

데이터 분석을 통한 항공안전관리 데이터베이스 설계 및 구현에 관한 연구

김 영 곤*, 심 영 민*, 조 인 휘^o

A Study on Database Design and Implementation for Aviation Safety Management Using Data Analysis

Young-gon Kim*, Yeong-min Sim*, Inwhoo Joe^o

요 약

본 연구는 정부 및 민간에 산재되어 있는 항공안전 데이터를 통합하고 효과적으로 활용하기 위해 그 기반이 되는 데이터베이스를 효율적으로 설계하고 구성하여 향후 수집된 항공안전 데이터를 빠르게 분석하여 정책수립에 활용하고 항공안전 대책을 마련하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 관련기관에 각각 존재하는 항공안전 데이터를 식별하여 데이터를 효율적으로 분류할 수 있는 방안을 수립하고, 이를 데이터베이스 논리 설계와 물리 구현을 통해 실제 데이터에 적용해 봄으로써 향후 항공안전관리 플랫폼에서 이해관계자를 위한 서비스가 가능하도록 연구를 수행하였다. 데이터베이스는 연구 목적이므로 라이선스 등의 문제 등으로 Maria DB 10.5.5 Stable을 사용하였지만, 향후 Oracle 등 상용 DB에도 적용이 가능하도록 설계하였다. 본 연구를 통해 개발된 데이터베이스 결과물은 향후 항공사고를 예방하기 위해 서비스되는 항공안전관리 플랫폼 용도로 사용될 것이며, 항공안전관리라는 공익의 목적을 달성하기 위해 국토부, 공항공사, 항공사 관계자 등이 활용하여 항공안전사고를 예방하는데 크게 도움이 될 것으로 기대한다.

키워드 : 항공안전관리, 데이터베이스 설계, 데이터 분석, 데이터 마트, 메타데이터

Key Words : Aviation Safety Management, Database design, Data Analysis, Data Mart, Meta data

ABSTRACT

This study aims to establish an integrated aviation safety data analysis and management system in which Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Incheon International Airport Corporation and airlines in Korea can effectively manage aviation safety issues and consequentially, they can prevent possible aviation accidents by exploiting the system. To achieve this purpose, we create a multi-dimensional database structure for huge volume of data accumulated from various public and private sectors. With this structure, our researchers design a logical model of the database and implement the model on real-world data so that we can offer an integrated service is for aviation safety as a platform. Due to the purpose of this study, we use MariaDB 10.5.5 stable which is an open-source database, but the system has no dependencies on MariaDB specifically, so any type of database system is able to be used, Oracle or SQL Server for example. In conclusion, we expect that the results of this research will contribute to the improvement of our nation's aviation safety.

* 본 논문은 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받았으며, [빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축] 사업의 일환으로 작성되었습니다.

* 본 논문은 국토교통부에서 시행한 국토교통연구기획사업 “빅데이터 기반의 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축” 연구사업의 1차년도 성과를 기반으로 작성되었습니다.

• First Author : Neighbor System, ntzkimy@neighbor21.co.kr, 정희원

o Corresponding Author : Hanyang University Department of Computer Science, iwjoe@hanyang.ac.kr, 정희원

* 인천산학융합원

논문번호 : 202011-278-C-RU, Received November 10, 2020; Revised December 13, 2020; Accepted January 12, 2022

1. 서론

항공기 운항에서 끊임없이 생성되는 데이터를 기반으로 항공안전 관리를 하는 기술을 구축하고 활용하면 항공 데이터를 효율적으로 활용할 수 있고, 직접적 사고요인을 찾기 용이할 뿐 아니라 드러나지 않은 잠재적 위해 요인을 찾아내는데도 효과적으로 적용될 수 있다.

항공 데이터 통합적 수집 및 관리의 필요성으로 인해 미국, ICAO, EASA 등 항공안전 리더십 주체들은 컨소시엄 형태의 공동체를 구성하고 이를 통해 아래와 같은 데이터 표준화 및 국제화를 진행하였다.

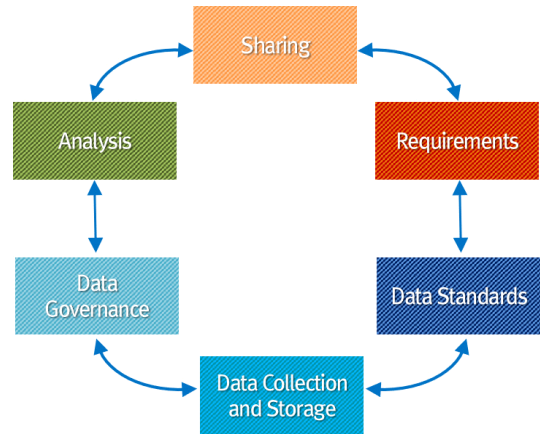
ICAO ADREP(Accident/Incident Data Reporting) 2000 Taxonomy는 ICAO에서 항공기 사건/사고를 분류하고 안전 동향 분석을 수행하고자 정립한 것으로 Occurrence 카테고리는 2004년부터 분류체계에 속하였으며, 현재는 CICTT의 Occurrence 분류체계를 채택하여 사용하고 있다.

ICAO는 EuroControl에서 개발하여 이용 중인 ECCAIRS(European Coordination Center for Aviation Incident Reporting System)을 채택하여 시스템 내에 ADREP 코드를 시행하여 국제표준으로 사용하고 있다.¹⁾

ECCAIRS의 사용을 통해 항공 사고 데이터 저장소의 확대 및 대규모 데이터 기반의 분석을 가능하게 한다.

CAST(Commercial Aviation Safety Team)/ICAO Common Taxonomy Team(CICTT)는 항공 사고 및 사고 보고 시스템에 대한 공통 분류 및 정의를 개발하는 업무를 담당하며, 주로 항공 산업의 전문가들로 구성되었으며, 국제 항공 사회의 광범위적인 노력으로 공동의 항공 안전 분류체계 개발에 집중된 연구를 수행하며, Safety system에 적용 가능한 Target 분류체계 정립에 목적을 두고 있다. CICTT 분류체계는 ICAO의 ADREP, FAA의 ASIAs 등 다양한 기관에서 적용되어 사용하고 있다. CICTT에서 정립한 분류체계는 Aircraft Make/Model/Series, Aircraft Engine Make/Model/Sub model, Phase of Flight, Aviation Occurrence Category, Aerodrome Taxonomy 및 Positive Taxonomy가 있다.

그리고 중국의 경우 CAAC(Civil Aviation Administration of China)에서 민간 항공 중장기 계획과 민간 항공기 연간 계획을 제안하고 민간 항공 법률, 규칙, 규정, 정책 및 표준 초안을 작성하고 민간 항공 산업의 제도 개혁을 담당하는 역할을 하고 있다.



(Source: [Safety Management Manual] - ICAO, 2018)

그림 1. 데이터 기반 위험관리 단계[3]
Fig. 1. Risk Management Process based on data

아래의 “그림 1”은 2018년 개정된 ICAO¹⁾ 부속서 19에 포함된 “데이터 기반 위험관리 개념”을 표현한 것이며, 데이터 활용의 중요성을 강조하고자 “Data-driven Decision Making” 장을 신설하였으며, 총 6단계에 걸친 데이터 기반 위험관리 단계를 표현하였다.

항공과 관련한 사고는 경미한 사고라도 큰 인명피해와 큰 피해를 줄 수 있으며, 항공사고를 분석하고, 앞으로의 항공사고를 예방하는 것은 굉장히 중요한 이슈이며, 이러한 항공과 관련한 사고를 줄이는 최선의 방법은 항공사고와 관련한 데이터를 분석하여 예방할 수 있는 문제에 대해 미리 선조치함으로써, 큰 피해를 미연에 방지할 수 있다.

이렇듯 항공안전에 대한 중요한 이슈인 항공데이터를 취합하여 분석하기 위해서는 항공사, 기관, 운영주체에 따라 제각각 활용되고 있는 항공안전데이터에 대한 체계를 수립하고, 이를 바탕으로 항공 데이터를 수집하고, 분석하여 공유하는 분류체계가 꼭 필요하다.

이를 위해 ICAO ADREP나 CAST/ICAO Common Taxonomy Team(CICTT) 등을 면밀히 분석하고, 우리나라 사정에 맞는 체계를 수립하고, 이를 실제 항공안전 데이터 분류체계에 적용함으로써 단순히 항공안

1) ICAO(International Civil Aviation Organization) - 국제민간항공기구: 국제연합 산하 전문기구로, 국제 항공 운송에 필요한 원칙과 기술 및 안전에 대해 연구하고 있다. 사람 생명을 다루는 곳이다 보니 WHO와 함께 UN에서 가장 권한이 강한 기관중 하나. 본부는 캐나다의 몬트리올. ICAO는 국제민간항공협약에 의하여 설립된 정부간 국제기구로서 UN 전문기구의 지위를 가지고 있다. [namu.wiki - 2020.10.3.일 현재]²⁾

전에 대한 체계를 수립하는 것에 그치지 않고, 항공안전 분석, 공유, 예방 등에 활용이 가능하다.

전세계 항공사고 발생률은 1980년대 이후 현재까지 크게 감소되지 않고 사고 건수를 유지하고 있으며, 전세계 항공교통량이 증가함에 따라 항공사고 발생 건수도 증가할 것으로 예상된다.

아래의 “그림 2”는 “Aviation Safety Network”에서 발표한 2019년 항공 사고 및 사망자 수를 나타낸 것이며, 각 나라별 사고 건수와 월별 사고 건수 그리고 비행 단계별 사고 건수를 확인할 수 있다.⁽⁴⁾

국내 항공사고 및 준사고 발생률은 2002년을 기준으로 감소하였으나, 항공교통량이 늘어나면서 항공기 사고 발생 건수도 증가할 가능성이 있다.

또한 전세계 주요 비행사 연합체인 IATA⁽¹⁾

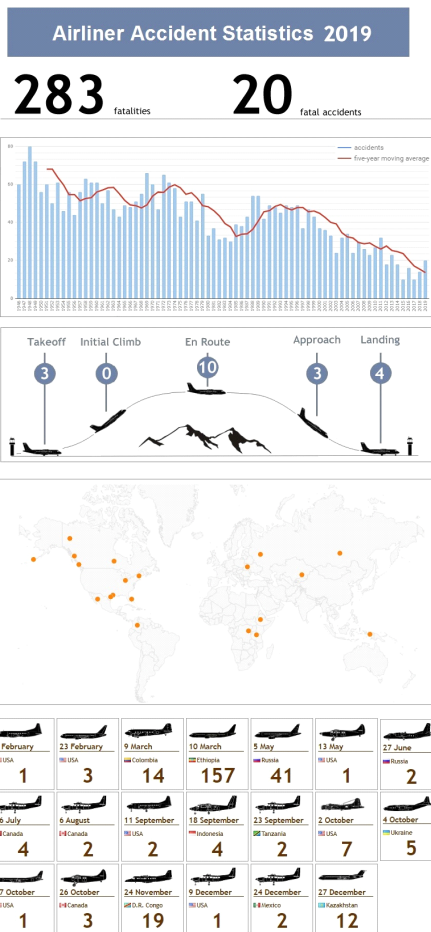
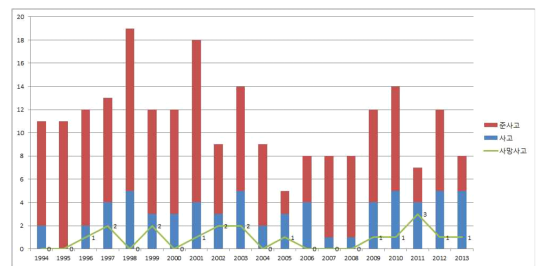


그림 2. 전세계 항공사고 현황
Fig. 2. Airliner Accident Statistics in worldwide -

(International Air Transport Association)에서도 회원 항공사를 대상으로 데이터를 수집/분석하는 GADM 프로그램을 운영 중이며, 우리나라 대한항공, 아시아나항공, 진에어도 해당 프로그램에 참여하고 있다.

