

# Data Structure Lab. Project #2

2024년 10월 11일

Due date: 2024년 11월 17일 일요일 23:59:59 까지

항공권 정보 검색 시스템은 항공권 정보를 저장하고, 다양한 기준을 적용해 효율적으로 정렬 및 검색할 수 있는 시스템이다. 이번 프로젝트는 B<sup>+</sup> Tree, AVL Tree, STL vector를 이용해 항공권 정보 검색 시스템을 구현한다. 항공권 정보 시스템은 [항공사명, 항공편명, 도착지, 좌석 수, 상태]로 구성되어 있으며, 이를 이용해 특정 도착지에 대한 항공권 정보를 빠르게 파악할 수 있다. B<sup>+</sup> Tree를 이용해 항공권을 관리하며, AVL Tree를 이용해 탑승 완료한 항공권(좌석 수가 0인 항공권)을 관리한다. 그리고 Print\_vector를 이용해 탑승 완료된 항공권을 다양한 정렬 방법으로 출력할 수 있다. 그림 1은 항공권 정보 검색 시스템의 구조이다. 자료구조의 구축 방법 및 조건에 대한 설명은 Program Implementation에서 자세히 설명한다.

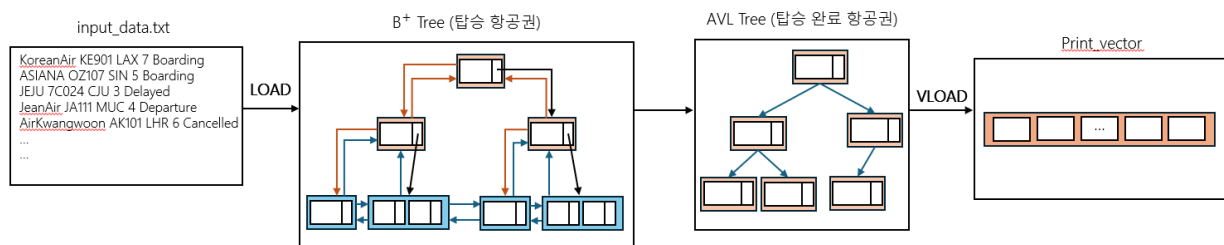


그림 1. 항공권 정보 검색 시스템의 구조

## □ Program Implementation

### 1. 항공권 정보 데이터

항공사명, 항공편명, 도착지, 좌석 수, 상태 정보가 포함된 데이터셋 input\_data.txt를 LOAD 명령어를 사용해 해당 정보를 '항공권 정보 클래스(FlightData)'에 저장한다. input\_data.txt의 예시는 그림2와 같이 항공권 정보가 저장되어 있다. 데이터는 ' '(Space Bar 한 번)으로 구분한다.

#### 항공사명

- 항공사명은 5개("KoreanAir", "ASIANA", "JEJU", "JeanAir", "AirKwangwoon")로 구성되어 있다.

#### 항공편명

- 항공편명은 항상 6자리(숫자와 대문자 알파벳의 조합)로 구성되어 있다.
- 항공편명은 항상 고유하며, 중복인 경우는 없다고 가정한다.

#### 도착지명

- 도착지명은 항상 (대문자 알파벳 3자리)로 구성되어 있다.
- 항공사명이 "JEJU"의 경우 도착지는 항상 제주도(CJU)로 고정되어 있다.
- 나머지 항공사의 경우 도착지는 자유이다.

#### 좌석 수

- 항공사명이 "KoreanAir"와 "ASIANA"의 경우 탑승 가능 좌석 수는 7이 최대이다.
- 항공사명이 "JEJU"와 "JeanAir"의 경우 탑승 가능 좌석 수는 5가 최대이다.
- 항공사명이 "AirKwangwoon"인 경우 탑승 가능 좌석 수가 6이 최대이다.

