

머신러닝을 활용한 동적발사영역 산출 알고리즘

유은경*, 배찬규*, 김혁진^o

*공군 항공소프트웨어지원소,

^o청운대학교 컴퓨터공학과

e-mail: yek0444@hanmail.net*, ventus@gmail.com*, jin1304@chungwoon.ac.kr^o

Dynamic Launch Zone Algorithm Using Machine Learning

Eun-Kyung You*, Chan-Gyu Bae*, Hyeock-Jin Kim^o

*Avionics Software Development Center, Republic of Korea Air Force,

^oDept. of Computer Engineering, Chungwoon University, Republic of Korea

● 요약 ●

본 연구는 TA-50 항공기 임무컴퓨터에서 JDAM을 가상으로 운용하는데 필요한 소프트웨어 개선 내용 중 가상 JDAM 무장 투하 구역 계산 방법을 제안한다. 이 연구에서 제안한 무장투하구역 알고리즘은 FA-50 JDAM DLZ에서 추출한 무장투하구역 입/출력값을 tensorflow를 사용하여 학습한 알고리즘이다. 이 연구를 통해 제안한 가상 JDAM DLZ 알고리즘을 사용할 경우 실제 무장을 장착하지 않은 항공기에서 가상으로 JDAM 무장 투하 구역 표시가 가능하고, 조종사는 가상의 JDAM DLZ를 참고하여 무장 투하 훈련을 수행할 수 있다.

키워드: 머신러닝(machine learning), 텐서플로우(tensorflow), 동적발사영역(dynamic launch zone)

I. Introduction

공군에서 조종사 훈련에 사용하는 TA-50 항공기에는 합동 직격탄(JDAM, Joint Direct Attack Munition) 운용 기능이 없어 F-15K, F-16, FA-50과 같은 전투기 조종사에게 필요한 JDAM 운용 절차 훈련을 수행할 수 없다. 항공기에 JDAM과 같은 신규 무장을 연동할 경우 무장과 항공기간 연결을 위한 물리적인 인터페이스 이외에 항공기 내장형 소프트웨어(OPF : Operational Flight Program)의 수정이 필요하다[1]. 이때 소프트웨어 수정이 필요한 항공전자 시스템 구성품으로는 비행제어시스템(FLCC, Flight Control Computer), 무장관리시스템(SMS, Stores Management System), 임무컴퓨터(MC, Mission Computer) 및 임무계획(MPS, Mission Planning System) 체계를 들 수 있다[2].

항공기에서 조종사 훈련을 위해 가상으로 무장을 운용하는 경우에는 소프트웨어 수정 범위가 전술한 수정 대상 소프트웨어 중 임무컴퓨터 내장 소프트웨어로 한정된다.

TA-50 항공기를 활용한 JDAM 운용절차 교육을 위해 사용자 인터페이스와 모의 대상 JDAM은 FA-50을 기준으로 하였고, 본 논문에서는 가상 JDAM 무장 투하구역 계산 알고리즘 개발에 필요한 원천 데이터 수집, 데이터 정제, 텐서플로우 라이브러리를 활용한 알고리즘 개발 절차에 대해 설명한다[3]. 개발된 알고리즘을 적용한 무장투하 구역 계산결과 원천 데이터를 비교하여 평균 오차율을 확인한다. 또한, 개발된 알고리즘의 개선 방안에 대해 간략하게 논의한다.

II. Development Method

FA-50 JDAM 무장투하구역 계산 알고리즘을 대상으로 입력값에 따른 출력값의 변화를 일부 확인해 본 결과 입력값에 따른 출력값의 변화가 선형적임을 확인하였다. Fig.1은 FA-50 JDAM 무장투하구역 알고리즘의 입력값 중 다른 조건은 동일하게 설정하고 항공기 속도인 Mach값만 변경할 경우의 최대 투하 사거리를 나타내고 있다. Fig. 1에 표현된 그래프는 약간의 오차를 허용한다면 Fig.2에 표현된 것과 같이 $y = 50559x - 212.75$ 형태의 회귀식으로 표현할 수 있다.

