

전장상황에서 이상징후 분석을 위한 인공지능 모델 개발동향 및 발전방향 연구

이 중 관¹ · 이 중 덕^{2*} · 박 정 규³ · 이 형 근⁴ · 안 중 철⁴ · 신 상 현⁴ · 문 호 원⁴ · 김 상 민⁵ · 김 병 주⁵

¹육군사관학교 컴퓨터과학과 부교수

^{2*}육군사관학교 컴퓨터과학과 부교수

³육군사관학교 컴퓨터과학과 강사

⁴한화시스템 판교연구소 수석연구원

⁵한화시스템 판교연구소 전문연구원

A Study on Research Trends and Future Direction of AI Models for Anomaly Analysis in Military Operations

Jongkwan Lee¹ · Jongdeog Lee^{2*} · Jungkyu Park³ · Hyung-Keun Yi⁴ · Jong-Chul Ahn⁴ · Sang-Heon Shin⁴ · Howon Moon⁴ · Sangmin Kim⁵ · Byung-Joo Kim⁵

¹Professor, Department of Computer Science, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea

^{2*}Professor, Department of Computer Science, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea

³Instructor, Department of Computer Science, Korea Military Academy, Seoul 01805, Korea

⁴Chief Researcher, Pangyo R&D Center, Hanwha Systems, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13524, Korea

⁵Professional Researcher, Pangyo R&D Center, Hanwha Systems, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13524, Korea

[요 약]

인공지능 기술은 인간을 보조하여 임무수행의 효율성을 단순히 제고시키는 수준을 넘어 인간을 완전히 대체하는 수준으로까지 발전해 나가고 있다. 이러한 인공지능 기술을 군사적 목적으로 활용하기 위한 연구가 크게 주목 받고 있다. 특히 복잡하고 모호한 전장상황을 인간 참모 수준 이상으로 이해하는 기술에 대한 연구가 군사선진국을 중심으로 진행 중이다. 본 논문은 군사적 이상징후를 분석하는 인공지능 모델 연구동향을 분석하고 발전방향을 제시한다. 이를 위해 현재 전투원 중심으로 수행되고 있는 일반적인 군사정보 분석 절차를 살펴보고, 이 과정에서 발생할 수 있는 다양한 유형의 오류들을 분석한다. 또한, 군사선진국에서 진행 중인 인공지능 모델 개발 프로그램 현황을 분석한다. 이를 바탕으로 성공적인 전장상황 이상징후 분석 모델 개발을 위한 기술적, 정책적 발전방향을 제시한다.

[Abstract]

Artificial intelligence (AI) technology is advancing to the level of completely replacing humans beyond the level of simply assisting them. Research on exploiting such AI technology for military purposes is attracting significant attention, especially for situational awareness, to understand the complex and ambiguous battlefield better than human staff. This study describes the research trend of an AI model that analyzes military anomalies and proposes future development directions. To this end, we investigate the current military information analysis process which is mainly performed by human combatants and analyze various errors that may occur during the process. Also, this work reviews the current AI model developments in advanced military countries. Finally, technical and policy guidance is provided for developing a successful anomaly analysis model on the battlefield.

색인어 : 인공지능, 모델, 정보분석, 이상징후, 연구동향

Keyword : Artificial intelligence, Model, Intelligence analysis, Anomaly, Research trend

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.3.631>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 08 December 2022; **Revised** 18 January 2023

Accepted 09 February 2023

***Corresponding Author; Jongdeog Lee**

Tel: +82-2-2197-2855

E-mail: jdlee6456@kma.ac.kr

1. 서론

Observe, Orient, Decide, and Act (OODA) 루프는 올바른 의사결정을 위한 4단계 접근방법이다. 미 공군 전투기 조종사였던 John Boyd가 공중전투 경험을 토대로 정립한 관측(observe)-지향(orient)-결심(decide)-행동(act)의 순환주기 개념은 전투뿐 아니라 기업경영 등 신속한 의사결정이 필요한 많은 분야에 폭넓게 활용되고 있다. 하지만 전장환경이 더욱 다변화(volatile), 불확실화(uncertain), 복잡화(complex), 모호화(ambiguous)됨에 따라 기존 OODA 루프의 한계가 현대 전장에서 나타나게 되었다[1].

한편, 현대 전장에서 다양한 수단을 통해 수집되는 전장정보는 인간 분석가가 제한된 시간 내에 효과적으로 처리할 수 없을 정도로 방대하다. 또한, 인간 분석가의 분석결과는 교육훈련 수준, 경험, 개인 잠재역량뿐 아니라 개인 컨디션에도 좌우될 수 있다. 더구나 극한의 스트레스 상황에서 임무를 수행해야 한다는 점을 고려한다면 전시상황에서 인간 분석가의 정상적인 능력 발휘가 어려울 수 있다. 이러한 이유로 지능화된 전장상황 분석체계에 대한 필요성이 지속적으로 제시되고 있으며, 미군은 COMPASS(Collection and Monitoring via Planning for Active Situational Scenarios), AIDA (Active interpretation of disparate alternatives) 프로그램을 통해 인공지능 체계에 대한 연구를 수행하고 있다[1],[2].