아래의 “그림 3”은 항공철도사고조사위원회에서 조사한 국내 항공사고 및 준사고 발생 현황으로 최근 10년간 운송용 항공기에서 34건의 사고가 발생하여, 연평균 1.2건으로 세계 평균인 4.1건과 비교하여 약 24.3% 높은 수준이다.



- Source: Aviation and Railway Accident Investigation Board (항공철도사고조사위원회)

그림 3. 국내 항공사고 및 준사고 발생 현황
Fig. 3. Domestic aviation accidents and Serious incident statistics

- 아래의 [표 1]은 CAST/ICAO Common Taxonomy Team(CICTT)에서 분류한 34개의 항공사고 발생 유형(Occurrence Category)을 간략히 정리한 내용이다.⁽⁶⁾

표 1. CICTT Occurrence Category Definitions
Table 1. CICTT Occurrence Category Definitions

No	Category	Definition
1	ARC	Abnormal runway contact
2	AMAN	Abrupt Manoeuvre
3	ADRM	Aerodrome
4	MAC	Airprox/ACAS alert/loss of separation/ (near) midair collisions
5	ATM	ATM/CNS
6	BIRD	Birdstrike
7	CABIN	Cabin Safety Events
8	CTOL	Collision with obstacle(s) during take-off and landing
9	CFIT	controlled flight into or toward terrain
10	EVAC	Evacuation
11	EXTL	External load related occurrences

No	Category	Definition
12	F-NI	Fire/smoke (non-impact)
13	F-POST	Fire/smoke (post-impact)
14	F U E L (ADREP)	Fuel related
15	GTOW	Glider towing related events
16	GCOL	Ground Collision
17	RAMP	Ground Handing
18	ICE	Icing
19	LOC-G	Loss of control - ground
20	LOC-I	Loss of control - inflight
21	LOLI	Loss of lifting conditions en-route
22	LALT	Low altitude operations
23	OTHR	Other
24	RE	Runway excursion
25	RI-A	Runway incursion - animal
26	RI-VAP	Runway incursion - vehicle, aircraft or person
27	SEC	Security related
28	SCF-NP	System/component failure or malfunction (non-powerplant)
29	SCF-PP	Powerplant failure or malfunction
30	TURB	Turbulence encounter
31	USOS	Undershoot/overshoot
32	UIMC	Unintended flight in IMC
33	UNK	Unknown or undetermined
34	WSTRW	Windshear or thunderstorm

No	카테고리	정의
1	ARC	비정상 활주로 접촉
2	AMAN	급기동
3	ADRM	공항
4	MAC	항공기간 근접 비행
5	ATM	항공 교통 관리
6	BIRD	조류 충돌
7	CABIN	객실안전관련 이벤트
8	CTOL	이착륙 중 장애물과의 충돌
9	CFIT	지형충돌
10	EVAC	비상 탈출
11	EXTL	외부 적재물 관련 발생사건
12	F-NI	충돌과 상관없이 발생한 화재/연기
13	F-POST	충돌 후 발생한 화재/연기
14	FUEL (ADREP)	연료 관련 이벤트
15	GTOW	활공기 전인 관련 이벤트

No	카테고리	정의
16	GCOL	지상운항 중 충돌
17	RAMP	주기장 지역 운영
18	ICE	착빙
19	LOC-G	지상운항 중 항공기 조종성 상실
20	LOC-I	비행중 항공기 조종성 상실
21	LOLI	비행 중 양력 조건의 상실
22	LALT	저고도 비행
23	OTHR	기타
24	RE	활주로 이탈
25	RI-A	활주로 침범(동물)
26	RI-VAP	활주로 침범(차량, 비행기, 사람)
27	SEC	보안 관련 사건
28	SCF-NP	발동기 이외 부분의 시스템 및 부품의 고장이나 기능이상
29	SCF-PP	발동기 부분의 시스템 및 부품의 고장이나 기능이상
30	TURB	난기류 조우
31	USOS	미착/과착
32	UIMC	계기비행 기상조건에서의 의도치 않은 비행
33	UNK	미정 사건
34	WSTRW	윈드시어 또는 뇌우

국내 데이터 수집의 경우는 항공안전자율보고시스템인 KAIRS의 경우 보고된 사항이 고의 또는 중대한 과실로 발생한 경우를 제외하고 “경미한 항공안전장애”의 경우 발생일로부터 10일 이내에 그 사실을 보고하면 항공법에 따라 행정처분이 면제될 수 있으며 보고자 및 관련자는 항공법에 의해 신분이 철저히 보호된다. 이 제도를 통해 경미한 항공안전장애에 대한 데이터가 수집된다.

국내의 경우는 항공 데이터 자원들이 기관별로 개별 수집 관리되고 있으며, 통합 체계의 부재로 인해 데이터가 효과적으로 활용되지 못하고 있는 실정이다.

다행히 2020년 2월 국토교통부는 2월 21일 서울 여의도 메리어트호텔에서 항공업계와 항공안전 증진을 위한 ‘항공안전데이터 공유·분석·활용에 관한 협약’을 체결했다고 2월 23일 밝혔다.

이날 협약식엔 국토부를 비롯해 항공철도사고조사위원회, 인천국제공항공사, 한국공항공사, 대한항공, 아시아나항공, 제주항공, 진에어, 에어부산, 이스타항공, 티웨이항공, 에어서울, 에어인천, 플라이강원 관계자 등이 참석했다.⁽⁸⁾

이로 인해 국내에서도 항공안전 데이터를 통합할

수 있는 활로가 개척되었다.

이에 본 논문에서는 위의 협약(항공안전데이터 공유·분석·활용에 관한 협약 - 2020년 2월)을 근거로 초기에 수집된 일부 정보를 바탕으로 국내의 항공안전 관련 데이터를 식별하였으며, 식별된 데이터를 근거로 향후 서비스를 위한 데이터베이스를 구성하였다.

II. 본 론

본 논문에서 추구하는 항공안전관리를 위한 데이터베이스의 주요 설계 중점사항은 데이터를 기반으로 특정 위험도를 분석하기 용이하도록 테이블을 설계하는데 그 목적이 있다.

이에 항공안전관리에 중요한 데이터이면서, 수집이 용이한 ADS-B²⁾ 항적 데이터를 중심으로 Informatic 데이터를 구축하여 항공안전과 밀접한 [공중충돌 위험도], [특정 항공기(Hex ID) 위험도], [최저고도 위반지역], [특정공역 밀집도] 등의 항공안전 분석을 위한 데이터를 찾아내는 용도로 사용할 목적으로 구성하였다.

위의 “그림 4”는 특정 Entity A와 특정 Entity B를 결합하여 항공안전을 위한 데이터로 활용할 수 있는 Informatic Data로 구성하는 개념을 보여주고 있으며, 데이터를 결합하여 분석이 용이하도록 테이블을 설계하는데 중점을 두었다.

아래의 “그림 5”는 이러한 설계를 바탕으로 구성한 실제 예제이며, 공중 충돌이라는 큰 주제에서 ADS-B 항적 자료간의 비교를 통해 A 항공기와 B 항공기의

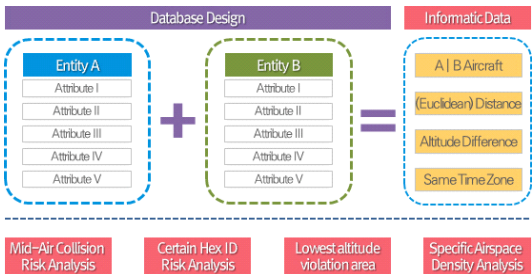


그림 4. Informatic 데이터 생성
Fig. 4. Informatic Data Construction

2) ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast, 한국어: 에이디에스비)는 GPS(Global Positioning System) 위성 항법 시스템과 1,090 MHz 전송 링크를 이용하여 항공기 감시 정보를 일정 주기마다 지상의 항공 교통 관제(ATC: Air Traffic Control) 및 다른 항공기에 자동으로 방송(broadcast)하는 항공기 감시 체계이다. ADS-B 시스템은 항공기의 감시 정보(항공기 식별 부호, 위치, 속도, 방향 등)를 1초 단위로 지상의 ATC(Air Traffic Control) 시스템과 다른 항공기에 방송(broadcast)한다.9)

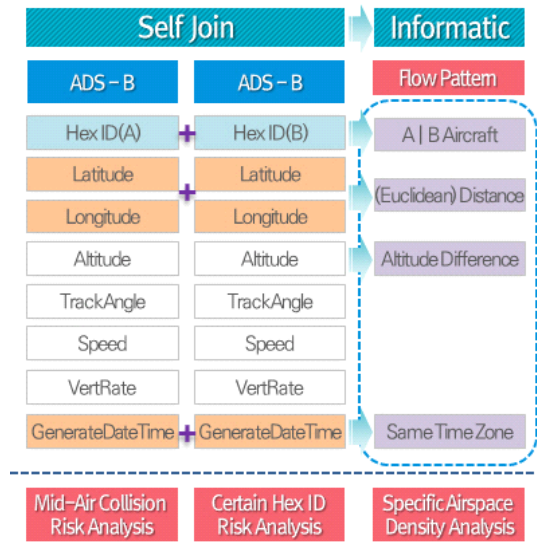


그림 5. 공중 충돌 위험 분석을 위한 테이블 구성
Fig. 5. Table Construction for a Mid-Air Collision Risk Analysis.

위도, 경도의 유클리드 계산을 통해 동일 시간대에서의 거리를 측정할 수 있으며, 이를 고도 정보(고도차)와 결합하여 항공기간의 근접도(Proximity)를 분석할 수 있다. 이를 기반으로 [공중충돌 위험도], [특정 항공기의 Proximity 비행 정도], [특정 공역 밀집도] 등을 분석할 수 있다.

아래의 “그림 6”은 실제 ADS_B 테이블의 컬럼 구성과 데이터 형식, 그리고 ADS-B 항적 데이터를 필터링하여 ADS_B 테이블에 INSERT한 결과를 보여준다.

항공기를 식별할 수 있는 ATIS 항공안전관리시스템 자료에는 항공기에 대한 등록번호가 존재하나 ADS-B 항적 데이터에는 트랜스폰더에 할당된 고유한 24진수 코드인 Hex Identification만 존재하므로 ADS-B에 존재하는 항공기를 식별하기가 곤란하다. 이에 항공안전 데이터를 구축하면서 아래 “그림 7”과 같이 Hex Identification을 분석하였다.