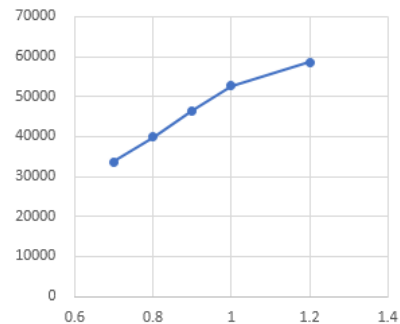


Fig. 1. Mach vs Maximum release range

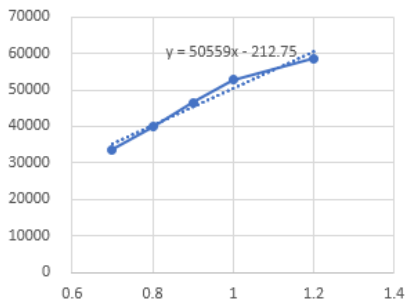


Fig. 2. Mach vs Maximum release range with regression expression

[2] Eiji. Natori, & Yasuhiro Nomura, “Store management system and store management method”, U.S. Patent no. 7,689,460, Mar. 2010.
 [3] Martin. Abadi, et al., “Tensorflow: A system for large-scale machine learning”, 12th {USENIX} Symposium on Operating Systems Design and Implementation ({OSDI} 16), 2016.

III. Software Design

텐서플로우를 활용하여 개발할 무장투하구역 알고리즘의 개별 항목에 대해 각각 학습을 진행하였다. 항공기 상태에 따른 최대 투하거리(Rmax0) 모델을 만들기 위해 입력값에 따른 최대 투하거리 변화를 개략적으로 그래프화 시켜 확인해본 결과 항공기 고도, 수평 자세, 마하수, 풍속에 따라 영향을 받는 것을 확인하고 다음 수식을 통해 입력 데이터와 출력데이터의 평균 제곱오차가 최소화되는 형태로 weight와 bias값을 학습시켰다.

$$\text{최대 투하거리(RMAX0)} = \text{HAT} * w1 + (\text{FPA2} * w2 + \text{FPA} * w3 + b_fpa) * (\text{HAT} * w4 + \text{MACH} * w5) + \text{MACH} * w6 - \text{TGT_ALT} * w7 + (\text{WIND_ALT2} * w8 + \text{WIND_ALT} * w9 + b_wind_alt) - (\text{WIND_CROSS2} * w10 + \text{WIND_CROSS} * w11 + b_wind_cross) + \text{bias}$$

※ w1~w11 : weight(가중치)
 b_fpa, b_wind_alt, b_wind_cross, bias : bias(편향값)

IV. Conclusions

실제 JDAM 무장을 운용할 수 없는 TA-50 항공기 임무컴퓨터에 가상 JDAM 무장 운용 기능을 부여하기 위해 FA-50 임무컴퓨터에서 추출한 JDAM 무장투하구역 입출력 데이터를 텐서플로우 라이브러리에 적용하여 무장투하구역 모델링을 시도하였고, 학습 결과 평균 오차율 8.97%의 JDAM 무장투하구역 계산 알고리즘을 개발하였다. 오차가 크게 나타난 고고도 환경에서의 최소투하거리(RMIN1, RMIN2) 계산 결과는 바람 속도가 200kts로 실제 대기 환경에서 발생 빈도가 많지 않은 경우에 원천 데이터에서 추출한 최소투하거리와 텐서플로우 학습을 통해 개발된 알고리즘에서 계산한 최소투하거리의 차이가 매우 큰 것으로 확인되었다. 즉, 알고리즘이 고고도 환경에서 바람 속도의 영향성을 정확하게 모델링하지 못한 것으로 판단할 수 있다. 본 연구를 통하여 TA-50 항공기를 통해 가상 JDAM 무장 운용 훈련을 수행함으로써 조종사 기량을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] W. S. Bell, “Joint Direct Attack Munition (JDAM)”, US Air Force Hill AFB United States, 2015.