우리 군은 현재 4차 산업혁명 기술을 활용한 디지털 강군, 스마트 국방 혁신을 추진하고 있다[3]. 급변하는 안보환경, 병력자원 감소 등의 위기를 인공지능과 같은 첨단 기술로 극복하려는 정책 추진방향을 고려했을 때 미군의 선행연구를 참조하여 우리 군도 전장상황 분석을 위한 인공지능 기술 연구를 적극적으로 수행할 시기임이 분명하다.

성공적인 인공지능 모델 개발은 해당 모델이 운용될 분야에 대한 올바른 이해에서 비롯된다. 올바른 도메인 지식을 통해 명확한 운전자 요구사항이 도출될 수 있으며, 이후 모델 훈련에 필요한 데이터를 수집하여 효과적으로 모델을 학습시킬 수 있다[4]. 따라서 전장정보 분석 모델을 개발하기 위해서는 정보수집 및 분석절차 그리고 전장환경에 대한 충분한 이해가 선행되어야 한다.

비군사적인 일반적인 상황에서는 학습이 완료된 인공지능 모델에 입력되는 데이터의 신뢰도, 정확도, 완전성은 대부분 중요한 요소가 되지 않는다. 즉, 입력되는 데이터는 보통 신뢰할 수 있는 출처로부터만 수집되거나 내부에서 생산된 데이터이기 때문이다. 하지만 전장환경에서 적은 아군을 기만하기 위해 가짜 정보를 유포하는 적극적인 기만 활동을 수행할 것이다[5]. 또한, 중요 정보를 아군에게 노출하지 않으려는 정보보호 활동으로 의사결정에 필요한 결정적인 정보를 아군이 수집하지 못할 수 있다. 그뿐만 아니라 정보수집자산의 물리적인 감시 범위 및 수집 능력의 한계 그리고 운용할 수 있는 정보수집자산의 규모가 제한적이기 때문에 일반적으로 정보수집자산의 효율적인 운용이 요구된다. 따라서 인공지능 모델

을 국방 분야에 효과적으로 활용하기 위해서는 모델 개발시 이러한 특성들이 고려되어야 한다.

전장상황 분석을 포함하여 국방 분야에 인공지능 기술을 효과적으로 적용하기 위한 다양한 연구가 있다. 조은지 등 4인은 전장 상황 분석용 인공지능 개발에 필요한 데이터셋을 구축하기 위해 전장상황 모의 시나리오 기반의 가설 데이터셋 생성 방법을 제안하였다[6]. 전장 상황과 관련된 모의 시나리오를 기반으로 단위가설, 후보가설, 집합가설, 유사식별가설 등의 데이터셋을 생성할 수 있는 소프트웨어를 구현하였다. 하지만 생성된 데이터셋의 품질을 측정하는 구체적인 방안이 제시되지 않았다. 윤정현은 국방 분야에 인공지능 기술을 도입하는 데 있어서 주요 쟁점을 분석하고 인공지능 기술의 활용성을 높이기 위한 정책적 제언으로 인공지능 관련 국방 전문인력 양성, 지능형 의사결정 지원을 위한 데이터 플랫폼 기술개발, 보안 규제 개선 등을 주장하였다[7]. 한편, 다양한 국방 업무 또는 군사작전 수행과정에서 인공지능 기술의 적용 방안을 개념적으로 제시한 연구들이 다수 있다[3],[7]-[10],[11].

기존 연구들은 국내의 국방 분야에서의 인공지능 활용실태, 증명되지 않은 막대한 기대감에 의존한 국방 활용 방안, 국방 분야 적용을 위한 다양한 정책적 제언 등 다소 개념적이고 추상적인 연구들이 대부분이다. 물론, 인공지능 학습에 필요한 데이터를 확보하는 방안이 구체적으로 제시된 연구도 있으나 이는 인공지능 모델 자체에 대한 연구결과는 아니다 [6],[12],[13]. 현재까지 군사정보처리 과정에서 전장상황 이상징후 분석을 위한 인공지능 모델이 수행해야 하는 역할 정립, 기대되는 능력과 한계, 인간 분석관과의 상호관계, 모델 구축 방안 등에 대한 연구는 미진한 상태이다.