“그림 7”과 같은 분석을 통해 아래 “그림 8”과 같은 등록번호와 HexID를 매핑한 데이터를 구성하였다.

아래 “그림 9”는 실제로 이 과정을 통해 실제 입력된 국내 항공기 411개에 대한 데이터베이스 테이블의 모습이다. DB 안에 입력된 내용이 한글이라 이미지는 한글로 표현되었다.

이렇게 구축된 데이터베이스를 통해 괄호에 해당하는 쿼리문을 작성하여 [SELECT A.HexID, A.Lat, A.Longi, A.Alt, B.Airlines, B.RegID,

Column Name	Condensed Type
sn	bigint
GenDateTime	datetime2(7)
HexID	char(6)
Lat	float
Long	float
Alt	float
GroundSpeed	int
VertRate	int
TrackAngle	int

sn	GenDateTime	HexID	Lat	Long	Alt	GroundSpeed	VertRate	TrackAngle
7311	2020-07-27 오전 5:49:00	71C027	37.41284	126.50342	1100.00000	141	-640	326
7312	2020-07-27 오전 5:49:00	71C027	37.41284	126.50342	1050.00000	141	-640	326
7313	2020-07-27 오전 5:49:00	71C027	37.41962	126.49734	1000.00000	140	-704	326
7314	2020-07-27 오전 5:49:00	71C027	37.41990	126.49712	1000.00000	140	-704	326
7315	2020-07-27 오전 5:49:00	71C027	37.42027	126.49677	1000.00000	140	-704	326
7316	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42053	126.49652	1000.00000	140	-704	326
7317	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42078	126.49628	1000.00000	140	-704	326
7318	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42111	126.49605	975.00000	140	-704	326
7319	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42159	126.49559	975.00000	140	-704	326
7320	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42236	126.49489	950.00000	140	-704	326
7321	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42265	126.49467	950.00000	140	-704	326
7322	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42291	126.49442	950.00000	140	-704	326
7323	2020-07-27 오전 5:50:00	71C027	37.42316	126.49419	950.00000	140	-704	326

그림 6. ADS_B 테이블과 실제 입력값
Fig. 6. ADS_B Table and Real Input values

Allocation of Korea Hex ID is configured from 710000 to 71FFFF.

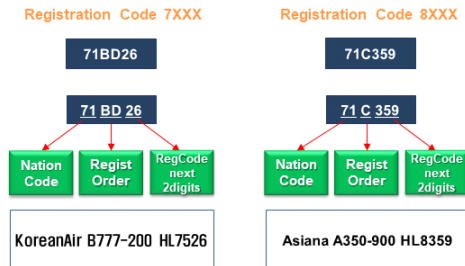


그림 7. Hex ID 분석
Fig. 7. Hex Identification Analysis

B.AirlinesName FROM ADS_B A LEFT OUTER JOIN icao_hexid B ON A.HexID=B.HexID] “그림 10”과 같이 ADS-B 항적 데이터와 항공기 정보를 매핑하여 표현할 수 있었다.

또한, “그림 11”과 같이 ADS-B 테이블과 Weather(풍향/풍속)을 복합 데이터로 구성하였다.

ADS-B와 Weather 테이블의 복합 구성을 통해 아래 “그림 12”와 같이 가시화 화면을 JAVA(Web)로 구현하였고, 항적과 날씨의 연관관계 시각적으로 분석하고 확인할 수 있도록 하였다.

이 논문에서는 기존에도 항공안전 데이터가 다수

Airlines	Aircraft Type	Reg Code	Hex ID
Jeju Airlines	B737-800	HL7213	71BA13
Korean Air	B747-400	HL7402	71BC02
Jin Air	B737-800	HL7564	71BD64
Asiana Airlines	A380-800	HL7626	71BE26
Air Busan	A321-200	HL7722	71BF22
Tway Airlines	B737-800	HL8268	71C268
American Airlines	A321-200	N573UW	A75B65
Japan Airlines	B777-300	JA8944	86EF00
Air China	A330-200	B-6090	780092

그림 8. 등록코드와 HexID 매핑
Fig. 8. Mapping the registration code and HexID

Type	Airlines	RegID	FlightType	Airlines1	HexID
소형항공기운송사업	라이에어	HL5243	ATR 72	라이에어	71AA43
국제항공운송사업	진에어	HL7555	B737-800	진에어	71BD55
국제항공운송사업	이스타항공	HL7567	B737-800	이스타항공	71BD67
국제항공운송사업	대한항공	HL7584	A330-300	대한항공	71BD84
국제항공운송사업	아시아나항공	HL7594	A321-100	아시아나항공	71BD94
국제항공운송사업	에어부산	HL7711	A321-200	에어부산	71BF11
국제항공운송사업	에어서울	HL7789	A321-200	에어서울	71BF89
국제항공운송사업	제주항공	HL8206	B737-800	제주항공	71C206
국제항공운송사업	티웨이항공	HL8235	B737-800	티웨이항공	71C235
국제항공운송사업	에어인천	HL8271	B737-400	에어인천	71C271
국제항공운송사업	플라이검림	HL8376	B737-800	플라이검림	71C376

그림 9. 실제 구현된 Hex ID 테이블
Fig. 9. Implemented Hex ID Table

존재했지만 각기 다른 표현방법과 정보들로 이루어져 테이블을 매핑하여 정보를 표현하기 곤란하였다. 이에 본 논문에서는 기존의 데이터를 분석하여 향후 항공안전 데이터 분석에 활용할 수 있도록 데이터베이스 매핑을 통해 복합 데이터 분석이 가능하도록 새로이 구성하였다.

분석한 테이블에 비해 항공안전 데이터라는 특성상 많은 샘플 데이터를 확보하지 못해 작업에 어려움은 있었으나 전체적인 항공과 관련된 데이터를 식별하고, 그 기반을 마련하였다는데 그 의미가 있다.

그 외에 아래의 내용 등도 참조하여 전체적인 데이

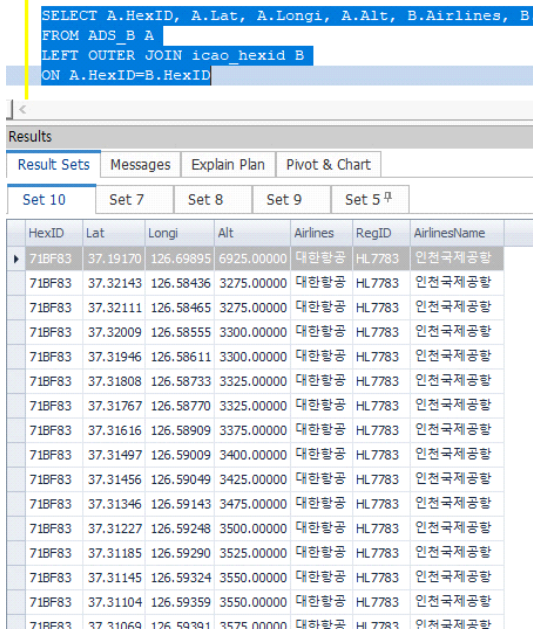


그림 10. ADS-B 테이블과 Hex ID 테이블 조인 결과
Fig. 10. Joining Result of ADS-B and Hex ID Tables



그림 12. ADS-B와 풍향/풍속 가시화 화면
Fig. 12. Visualization of the ADS-B Data and the Wind Direction/Speed

HexID	Lat	Longi	Alt	GroundSpeed	VertRate	Angle	wind_direction	wind_speed
71C027	37.4128400000	126.5034200000	1100	141	-640	326	123	28
71C027	37.4128400000	126.5034200000	1050	141	-640	326	123	28
71C027	37.4196200000	126.4973400000	1000	140	-704	326	123	28
71C027	37.4199000000	126.4971200000	1000	140	-704	326	123	28
71C027	37.4202700000	126.4967700000	1000	140	-704	326	123	28
71C027	37.4205300000	126.4965200000	1000	140	-704	326	123	28
71C027	37.4207800000	126.4962800000	1000	140	-704	326	123	28
71C027	37.4211100000	126.4960300000	975	140	-704	326	123	28
71C027	37.4215900000	126.4955900000	975	140	-704	326	123	28
71C027	37.4223600000	126.4948900000	950	140	-704	326	123	28
71C027	37.4226500000	126.4946700000	950	140	-704	326	123	28
71C027	37.4229100000	126.4944200000	950	140	-704	326	123	28
71C027	37.4231600000	126.4941900000	925	140	-704	326	123	28
71C027	37.4234600000	126.4939000000	925	140	-704	326	123	28
71C027	37.4237600000	126.4936500000	925	140	-704	326	123	28
71C027	37.4247400000	126.4927800000	900	140	-704	326	123	28
71C027	37.4253400000	126.4922600000	875	140	-704	326	123	28
71C027	37.4255200000	126.4920800000	875	140	-704	326	123	28
71C027	37.4255200000	126.4920800000	725	140	-704	326	123	28
71C027	37.4255200000	126.4920800000	675	140	-640	326	123	28
71C027	37.4355400000	126.4832100000	650	140	-640	326	123	28
71C027	37.4361000000	126.4827300000	650	140	-640	326	123	28

그림 11. ADS-B 테이블과 Weather 테이블 조인 결과
Fig. 11. Joining Result of ADS-B and Weather Tables

터베이스를 구성하였다.

본 논문에서는 항공안전 데이터 분류체계를 수립하기 위해 “그림 13”과 같은 [항공안전 의무보고서 (Aviation Safety Mandatory Report)]를 분석하고 해당 항목을 데이터베이스 설계에 활용하였다.

[항공안전 의무보고서(Aviation Safety Mandatory Report)]의 내용을 분석해 보면, 항공기사고, 항공기준사고, 항공안전장애로 사고 데이터를 분류하였고, 사고가 발생한 비행단계(Phase of Flight)를 표시하도록

■ 항공안전 의무보고서 [발차 제65호서식] 항공안전정보시스템(http://www.esky.go.kr)에서 다운로드 수 있습니다.

항공안전 의무보고서(Aviation Safety Mandatory Report)

보고 구분	<input type="checkbox"/> 항공기사고 (Accident)	<input type="checkbox"/> 항공기준사고 (Serious Incident)	<input type="checkbox"/> 항공안전장애 (Incident)
분야 구분	<input type="checkbox"/> 항공기운항 (Flight Operation)	<input type="checkbox"/> 항공기납입 (Maintenance)	<input type="checkbox"/> 항공교통제어 (Air Traffic Control) / <input type="checkbox"/> 공항행위사항 (Aerodrome and NAVAID)
발생유형	<input type="checkbox"/> (Type of Occurrence)		
호출부호	<input type="checkbox"/> (Call Sign)		<input type="checkbox"/> 등록기호(Registration)
항공기종류·공항·행위안전시설 명칭	<input type="checkbox"/> (Type of Aircraft or Name of Aerodrome or NAVAID)		
발생일시	<input type="checkbox"/> (Date, Time)		<input type="checkbox"/> 발생장소·공항 (Location or Aerodrome)
비행단계	<input type="checkbox"/> 이륙 (GND) / <input type="checkbox"/> 이륙 (Take Off)	<input type="checkbox"/> 상승 (Climb)	<input type="checkbox"/> 접근 (Approach) / <input type="checkbox"/> 착륙 (Landing)
비행루트	<input type="checkbox"/> (Flight Route)		
승객수	<input type="checkbox"/> 승무원수 (Number of Crew Members)	<input type="checkbox"/> 운항승무원(Flight Crew) / <input type="checkbox"/> 객실승무원(Cabin Crew)	
사망자수	<input type="checkbox"/> (Number of Fatalities)		<input type="checkbox"/> 부상자수 (Number of Injuries)
기상(Weather)	<input type="checkbox"/> VMC / <input type="checkbox"/> IMC		
발생 개요(Description of Occurrence)			
사업자의 종류	<input type="checkbox"/> 국내 (Domestic Air Carrier)	<input type="checkbox"/> 국제 (International Air Carrier)	<input type="checkbox"/> 소형 (Small Commercial Air T) / <input type="checkbox"/> 항공기사용사업 (기타) (Aerial Work) (Other)
보고자의 성명	<input type="checkbox"/> (Name)		<input type="checkbox"/> 보고자의 연락처 (Telephone)

* 항공안전법, 제59조제1항, 제62조제5항 및 같은 법 시행규칙 제134조제1항에 따라 항공기사고 등을 위와 같이 보고합니다. (In accordance with Paragraph 1, Article 59 and Paragraph 5, Article 62 of the Aviation Safety Act and Paragraph 1, Article 134 of the Minister's Regulation of Aviation Safety Act, I hereby report the occurrence of mandatory reporting items as described above.)

