

관제 지시를 반영한 궤적 생성 연구

류재영*, 이현웅, 박승현, 박배선, 이학태
인하대학교

Study on Trajectory Simulation Incorporating ATC Instructions

Jae-Young Ryu *, Hyeonwoong Lee, Seung-Hyun Park, Bae-Seon Park, Hak-Tae Lee

Key Words : ATC Instruction, Structured Data, Documentation Speech to Command, Aviation Safety

서론

최근 빅데이터 관련 분석 및 처리기술의 발전과 더불어 항공 안전성을 분석하는 데 이를 이용하려는 노력이 이루어지고 있다. 실제로 빅데이터를 이용하여 항공 안전성을 가시화하려는 연구가 진행되기도 하였다⁽¹⁾.

빅데이터는 방대한 데이터가 기반이 된다. 그중 관제사와 조종사와의 교신 내용(이하 교신 데이터로 표현)은 중요한 데이터이다. 항공기는 운항 시, 비행 계획에 따라 운항한다. 하지만 운항하는 지역의 주변 상황과 기상 상황에 의해 비행 계획이 변화하는 경우가 발생한다. 이러한 경우 조종사와 관제사와의 교신으로 이루어지기 때문에 교신 데이터는 출/도착 시간과 공역 환경의 변화를 확인할 수 있는 주요한 데이터이며 항공 안전을 분석하는 데 활용 가치가 높다.

교신 데이터는 녹취된 파일 형태로 획득 가능하며 이는 음성으로 구성된 비정형 데이터이다. 이를 분석하기 위해서는 음성 파일을 문서화하고 정형화할 필요가 있다. 음성 데이터는 Speech To Text(STT)를 이용하여 문서화하고 이 데이터를 정형데이터로 처리할 수 있다. 시뮬레이션을 통해 조종사가 정형데이터를 받은 다음 항공기 기동을 한 경우와 그렇지 않은 경우의 항적 데이터를 비교하는 연구가 진행된 바 있다⁽²⁾.

본 논문은 과거 인하대에서 수행된 Human-in-the-Loop(HiTL) 시뮬레이션⁽³⁾에서 획득한 교신을 문서화하고 이를 명령어로 정형화하였다. 명령어의 신뢰성을 검증하기 위해 시뮬레이션⁽³⁾에서 사용한 조종사 모듈을 명령어로 기동한 시뮬레이션 결과와 조종사의 명령 값 입력으로 기동한 시뮬레이션⁽³⁾의 결과를 비교하였다.

교신 데이터의 정형화

교신 데이터를 정형화하기 위해 관제사와 조종사 간의 대화를 문서화했다. 문서화된 데이터를 살펴보면 항공편명 Callsign은 항공사와 항공기 번호로 구성된다. 항공사는 항공사의 이름이나 Phonetic Alphabet을 이용하여 ICAO 항공사 코드로 불리는 경우가 있는데, 표 1과 같이 구분한다.

관제사로부터의 기동 명령은 4가지로 분류할 수 있다. 해당 명령 별 단어를 간략히 정리하고 전치사가 나오는 경우를 포함하여 정리하면 표 2와 같다.

Table 1. Airline Recognition

관제사 Script	인식 단어1	인식 단어2	인식 단어3	ICAO Code (결과)
"Korean Air"	"Korean"	"Air"		KAL
"Kilo Alpha Lima"	"Kilo"	"Alpha"	"Lima"	

Table 2. Control Command Recognition

분류	고도	헤딩	속력	경로점
단어	"climb", "descent", "maintain"	"heading"	"speed"	"direct"
전치사	"to", "at"	"to"	"to"	"to"
명령	"altitude"	"heading"	"speed"	"WPT"

위의 두 방법으로 교신 내용을 표 3과 같이 명령어로 정형화할 수 있다. 위 방식은 특정 단어를 인식하고 값을 추출하기 때문에 특정 단어를 사용하지 않은 경우는 명령어로 정형화할 수 없는 한계가 존재한다.

Table 3. Script to Control Command Example

교신 내용	Korean Air 1200 descend to 8000 speed 230.
명령어(고도)	KAL1200, altitude: 8000ft
명령어(속력)	KAL1200, speed: 230knot

항적데이터 결과 비교

그림 1~2는 명령어로 기동한 시뮬레이션 결과와 조종사의 명령 값 입력으로 기동한 시뮬레이션⁽³⁾의 결과 중 대표적인 항적 데이터를 비교한 것이다. 붉은색 항적은 교신 내용을 정형화한 명령어(Speech To Command)로 기동한 결과이고, 녹색 항적은 조종사의 명령 값 입력으로 기동한 시뮬레이션⁽³⁾의 결과이다. 표 4는 관제사의 교신 내용을 문서화한 것이다.