본 논문은 전장환경에 대한 이해와 군사선진국의 연구동향을 분석하여 전장상황 이상징후 분석모델의 효과적인 개발을 위한 기술적, 정책적 고려사항 및 발전방향을 제시한다. 이를 위해 2장에서는 일반적인 군사정보 분석절차를 살펴보고 분석절차에서 발생할 수 있는 오류의 유형을 알아본다. 그리고 정보분석절차에서 지능형 전장상황 분석모델의 역할 범위에 대해 고찰한다. 3장에서는 미 국방부 산하 DARPA(Defense Advanced Research Projects Agency)에서 추진 중인 COMPASS와 AIDA 프로그램을 살펴본다. 이를 통해 지능형 모델 개발과 관련된 기술수준을 알아본다. 4장에서는 2장과 3장에서의 내용을 바탕으로 전장상황 분석모델을 효과적으로 개발하고 발전시키기 위한 기술적, 정책적 개발 방향을 제시한다. 그리고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 군사정보수집 및 분석절차

군사정보뿐만 아니라, 조직에서 필요로 하는 정보를 얻기 위해 정보를 처리하는 방법을 정보 순환주기(intelligence

cycle)라고 한다. 군사분야에서는 이 방법을 정보처리(intelligence process)라고도 이야기하며, 일반적으로 같은 의미로 사용된다. 본 논문에서는 군사분야의 정보수집절차를 중심으로 논의를 진행하므로, 정보처리로 용어를 통일하고자 한다. 정보처리의 단계에는 아래 그림 1에서 볼 수 있듯이 계획수립(planning)부터 정보제공(dissemination) 단계에 이르는 과정이 포함되며, 이 과정의 결과물을 평가 및 환류하는 과정을 통해 지휘관이 필요로 하는 정보가 제공된다[14].

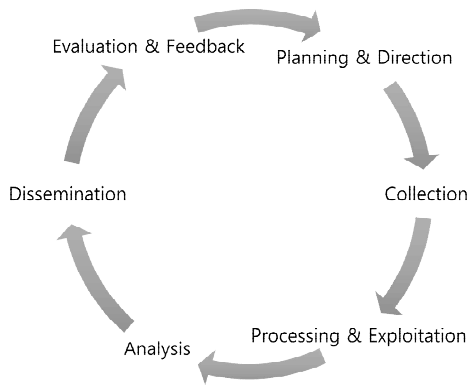


그림 1. 정보처리절차[14]
Fig. 1. Intelligence process (cycle)[14]

정보처리의 첫 번째 단계는 계획수립 및 방향설정(planning and direction)이다. 이 단계에서는 정보요구자(의사결정자)가 목표달성을 위해 어떤 정보가 필요한지 제시하는 단계이다. 군 정보수집에서는 이른바 우선정보요구(priority intelligence requirement)라는 형태로 제시된다. 두 번째 단계는 정보수집(collection)이다. 정보조직 및 요원은 가용한 정보수집자산과 제시된 정보요구를 충족하기 위한 정보수집계획을 수립하고, 다양한 출처로부터 첩보를 수집한다. 세 번째 단계는 처리 및 추출(processing and exploitation)이며 정보분석(analysis)을 위한 적절한 처리를 수행하는 단계이다. 예를 들면 외국어의 번역이나, 수집된 데이터의 조직화 등을 포함한다. 네 번째는 정보분석으로서, 처리된 정보를 서로 다른 정보와 통합하고, 의미를 설정하여 지식을 창출하는 과정이다. 마지막 단계는 제공(dissemination)이다. 정보요구자(의사결정자)가 원하는 형태, 시점에 얻어낸 정보를 제공하는 단계이다[14].

올바른 군사정보의 수집 및 분석은 각급 지휘관이 전장을 이해하고 주어진 상황에서 최선의 의사결정을 하기 위한 기본 바탕을 제공함으로써 전장에서의 우위를 제공하므로, 동서고금을 막론하고 전장상황을 이해하기 위한 많은 노력을 기울여 왔다. 정보처리의 각 단계를 앞에서 언급한 OODA 루프의 문제점과 연계해본다면, 정보처리절차도 동일하게 최근의 전장환경의 다변화로 전장정보들간의 상호관계의 복잡성과 수집되는 정보의 양이 급증하여 앞서 설명한 전통적 정보분석 절차의 개선 또는 원활한 정보분석 절차를 지원하는 체계

의 필요성이 높아졌다. 이러한 필요성은 2022년 러시아의 우크라이나 침공을 통해 더욱 명확해졌다.

