

북한 미사일 발사 의도 예측을 위한 지능화 분석모델 연구

장신동¹, 홍동욱², 박주환², 마정목^{1*}
¹국방대학교 국방과학학과, ²한화시스템

Research on Intelligent Analysis Model for Predicting the Intent of North Korean Missile Launches

Sin-Dong Jang¹, Dong-Wg Hong², Joo-Hwan Park², Jungmok Ma^{1*}
¹Department of Defense Science, Korea National Defense University
²Hanwha Systems

요약 본 연구는 북한의 미사일 발사 의도를 예측하기 위한 지능화 분석모델을 제안하였다. 1984년부터 2023년 9월까지의 북한 미사일 발사 사례와 해외의 전쟁 및 분쟁에서의 미사일 사용 사례를 바탕으로 데이터를 수집하고, 발사 의도에 영향을 미칠 수 있는 변수들을 선정하였다. 이를 토대로 새로운 지능화 분석모델을 정의하고, 북한의 실제 발사 사례 데이터를 수집, 전처리하여 의사결정트리 알고리즘으로 분석하였다. 분석 결과, 군사 이벤트, 발사 결과, 외부 이벤트 순으로 발사 의도에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구는 북한 미사일 발사 의도 예측이라는 새로운 문제에 대해 지능화 분석모델을 최초로 정의하고 실제 사례에 적용하였다는 점에서 학술적 의의가 있다. 다만 데이터 출처를 다양화하고 분석 사례를 확장하여 모델의 일반화 능력을 높여야 한다. 또한 의사결정트리 외에도 다양한 지능화 분석도구들을 적용해 봄으로써 최적의 예측 모델을 찾아야 한다. 향후 연구에서는 이러한 요소들을 보완하여 보다 정교하고 신뢰성 높은 예측 모델을 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract This study proposes an intelligent analysis model to predict North Korea's intentions to launch missiles. Based on North Korea's missile launches from 1984 to September 2023 and its use of missiles in overseas wars and conflicts, we collected data and selected variables that can affect launch intentions. Based on this, we defined a new intelligent analysis model, collected and preprocessed data on North Korea's actual launches, and analyzed them with a decision tree algorithm. The results show that military events, launch results, and external events have the greatest impact on launch intentions. This study is academically significant in that it is the first to define an intelligent analysis model for the new problem of predicting North Korean missile launch intentions, applying it to real cases. However, it is necessary to improve the generalization ability of the model by diversifying data sources and expanding analysis cases. In addition, it is necessary to find the optimal prediction model by applying various intelligent analysis tools other than a decision tree. Future research is expected to complement these factors to develop more sophisticated and reliable prediction models.

Keywords : Intelligent Analysis Model, Data Model, Intent Prediction, Missile, North Korea

이 논문은 2024년 정부(방위사업청)의 재원으로 국방과학연구소(한화시스템)의 지원을 받아 수행된 연구임(U-23-049).

*Corresponding Author : Jungmok Ma(Korea National Defense Univ.)

email: jxm1023@gmail.com

Received May 7, 2024

Revised June 5, 2024

Accepted August 2, 2024

Published August 31, 2024

1. 서론

북한은 다양하고 복합적인 정치·군사·외교적 의도를 달성하기 위해 지속적으로 미사일 발사를 통한 무력도발을 자행해왔다. 1984년부터 2023년 9월까지 총 258회의 발사가 이루어졌으며[1], 김일성, 김정일, 김정은 정권에 걸쳐 발사 횟수와 미사일 유형이 점차 다양해지는 추세이다. 이러한 북한의 미사일 발사는 도발과 위협의 신호임과 동시에 기술 발전의 증거로 작용하여, 대한민국 국가안보에 대한 불안감을 가중시키고 군사적 대응 및 방어자원의 소모를 초래하고 있다.

우리 군은 북한의 미사일 발사 위협을 억제 및 대응하기 위해 감시 및 조기 경보태세를 유지하고 군사대비태세를 확립하는 한편, 효과적인 대응을 위한 위기관리체계를 지속적으로 발전시키고 있다[2]. 그러나 현재의 체계는 북한 미사일 발사와 관련하여 포착 가능한 실제적 징후에 주로 초점을 맞추고 있어, 발사의 근본적인 동기나 목적과도 같은 의도 파악에는 한계를 지닌다.

징후란 미사일 발사 준비 과정에서 외부에서 관측 가능한 물리적, 가시적 현상을 의미하며, 발사 부대의 움직임, 관련 장비의 배치, 공식 매체를 통해 발표한 메시지 등이 이에 해당한다. 반면, 의도는 미사일 발사를 통해 달성하고자 하는 근본적인 목적이나 동기로, 체제 강화, 핵 능력 확보, 협상력 강화 등 다양한 전략적 고려에 기반한다.

