

2021-1 프로그래밍언어 실습 9

9.1 구조체 Date 정의 및 관련 함수 구현

- (1) 연월일 (int year, int month, int day) 정보가 포함된 날짜를 나타내기 위하여 구조체 **Date**를 typedef를 사용하여 정의하라. 구조체 Date는 별도의 헤더파일 "Date.h"에 저장된다.
- (2) 구조체 Date 변수를 출력하기 위한 함수 void printDate(Date date)를 Date.cpp 파일에 작성하라. 날짜의 출력 포맷은 년 4자리, 월 2자리, 일 2자리로 출력하며, 월과 일의 10 단위 숫자가 없는 경우 공란으로 출력하라. 년, 월, 일 사이에는 콤마를 출력할 것.
- (3) 구조체 Date 변수 2개의 크기를 비교하는 함수 int compareDate(Date d1, Date d2)를 Date.cpp 파일에 작성하라. 이 날짜 비교 함수는 연월일을 차례로 비교하여 d1 값이 d2 보다 크면 1, 같으면 0, 작으면 -1을 반환한다.

9.2 구조체 Tel_Number 정의 및 관련 함수 구현

- (1) 전화번호 정보 (국가 번호 nation_code, 지역 번호 region_code, 교환기 번호 switch_no, 회선 번호 line_no)를 unsigned short로 포함하는 구조체 Tel_Number를 typedef를 사용하여 정의하라. 구조체 Tel_Number는 별도의 헤더파일 "Telephone_Number.h"에 저장된다.
- (2) 전화번호를 출력하기 위한 함수 void printTelephoneNumber(Tel_Number tel_no)를 Telephone_Number.cpp 파일에 구현하라. 전화번호의 출력 포맷은 '+' 국가번호 (2자리) - 지역번호 (4자리) - 교환기번호 (4자리) - 회선번호(4자리)로 출력하라. 국가번호, 지역번호, 교환기번호, 회선 번호 사이에는 하이픈 ('-')이 출력되도록 하라. 지역번호, 교환기번호와 회선 번호에서 빈 자리는 0으로 채울 것.
- (3) 2개의 전화번호를 비교하는 함수 int compareTelNumber(Tel_Number tn1, Tel_Number tn2)를 구현하라. 전화번호 비교에서는 국가번호, 지역번호, 교환기번호, 회선번호의 순서로 값의 크기를 비교하며, 값이 큰 경우 1, 값이 같은 경우 0, 값이 작은 경우 -1을 반환한다. 만약 상위 단위 (예: 국가번호) 값이 다른 경우 나머지 하위 단위 번호들과는 상관없이 상위 단위 값에 의하여 비교가 결정된다.

9.3 구조체 Student 정의 및 관련 함수 구현

- (1) 학번 (int st_id), 이름 (char name[MAX_NAME_LEN]), 생년월일(Date date_of_birth), 전화번호(Tel_Number tel_no), 학점평균(double GPA) 정보를 가지는 구조체 Student를 typedef를 사용하여 정의하라. 구조체 Student는 별도의 헤더파일 "Student.h"에 저장할 것.
- (2) 학생의 정보를 출력하기 위한 함수 void printStudent(Student *pSt)를 구현하라. 구조체 Student에 관련된 함수들의 함수원형은 헤더파일 "Student.h"에 저장할 것.
- (3) 학생들의 정보가 포함된 구조체 Student의 배열을 전달받아 포함된 학생들의 정보를 차례로 출력하는 함수 void printStudents(Student *stArray, int num_students)를 구현하라. 이 함수는 printStudent() 함수를 호출하여 개별 학생 정보를 출력한다.
- (4) 구조체 Student의 배열을 전달받아 배열의 순서를 뒤섞어 주는 함수 void shuffleStudents(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (5) 구조체 Student의 배열을 전달받아 학생들의 성적 GPA의 최대, 최소, 평균 값을 찾고, 계산하여 출력하는 함수 void statisticsGPA(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (6) 구조체 Student의 배열을 전달받아 학생들의 성적 GPA 중 가장 높은 성적의 학생이 저장되어 있는 주소를 반환하는 함수 Student *searchBestGPASStudent(Student students[], int

num_students)를 구현하라.

- (7) 구조체 Student의 배열을 전달받아 학생들의 성적 GPA 중 가장 낮은 성적의 학생이 저장되어 있는 주소를 반환하는 함수 Student *searchWorstGPASStudent(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (8) 구조체 Student의 배열을 전달받아 학번 (st_id)의 오름 차순으로 정렬하는 함수 sortStudent_by_ST_ID(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (9) 구조체 Student의 배열을 전달받아 성적 평점 (GPA)의 내림 차순으로 정렬하는 함수 sortStudent_by_GPA(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (10) 구조체 Student의 배열을 전달받아 이름 (name)의 오름 차순으로 정렬하는 함수 sortStudent_by_name(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (11) 구조체 Student의 배열을 전달받아 생년월일 (date_of_birth)의 오름 차순으로 정렬하는 함수 sortStudent_by_BirthDate(Student students[], int num_students)를 구현하라.
- (10) 구조체 Student의 배열을 전달받아 전화번호 (tel_no)의 오름 차순으로 정렬하는 함수 sortStudent_by_TelNumber(Student students[], int num_students)를 구현하라.