Date: _____ 년 ____ 월 ____ 일 (YYYY/MM/DD)
 (서명 또는 인) _____
 (Signature)

국토교통부장관 또는 지방항공청장 귀하
 (Attention: Minister of Ministry of Land, Infrastructure and Transport or Administrator of Regional Aviation Administration)

210mm×297mm(책상지(80g/㎡) 또는 종잡지(80g/㎡))

그림 13. 항공안전 의무보고서
Fig. 13. Aviation Safety Mandatory Report

표 2. 비행단계 테이블 구성
Table 2. Table of A Phase of Flight

비행단계	약어
정지(STANDING)	STD
푸쉬백/견인(PUSHBACK/TOWING)	PBT
유도로 이동(TAXI)	TXI
이륙(TAKEOFF)	TOF
초기상승(INITIAL CLIMB)	ICL
순항(EN ROUTE)	ENR
비행기동(MANEUVERING)	MNV
접근(APPROACH)	APR
착륙(LANDING)	LDG
유도로 이동(TAXI)	TXI
주기장 접현(STANDING)	STD

하였다. 또한 사고가 발생한 [발생일시]가 중요한 점검사항이며, 기상이나 고도 등 현재 비행상태(날씨 등)가 표시되도록 하였다.

이 논문에서는 서론에서 언급한 사항들을 기반으로 아래의 [표 2]와 같이 비행 단계(Phase of Flight)를 아래와 같이 구분하여 데이터베이스에 적용하였다.

또한, 항공안전 의무보고(Aviation Safety Mandatory Report)와 자율보고(Korea Aviation voluntary Incident Reporting System)를 기반으로 [사고], [준사고], [항공안전장애]로 사고를 구분하였다.

위의 “그림 14”는 국내 항공안전보고제도 체계를 보여주는 그림으로 사고와 준사고의 경우는 국토교통부에 보고가 되고, 항공안전장애는 항공안전 자율보고 체계에 따라 한국교통안전공단에 보고된다.

이러한 사고는 다시 유형에 따라 [공중(Airborne) 10개], [항공기(Aircraft) 3개], [항공기 외 관련

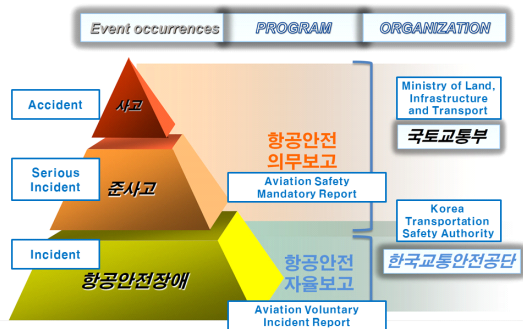


그림 14. 항공사고 구분
Fig. 14. Aviation accidents Classification

(Non-aircraft related) 2개], 지상운항(Ground Operations) 9개], [이착륙(Takeoff and Landing) 3개], [기상(Weather) 3개], [기타(Miscellaneous) 7개]로 데이터를 구분하였다. 그 내용은 아래의 [표 3~9]와 같다.

표 3. 발생사건 유형 - 공중(Airborne) 10개
Table 3. Occurrence Category - Airborne(10)

공중(Airborne)	약어
급기동(Abrupt Maneuver)	AMAN
항공기간 근접비행/공중충돌(Loss Of Separation/Near Midair Collisions/Midair Collisions)	MAC
지형충돌: Cfit(Controlled Flight Into/Toward Terrain)	CFIT
연료관련 이벤트(Fuel Related)	FUEL
활공기 견인 관련 이벤트(Glider Towing Related Events)	GTOW
비행중 항공기 조종성 상실(Loss Of Control - Inflight)	LOC - I
비행 중 양력 조건의 상실(Loss Of Lifting Conditions En Route)	LOLI
저고도 비행(Low Altitude Operations)	LALT
항행 오류(Navigation Errors)	NAV
계기비행 기상조건에서의 의도치 않은 비행(Unintended Flight In Imc)	UIMC

표 4. 발생사건 유형 - 항공기(Aircraft) 3개
Table 4. Occurrence Category - Aircraft(3)

항공기(Aircraft)	약어
충돌과 상관 없이 발생한 화재/연기(FIRE/SMOKE (NON-IMPACT))	F - NI
동력장치 이외 부분의 시스템 및 부품의 고장이나 기능이상(Non-Powerplant)	SCF - NP
동력장치 부분의 시스템 및 부품의 고장이나 기능이상(Powerplant)	SCF - PP

표 5. 발생사건 유형 - 항공기 외 관련(Non-aircraft related) 2개
Table 5. Occurrence Category - Non-aircraft related(5)

항공기 외 관련(Non-aircraft related)	약어
공항 운영(Aerodromes)	ADRM
ATM/CNS(Communication Navigation Surveillance)	ATM

표 6. 발생사건 유형 - 지상운항(Ground Operations) 9개
Table 6. Occurrence Category - Ground Operations(9)

지상운항(Ground Operations)	약어
비상탈출(Evacuation)	EVAC
충돌 후 발생한 화재/연기(Fire/Smoke (Post-Impact))	F - POST
지상운항 중 충돌(Ground Collision)	GCOL
주기장 지역 운영(Ground Handling)	RAMP
지상운항 중 항공기 조종성 상실(Loss Of Control - Ground)	LOC - G
항행오류(Navigation Errors)	NAV
활주로 이탈(Runway Excursion)	RE
활주로 침범(Runway Incursion)	RI
야생동물(Wildlife)	WILD

표 7. 발생사건 유형 - 이착륙(Takeoff and Landing) 3개
Table 7. Occurrence Category - Takeoff and Landing(3)

이착륙(Takeoff and Landing)	약어
비정상 활주로접촉(Abnormal Runway Contact)	ARC
이착륙 중 장애물과의 충돌(Collision With Objects During Takeoff And Landing)	CTOL
활주로 미착/과착(Undershoot/Overshoot)	USOS

표 8. 발생사건 유형 - 기상(Weather) 3개
Table 8. Occurrence Category - Weather(3)

기상(Weather)	약어
결빙(ICING)	ICE
난기류 조우(TURBULENCE ENCOUNTER)	TURB
윈드시어 또는 뇌우(WIND SHEAR OR THUNDERSTORM)	WSTRW

표 9. 발생사건 유형 - 기타(Miscellaneous) 7개
Table 9. Occurrence Category - Miscellaneous(7)

기타(Miscellaneous)	약어
조류 충돌	BIRD
객실안전관련 이벤트(CABIN SAFETY EVENTS)	CABIN
외부 적재물 관련 발생사건(EXTERNAL LOAD RELATED OCCURRENCES)	EXTL
의학적 사건(MEDICAL)	MED
기타(OTHER)	OTHR
보안관련 사건(SEcurity RELATED)	SEC
미정 사건(UNKNOWN OR UNDETERMINED)	UNK

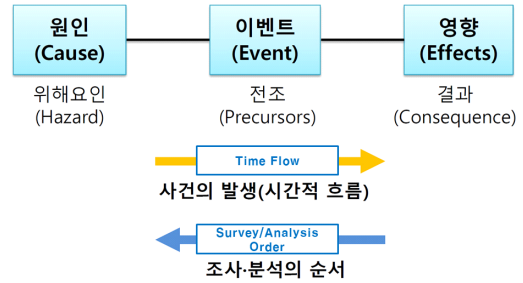


그림 15. 사고(Event)와 시간의 관계
Fig. 15. A relevant between Event and Time Sequential

사고(Event)의 경우 사고 자체뿐만 아니라 사고의 원인이 되는 요소와 사고로 인한 영향 등을 시간과 위치 등에 대한 조사가 필요할 것으로 판단되어 시간과 위치에 대한 요소를 고려하였다. 아래의 “그림 15”는 원인(Cause), 이벤트(Event), 그에 따른 영향(Effects)의 관계를 시간적 흐름에 따라 보여준다.

본 논문에서는 항공데이터 분석을 통해 Aviation Safety Data를 크게 아래와 같은 5가지 분류체계로 구분하였다.

- **Safety Report:** 사고와 관련된 보고서를 사고, 준 사고, 항공안전장애, 항공안전 의무보고, 항공안전 자율보고 등으로 항목을 구분.
- **Airport&ATC:** 공항정보와 ATC(Air Traffic Control) 관련 데이터에 대한 분류이며, 항공정보(항공로 정보, 공역 정보 등)와 관제 데이터(관제 음성 기록 데이터, 항공교통 안전장애 등)로 구분.
- **Flight Data:** 비행계획 데이터, 비행자료 데이터, 공중항적, 항공기 등으로 구분.
- **Weather:** 기상환경 데이터를 기상관측, 기상 예보 등으로 구분
- **Airlines:** 항공사 데이터로 항공사, 한국공항공사, 인천공항공사, 지방항공청 등으로 구분

아래의 “그림 16”은 Safety Report, Airport&ATC, Flight Data, Weather, Airlines의 5가지 분류의 내용을 보여준다.

아래의 “그림 17”은 [Aviation Safety Data 분류체계 구성]에서 [Safety Report 분류]를 확대하여 보여준다.