의도는 북한의 미사일 발사가 이루어지는 군사적, 정치적, 외교적 맥락을 이해하는데 필수적이다. 의도를 조기에 예측할 수 있다면 도발 수준과 목적을 가늠하여 적절한 대응전략을 수립하고 필요한 자원을 효율적으로 배분할 수 있을 것이다. 아울러 위기 고조를 사전에 방지하고 상황을 통제하며, 필요시 적정 수준의 대응으로 상황을 진정시킬 수 있다. 나아가 발사 의도 분석 결과를 바탕으로 북한의 도발 목적을 국제사회에 합리적으로 설명하여 효과적인 외교적 대응과 국제공조 기반을 마련할 수 있을 것이다.

지금까지 북한의 미사일 발사 의도를 분석하는 것은 인간의 주관적 판단에 의존해왔다. 미사일 발사 횟수와 유형의 다양성이 점차 증대되고 있고, 국제정세와 안보 환경이 시시각각 변화하고 있어 인간의 인지능력만으로는 변화하는 상황을 시의적절하게 이해하고 결심하기 어려워지고 있다. 이에 인공지능을 활용하면 매우 빠른 데이터 흐름을 포착하고 거기에 나타나는 행동패턴과 데이터 간의 연관성을 판단하여 보다 신속한 의사결정과 대

응이 가능해질 것으로 기대된다[3].

현재까지 북한의 미사일 발사 의도와 관련해서는 주로 사례 분석과 전망에 대한 정성적인 연구가 대부분이었으며, 인공지능을 활용한 소수의 연구들도 의도 자체를 다루기보다는 미사일 발사 징후 포착에 중점을 두었다는 한계가 있다.

이에 본 연구에서는 북한의 미사일 발사 의도를 예측하기 위한 지능화 분석모델을 제시하고자 한다. 연구의 순서는 2장에서 관련 연구를 고찰하고 본 연구와의 차별점을 제시한다. 3장에서는 제안하는 지능화 분석모델에 대해 상세히 설명한다. 4장에서는 실제 사례에 분석모델을 적용하여 의도 예측 가능성을 분석한다. 마지막 5장에서는 연구결과를 요약하고 연구의 한계점 및 추가 연구 방향에 대해 논의한다.

2. 관련 연구

2.1 북한의 도발 의도 관련 연구

북한의 미사일 발사를 포함한 도발 의도에 관한 선행연구를 살펴보면, 한관수(2012)는 북한의 관점에서 도발 사례를 환경적 요인, 의사결정체계, 도발수단으로 범주화하여 북한 도발의 전략적 의도를 분석하고 향후 도발 양상을 전망하였다[4]. 양해수(2018)는 도발의 개념을 일차적으로 적에게 상황을 강요하는 의도와 이차적으로 자신의 이득을 취하려는 의도로 구분하여, 3대 세습 정권별 도발 의도를 도출하였다[5]. 김재철(2016)은 도발 개념과 요인에 대한 이론적 고찰을 통해 김정은 정권의 도발 의도를 백두혈통의 정통성을 부여를 위한 본질적 요인, 체제난 극복을 위한 환경적 요인, 북한의 도발에 대한 우리의 대응 측면으로 구분하여 분석하고 북한 재도발에 대한 억제전략을 제시하였다[6]. 이러한 연구들은 정성적인 판단에 의존하여 북한의 의도를 확인하였지만, 본 연구는 정량적 분석모델을 활용하여 북한의 의도를 예측하고자 한다는 점에서 근본적인 차이가 있다.

2.2 북한의 도발 징후, 위협평가 관련 연구

김도현(2023)은 북한의 탄도미사일 발사 사례를 분석하여 징후판단 요소를 도출하고, 이를 바탕으로 자체적인 데이터베이스를 구축하였다. 또한 각 요소별 위협 수준을 평가할 수 있는 척도를 개발하고 실제 사례를 적용

하여 위협평가를 수행하였다[7]. 김동훈(2021)은 BERT 모델을 활용하여 북한 도발과 관련된 텍스트 데이터로부터 도발 징후를 포착하는 모델을 제안하고 과거 사례를 적용해 도발 전후와 평시 데이터를 비교 학습한 후 새로운 임의의 문장에 대한 성능을 검증하였다[8]. 차선교(2023) 등은 Text Mining을 통해 양질의 학습데이터를 확보하고 KoBERT 모델을 사용하여 북한의 도발 수준 및 형태를 예측하였다[9]. 이들 연구는 데이터 모델과 인공지능 기법을 활용했다는 점에서 본 연구와 방법론적으로 유사하나, 분석 대상이 드러난 징후에 국한되어 의도 자체를 다루지는 못했다는 차이가 있다.