## 상태 정보

- a. 운항 상태 정보는 4개("Departure", "Boarding", "Delayed", "Cancelled")로 구성되어 있다.
- b. 상태 정보가 "Boarding", "Delayed"인 경우 승객을 받는다.  
→ 좌석 수 감소 O
- c. 상태 정보가 "Departure" 또는 "Cancelled"인 경우 더 이상 승객을 받지 않는다.  
→ 좌석 수 감소 X
- d. 상태 정보는 업데이트가 가능하다.

```
KoreanAir KE901 LAX 7 Boarding
ASIANA OZ107 SIN 5 Boarding
JEJU 7C024 CJU 3 Delayed
JeanAir JA111 MUC 4 Departure
AirKwangwoon AK101 LHR 6 Cancelled
...
...
```

그림 2. 데이터가 저장되어 있는 텍스트 파일 예시

## 2. B<sup>+</sup> Tree

- a. B<sup>+</sup> Tree의 차수는 3으로 구현한다.
- b. ADD 명령어로 추가되는 데이터를 읽은 후, 상태가 Delayed, Boarding이며, 좌석 수가 남아 있는 항공권에 한해 B<sup>+</sup> Tree에 저장한다. B<sup>+</sup> Tree에 존재하지 않는 경우 Node를 새로 추가하며, 존재하는 경우 좌석 수를 감소시킨다. 만약 ADD로 추가된 데이터의 좌석 수가 0인 경우 더 이상 감소하지 않도록 예외처리를 한다.
- c. B<sup>+</sup> Tree에 저장되는 데이터는 FlightData Class로 선언되어 있고, 멤버 변수로는 항공사명, 항공편명, 도착지명, 좌석 수, 상태 정보가 있다.
- d. B<sup>+</sup> Tree는 그림 3의 예시와 같이 항공편명을 기준으로 구성한다.
- e. B<sup>+</sup> Tree는 Index Node(BpTreeIndexNode)와 Data Node(BpTreeDataNode)로 구성되며, 각 Node Class들은 B<sup>+</sup> Tree Node Class(BpTreeNode)를 상속받는다.
- f. Data Node는 항공사명, 항공편명, 도착지, 좌석 수, 상태 정보를 저장한 FlightData를 map 컨테이너 형태로 가지고 있다.