아래의 “그림 18”은 [Aviation Safety Data 분류체계 구성]에서 [Airport & ATC 분류]를 확대하여 보여준다. 여기에서 AIP는 Aeronautical Information

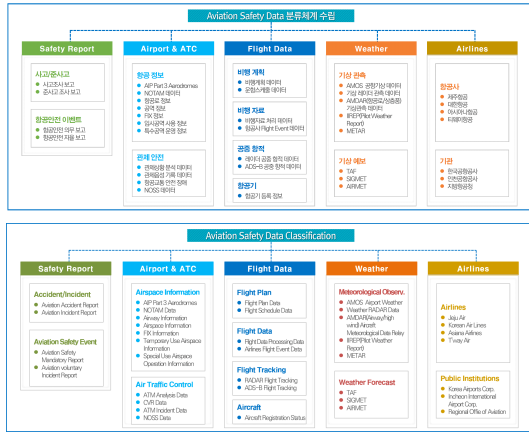


그림 16. Aviation Safety Data 분류체계 구성
Fig. 16. Aviation Safety Data Classification

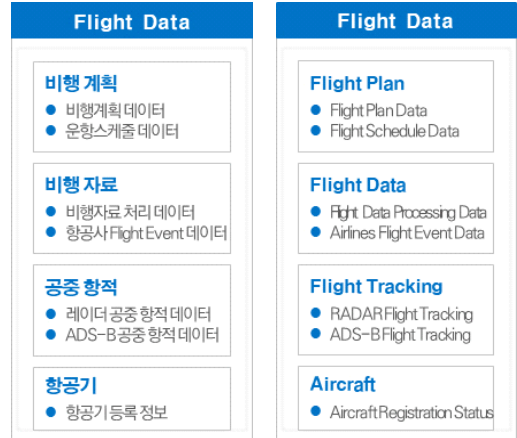


그림 19. Flight Data 분류
Fig. 19. Flight Data Classification



그림 17. Safety Report 분류
Fig. 17. Safety Report Classification



그림 18. Airport&ATC 분류
Fig. 18. Airport&ATC Classification



그림 20. Weather 분류
Fig. 20. Weather Classification

Package(Publication)을 나타내며, NOTAM은 Notice to Airmen으로 항공보안을 위한 시설, 업무 또는 방식 등의 설치와 변경, 위험의 존재 등에 대해서 운항 관계자에게 국가에서 실시하는 고시이다.⁽¹⁰⁾ FIX는 항공기 운항 상에서 발생하는 이벤트 지점(Fix)을 말한다.

NOSS는 정상운영 안전표본조사(Normal operations safety survey)이다.

아래의 “그림 19”는 [Aviation Safety Data 분류체계 구성]에서 [Flight Data 분류]를 확대하여 보여준다. 여기서 ADS-B(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast)는 GPS(Global Positioning System) 위성 항법 시스템과 1,090 MHz 전송 링크를 이용하여 항공기 감시 정보를 일정 주기마다 지상의 항공 교통 관제(ATC: Air Traffic Control) 및 다른 항공기에 자동으로 방송(broadcast)하는 항공기 감시 체계이다.

아래의 “그림 20”은 [Aviation Safety Data 분류체계 구성]에서 [Weather 분류]를 확대하여 보여준다. 여기서 AMOS(항공기상관측시스템)는 Aerodrome



그림 21. Airlines 분류
Fig. 21. Airlines Classification

Meteorological Observation System)이며, AMDAR는 항공기관측 기상자료(Aircraft Meteorological Data Relay - 항공기에서 관측한 기상자료를 릴레이)이다. PIREP는 조종사 기상 보고(Pilot Weather Report)를 일컫는다.

아래의 “그림 21”은 [Aviation Safety Data 분류체계 구성]에서 [Airlines]를 확대하여 보여준다.

아래의 [표 10]은 위의 분류체계에 따른 데이터의 분류를 위해 해당 데이터 운영기관을 조사한 내용을 시스템과 운영기관으로 정리하였다.

표 10. 항공 데이터 관련 기관 및 시스템 식별
Table 10. Identify Agencies and Systems related to Aviation Data

분류 1	분류 2	데이터	시스템	운영기관
Safety Report	사고 / 준사고	사고조사 보고	KAIRS	항공철도사고조사위원회
		준사고 조사 보고	KAIRS	항공철도사고조사위원회
	항공안전 이벤트	항공안전 의무 보고	NARMIS	국토교통부 항공운항정책과
		항공안전 자율 보고	KAIRS	교통안전공단
	정비안전	Technical Delay & Cancellation	항공사 신뢰성	항공사
		Technical Incident	항공사 신뢰성	항공사
		Pilot Report 데이터	항공사 신뢰성	항공사
		Cabin defect 데이터	항공사 신뢰성	항공사
		Engine Operation	항공사 신뢰성	항공사

분류 1	분류 2	데이터	시스템	운영기관
Airport & ATC	공항안전 운영	데이터		
		Components Unscheduled Removal	항공사 신뢰성	항공사
		계류장 관계 데이터	IFIS/IIS	한국공항공사 인천국제공항공사
		이동지역 안전관리 데이터	IFIS/IIS	한국공항공사 인천국제공항공사
		조류충돌 보고 데이터	IFIS/IIS	한국공항공사 인천국제공항공사
		공항 지도 데이터(AMD B)	AIM	항공교통본부
	공항안전 시설	공항 장애물 데이터 (TOD)	AIM	항공교통본부
		장애물 위치좌표	공항 장애물 관리	한국공항공사 인천국제공항공사
		비행검사 데이터	NARMIS	국토교통부 항공운항정책과
	항공 정보	항행안전시설 성능분석 데이터	NARMIS	국토교통부 항공운항정책과
		AIP Part 3. Aerodromes	AIM	항공교통본부
		NOTAM 데이터	AIM	항공교통본부
		항공로 정보	NAIMS	항공교통본부
		공역정보	NAIMS	항공교통본부
		FIX 정보	NAIMS	항공교통본부
임시공역 사용 정보		NAIMS	항공교통본부	
관제안전	특수공역 운영 정보	NAIMS	항공교통본부	
	관제상황 분석 데이터	관제상황 분석	서울지방항공청	
	관제음성 기록 데이터	녹음기 시설	한국공항공사/인천국제공항공사 지방항공청통신전자과	
	항공교통 안전 장애	ADAMS	국토교통부 항공교통과	
운항통계	NOSS 데이터	ADAMS	국토교통부 항공교통과	
	공항별 항공교통량 통계 데이터	항공통계	한국공항공사 인천국제공항공사	
	운항지연	항공통계	한국공항공사	

분류 1	분류 2	데이터	시스템	운영기관
Flight Data		통계 데이터		인천국제공항공사
		공역 통계 데이터	NAIMS	항공교통본부
	비행계획	비행계획 데이터	FOIS	서울지방항공청
		운항스케줄 데이터	IFIS/IIS	한국공항공사 인천국제공항공사
	비행자료	비행자료처리 데이터	ARTS (FDP)	한국공항공사/인천국제공항공사 지방항공청통신전자과
		항공사 Flight Event 데이터	항공사 FOQA	항공사
	공중항적	레이더 공중항적 데이터	ARTS (SDP)	한국공항공사/인천국제공항공사 지방항공청통신전자과
		ADS-B 공중항적 데이터	ADS-B	인하대학교자재관측자료 인천항공교통관제소
	지상항적	레이더 지상항적 데이터	ASDE	한국공항공사 인천국제공항공사
		항공기 지상이동안내 및 통제 데이터	A-SMGS	인천국제공항공사
	항공기	항공기 등록 정보	ATIS	국토교통부 항공운항정책과
		항공기 기단 운영 데이터	항공사 FOQA	항공사
Aircraft Operation 데이터		항공사 신뢰성	항공사	
Weather	기상 관측	AMOS 공황기상 데이터	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
		기상 레이더 관측 데이터(TDWR)	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
		AMDAR(항공포로/상층풍) 기상관측 데이터	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
		PIREP(Pilot Weather Report)	항공사 문서	항공사
		METAR	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
	기상 예보	TAF	항공운항	항공기상청

분류 1	분류 2	데이터	시스템	운영기관	
AirLines	종사자		기상지원 서비스		
			SIGMET	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
			AIRMET	항공운항 기상지원 서비스	항공기상청
	종사자 자격검사 데이터	NARMIS	국토교통부 항공운항정책과		
	종사자 신체검사 데이터	NARMIS	국토교통부 항공운항정책과		

또한, 비행단계별(Phase of Flight)로 발생할 수 있는 사고 유형이 다르므로, 아래와 같이 사고를 구분하였고, 특정 사고 발생시 참조해야 할 데이터를 식별하였다.

아래의 “그림 22”는 비행단계별 사고 구분의 예를 보여주는 그림이다.

아래의 “그림 23”은 활주로 이탈이 발생했을 때 참조해야 할 데이터를 보여주는 예시이다.

아래의 “그림 24”는 비정상 활주로 접촉이 발생했을 때 참조할 데이터를 보여준다.

위와 같이 식별된 비행단계 11단계와 Aviation Safety Data의 5가지 분류체계, 사고의 3가지 분류(사고, 준사고, 항공안전장애) 및 공중사고 10가지, 항공기 사고 3가지, 항공기 외 관련 2가지, 지상운항 9가지, 이착륙 3가지, 기상 3가지, 기타 7가지로 사고를

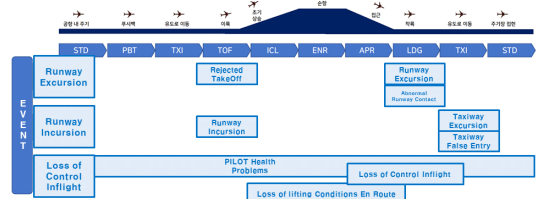


그림 22. 비행단계별 사고 구분
Fig. 22. Aviation accidents classification in Phase of Flight

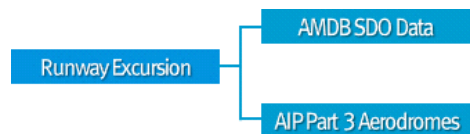


그림 23. 활주로 이탈 등이 발생했을 때 참조할 데이터 식별
Fig. 23. Identify the data to refer when it occurs a runway excursion, etc.

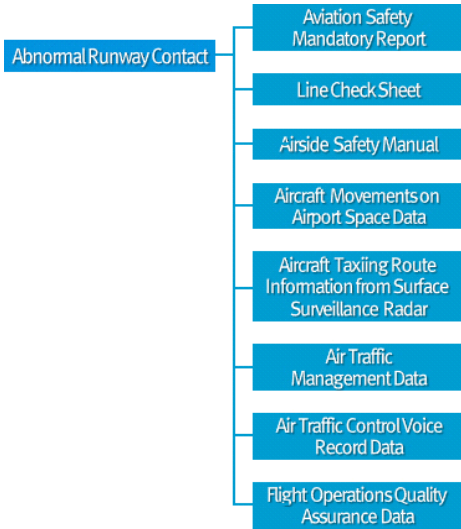


그림 24. 비정상 활주로 접촉 등이 발생했을 때 참조할 데이터 식별
 Fig. 24. Identify the data to refer it when occurs a abnormal runway contact

구분하였으며, 이를 시간의 흐름에 따라 구분이 가능하도록 데이터베이스를 구성하였다.