2.3 일반 의도 예측 관련 연구

일반적인 사람이나 집단의 의도 예측 연구로, 방성혁(2018) 등은 시간, 공간, 행위, 물체, 의도로 구성된 생활 데이터 시퀀스를 바탕으로 식사, TV 시청, 독서, 청소, 의사소통의 의도를 예측할 수 있는 순환신경망 기반 모델을 제안했다[10]. Xinyao Zhang(2024) 등은 사람의 움직임 궤적에서 특징을 추출하고 Hidden Markov Model을 이용해 행동 의도를 분류하는 로봇 협업 모델을 만들어 성능을 평가하였다[11]. Chen Qu(2019) 등은 발화 내용, 구조, 정서를 기반으로 대화형 비서가 사용자의 정보탐색 의도를 예측할 수 있는 특징을 식별하였다[12]. 이러한 연구들은 일상적 행동이나 대화 내용을 바탕으로 한 의도 예측에 국한되어 있다. 본 연구는 북한 미사일 발사를 통해 달성하고자 하는 복합적인 정치·군사·외교적 의도를 예측해야 한다는 점에서 차별성이 있다.

3. 지능화 분석모델 제안

3.1 지능화 분석모델 개요

본 연구에서는 북한의 미사일 발사 의도를 예측하기 위한 지능화 분석모델을 제안한다. 모델은 크게 데이터 모델과 지능화 분석도구로 구성된다. 데이터 모델은 발사 의도 예측을 위해 필요한 데이터를 정의하고 수집, 가공하는 과정을 포함하며, 지능화 분석도구는 수집된 데이터에서 유의미한 패턴과 관계를 학습하여 발사 의도를 예측하는 알고리즘을 의미한다. 지능화 분석모델의 전체 흐름을 간략히 도시하면 Fig. 1과 같다.

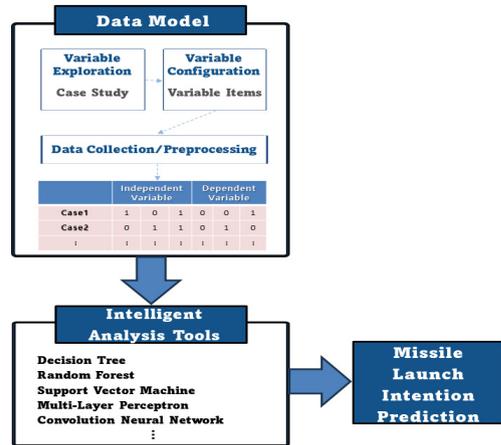


Fig. 1. Intelligent Analysis Model Flowchart

3.2 데이터 모델

데이터 모델은 지능화 분석모델의 가장 중요한 구성요소이다. 북한의 미사일 발사 의도를 예측하기 위해서 어떤 데이터를 수집하고 이를 어떻게 가공하여 분석도구에 학습시킬지에 대한 데이터 모델 정의가 필수적이기 때문이다. 기존 연구에서는 발사 의도 자체를 예측하기 위한 데이터 모델을 제시한 바가 없었다. 이에 본 연구에서는 해외 사례와 북한의 과거 미사일 발사 사례를 다방면으로 조사하여 의도 예측에 활용 가능한 변수를 탐색하고, 자료 수집 및 검증 가능성을 고려하여 최종 변수를 결정 후 데이터를 수집, 가공하여 새로운 데이터 모델을 정의하고자 한다.

3.2.1 변수 탐색을 위한 사례 조사

3.2.1.1 해외 사례

지난 40년간 이란-이라크 전쟁, 아프가니스탄 내전, 예멘 전쟁, 페르시아만 분쟁, 시리아 내전 등 다수의 전쟁 및 분쟁에서 미사일이 실제 사용되었으며[13], 현재 러시아-우크라이나 전쟁에서도 양측의 미사일 발사가 확인되고 있다[14]. 그러나 이러한 사례 전반에 대해 미사일 발사 의도, 목적, 구체 정보를 일관성 있게 정리한 자료를 찾기 어려웠다. 따라서 정책연구기관 보고서, 학술 논문, 언론 보도 등을 통해 제한적으로 관련 키워드를 수집하고, 이를 의도 관련 키워드와 발사 현황 및 타격결과 등 일반 정보로 분류하였다.

미사일 발사 의도(목적)와 관련 주요 키워드로는 군사력 약화, 전략적 표적 타격, 주요 군사시설 파괴, 기반시

설 파괴, 적 지휘부 제거, 심리적 위협, 적 전쟁 지속 능력 약화, 적 전쟁 의지 말살, 보복공격 등이 있다. 발사 관련 일반 정보로는 목표, 시기, 국면, 발사일시, 미사일 종류, 발수, 탄두, 피해 규모(사망, 부상, 장비/건물파괴) 등이 확인되었다. 실제 전쟁 시 미사일 발사 사례에 대한 자료는 매우 제한적이었고 교차검증 자료 확보도 어려웠다.