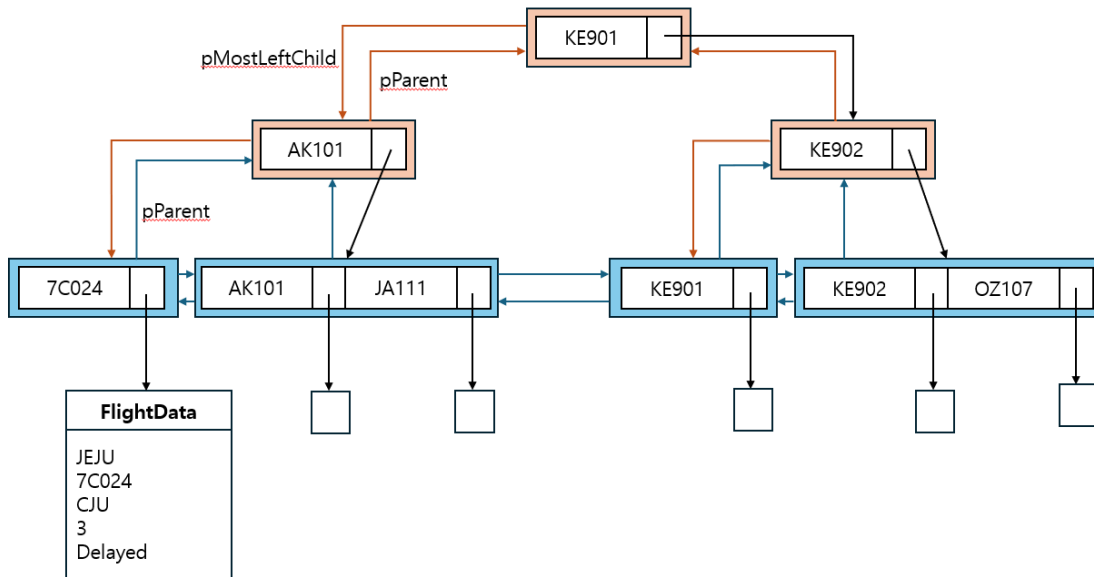


그림 3. B<sup>+</sup> Tree 예시

### 3. AVL Tree

- ADD 명령어로 B<sup>+</sup> Tree에 저장된 데이터의 좌석 수를 업데이트 한 후에, 좌석 수가 0인 항공권의 경우 AVL Tree에 저장한다.
- AVL Tree에 저장되는 데이터는 FlightData Class로 선언되어 있으며, 멤버 변수로는 항공사명, 항공편명, 도착지명, 좌석 수, 상태 정보가 있다.
- AVL Tree는 그림 4 예시와 같이 항공편명을 기준으로 정렬하며, 대소문자를 구별하지 않는다.
- AVL Tree는 각 Node마다 Balance Factor를 가지고 있으며, 이를 활용해 Tree의 균형을 유지한다.

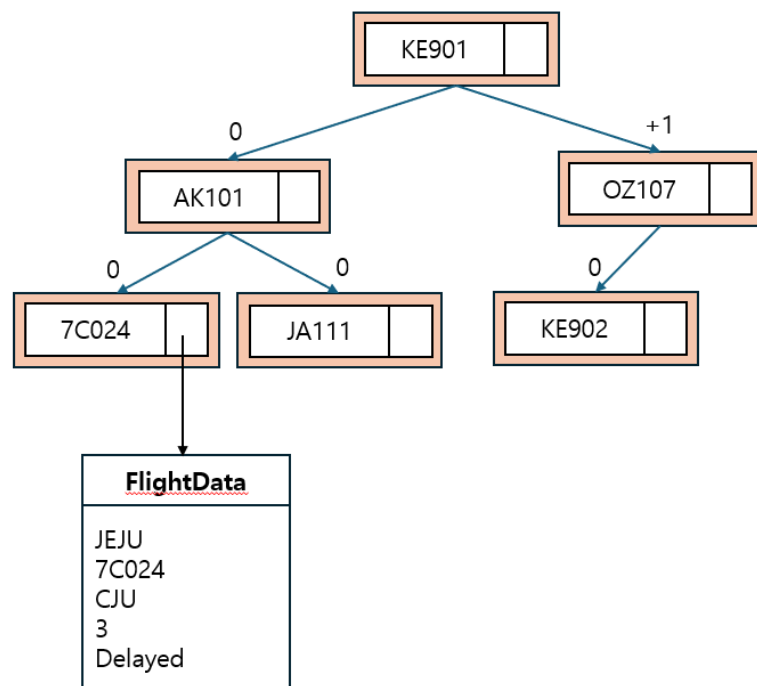


그림 4. AVL Tree 예시

## □ Functional Requirements

출력 포맷은 예시일 뿐, 실제 출력되는 데이터들과 차이가 있을 수 있습니다. 명령어에 인자가 존재하는 경우 "Wt"(탭)으로 구분합니다. (예시에서는 스페이스로 사용했으니 주의할 것)

명령어	명령어 사용 예시 및 기능
LOAD	<p>사용 예시) LOAD</p> <p>input_data.txt 의 데이터 정보를 불러오는 명령어로, 텍스트 파일에 데이터 정보가 존재할 경우 텍스트 파일을 읽어 B+ Tree에 데이터를 저장한다. LOAD는 command.txt 의 첫번째 줄에 한 번만 사용된다.</p> <p>[에러 코드 출력] 텍스트 파일이 존재하지 않는 경우 텍스트 파일 안에 데이터가 존재하지 않는 경우 B+ Tree가 이미 존재하는 경우</p> <p>[출력 포맷 예시] =====LOAD=====</p> <p>Success</p> <p>=====</p> <p>=====ERROR=====</p> <p>100</p> <p>=====</p>
VLOAD	<p>사용 예시) VLOAD</p> <p>AVL Tree에 저장된 모든 데이터 정보를 Print_vector에 불러오는 명령어로, queue, stack STL을 이용해 재귀적인 방법을 사용하지 않고 데이터를 불러온다. 기존에 Print_vector 가 존재할 경우, 비우고 새롭게 데이터를 불러온다.</p> <p>[에러 코드 출력] - AVL Tree가 비어 있는 경우</p> <p>[출력 포맷 예시] =====VLOAD=====</p> <p>Success</p> <p>=====</p>