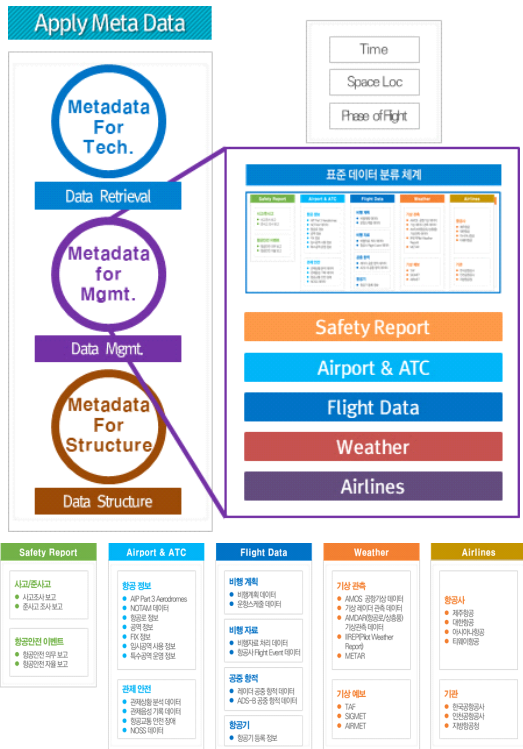


그림 25. 항공안전데이터 분류체계 개요도
 Fig. 25. Aviation Safety Data Classification System Diagram

이를 통해 항공안전 데이터에 대해 그림과 같이 시간, 위치, 비행단계 등으로 구분하여 데이터를 관리하는 체계를 구축하였다.

아래의 “그림 25”는 항공안전데이터를 시간, 위치, 비행 단계와 연관시켜 사용하는 개요도를 보여준다. 데이터를 효율적으로 관리하기 위해 아래의 3가지 메타데이터를 구성하여 활용하였다.

- **기술용 메타데이터(Metadata for Technology):** 향후 검색에서 활용하기 위한 메타데이터 구성
- **관리용 메타데이터(Metadata for Management):** 데이터 분류체계에 따른 데이터를 관리하기 위한 메타 데이터 구성
- **구조용 메타데이터(Metadata for Data Structure):** 항공관련 주요 데이터(항공기, 항공사) 구조를 정의한 메타데이터

또한, 항공안전 가시화를 진행하기 위해 주요 테이블을 아래와 같이 구성하였다.

[표 11]은 항공기 정보 테이블의 컬럼 구성을 보여준다.

표 11. 비행 항공기 정보 테이블 구성
 Table 11. Flight Aircraft Information Table

TB_FLIGHT_AIRCFT_IFM(비행 항공기 정보)			
NO	컬럼 ID	컬럼 설명	타입
1	FLIGHT_NM	비행편명	NVARCHAR(20)
2	SRVC_TYPE	서비스 타입	NVARCHAR(200)
3	FLIGHT_KIND	비행 종류	NVARCHAR(50)
4	SZNL_FL	계절편	NVARCHAR(50)
5	MIL_DOM	국제선 국내선	NVARCHAR(20)
6	ATD	기종	NVARCHAR(50)
7	MCLS_NUM	중분류 채번	CHAR(18)
8	STD_CLASFCTN_NUM	표준 분류 채번	CHAR(18)

[표 12]는 구역 정보를 나타내는 TB_ASP_IFM 테이블의 컬럼 구조를 보여준다.

표 12. 공역 정보 테이블 구성
Table 12. Airspace Information Table

TB_ASP_IFM(공역 정보)			
NO	컬럼ID	컬럼명	타입
1	ASP_KIND	공역종류	NVARCHAR(50)
2	ASP_NM	공역명	NVARCHAR(100)
3	ASP_CLAS	공역구분	NVARCHAR(100)
4	OP_TIME	운영시간	DATETIME
5	EFCTV_TIME	발효시간	DATETIME
6	LWR_LIMIT_ALT	하한고도	NVARCHAR(50)
7	UPR_LIMIT_ALT	상한고도	NVARCHAR(50)
8	ASP_RAD	공역반경	NVARCHAR(50)
9	LAT	위도	NVARCHAR(50)
10	LONG	경도	NVARCHAR(50)
11	STD_CLASFCN_NUM	표준 분류 채번	CHAR(18)

[표 13]은 공항별 종합 기상 정보 테이블의 컬럼 구성을 보여준다.

표 13. 공항별 종합 기상 정보 테이블 구성
Table 13. Airport Synthesize Weather Information Table

TB_AP_SYNTN_WTHR_IFM(공항별 종합 기상 정보)			
NO	컬럼ID	컬럼명	타입
1	WTHR_TG_M_KIND	기상 전보 종류	NVARCHAR(50)
2	AP	공항	NVARCHAR(100)
3	STS	STS	NVARCHAR(100)
4	SIGHT	시야	NVARCHAR(50)
5	WND_DIR	풍향	NVARCHAR(50)
6	WND_SPD	풍속	NVARCHAR(50)
7	TEMPTR	기온	NVARCHAR(50)
8	ORIG_MSG	오리지널 메시지	NVARCHAR(500)
9	AP_NM_KOR	공항명국문	NVARCHAR(100)
10	AP_NM_ICAO	공항명ICAO	NVARCHAR(200)
11	PRES_TIME_AND_PERIOD	발표시간 및 기간	NVARCHAR(200)
12	WTHR_FCST	기상예보	NVARCHAR(250)
13	AP_NM_KOR1	공항명국문1	NVARCHAR(200)

14	AP_NM_ICAOI	공항명ICAOI	NVARCHAR(250)
15	UTC_OBS	UTC 관측	NVARCHAR(200)
16	UTC_TIME	UTC 시각	NVARCHAR(200)
17	FMT_MSG_CNTNT	전문내용	NVARCHAR(500)
18	TYPE	타입	NVARCHAR(100)
19	AP	공항	NVARCHAR(200)
20	RECV_DT	수신일시	DATETIME
21	ETC	기타사항	NVARCHAR(500)
22	STD_CLASFCN_NUM	표준 분류 채번	CHAR(18)

[표 14]는 레이더 공중 항적 데이터 테이블의 컬럼 구성을 보여준다.

표 14. 레이더 공중 항적 데이터 테이블 구성
Table 14. Radar Airspace Flight Tracking Data Table

TB_RADAR_AIR_AB_DATA(레이더 공중 항적 데이터)			
NO	컬럼ID	컬럼명	타입
1	RADAR_MSG_PRCSG	레이더메시지 처리	NVARCHAR(500)
2	AB_GEN	항적 생성	NVARCHAR(150)
3	SFTY_ALRM_PRCSG	안전정보 처리	NVARCHAR(150)
4	WTHR_PRCSG	기상 처리	NVARCHAR(150)
5	AIR_SIT_EST	공중 상황 확립	NVARCHAR(200)
6	SURVE_DATA_OUT	감시 자료 출력	NVARCHAR(300)
7	SURVE_DATA_PRCSG_CAP	감시 자료 처리 능력	NVARCHAR(200)
8	SYS_TRK_CURR_MODE	시스템 트랙 현시 모드	NVARCHAR(200)
9	LOC_TRK_CURR_MODE	로컬 트랙 현시 모드	NVARCHAR(200)
10	SURVE_DATA_PRCSG_CAP1	감시 자료 처리 능력1	NVARCHAR(200)
11	SURVE_DATA_QUAL_MGMT	감시 자료 품질 관리	NVARCHAR(200)
12	RADAR_RELV_CAT001	레이더관련 CAT001	NVARCHAR(200)
13	RADAR_RELV_CAT002	레이더관련 CAT002	NVARCHAR(200)

14	RADAR_REL_V_CAT008	레이더관련 CAT008	NVARCHAR(200)
15	RADAR_REL_V_CAT034	레이더관련 CAT034	NVARCHAR(200)
16	RADAR_REL_V_CAT048	레이더관련 CAT048	NVARCHAR(200)
17	ADSB_RELV_CAT21	ADSB관련 CAT21	NVARCHAR(200)
18	ADSB_RELV_CAT22	ADSB관련 CAT22	NVARCHAR(200)
19	ADSB_RELV_CAT23	ADSB관련 CAT23	NVARCHAR(200)
20	MLAT_RELV_CAT019	MLAT관련 CAT019	NVARCHAR(200)
21	MLAT_RELV_CAT020	MLAT관련 CAT020	NVARCHAR(200)
22	SYS_TRK_RELV_CAT062	시스템트랙관련 CAT062	NVARCHAR(200)
23	TRKG	추적	NVARCHAR(200)
24	SYS_WTHR_PRCSG	시스템 기상 처리	NVARCHAR(200)
25	RADAR_BYP_PRCSG	레이더 우회처리	NVARCHAR(200)
26	QNH_PRCSG	QNH 처리	NVARCHAR(200)
27	STD_CLASFC_TN_NUM	표준 분류 채번	CHAR(18)

[표 15]는 비행편 테이블의 컬럼 구성을 보여준다.

표 15. 비행편 세부 정보 테이블 구성
Table 15. Flight Detail Information Table

TB_FLIGHT_DTL_IFM(비행편 세부 정보)			
NO	컬럼ID	컬럼명	타입
1	FLIGHT_NM	편명	NVARCHAR(30)
2	SRVC_TYPE	서비스 타입	NVARCHAR(50)
3	FLIGHT_KIND	비행 종류	NVARCHAR(50)
4	SZN	계절	NVARCHAR(50)
5	MIL_DOM	국제선 국내선	NVARCHAR(50)
6	ATD	기종	NVARCHAR(50)
7	MCLS_NUM	중분류 채번	CHAR(18)
8	STD_CLASFC_TN_NUM	표준 분류 채번	CHAR(18)

ADS-B에서 수신되는 데이터를 저장하는 테이블을 아래와 같이 구성하였다.

[표 16]은 ADS-B 공중 항적 테이블의 구조와 컬럼에 대한 설명을 보여준다.

표 16. ADS-B 공중 항적 데이터 테이블 구성
Table 16. ADS-B Airspace Flight Tracking Data Table

TB_ADSB_AIR_AB_DATA(ADS B 공중 항적 데이터)			
NO	컬럼ID	컬럼 설명	타입
1	Message type	MSG, STA, ID, AIR, SEL, CLK 등으로 표시됨	NVARCHAR(50)
2	Transmission Type	Transmission Type에 따라서 해당하는 열에만 값이 존재함	NVARCHAR(50)
3	Hex Identification	항공기의 고유 식별 부호	NVARCHAR(6)
4	Msg. Gen. Date	메시지가 생성된 날짜	DATETIME
5	Msg. Gen. Time	메시지가 생성된 시간	DATETIME
6	Msg. Rec. Date	메시지가 수신된 날짜	DATETIME
7	Msg. Rec. Time	메시지가 수신된 시간	DATETIME
8	Callsign	항공기의 Callsign (≈항공편명)	NVARCHAR(30)
9	Altitude	항공기의 고도	NVARCHAR(50)
10	Speed	항공기의 속도(Ground Speed)	NVARCHAR(50)
11	Track Angle	항공기의 방위각	NVARCHAR(50)
12	LAT	항공기의 위도	NVARCHAR(50)
13	LONG	항공기의 경도	NVARCHAR(50)
14	Vert Rate	항공기의 상승률(수직방향 속도)	NVARCHAR(50)

위와 같은 데이터베이스 구성을 통해 [ADS-B 항적 데이터]와 [공역 정보]를 활용한 최저고도 침범 분석을 활용하는 방법은 아래와 같다.

아래 [표 17]과 [표 18]은 최저고도 침범 확인을 위해 ADS-B 테이블과 공역 정보 테이블을 조인하기 위해 필요한 주요 컬럼을 나열하였다.