3.2.1.2 북한 미사일 도발 사례

북한의 미사일 도발 사례의 경우, 발사정보에 대한 일관성 있는 구체적인 자료를 확인할 수 있었다. 미국 제임스 마틴센터(CNS)는 1984년 이후 북한의 모든 미사일 발사정보를 문서화 하여 업데이트하고 있다[1]. 전략국제문제연구소(CSIS) 또한 북한의 핵폭발 시험에 대한 정보와 더불어 미사일 발사정보를 제공하고 있으며[15], 스티imson 센터(Stimson Center)에서 운영하는 38North.org 에

서도 발사 예상지역 위성사진을 포함한 세부 분석 자료를 확인할 수 있다[16].

상기 출처로부터 확인 가능한 북한의 미사일 발사 관련 일반 현황은 Table 1과 같이 수치형 자료 7개 항목과 범주형 자료 10개 항목이다.

Table 1. Data points related to missile launch[1]

Type	Details
Numerical Data (7)	Date, Launch Time, Date Updated, Apoge, Distance Traveled, Facility Latitude, Facility Longitude
Categorical Data (10)	Missile Name, Missile Type, Launch Agency, Facility Name, Facility Location, Landing Location, Confirmation status, Test Outcome, Additional Information, Source

Table 2. External Assessment of North Korea's Missile Launch Intents and Related Cases

State	Purpose	Detailed Intents	Representative Cases
Wartime/ Conflicts	Political	Overcoming criticism of the regime	Apr 1, 2024: Israel bombs Iranian consulate in Syria Analyzed as an attempt to overcome domestic and international criticism of the Netanyahu regime
	Diplomatic	Retaliation for enemy attacks	Apr 15, 2024: Iran launches missiles, including Paveh-351, at Israel Retaliation for Israel's bombing of the Iranian consulate in Syria
	Military	Weakening military power (enemy's war leadership)	Oct 19, 2019: Yemen's Houthi rebels attack Saudi palace with ballistic missiles Targeting a meeting of Saudi leaders held at the palace
		Degradation of war-fighting capabilities (national infrastructure)	Mar 9, 2023: Russia launches large-scale missile attacks across Ukraine Destroying residential and energy infrastructure
		Psychological threats	Jan 3, 2024: Russia conducts massive missile strikes on major Ukrainian cities Aims to create conditions for a major 'winter offensive' to break the stalemate
Peacetime /Provocations	Military	Enhancing nuclear capabilities	Mar 3, 2016: North Korea fires 200mm multiple rocket launcher Test launch following claims of miniaturized nuclear weapons
		Demonstrating military capabilities	Mar 10, 2016: North Korea launches 2 SRBMs Demonstrative launch in response to US-South Korea joint military drills
	Political	Strengthening internal unity	Jul 25, 2023: North Korea launches 2 cruise missiles Provocation to strengthen internal unity in response to US nuclear submarine USS Annapolis entering Jeju naval base
		Demonstrating the leader's authority	Apr 13, 2023: North Korea launches ballistic missile Demonstrative launch to showcase the strength of Kim Jong-un's regime ahead of the Day of the Sun
	Military Technology	Technology development /test evaluation	Dec 18, 2022: North Korea launches 2 MRBMs Estimated to be a test evaluation for the application of solid fuel
	Diplomatic	Strengthening negotiating power	Jan 22, 2021: North Korea launches 2 cruise missiles Launch aimed at influencing the Biden administration's North Korea policy shortly after the US president's inauguration
		Responding to international sanctions	Dec 31, 2022: North Korea launches 3 ballistic missiles Reactionary launch in response to the formation of international sanctions following the previous day's space launch vehicle
		Conveying messages to the outside world	Jul 25, 2023: North Korea launches 2 cruise missiles Reactionary provocation against the entry of US nuclear submarine USS Annapolis into Jeju naval base

3.2.2 변수 설정

앞선 사례 조사 결과를 바탕으로 데이터 모델에 적용할 종속변수와 독립변수를 설정한다.

3.2.2.1 종속변수 항목

종속변수는 예측하고자 하는 대상으로, 본 연구에서는 북한의 미사일 발사 의도에 해당한다. 사전적 정의에 따르면 의도란 “무엇을 하고자 하는 생각이나 계획”을 뜻한다[17]. 미사일 발사를 통해 달성하고자 하는 의도는 발사 주체인 북한이 직접 공개하지 않는 한 정확히 확인하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 미사일 발사 사건에 대한 외부의 평가를 발사 의도로 간주하였다.

Table 2는 CNN, Reuter, Newyork Times 등 외신과 국내 주요 언론기사, 국방부 보도자료 등에서 추정한 미사일 발사 의도를 국제분쟁, 전시, 평시(도발)의 상태와 군사·정치·군사기술·외교적 목적으로 구분하여 정리한 자료이다. 이를 토대로 모델의 복잡도를 낮추기 위해 유사한 의미의 의도들을 Fig. 2에서 보는 바와 같이 통합하였다.