	<pre> =====ERROR===== 200 ===== </pre>
ADD	<p>사용 예시) ADD ASIANA OZ999 MUC Boarding</p> <p>B+ Tree에 데이터를 직접 추가하기 위한 명령어로, 4개의 인자를 추가로 입력한다.  첫 번째 인자부터 항공사명, 항공편명, 도착지명, 상태를 입력한다.</p> <p>추가된 데이터의 이름이 B+Tree에 존재하는 경우, 상태에 따라, 좌석 수를 1 감소시킬지 여부를 결정한다.  존재하지 않는 경우, B+Tree에 데이터를 새로 추가하며, 좌석 수의 경우 최대치로 고정한다.</p> <p>좌석 수가 0인 항공편의 경우, AVL Tree에 추가하고, 더 이상 동일한 항공편을 받지 않는다. (상태 정보 또한 업데이트 하지 않는다.)</p> <p>상태 정보 역시 업데이트 할 수 있다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Cancelled → Boarding 좌석 수를 1 감소시킨다.</li> <li>2) Boarding → Cancelled 좌석 수를 감소시키지 않는다.</li> </ol> <p>[에러 코드 출력]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인자 4개를 입력하지 않은 경우</li> <li>- B+Tree에 추가하려는 항공편의 자리가 없는 경우</li> <li>- 항공편의 상태가 Cancelled 또는 Departure 일 때, 상태를 바꾸지 않고 ADD 명령어를 수행할 경우</li> </ul> <p>[출력 포맷 예시]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ADD ASIANA OZ999 MUC Boarding</li> </ol> <pre> ===== ADD ===== OZ999   ASIANA   MUC   7   Boarding =====  =====ERROR===== 300 ===== </pre>
SEARCH_BP	<p>사용 예시 1) SEARCH_BP 7C024</p>

	<p>사용 예시 2) SEARCH_BP C K</p> <p>SEARCH_BP 명령어는 B+ Tree에 저장된 데이터를 검색하는 명령어로 1개 또는 2개의 인자를 추가로 입력한다.  SEARCH_BP 명령어의 인자로 1개가 입력되는 경우, 해당 항공편의 검색 결과를 출력한다.  SEARCH_BP 명령어의 인자로 2개(시작 단어, 끝 단어)가 입력되는 경우, 범위 검색의 결과를 출력한다.  예를 들어, 인자로 C와 K가 입력되는 경우 C로 시작되는 항공편부터 K로 시작하는 항공편까지 모두 출력한다.</p> <p>[에러 코드 출력]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인자에 1개 또는 2개를 입력하지 않은 경우</li> <li>- B+ Tree에 데이터가 없는 경우</li> <li>- 해당하는 항공편이 없는 경우</li> </ul> <p>[출력 포맷 예시]</p> <p>1) SEARCH_BP 7C024  =====SEARCH_BP=====</p> <p>7C024   JEJU   CJU   2   Delayed  =====</p> <p>2) SEARCH_BP C K  =====SEARCH_BP=====</p> <p>JA111   JeanAir   MUC   4   Departure  =====</p> <p>=====ERROR=====</p> <p>400  =====</p>
SEARCH_AVL	<p>사용 예시) SEARCH_AVL JA115</p> <p>SEARCH_AVL 명령어에 인자로 항공편명을 입력해 AVL Tree에 저장되어 있는 이름에 대한 데이터만을 출력한다.</p> <p>[에러 코드 출력]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인자 1개를 입력하지 않은 경우</li> <li>- AVL Tree에 데이터가 없는 경우</li> <li>- 해당하는 이름이 없는 경우</li> </ul> <p>[출력 포맷 예시]</p>