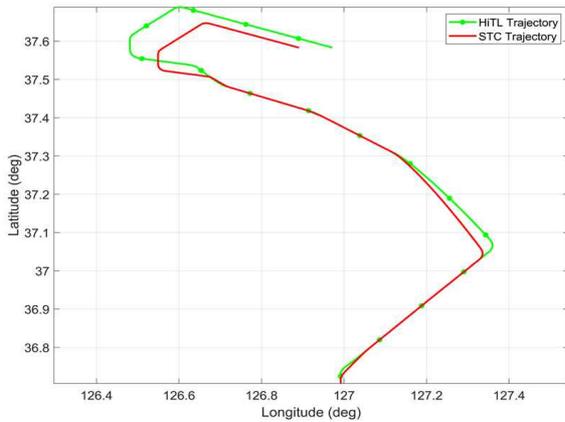


Fig. 1. Trajectory Comparison between HiTL and STC

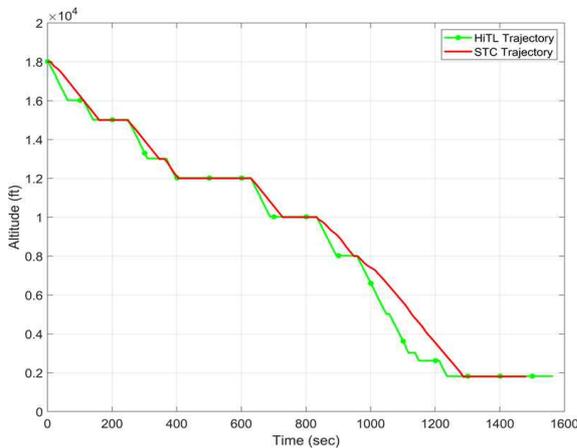


Fig. 2. Altitude Comparison between HiTL and STC

그림 1은 항공기의 방향전환을 보여준다. 명령어 기반 기동 같은 경우 방향전환을 상대적으로 이른 시간에 수행한 것을 볼 수 있다. 이는 명령어로 기동한 경우, 조종사의 명령을 수행하기 위한 조작 행위가 생략되어 있기 때문이다. 그림 2는 관제사로부터 하강 명령을 받아 기동한 시간에 따른 고도 그래프이다. 하강 명령을 받고 두 항공기 모두 고도를 내렸다. 두 항공기의 하강 속도에서 차이가 존재하는데 이는 지난 연구 과정 동안 시뮬레이션⁽³⁾에서 사용한 조종사 모듈의 운동 모델을 개선하면서 나타난 차이이다.

결론

명령어로 기동한 시뮬레이션과 조종사의 명령 값 입력으로 기동한 시뮬레이션⁽³⁾의 결과를 비교하면 적용된 명령과 기동의 형태의 경향성이 같음을 확인할 수 있다. 이는 교신 내용을 정형화하여 항공 안전 분야의 적용할 수 있음을 보여준다. 향후 교신 내용을 문서화하는 작업을 Speech To Text(STT) 기법으로

Table 4. Speech to Command Script

관제사 Script
40 sec: Korean Air 1200 descend flight level 160.
90 sec: Korean Air 1200 descend to flight level 150.
250 sec: Korean Air 1200 descend 13,000.
307 sec: Korean Air 1200 direct KARMA descend to 12,000.
635 sec: Korean Air 1200 descend 10,000.
715 sec: Korean Air 1200 reduces speed to 250.
839 sec: Korean Air 1200 descend to 8000 speed 230.
912 sec: Korean Air 1200 reduces speed 230.
967 sec: Korean Air 1200 descend 5,000.to 5,000.
1020 sec: Korean Air 1200 fly heading 280.
1069 sec: Korean Air 1200 descend to 3,000.
1115 sec: Korean Air 1200 turn right heading 360.
1148 sec: Korean Air 1200 descend 2,600.
1245 sec: Korean Air 1200 descend 1,800.
1283 sec: Korean Air 1200 turn right heading 110.

대체하여 결과를 분석할 것이며 나아가 STT의 추가적인 학습을 통해 결과의 신뢰성을 높일 계획이다.

후기

본 연구는 국토교통부의 ‘빅데이터 기반 항공안전관리 기술개발 및 플랫폼 구축 (21BDAS-B158275-02)’ 연구의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) Li B., Ming X. and Li G., “Big Data Analytics Platform for Flight Safety Monitoring,” 2017 IEEE 2nd International Conference on Big Data Analysis (ICBDA), Beijing, China, 2017, pp. 350-353
- 2) Wang Y., Pang Y., Liu Y., Gorceski S., Kostjuk P., Menon P.K., “A Voice-Communication Augmented Simulation (VCAS) Framework for Aircraft Trajectory Simulation,” AIAA Scitech 2020 Forum. AIAA Scitech 2020 Forum, vol. 1 Part F.
- 3) Lee H., Park S. -H., Lee H. -T., Park B. and Han J. -H., "Lost C2 Link Contingency Procedures for Seoul TMA and Assessment on Safety and Controller Workload," 2020 AIAA/IEEE 39th Digital Avionics Systems Conference (DASC), San Antonio, TX, USA, 2020, pp. 1-6