Fig. 2. Unify similarly meaningful intents

군사적 능력 시위, 국제 제재에 대한 대응, 대외 메시지 전달, 적 공격에 대한 보복은 외부에 대한 불만을 표출하는 성격을 지니므로 ‘국제사회 시위 및 대응’으로 통합하였다. 마찬가지로 정권에 대한 비판 돌파와 내부 결속 강화, 지도자의 권위 과시는 정권의 안정과 강화를 목적으로 하므로 ‘정권(체제) 강화’로 단일화하였다.

이에 따라 전시 또는 국제분쟁 상황에서의 미사일 발사 의도는 군사력 약화, 전쟁수행능력 저하, 심리적 위협, 국제사회 시위 및 대응, 정권(체제) 강화의 5개 항목으로 구성하였다. 평시(도발)의 경우에는 핵능력 강화, 정권(체제) 강화, 기술개발/시험, 협상력 강화, 국제사회 시위 및 대응의 5개 항목을 종속변수로 설정하였다.

3.2.2.2 독립변수 항목

독립변수는 미사일 발사 의도를 예측하는 수단으로, 발사 관련 기록정보와 정세요인을 활용하였다. CNS 데이터베이스의 발사정보 항목 중 불필요하거나 기능이 중복되는 항목을 정리한 후, 발사일자, 발사간격, 발사시간, 미사일명, 미사일종류, 발사장소, 탄착지점, 최대고도, 비행거리, 발사결과 등의 10개 항목을 선정하였다. 아울러 김도현(2023)의 연구[7]를 참고하여 미사일 발사 의도에 영향을 미치는 정세요인을 독립변수로 내부, 외부, 군사 이벤트로 구분하여 독립변수로 추가하였다. 내부 이벤트는 미사일 발사 국가의 내부 정치, 경제, 사회 상황과 관련된 사건들을 의미하며, 외부 이벤트는 발사 국가에 영향을 미칠 수 있는 타국의 정책변화, 국제관계 등을 포함한다. 군사 이벤트는 발사 국가와 이에 영향을 주는 타국 간의 군사적 긴장 상태, 군사훈련, 무력 충돌 등의 군사 행위를 아우르는 개념이다.

3.2.3 데이터 수집 및 전처리

선행 단계에서 설정한 변수에 따라 데이터를 수집한다. 특히 종속변수인 북한의 미사일 발사 의도 데이터를

Table 3. Architecture of a Data Model

Item	State	Description	Encoding
DV	Wartime /Conflicts (3)	Weakening military power	One-hot Encoding / Binary Column Transformation
		Degradation of war-fighting capabilities	
		Psychological threats	
	Shared (2)	Protesting to the international community	
		Regime reinforcement	
	Peacetime (3)	Enhancing nuclear capabilities	
Technology development / Test evaluation			
Strengthening negotiating power			
IV	Shared (13)	Date	Time Element Decomposition
		Launch Interval	Log Transformation
		Launch Time	24h Continuous Numeric
		Apogee	Original Data
		Distance Traveled	
		Facility Location	One-hot Encoding (Label Encoding may be used depending on the analysis method)
		Missile Type	
		Missile Name	
		Landing Location	
		Internal Event	
		External Event	
		Military Event	
		Test Outcome	

수집할 때에는 출처의 신뢰도 확보와 교차검증이 매우 중요하다. 미사일 발사 의도는 직접적으로 관찰하거나 측정할 수 없는 추상적인 개념이므로, 언론 보도, 관련 문헌 등 다양한 출처에서 수집한 정보를 종합하여 의도를 추론해야 한다. 데이터 전처리 과정에서는 각 변수별 데이터 유형과 내재된 의미를 고려하여 적절한 피처 엔지니어링 기법을 적용한다. 종속변수인 발사 의도 범주형 데이터로 원-핫 인코딩을 적용하여 이진 벡터로 변환하고, 시간 관련 데이터는 시간 요소 분해나 로그 변환 등을 통해 시계열 패턴을 명확히 한다. Table 3은 데이터 모델의 구조를 정리한 표로 변수 목록, 상황 구분, 유형 및 변환 방식을 포함하여 데이터 모델의 전체적인 구성을 보여준다.

3.3 지능화 분석 도구

지능화 분석 도구는 데이터 모델에서 유의미한 패턴과 관계를 학습하여 의도를 예측하는데 사용하는 알고리즘 및 기법을 의미한다. 범주형 데이터인 미사일 발사 의도 예측을 위해서는 의사결정트리, 랜덤포레스트, 서포트벡터머신 등의 전통적인 머신러닝 기법이나 CNN, RNN 등 딥러닝 기법 등을 활용할 수 있다.

지능화 분석도구 선정 시에는 데이터 규모, 특성, 계산자원 가용성 등을 고려해야 한다. 대규모 데이터에는 딥러닝 모델이, 소규모에는 전통 머신러닝 기법이 더 적합할 수 있다. 또한 모델의 해석 가능성이 중요하다면 의사결정트리와 같은 설명 가능 모델이 선호된다.