9.4 main() 함수

- (1) 학생 정보 (StudentRecords.cpp 파일)

```
/* StudentRecords */
#include "Student.h"

Student students[] =
{
    { 21911000, "Kim, G-M", { 1990, 10, 5 }, { 82, 53, 805, 1234 }, 3.57 },
    { 21822075, "Yoon, S-M", { 1990, 4, 5 }, { 82, 53, 811, 1550 }, 4.37 },
    { 21433015, "Hwang, S-S", { 1989, 1, 10 }, { 82, 53, 817, 1005 }, 2.72 },
    { 21644054, "Lee, K-M", { 1991, 5, 15 }, { 82, 10, 9112, 9876 }, 3.35 },
    { 21255340, "Hong, G-M", { 1990, 2, 5 }, { 82, 55, 810, 5678 }, 3.57 },
    { 21766056, "Zang, S-M", { 1990, 3, 15 }, { 82, 10, 9112, 1600 }, 4.45 },
    { 21177017, "Park, S-S", { 1989, 7, 10 }, { 82, 34, 817, 1098 }, 4.12 },
    { 21588053, "Choi, Y-H", { 1992, 9, 25 }, { 82, 53, 845, 5764 }, 3.85 },
    { 21399019, "Ahn, D-J", { 1988, 10, 3 }, { 82, 31, 817, 1038 }, 3.21 },
    { 21010053, "Kwak, S-B", { 1994, 11, 15 }, { 82, 2, 897, 8778 }, 4.43 },
    { 21021053, "Song, W-B", { 1993, 5, 15 }, { 82, 34, 345, 1234 }, 4.47 },
    { 21133053, "Gong, G-W", { 1992, 6, 25 }, { 82, 55, 543, 4321 }, 2.35 },
    { 20911042, "Bhang, S-H", { 1987, 12, 25 }, { 82, 2, 123, 4567 }, 3.75 },
    {-1}
};
```

- (2) main() 함수

```
/* Example of Handling an Array of Structures */

#include <stdio.h>
#include "Student.h"

#define MAX_NUM_STUDENTS 100

void main()
{
    int num_students = 0;
    int menu;

    Student *pST_GPA_max, *pST_GPA_min;
    extern Student students[];
    for (int i = 0; i < MAX_NUM_STUDENTS; i++)
```

```

{
    if (students[i].st_id == -1)
        break;
    else
        num_students++;
}
printf("Number of studetns = %d\n", num_students);

while (1)
{
    printf("\n");
    printf(" 1 : print student records\n");
    printf(" 2 : calculate statistics GPA (max, min, avg) of students' \n");
    printf(" 3 : search students of best GPA and worst GPA\n");
    printf(" 4 : sort students by student ID\n");
    printf(" 5 : sort students by GPA\n");
    printf(" 6 : sort students by name\n");
    printf(" 7 : sort students by date of birth\n");
    printf(" 8 : sort studetns by telephone number\n");

    printf("0 : Quit\n");

    printf("Input menu = ");
    scanf("%d", &menu);
    if (menu == 0)
        break;
    switch (menu)
    {
    case 1:
        printStudents(students, num_students);
        printf("\n");
        break;
    case 2:
        statisticsGPA(students, num_students);
        break;
    case 3:
        pST_GPA_max = searchBestGPASStudent(students, num_students);
        pST_GPA_min = searchWorstGPASStudent(students, num_students);
        printf("Student with best GPA : ");
        printStudent(pST_GPA_max);
        printf("\n");
        printf("Student with worst GPA : ");
        printStudent(pST_GPA_min);
        printf("\n");
        break;
    case 4:
        sortStudents_by_ST_ID(students, num_students);
        printf("After sorting students by increasing order of student ID:\n");
        printStudents(students, num_students);
        printf("\n");
        break;
    case 5:
        sortStudents_by_GPA(students, num_students);
        printf("After sorting students by decreasing order of GPA:\n");
        printStudents(students, num_students);
        printf("\n");
        break;
    case 6:
        sortStudents_by_name(students, num_students);
        printf("After sorting students by increasing order of student name:\n");
        printStudents(students, num_students);
        printf("\n");
        break;
    }
}

```

```

case 7:
    sortStudents_by_BirthDate(students, num_students);
    printf("After sorting students by increasing order of student birth date:\n");
    printStudents(students, num_students);
    printf("\n");
    break;
case 8:
    sortStudents_by_TelNumber(students, num_students);
    printf("After sorting students by increasing order of student's telephone
        number:\n");
    printStudents(students, num_students);
    printf("\n");
    break;

default:
    break;
}
shuffleStudents(students, num_students); // shuffle array for next experiments
}
}

```

9.5 실행 결과 (예시)