	<p>1) SEARCH_AVL JA115</p> <p>===== SEARCH_AVL =====</p> <p>JA115   JeanAir   LAX   0   Delayed</p> <p>=====</p> <p>=====ERROR=====</p> <p>500</p> <p>=====</p>
VPRINT	<p>사용 예시 1) VPRINT A</p> <p>사용 예시 2) VPRINT B</p> <p>Print_vector에 저장된 데이터를 조건 A, B에 따라 정렬하고 출력한다. 조건은 다음과 같다.</p> <p>조건 A)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 항공사명 오름차순</li> <li>2. (같은 경우) 도착지명 오름차순</li> <li>3. (같은 경우) 상태 정보 내림차순</li> </ol> <p>조건 B)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 도착지명 오름차순</li> <li>2. (같은 경우) 상태 오름차순</li> <li>3. (같은 경우) 항공사명 내림차순</li> </ol> <p>[에러 코드 출력]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AVL Tree가 비어 있는 경우</li> </ul> <p>[출력 포맷 예시]</p> <p>1) VPRINT A</p> <p>===== VPRINT A =====</p> <p>AirKwangwoon   AK109   LHR   Delayed</p> <p>JeanAir   JA001   LHR   Boarding</p> <p>JeanAir   JA003   LHR   Delayed</p> <p>JeanAir   JA002   MUC   Boarding</p> <p>=====</p> <p>2) VPRINT B</p> <p>===== VPRINT B =====</p> <p>AirKwangwoon   AK001   CJU   Boarding</p> <p>ASIANA   AK109   CJU   Boarding</p>

	<p>JeanAir   JA002   CJU   Delayed  JEJU   7D003   CJU   Delayed  KoreanAir   JA001   SIN   Boarding  =====</p> <p>3) (Print_vector가 비어 있는 경우)  =====ERROR=====</p> <p>600  =====</p>
PRINT_BP	<p>사용 예시) PRINT_BP</p> <p>B+ Tree에 저장된 데이터를 항공편명을 기준으로  오름차순으로 전부 출력한다.</p> <p>[에러 코드 출력]  - B+Tree에 저장된 데이터가 없는 경우</p> <p>[출력 포맷 예시]  =====PRINT_BP=====</p> <p>7C024   JEJU   CJU   2   Delayed  AK101   AirKwangwoon   LHR   6   Cancelled  JA111   JeanAir   MUC   4   Departure  KE901   KoreanAir   LAX   3   Boarding  KE902   KoreanAir   CJU   1   Delayed  OZ107   ASIANA   SIN   2   Boarding  =====</p> <p>=====ERROR=====</p> <p>700  =====</p>
EXIT	<p>사용 예시) EXIT</p> <p>프로그램 상의 메모리를 해제하며, 프로그램을 종료한다.</p> <p>[출력 포맷 예시]  =====EXIT=====</p> <p>Success  =====</p>



## □ Error Code

명령어	에러 코드
LOAD	100
VLOAD	200
ADD	300
SEARCH_BP	400
SEARCH_AVL	500
VPRINT	600
PRINT_BP	700
잘못된 명령어	800

## □ Requirements in Implementation

1. 모든 명령어는 명령어 파일(command.txt)에 저장해 순차적으로 읽고 처리한다.
2. 출력 형식은 예시로, 실제 출력되는 데이터들과는 차이가 있을 수 있다.
3. 모든 명령어는 반드시 대문자로 입력한다.
1. 명령어에 인자가 존재하는 경우 Tab("\t")으로 구분한다.
2. 명령어에 인자(Parameter)가 모자라거나 필요 이상으로 입력 받을 시 에러 코드를 출력한다.
3. 로그 파일(log.txt)에 출력 결과와 에러 결과를 반드시 저장한다.
  - log.txt가 이미 존재할 경우 텍스트 파일 가장 뒤에 이어서 추가로 저장한다.
4. 프로그램 종료 시 메모리 누수(Memory Leak)가 발생하지 않도록 한다.