4. 적용 및 분석

본 연구의 주요 목적은 북한의 미사일 발사 의도 예측을 위한 지능화 분석모델을 제안하는 것이다. 본 장에서는 제안된 모델에 실제 데이터를 적용하여 예측 정확도와 의도에 영향을 미치는 주요 요인을 분석함으로써 모델의 예측 가능성을 확인한다. 앞서 제시된 데이터 모델은 전쟁 또는 분쟁 상황을 포함하고 있으나, 북한이 실제로 전쟁 상황에서 미사일을 발사한 사례가 없으므로 자료 확보 및 검증 가능성을 고려하여 본 연구의 적용 및 분석은 평시 북한의 탄도미사일 발사 도발 사례에 한정하였다.

데이터 모델의 독립변수는 Table 3의 공통 13개 항목을 그대로 적용하되, 내부, 외부, 군사이벤트는 Table 4와 같이 북한 상황과 관련된 세부 항목으로 범주화하였

다. 종속변수는 Table 3의 공통 2개 항목과 평시/도발에 해당하는 3개 항목을 적용하였다.

Table 4. Categorize events with top mentions in the media

Event Category	Event Type
Internal	Leader's Birthday Leader's Death Anniversary Regime Establishment Day WPK Foundation Day WPK Congress
External	Summit Meeting Multilateral Talks Presidential Election Sanctions on North Korea Negotiations
Military	Military Exercise Deployment of U.S. Military Assets

실제 사례데이터는 CNS의 North Korea Missile Test Database[1]의 258건 중 결측치를 제거하고 CSIS의 North Korean Missile Launches & Nuclear Tests: 1984-Present 자료와 교차검증을 완료한 246건을 활용하였다. 이벤트 관련 독립변수와 종속변수는 국내와 해외의 언론기사와 국방부 보도자료를 통해 수집하였다.

지능화 분석도구는 의사결정트리(Decision Tree) 알고리즘을 활용하였다. 의사결정트리는 데이터마이닝 분석의 대표적인 기법 중 하나로, 주어진 데이터를 특정 기준에 따라 분류(Classification)하거나 예측(Prediction)하는 분석방법이다[18]. 본 연구에서 의사결정트리를 선택한 주된 이유는 다음과 같다. 첫째, 입·출력 데이터의 다수가 범주형 변수이므로, 데이터 분류에 적합한 의사결정트리가 적합하다. 둘째, 데이터 규모가 246건으로 비교적 크지 않아 의사결정트리가 계산 효율성이 높다. 셋째, 의사결정트리는 나무 구조를 통해 분석 과정을 쉽게 이해하고 설명할 수 있으며, 의사결정에 직접적으로 사용할 수 있는 장점이 있다[19].

의사결정트리 구축을 위해 CART(Classification and Regression Trees) 분석기법을 사용하였으며, 이를 Python 프로그래밍 언어를 통해 구현하였다. 구체적으로, CART 분석은 다음과 같은 절차로 수행되었다. 먼저, 데이터 세트를 훈련 데이터와 테스트 데이터로 분할하였다. 이후, 훈련 데이터를 기반으로 의사결정트리를 생성하였으며, 노드 분리를 위해 지니 계수(Gini Index)를 사용하였다. 지니 계수는 각 노드에서 데이터의 불순

도를 측정하여 가장 불순도가 낮아지는 방향으로 분리를 수행하는 방법이다. 이를 통해 최적의 분류 기준을 찾아 트리를 구축하였다. 최종적으로, 구축된 의사결정트리 모델의 성능을 테스트 데이터로 평가하였다. 이러한 과정을 통해 본 연구의 데이터 분석이 수행되었다.

4.1 예측력 확인

의사결정트리 구축 결과, 23개의 노드와 12개의 터미널 노드, 5개의 계층으로 형성되었다. 모형의 예측력을 설명할 수 있는 정확도(Accuracy)는 Table 5와 같다.

Table 5. Comparison of predictive power

Intent	Accuracy
Protesting to the international community	0.812
Regime reinforcement	0.916
Enhancing nuclear capabilities	0.744
Technology development /test evaluation	0.849
Strengthening negotiating power	0.913

전반적으로 높은 예측력의 원인은 두 가지로 판단된다. 첫째, CNS 데이터베이스의 원자료에서 한 번에 여러 발의 미사일을 발사하는 경우 모든 발사를 개별적으로 처리하기 때문에 세부 특성이 동일한 독립변수와 종속변수가 여러 쌍 존재하게 된다. 둘째, 이벤트 관련 일부 독립변수와 의도를 분류한 종속변수가 동일한 출처에서 기인되었기 때문이다. 추후 연구에서는 이를 반영하여 독립변수와 종속변수 특성치 결정에 사용하는 언론기사 출처를 분리하고, 새로운 미사일 발사 데이터를 추가 확보하여 보다 많은 표본으로 분석을 진행한다면 보다 현실성 있는 예측이 가능할 것으로 기대된다.

