init*

void initQueue(Queue\* *q*) {

    q->front = q->rear = NULL;

    pthread\_mutex\_init(&q->lock, NULL);

    pthread\_cond\_init(&q->not\_empty, NULL);

}

void enqueue(Queue\* *q*, Process\* *process*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

*if* (q->rear == NULL) {

        q->front = q->rear = process;

    }

*else* {

        Process\* current = q->front;

*// current->next의 running\_time이 process의 running\_time보다 짧을 경우까지 반복*

*while* (current->next != NULL && current->next->running\_time < process->running\_time) {

*// current를 현재의 다음으로 설정*

            current = current->next;

        }

        process->next = current->next;

        current->next = process;

*// 삽입된 process의 다음이 NULL일 경우*

*// (마지막 순번이라면)*

*if* (process->next == NULL) {

            q->rear = process;

        }

    }

    pthread\_cond\_signal(&q->not\_empty);

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

}

Process\* dequeue(Queue\* *q*) {

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock);

*while* (q->front == NULL) {

        pthread\_cond\_wait(&q->not\_empty, &q->lock);

    }

    Process\* process = q->front;

    q->front = q->front->next;

*if* (q->front == NULL) {

        q->rear = NULL;

    }

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock);

*return* process;

}

void\* processThread(void\* *arg*) {

    Queue\* q = (Queue\*)arg;

    Process\* process = dequeue(q);

    pthread\_mutex\_lock(&q->lock); *// lock*

    sprintf(gantt\_chart + strlen(gantt\_chart), "P%d (%d-", process->id, total\_time);

    int start\_time = total\_time;

    previous\_time[process->id - 1] = next\_processing\_number[process->id - 1] - 1;

*for* (int i = next\_processing\_number[process->id - 1]; i <= process->running\_time; i++) {

        usleep(10000); *// 0.01 second delay*

        printf("[TIME: %2d] P%d: %2d X %2d = %2d\n", total\_time, process->id, i, process->multiplier, i \* process->multiplier);

        total\_time++;

*// printf("total\_time : %d\n", total\_time);*

        next\_processing\_number[process->id - 1] = i + 1;

    }

    return\_time[process->id - 1] = total\_time - fixed\_starting\_time[process->id - 1];

*// 대기시간 = 마지막 작업 시작 시간(start\_time) - 도착 시간(fixed\_starting\_time) - 이전 실행 시간의 합(previous\_time)*

    waiting\_time[process->id - 1] = start\_time - fixed\_starting\_time[process->id - 1] - previous\_time[process->id - 1];

    sprintf(gantt\_chart + strlen(gantt\_chart), "%d)\n", total\_time);

    pthread\_mutex\_unlock(&q->lock); *// unlock*

    free(process);

*return* NULL;

}

int main() {

    Queue q;

    initQueue(&q);

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        Process\* process = (Process\*)malloc(sizeof(Process));

        process->id = i + 1;

        process->multiplier = i + 1;

        process->next = NULL;

        process->running\_time = fixed\_running\_time[i];

        enqueue(&q, process);

        printQueue(&q);

    }

    pthread\_t threads[THREAD\_COUNT];

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

*while* (total\_time != fixed\_starting\_time[i]);

        printf("[TIME: %2d] P%d is arrived\n", total\_time, i + 1);

        pthread\_create(&threads[i], NULL, processThread, &q);

    }

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        pthread\_join(threads[i], NULL);

    }

    printf("END\n");

    printQueue(&q);

    printf("===========================================================\n");

    printf("Process\t|\tReturn Time\t|\tWaiting Time\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    double sum\_return\_time = 0, sum\_waiting\_time = 0;

*for* (int i = 0; i < THREAD\_COUNT; i++) {

        printf("P%d\t|\t%d\t\t|\t%d\n", i + 1, return\_time[i], waiting\_time[i]);

        sum\_return\_time += return\_time[i];

        sum\_waiting\_time += waiting\_time[i];

    }

    printf("===========================================================\n");

    printf("Result\t|\t평균 반환시간\t|\t평균 대기시간\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    printf("-\t|\t%.1lf\t\t|\t%.1lf\n", sum\_return\_time / THREAD\_COUNT, sum\_waiting\_time / THREAD\_COUNT);

    printf("===========================================================\n");

    printf("Gantt Chart\n");

    printf("-----------------------------------------------------------\n");

    printf("%s", gantt\_chart);

    printf("===========================================================\n");

*return* 0;

}

* 1. **결과 화면**

텍스트, 스크린샷이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

1. **선점(Preemptive) SJF 구현**
   1. **소스 코드**
   2. **결과 화면**
   3. **문제점**

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

먼저, Queue에 Running Time에 맞추어 Process가 잘 들어간 것을 확인하였고, P1 실행 중 P3가 새치기하는 상황까지 나온 것을 확인했습니다. 하지만, P3이 실행되며, 1-4-3-5-2 였던 queue에서 P3 이전의 P1, P4가 사라졌습니다.

문제 해결을 위해 저는 다음과 같은 문제를 해결하려고 노력했습니다.

“Process가 끝나지 않았는데 queue에서 제거되는 현상”

이를 위해 P3을 실행한다면, queue의 front를 P3으로 변경하려는 시도를 하였습니다.

하지만, 큐의 특성 상 순서를 바꾸는 것은 의미도 없을뿐더러 잘 해결되지 않았습니다. 두번째로 시도한 방법은 어차피 enqueue 함수가 running\_time의 순서대로 넣는 것이기 때문에, thread의 함수가 실행될 때, dequeue 후 enqueue를 다시 진행하는 방법을 선택하였습니다.

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

몇 번의 시도 후 아래와 같이 큐에 다시 들어가게 될 때, Process의 id와 정보가 제대로 들어가지 않는 문제가 발생하였습니다.

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

enqueue 부분을 수정 후

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

간트차트가 어느정도 잘 출력되는 것을 확인하였습니다.

텍스트, 스크린샷, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명

하지만, Segmentation fault (core dumped) 에러가 발생하였습니다.

1. **참고자료**

**Queue 구현**

1. <https://devpluto.tistory.com/entry/%EC%9E%90%EB%A3%8C%EA%B5%AC%EC%A1%B0-c%EC%96%B8%EC%96%B4%EB%A1%9C-%ED%81%90-%EC%9B%90%ED%98%95-%ED%81%90-%EA%B5%AC%ED%98%84%ED%95%98%EA%B8%B0>
2. <https://ksk9820.tistory.com/187>