## □ 구현 시 반드시 정의해야 하는 Class

- ✓ **AVLTree**
  - AVL Tree Class
- ✓ **AVLNode**
  - AVL Tree의 Node Class
- ✓ **BpTree**
  - B<sup>+</sup> tree Class
- ✓ **BpTreeNode**
  - B<sup>+</sup> tree의 Node Class
- ✓ **BpTreeIndexNode**
  - B<sup>+</sup> tree의 Index node Class
- ✓ **BpTreeDataNode**
  - B<sup>+</sup> tree의 Data node Class
- ✓ **Manager**
  - 다른 Class 들의 동작을 관리해 프로그램 조정하는 역할 수행

## □ Files

1. command.txt  
프로그램을 동작시키는 명령어들을 저장하고 있는 파일
2. log.txt  
프로그램 출력 결과를 모두 저장하고 있는 파일
3. input\_data.txt  
프로그램에 추가할 항공권 정보 데이터가 저장된 파일

## □ 제한사항 및 구현 시 유의사항

- ✓ 반드시 제공되는 코드(github 주소 참고)를 이용하여 구현하며 작성된 소스 파일의 이름과 클래스와 함수 이름 및 형태를 임의로 변경하지 않는다.
- ✓ 클래스의 함수 및 변수는 자유롭게 추가 구현이 가능하다.
- ✓ 제시된 Class를 각 기능에 알맞게 모두 사용한다.
- ✓ 프로그램 구조에 대한 디자인이 최대한 간결하도록 고려하여 설계한다.
- ✓ 채점 시 코드를 수정해야 하는 일이 없도록 한다.
- ✓ 주석은 반드시 영어로 작성한다. (한글로 작성하거나 없으면 감점)
- ✓ 프로그램은 반드시 리눅스(Ubuntu 18.04)에서 동작해야 한다. (컴파일 에러 발생 시 감점)  
- 제공되는 Makefile을 사용하여 테스트하도록 한다.
- ✓ 인터넷에서 공유된 코드나 다른 학생이 작성한 코드를 절대 카피하지 않도록 하며, 적발 시 전체 프로젝트 0점 처리됨을 명시한다.

## □ 채점 기준

### ✓ 코드

채점 기준	점수
LOAD 명령어가 정상 동작하는가?	1
VLOAD 명령어가 정상 동작하는가?	2
ADD 명령어가 정상 동작하는가?	3
SEARCH_BP 명령어가 정상 동작하는가?	3
SEARCH_AVL 명령어가 정상 동작하는가?	3
VPRINT 명령어가 정상 동작하는가?	2
PRINT_BP 명령어가 정상 동작하는가?	1
총합	15

### ✓ 보고서

채점 기준	점수
Introduction을 잘 작성하였는가?	1
Flowchart를 잘 작성하였는가?	2
Algorithm을 잘 작성하였는가?	3
Result Screen을 잘 작성하였는가?	3
Consideration을 잘 작성하였는가?	1
총합	10

## □ 제출기한 및 제출방법

- ✓ 제출기한
  - 2024년 11월 17일 일요일 23:59:59까지 클래스(KLAS)에 제출
- ✓ 제출방법
  - 소스코드(Makefile과 텍스트 파일 제외)와 보고서 파일(pdf)을 함께 압축하여 제출
    - 확장자가 .cpp, .h, .pdf가 아닌 파일은 제출하지 않음 (제출시 감점)
    - 보고서 파일 확장자가 pdf가 아닐 시 감점
- ✓ 제출 형식
  - 학번\_DS\_project2.tar.gz (ex. 2023XXXXXX\_DS\_project2.tar.gz)
    - 제출 형식을 지키지 않은 경우 감점
- ✓ 보고서 작성 형식 및 제출 방법
  - Introduction : 프로젝트 내용에 대한 설명
  - Flowchart : 설계한 프로젝트의 플로우 차트를 그리고 설명
  - Algorithm : 프로젝트에서 사용한 알고리즘의 동작을 설명
  - Result Screen : 모든 명령어에 대해 결과화면을 캡처하고 동작을 설명
  - Consideration : 고찰 작성
    - 위의 각 항목을 모두 포함하여 작성
    - 보고서 내용은 한글로 작성
    - 보고서에는 소스코드를 포함하지 않음