4.2 의도에 영향을 미치는 주요인 확인

의사결정트리를 통해 구축된 노드를 기준으로 의도에 가장 큰 영향을 미치는 주요 요인을 Fig. 3으로 나타내었다.

북한의 탄도미사일 발사 의도에 가장 큰 영향을 미치는 주요인은 군사이벤트이며 발사결과, 내부 및 외부이벤트, 탄착지점도 높은 영향을 미치는 것이 확인되었다. 반면 발사일자, 발사간격, 최대고도, 미사일종류는 의도를 예측하는데 거의 영향을 미치지 않았다.

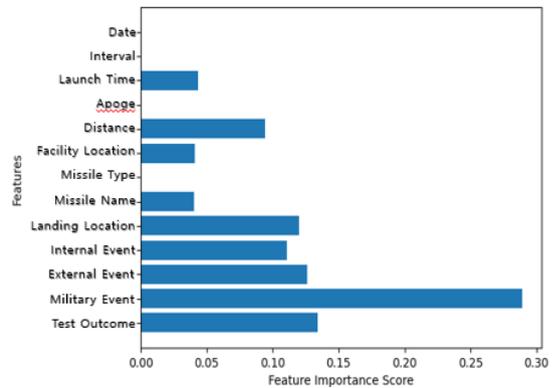


Fig. 3. Significance of explanatory variables

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 북한의 미사일 발사 의도 예측을 위한 지능화 분석모델을 제안하였다. 기존 연구들이 정성적인 판단에 의존하여 의도를 분석하거나, 의도가 아닌 발사 징후 포착에 주력했던 것과 달리, 본 연구에서는 발사 의도 자체를 예측하는 데 초점을 맞추었다. 연구를 위해 먼저 해외 전쟁 및 분쟁 사례, 북한의 과거 도발 사례를 조사하여 의도 예측에 활용 가능한 변수를 탐색하고 최종 변수를 선정하여 새로운 데이터 모델을 정의하였다. 데이터 모델에서는 종속변수로 전시 상황과 평시 도발 상황에서의 발사 의도를 구분하여 설정하였고, 독립변수로는 발사 관련 일반 정보와 내부, 외부, 군사 이벤트 등을 포함하였다.

정의된 데이터 모델에 따라 실제 북한의 발사 사례 데이터를 수집하고 전처리하였다. 이때 종속변수와 이벤트 관련 독립변수는 다양한 언론 보도와 정부 자료를 통해 수집하였다. 지능화 분석 도구로는 데이터 특성과 규모를 고려하여 의사결정트리 알고리즘을 선택하였다. 수집된 데이터를 의사결정트리에 적용한 결과, 예측 정확도가 매우 높게 나타났다. 이는 일부 독립변수와 종속변수의 출처가 동일한 곳에서 기인한 것으로 보이며, 향후 데이터 출처를 다양화할 필요가 있다. 주요인 분석을 통해 북한 미사일 발사 의도에는 군사이벤트, 발사결과, 외부이벤트, 탄착지점 순으로 큰 영향을 미치는 것으로 확인하였다.

본 연구는 북한 미사일 발사 의도 예측이라는 새로운 문제에 대해 지능화 분석모델을 처음으로 정의하고 실제 사례에 적용해 보았다는 점에서 의의가 있다. 다만 본 연