표 17. ADS-B 항적 주요 컬럼 구성
Table 17. Major Columns of a ADS-B Flight Tracking Table

ADS-B	
Message type	메시지 타입
Transmission Type	전송 타입
Hex Identification	항공기의 고유 식별 부호
Msg. Gen. Date	메시지 생성 날짜
Msg. Gen. Time	메시지 생성 시간
Msg. Rec. Date	메시지 수신 날짜
Msg. Rec. Time	메시지 수신 시간
Callsign	항공기의 Callsign(항공편명)
Altitude	고도
Speed	속도
Track Angle	항공기의 방위각
LAT	항공기의 위도
LONG	항공기의 경도

표 18. 공역 정보 주요 컬럼 구성
Table 18. Major columns of a Airspace information Table

공역 정보	
ASP_KIND	공역종류
ASP_NM	공역명
ASP_CLAS	공역구분
OP_TIME	운영시간
EFCTV_TIME	발효시간
LWR_LIMIT_ALT	하한고도
UPR_LIMIT_ALT	상한고도
ASP_RAD	공역반경
LAT	위도
LONG	경도
STD_CLASFCTN_NUM	표준 분류 체번

아래는 공역반경 0.3(300m) 범위 내에 존재하고 최저고도를 침범하는(Altitude < 3,000) 항적자료를 출력하는 쿼리이다.⁽¹¹⁾

```

SELECT *,
(6371*acos(cos(radians(37.4685225))*cos(radians(LAT))*cos(radians(LONG))-radians(126.8943311))+sin(radians(37.4685225))*sin(radians(LAT))))
AS distance
FROM ADS-B
    
```

```

HAVING distance <= 0.3
Where Altitude < 3,000
ORDER BY distance
LIMIT 0,300
    
```

0.3(300m)은 [공역 정보] 테이블에서 ASP_RAD 컬럼(공역반경)에서 가지고 온다.

위와 같은 쿼리를 통해 최저고도 침범 분석 등에 활용한다.

아래의 “그림 26”은 지형충돌 위험성을 파악하고자 할 때 참조할 항공안전 데이터 보여준다.

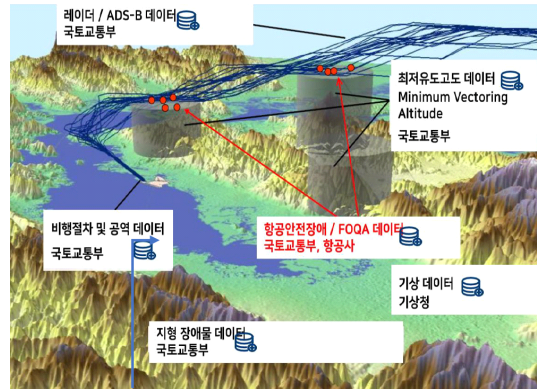


그림 26. 복합 데이터 구성에 따른 최저고도 침범 가시화
Fig. 26. Display the Minimum Safe Altitude Incursion using compound data

다음은 공역 정보(TB_AIRSPACE_INFO) 테이블에서 특정 위도, 경도의 상한고도와 하한고도를 가져오는 쿼리이다.

```

SELECT asp_kind, asp_nm, asp_clas, op_time, efctv_time, lwr_limit_alt, upr_limit_alt, asp_rad
FROM TB_ASP_IFM Where 37.4685225 WHERE
LAT >=37 AND LAT<= 37.4685225 AND
LONG>=127 AND LONG<=126.8943311
    
```

위와 같이 ADS-B 항적 테이블과 공역 정보 테이블을 구성함으로써 “그림 27”, “그림 28”과 같이 특정 항공기(Flight ID)의 최저고도 침범을 확인할 수 있도록 하였다.

또한, ADS-B 항적 데이터와 날씨 데이터(풍향/풍속)를 활용하여 특정 항공기의 특정 시간에 따른 특정 공역에서의 풍향/풍속을 확인할 수 있는 가시화 화면을 JAVA(Web)로 “그림 29”와 같이 구현하였다.

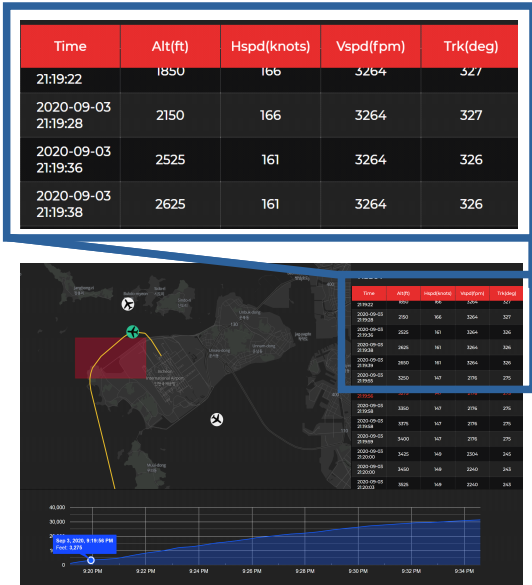


그림 27. ADS-B와 공역정보를 통한 최저고도 가시화 화면
Fig. 27. Visualization of the Minimum Safe Altitude using ADS-B and Airspace Information

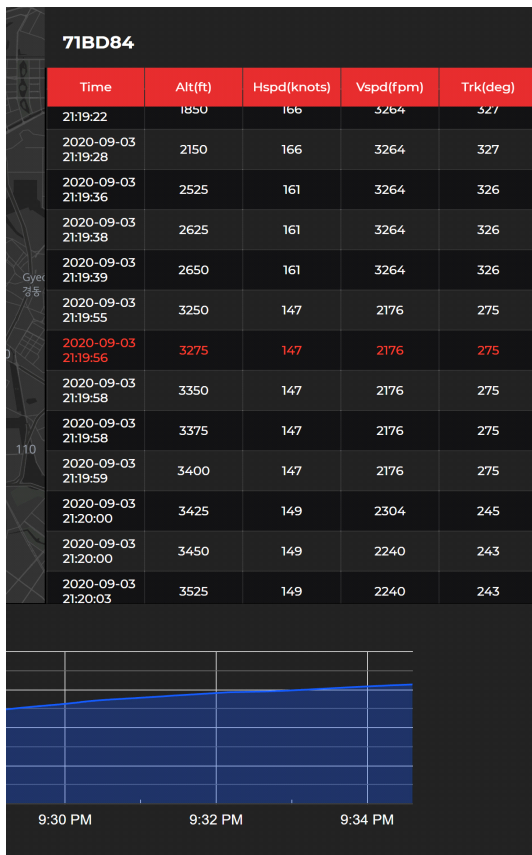


그림 28. Flight ID에 따른 최저고도 표시
Fig. 28. Minimum Safe Altitude display based on Flight ID

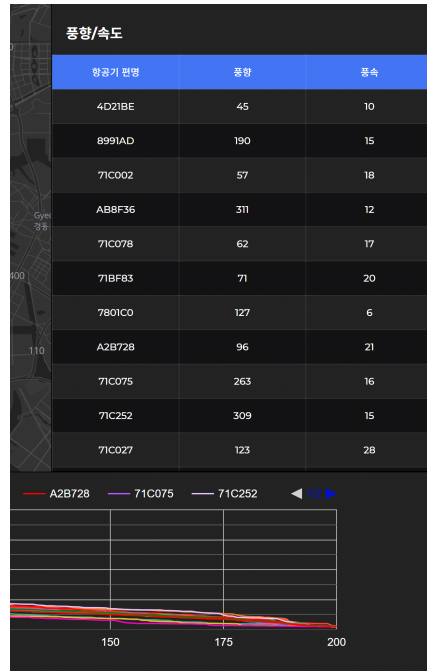


그림 29. Flight ID에 따른 특정 위치 풍향/풍속
Fig. 29. Wind Direction and Speed at a Specific location based on Flight ID

아래 “그림 30”은 최저고도 가시화를 위해 사용한 테이블과 그 관계를 표현한 ERD(Entity-Relationship Diagram)이다.

또한 아래 “그림 31”과 같이 항공안전과 관련된 실

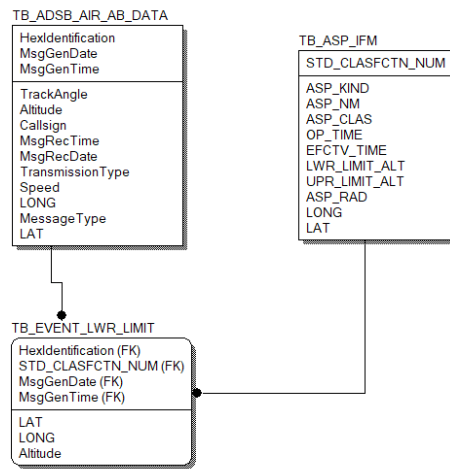


그림 30. ADS-B 항적과 공역정보를 활용한 최저고도 테이블 구성 ERD
Fig. 30. ERD of the Minimum Safe Altitude Table using ADS-B Flight Tracking and Airspace Information

그림 31. 항공안전 관련 테이블 구성
Fig. 31. Table Lists for Aviation Safety

제 물리 테이블을 구성하였다.

위 논문에서 데이터베이스는 항공안전데이터에 대해 특정 시간대에 발생한 사고, 특정 지역(위치)에서 사고가 많이 발생하는 경우, 그리고 어떤 비행 단계에서 사고가 많이 발생했는지를 파악하기 위한 데이터 구조로 설계되었다.

이 논문에서는 기존 항공 데이터 분석을 통해 항공에서 발생하는 데이터에 대해 날씨나 최저고도 등의 복합 데이터 구성을 통해 최저고도를 침범한 것과 같이 사고의 직접적인 원인이나 날씨나 풍속과 같은 간접적인 영향 등을 가시화 화면을 통해 데이터로서 확인하였다.

아래의 [표 18]은 실제로 물리 테이블로 구현한 테이블 목록의 명칭이다.

표 19. 항공안전 물리 테이블 구성
Table 19. Physical Table Lists for Aviation Safety

영문 테이블 명	한글 테이블 명
TB_SZNL_SCHED_MGMT	계절별 스케줄 관리
TB_SZNL_SCHED_STAT	계절별 스케줄 현황
TB_ASP_IFM	공역 정보
TB_AP_SYNTH_WTHR_IFM	공항별 종합 기상 정보

영문 테이블 명	한글 테이블 명
TB_AP_MRK_FRMLR	공항별 표형식
TB_AP_NOTAM	공항별 항공고시보
TB_CTRL_SIT_ANSYS_DATA	관제 상황 분석 데이터
TB_CTRL_VO_REC_DATA	관제 음성 기록 데이터
TB_BAS_DOC_CNTNT	근거 문서 내용
TB_WTHR_RADAR_OBS_DATA	기상 레이더 관측 데이터
TB_ARRVLS_FL	도착편
TB_RADAR_AIR_AB_DATA	레이더 공중 항적 데이터
TB_MSG_CK	메시지 확인
TB_FLIGHT_AIRCFT_IFM	비행 항공기 정보
TB_FL_PLN_REGD	비행계획서 접수
TB_FL_PLN_PRCSG	비행계획서 처리
TB_FLIGHT_DATA_PRCSG_DATA	비행 자료 처리 데이터
TB_FLIGHT_DTL_IFM	비행편 세부 정보
TB_SNOWTAM_MGMT	설빙고시보 관리
TB_RECV_NOTAM_DTLS_IFM	수신 NOTAM 상세 정보
TB_SCHED	스케줄
TB_SCHED_DTLS	스케줄 상세
TB_SCHED1	스케줄1
TB_CONN_FL_IFM	연결편 정보
TB_TER_ASP_PASS_FLIGHT_PLAN	영공 통과 비행계획
TB_DAY	요일
TB_ORIG_FLIGHT_AIRCFT_IFM	원비행편 항공기 정보
TB_ORIG_FLIGHT_IFM	원 비행정보
TB_SUN_ARRVLS_FL	일 도착편
TB_SUN_DEP_PT	일 출발편
TB_DAY_OPS_SCHED_PWR	일일 운항 스케줄 출력
TB_TEMP_ASP_USE_IFM	임시공역 사용 정보
TB_TEMP_ASP_NOTAM_SEND_REQ	임시 공역 NOTAM 발송 의뢰
TB_FMT_MSG_MGMT	전문 관리
TB_MCLS_TBL_DFNT	중분류 테이블 정의
TB_DEP_ARRVLS_FMT_MSG	출도착 전문
TB_DEP_PT	출발편
TB_OPR_ARL_CITY_MGMT	취항 항공사 도시별 관리
TB_CTGRY_STAT_OUT	카테고리 현황 출력