<pre> Input menu = 1 Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234 Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550) Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005) Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876) Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678) Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600) Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098) Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764) Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038) Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778) Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234) Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321) Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567) </pre> <p>(a) 학생 구조체 배열 출력</p>	<pre> 1 : print student records 2 : calculate statistics GPA (max, min, avg) of students' 3 : search students of best GPA and worst GPA 4 : sort students by student ID 5 : sort students by GPA 6 : sort students by name 7 : sort students by date of birth 8 : sort students by telephone number -1 : Quit Input menu = 2 GPA_max (4.47), GPA_min (2.35), GPA_avg (3.71) </pre> <p>(b) Best GPA, Worst GPA, Avg GPA 탐색, 계산 결과</p>
<pre> 1 : print student records 2 : calculate statistics GPA (max, min, avg) of students' 3 : search students of best GPA and worst GPA 4 : sort students by student ID 5 : sort students by GPA 6 : sort students by name 7 : sort students by date of birth 8 : sort students by telephone number -1 : Quit Input menu = 3 Student with best GPA : Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234)] Student with worst GPA : Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321)] </pre> <p>(c) Best GPA, Worst GPA 학생 탐색 및 출력 결과</p>	<pre> Input menu = 4 After sorting students by increasing order of student ID: Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567)] Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778)] Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234)] Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321)] Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098)] Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678)] Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038)] Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005)] Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764)] Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876)] Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600)] Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550)] Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234)] </pre> <p>(d) 학번 (st_id) 순 오름차순 정렬 결과</p>
<pre> Input menu = 5 After sorting students by decreasing order of GPA: Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234)] Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600)] Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778)] Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550)] Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098)] Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764)] Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567)] Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678)] Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234)] Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876)] Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038)] Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005)] Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321)] </pre> <p>(e) 성적평점 (GPA) 기준 내림차순 정렬 결과</p>	<pre> Input menu = 6 After sorting students by increasing order of student name: Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038) Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567) Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764) Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321) Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678) Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005) Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234) Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778) Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876) Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098) Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234) Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550) Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600) </pre> <p>(f) 이름 (name) 순 오름차순 정렬 결과</p>
<pre> Input menu = 7 After sorting students by increasing order of student birth date: Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567)] Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038)] Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005)] Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098)] Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678)] Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600)] Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550)] Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234)] Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876)] Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321)] Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764)] Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234)] Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778)] </pre> <p>(g) 생년월일 (DoB) 기준 오름 차순 정렬 결과</p>	<pre> Input menu = 8 After sorting students by increasing order of student's telephone number: Student [ID: 20911042, Bhang, S-H, GPA: 3.75, (1987, 12, 25), (tel: +82-002-0123-4567)] Student [ID: 21010053, Kwak, S-B , GPA: 4.43, (1994, 11, 15), (tel: +82-002-0897-8778)] Student [ID: 21766056, Zang, S-M , GPA: 4.45, (1990, 3, 15), (tel: +82-010-9112-1600)] Student [ID: 21644054, Lee, K-M , GPA: 3.35, (1991, 5, 15), (tel: +82-010-9112-9876)] Student [ID: 21399019, Ahn, D-J , GPA: 3.21, (1988, 10, 3), (tel: +82-031-0817-1038)] Student [ID: 21021053, Song, W-B , GPA: 4.47, (1993, 5, 15), (tel: +82-034-0345-1234)] Student [ID: 21177017, Park, S-S , GPA: 4.12, (1989, 7, 10), (tel: +82-034-0817-1098)] Student [ID: 21911000, Kim, G-M , GPA: 3.57, (1990, 10, 5), (tel: +82-053-0805-1234)] Student [ID: 21822075, Yoon, S-M , GPA: 4.37, (1990, 4, 5), (tel: +82-053-0811-1550)] Student [ID: 21433015, Hwang, S-S, GPA: 2.72, (1989, 1, 10), (tel: +82-053-0817-1005)] Student [ID: 21588053, Choi, Y-H , GPA: 3.85, (1992, 9, 25), (tel: +82-053-0845-5764)] Student [ID: 21133053, Gong, G-W , GPA: 2.35, (1992, 6, 25), (tel: +82-055-0543-4321)] Student [ID: 21255340, Hong, G-M , GPA: 3.57, (1990, 2, 5), (tel: +82-055-0810-5678)] </pre> <p>(h) 전화번호 (tel_no) 기준 오름 차순 정렬 결과</p>

<Oral Test>

Q 9.1 구조체 배열을 동적으로 생성하는 절차를 예를 들어 설명하라.

Q 9.2 구조체를 포인터로 가리키게 한 후, 구조체의 각 항목을 포인터를 사용하여 읽거나 쓸 수 있게 하는 방법에 대하여 예를 들어 설명하라.

Q 9.3 비트 단위 구조체를 어떻게 선언하며, 비트 단위 구조체를 사용하면 어떤 장점이 있는가에 대하여 예를 들어 설명하라.

Q 9.4 4바이트 크기의 정수형 (integer) 데이터를 저장할 때 CPU 종류에 따라 Little Endian과 Big Endian에 따라 서로 다르게 저장되는 byte ordering (바이트 저장 순서)의 차이점에 대하여 예를 들어 설명하라.