구의 한계점과 향후 연구 방향으로는 첫째, 독립변수와 종속변수의 출처를 분리하여 데이터의 객관성을 재고할 필요가 있다. 둘째, 추가적인 발사 사례 데이터를 지속적으로 확보하여 모델의 일반화 성능을 높여야 한다. 셋째, 전시 상황에서의 미사일 발사 의도 분석을 위해 관련 데이터 확보 방안을 모색해야 한다. 넷째, 의도를 보다 정확하고 신뢰성 있게 예측하기 위해서는 다양한 머신러닝 및 딥러닝 기법을 함께 사용하여 그 성능을 비교 평가하는 과정이 수행되어야 한다. 제시된 연구과제들이 수행된다면 북한 미사일 발사 의도에 대한 보다 정교하고 신뢰성 높은 예측모델 개발이 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] The Center for Nonproliferation Studies. The CNS North Korea Missile Test Database [Internet]. Nuclear Threat Initiative, Available from: www.nti.org/analysis/articles/cns-north-korea-missile-test-database (accessed Apr. 1, 2024)
- [2] Ministry of National Defense, Republic of Korea. Defence White Paper 2022. Ministry of National Defense, Republic of Korea, pp. 57-62, 2023.
- [3] Schmidt, Eric, Final Report, National Security Commission on Artificial Intelligence, p.109, 2021.
- [4] Han, Kwan-Soo. "Analysis and Outlook of North Korean Strategic Intentions and Provocations Against South Korea in the Post-Cold War Era." *The Journal of Strategic Studies*, vol. 33, no. 1, pp.33-64, 2012.
- [5] Yang, Hae-Soo. "Analysis of the Provocation Intent According to the Change in North Korea's Provocation Behavior." *Journal of Korean Military Studies*, vol. 13, pp. 3-37, 2018.
- [6] Kim, Jae Chul. "Analysis on Provocation Factor of Kim Jong-un's Regime and Deterrence Strategy of Re-Provocation: Focusing on Nuclear Missile Provocation and Local Armed Provocation." *Journal of Northeast Asian Studies*, no. 79, pp. 111-130, 2016.
- [7] Kim, Do-Hyun. "Study on Threat Assessment Methods Through Analysis of North Korean Ballistic Missile Launch Data." 2023. Korea National Defense University, MA thesis, pp. 1, 22-24.
- [8] Kim, Dong-Hoon, *Detecting Signs of North Korean Provocations Using BERT-Based Language Modeling*, Master's thesis, Seoul National University Graduate School, 2021.
- [9] Cha, Seon-Gyo, and Yoon, Bong-Kyu, "Predicting the Level and Form of North Korean Provocations Using Text Mining," *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, vol. 49, no. 5, pp. 441-447, 2023.
- [10] Bang, Sung-hyuk, et al. "Approach for Learning Intention Prediction Model Based on Recurrent Neural Network." *Journal of KIISE*, vol. 45, no. 4, 2018, pp. 360-369. DOI: <http://dx.doi.org/10.5626/IOK.2018.45.4.360>
- [11] Zhang, X., et al. "Early Prediction of Human Intention for Human-Robot Collaboration Using Transformer Network." *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, vol. 24, no. 5, May 2024. DOI: <https://doi.org/10.1115/1.4064258>
- [12] Qu, Chen, et al. "User Intent Prediction in Information-Seeking Conversations." *Proceedings of the 2019 Conference on Human Information Interaction and Retrieval*, 2019. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.03489>
- [13] National Air and Space Intelligence Center, Ballistic and Cruise Missile Threat, 2013, p. 33.
- [14] "Russia's War in Ukraine: Ballistic and Cruise Trajectories." International Institute for Strategic Studies, 10 Oct. 2023, www.iiss.org/research-paper/2023/10/russias-war-in-ukraine-ballistic-and-cruise-trajectories/
- [15] Center for Strategic and International Studies. North Korean Missile Launches & Nuclear Tests: 1984-Present [Internet]. Center for Strategic and International Studies, Available from : <https://missilethreat.csis.org/north-korea-missile-launches-1984-present/> (accessed Apr. 1, 2024)
- [16] 38North.org. Military Affairs Archives [Internet]. The Henry L. Stimson Center, Available from: www.38north.org/topics/military-affairs/ (accessed Apr. 1, 2024)
- [17] "의도." Standard Korean Language Dictionary, National Institute of Korean Language, 2023, <https://ko.dict.naver.com/#/entry/koko/fa430e7f2ef54bb79e571fe2ccfa3d86>
- [18] Kim, Do-Hyun. "Study on Threat Assessment Methods Through Analysis of North Korean Ballistic Missile Launch Data." 2023. Korea National Defense University, MA thesis, p.1.
- [19] Park J. T., Lee S. B. (2011), Effects Analysis of Traffic Safety Improvement Program Using Data Mining: Focusing on Urban Area, *Journal of Transport Research*, 18(2), The Korea Transport Institute, 77-91.

장 신 동(Sin Dong Jong)

[정회원]



- 2010년 2월 : 육군사관학교 무기체계학과 (무기체계 학사)
- 2019년 1월 : 국방대학교 관리대학원 국방과학학과 (무기체계 석사)
- 2021년 1월 ~ 현재 : 국방대학교 관리대학원 국방과학학과 박사과정

<관심분야>

인공지능, 대형언어모델

마 정 목(Jungmok Ma)

[정회원]



- 2002년 2월 : 육군사관학교 운영분석학과 (운영분석 학사)
- 2008년 8월 : 미국 펜실베이니아주립대(PSU) (산업공학 석사)
- 2015년 5월 : 미국 일리노이대(UIUC) (산업공학 박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방대학교 국방과학학과 교수

<관심분야>

국방 모델링 및 데이터 분석학, 무기체계 획득관리

홍 동 욱(Dong-Wg Hong)

[정회원]



- 2002년 2월 : 충북대학교 안전공학학과 (안전공학 석사)
- 2015년 2월 : 한남대학교 산업공학과 (산업공학 박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 한화시스템 근무

<관심분야>

최적화, AI

박 주 환(Joo-Hwan Park)

[정회원]



- 1997년 2월 : 금오공과대학교 컴퓨터공학과 (공학사)
- 1997년 3월 ~ 2011년 12월 : 육군 정보통신장교
- 2012년 1월 ~ 현재 : 한화시스템 근무

<관심분야>

정보통신, AI