영문 테이블 명	한글 테이블 명
TB_SPCTL_USE_ASP_OP_IFM	특수공역 운영 정보
TB_STD_CLASFACTN_SYS_CD	표준 분류 체계 코드
TB_AIR_TRSPRT_SFTY_DISTURBANCE	항공교통 안전 장애
TB_AIRCFT_REG_IFM	항공기 등록 정보
TB_AIRCFT_PRT_NTR_DEP_REC_DAILY_LOG	항공기 입출항 기록 일지
TB_RTE_IFM	항공로 정보
TB_ARL_FLIGHT_EVENT_DATA	항공사 FLIGHT EVENT 데이터
TB_RTE	항로
TB_RTE_MSG_DTL_SBCT	항로 메시지 세부 사항
TB_RT_FLIGHT_GEN_SCHE_D	회항편 생성 스케줄
TB_TRN_PLAN_NOTAM_SEND_REQ	훈련 계획 NOTAM 발송 의뢰
TB_ACTIVE_FPL	ACTIVE FPL
TB_ADSB_AIR_AB_DATA	ADS B 공중 항적 데이터
TB_AIRMET	AIRMET
TB_AMDAR_RTE_UPPER_WIND_WTHR_OBS_DATA	AMDAR 항공로 상층풍 기상관측 데이터
TB_AMS_WTHR_FMT_MSG_RECV_STAT	AMS 기상 전문 수신현황
TB_ARRIVAL_DAILY	ARRIVAL DAILY
TB_DEPARTURE_DAILY	DEPARTURE DAILY
TB_FIX_IFM	FIX 정보
TB_FPL_DTLS	FPL 상세
TB_FPL_RCRD	FPL 이력
TB_LINK_SCHEDULE	LINK SCHEDULE
TB_METAR	METAR
TB_NOSS_DATA	NOSS 데이터
TB_NOTAM_RNW_MGMT	NOTAM 갱신 관리
TB_NOTAM_FMT_MSG_WRT	NOTAM 전문 작성
TB_REQ_FMT_MSG_MGMT	요청 전문 관리
TB_SIGMET	SIGMET
TB_TAF	TAF

III. 결 론

본 연구는 항공안전과 관련한 데이터에 대해 항공 안전에 대한 이해관계자(Stake Holder)들의 요구사항인 항공안전 데이터를 특정 시간, 특정 위치에 따라

추출하고, 발생한 사건(Events) 정보를 확인하고, 정상 데이터와 비교, 분석하여 항공안전에 도움을 줄 수 있는 데이터를 추출하여 가시화 하는데 그 목적이 있다.

본 연구를 실제로 진행하는데 항공 데이터를 확보 하는데 어려움이 있었지만, 본 연구를 통해 이해관계자(Stake Holder)들이 특정 사고(Event)가 발생했을 때 어떤 방식으로 데이터를 가져와서 보고 싶어하는 지를 파악할 수 있었다.

이를 근거로 식별된 항공관련 데이터를 비행운항과 항공사 날씨와 같은 환경적인 요인, 그리고, ATC(Air Traffic Control), 항공안전 보고서의 5가지 항목으로 나누어 편리하게 항공안전에 대한 자료를 연관지어 추출할 수 있도록 데이터베이스를 구성하였다.

지금까지 조사한 항공안전 데이터에 대해 앞서 언급한 “그림 25”의 [항공안전데이터 분류체계 개요도]로 정리하면 아래와 같다.

표 20. 항공 안전 의무
Table 20. Safety Report

항공기의 고장이나 결함, 또는 기능장애에 보고		
데이터 명 [Data]	시스템 [System]	분류 [Classification]
항공안전의무보고 [Aviation Safety Mandatory Report]	NARMI	Safety Report
안전지표관리 데이터 [.Safety Indicator Management Data]	NARMI	Safety Report
고장결함 보고 데이터 [Service Difficulty Report]	NARMI	Safety Report

표 21. 비행 자료
Table 21. Flight Data

비행자료 및 분석결과		
데이터 명 [Data]	시스템 [System]	분류 [Classification]
비행계획(서) [Flight Plan]	ARTS (FDP)	Flight Data
비행자료(한국공항공사) Flight Data [Korea Airports Corporation]	ARTS (FDP) 한국공항 공사	Flight Data
비행자료(인천공항공사) Flight Data [Incheon International Airport Corporation]	ARTS (FDP) 인천공항 공사	Flight Data
QAR 데이터 (FOQA)	FOQA	Flight Data

표 22. 레이더 자료 및 분석결과
Table 22. Radar Data and Analysis Result

레이더 자료 및 분석결과		
데이터 명 [Data]	시스템 [System]	분류 [Classification]
공중 레이더 항적 [Airborne Radar Track]	ARTS (SDP)	Flight Data
공중 ADS-B 항적 [Airborne ADS-B Track]	ADS-B	Flight Data
지상 레이더 항적 (한국공항공사) [Surface Radar Track [Korea Airports Corporation]	ASDE 한국공항 공사	Flight Data
지상 레이더 항적(인천공항공사) [Surface Radar Track [Incheon International Airport Corporation]	ASDE 인천공항공 사	Flight Data
항공기 지상이동 안내 및 통제 데이터 [Surveillance Movement and Guidance System Data]	A-SMGCS	Flight Data
관제상황 분석정보 [Airborne Separation Assurance System]	ASAS	Airport & ATC
감시자료 처리 데이터(공중 ARTS 데이터) [Automated Radar Terminal System Data]	ARTS (SDP)	Flight Data

표 23. 항공안전의무보고 및 자율보고
Table 23. Aviation Safety Mandatory Report and
Aviation Voluntary Safety Reporting System

항공안전의무보고 및 자율보고		
데이터 명 [Data]	시스템 [System]	분류 [Classification]
항공안전 의무보고 [Aviation Safety Mandatory Report]	NARMI	Safety Report
항공안전 자율보고 [Aviation Voluntary Safety Report]	KAIRS	Safety Report

그 외, [항공안전활동 과정에서 수집된 자료 및 결
과보고], [기상업무에 관한 정보], [공항운영자가 항공
안전관리를 위해 수집·관리하는 자료], [항공관련 정
보의 관리, 활용 및 제공 등의 업무 전자적 처리를 위

표 24. 「항공·철도사고조사에 관한 법률」제19조에 따른 조
사결과
Table 24. Aviation Safety Mandatory Report and
Aviation Voluntary Safety Reporting System

「항공·철도사고조사에 관한 법률」 제19조에 따른 조사결과		
데이터 명 [Data]	시스템 [System]	분류 [Classification]
항공사고 조사보고 [Aviation and Railway Accident Investigation]	KAIMS	Safety Report
항공준사고 조사보고 [Aviation Incident Investigation]	KAIMS	Safety Report

해 구축된 시스템에서 관리되는 정보], [그 밖에 국토
교통부령으로 정하는 자료]로 데이터를 분류하고, 전
체 48개의 항목으로 구분하였다.

전체 48개의 항목에 대해 [Safety Report],
[Airport&ATC], [Flight Data], [Weather], [Airlines]
의 5개 항목으로 구분하여 향후 항공안전에 대한 이
슈를 분석하기 위한 데이터베이스의 기본구조를 확립
하였다.

향후 항공 데이터 확보가 더 원활하게 이루어지고,
이해관계자들의 요구사항이 보다 명확해지면, 항공안
전 복합 데이터 구성을 통해 폭넓은 데이터를 기반으
로 분석을 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

이 논문을 준비하면서 항공안전에 대한 데이터를
확보하기가 쉽지 않다는 사실을 인지하였으며, 여러
기관에 흩어져 있는 데이터의 목록을 정리하고 확인
한 결과 좋은 데이터가 많이 있지만, 통합의 어려움
때문에 잘 활용되지 못하고 있는 상황을 확인하였다.
하지만 일단 항공안전에 대한 분석과 체계를 진행함
으로써 데이터가 더 확보되면 좋은 결과물을 이룰 것
으로 판단한다.

본 논문에서는 식별된 항공안전 데이터 위주로 항
공안전에 대한 데이터 체계를 구성해 보았으며, 보다
많은 항공 관련 데이터가 수집되면, 보다 많은 항공안
전 복합 데이터 구성을 통한 항공안전에 대한 직간접
분석이 가능할 것으로 보이며, 보다 많은 가시화 화면
도 구현이 가능할 것으로 보인다.

향후 항공 데이터가 좀더 수집되면 이 논문에서 제
안한 데이터베이스 체계를 기반으로 항공안전 데이타
를 보다 쉽게 분석할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- [1] Lee Kang-Seok, "A Study on the Aviation Safety Information System in Korea", *The Korean Journal of Air & Space Law and Policy*(Dec 30 2010), pp. 121, Dec 30, 2010.
- [2] ICAO, "Aviation Safety Mandatory Report", <https://www.icao.int>, pp. 10, Oct. 2020.
- [3] ICAO, "<https://www.icao.int>", *Annex 19: Safety Management*(2018), pp. 12-14, 2018.
- [4] ASN, "The resource centre for aircraft accidents and civil aviation safety issues", *Aviation Safety Network*(2019), pp. 1, 2019.
- [5] ICAO Common Taxonomy Team, "*ICAO Aviation Occurrence Categories*," pp. 1-34, 2017.

김 영 곤 (Young-gon Kim)



2020년 3월~현재 : 한양대학교
컴퓨터·소프트웨어학과 박사
과정

2013년 8월 : 한양대학교 컴퓨
터공학과 석사

<관심분야> 빅데이터, AI, 디
지털 트윈

[ORCID:0000-0002-2880-5551]

심 영 민 (Yeong-min Sim)



현재 : 인천산학융합원 항공우주
정보센터 전문위원

전, (주)브이티더블유 전략사업
본부 이사보

전, 한서대학교 항공기술연구소
책임연구원

이주대학교 경영학석사(MBA)

[ORCID:0000-0002-1440-6584]

조 인 휘 (Inwhee Joe)



현재 : 한양대학교 컴퓨터·소트
트웨어학과 (정)교수

미국 Georgia Tech, Electrical
and Computer Engineering,
Ph.D

미국 University of Arizona,
Electrical and Computer
Engineering, M.S.

[ORCID:0000-0002-8435-0395]