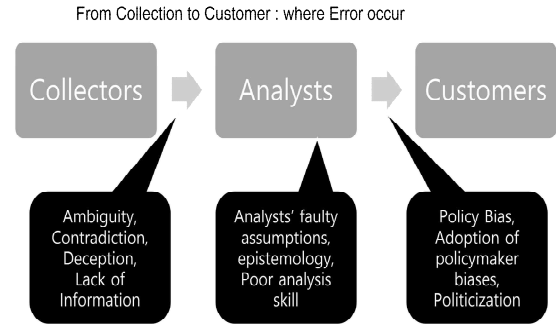


그림 2. 정보수집부터 소비 간 오류의 발생[16]
Fig. 2. From collection to customer : Where error occur[16]

최근의 연구논문에 따르면 우크라이나 침공을 계획하고 실행하는 일련의 과정에서 러시아 전쟁 지도부는 러시아의 능력을 과대평가하고, 우크라이나군의 능력을 과소평가했다는 사실이 명확하게 드러나고 있다. 이로 인해 러시아군은 전쟁의 첫 2개월간 최초의 전략목표를 3번이나 수정함으로써 우크라이나가 초기 침공을 방어하여 전세가 유리하게 변화되었다[15].

위와 같이 현대화된 전쟁에서도 전쟁지도부부터 현장지휘관에 이르기까지 모든 계층에서 전장상황을 오판하는 현상이 지속적으로 발생한다. 이러한 전장상황에 대한 오판은 정보수집 및 분석의 오류로 인해 발생하는 경우가 많다. 앞에서 언급한 전통적인 정보처리 과정은 인간의 실수나 외부 영향으로 인한 오류를 줄이기 위해 설계되었지만 이를 완벽하게 제거하는 것은 불가능하다.

이런 오류가 발생하는 원인을 그림 2에서 볼 수 있듯이 크게 3가지로 나눌 수 있다. 첫째, 정보 수집과정에서 수집되는 정보의 양이 절대적으로 부족하거나, 적의 기만, 정보 수집 수단 기술적 한계 등으로 수집된 정보의 신뢰성이 저하되는 것이다. 최근에는 분석에 필요한 정보의 양이 부족한 것보다 수집되는 전장정보의 양과 종류가 급증하는데 비해 이를 제한된 시간 내에 적절히 처리, 분석하는 능력이 부족하여 전장정보 분석의 신뢰성과 정확성이 저하되는 오류가 발생한다. 여기서 신뢰성(reliability)은 정보의 출처를 신뢰할 수 있는지를 의미한다. 기존에 신뢰성있는 정보를 제공한 알려진 출처에는 높은 점수를 부여하고, 편향되거나 믿을 수 없는 출처에는 낮은 점수를 부여한다. 정확성(accuracy)은 다른 정보를 통해서 교차검증을 실시하여 이 정보가 사실일 확률이 얼마나 높은지를 나타낸다. 예를 들어 서로 상반된 사실을 나타내는 두 가지 정보가 있다면, 두 정보의 정확성은 낮게 평가된다[16].

2022년 러시아의 우크라이나 침공 과정에서 전쟁의 정당성에 대한 유리한 여론을 조성하기 위해 양국에서 치열한 사이버전이 벌어졌는데 가짜 뉴스 및 가짜 SNS 메시지가 범람하여 정확하고 신뢰성 있는 정보분석이 어려웠다. 즉, 다양

한 출처로부터 많은 양의 정보들이 수집되지만 이에 대한 신뢰성과 정확성을 확인하는 과정은 올바른 전장정보 분석에 또 다른 걸림돌이 되고 있다[15].

둘째, 정보를 분석하는 과정에서 정보분석관의 능력이 부족하거나, 정보분석에 필요한 가정, 배경 지식 및 개별 전장정보에 대한 인식 등이 잘못되어 오류가 발생한다. 첫 번째 원인과 마찬가지로 최근에는 정보분석관의 능력이 향상되는 속도에 비해 더 빠른 속도로 전장상황이 다변화되고 복잡해지고 있어 오류의 발생가능성이 지속적으로 증가하고 있다.

셋째, 분석된 정보를 의사결정자에게 전달하기 위해 최종 가공하는 과정에서 의사결정자의 요구사항에 맞게 분석결과가 편향되어 의사결정자가 제공된 정보를 불신함으로써 오류가 발생한다[17]. 특히 세 번째 원인은 첫 번째와 두 번째 원인에 비해 조직문화나 지휘관의 성향 등 기술적으로 개선이 어려운 경우가 많아 더 치명적인 결과로 이어지는 경우가 많다. 우크라이나 전쟁에서도 전쟁을 결심하는 과정에 있어서, 이른바 의사결정자들이 듣고 싶어 하는 정보만 선별적으로 제공된 사실이 밝혀졌다[18].

정보처리절차를 진행하는 세부적인 과정을 보면, 지휘관의 이러한 편향을 최소화하기 위해 이른바 레드팀 또는 악마의 변호인(Devil's advocate)과 같이 도출된 정보의 결론을 조직적, 체계적으로 동의하지 않고 반박하는 과정이 권장된다. 하지만 경직된 군 조직문화에서 이러한 레드팀 역할 담당은 선호되지 않는 경향이 있다.

이러한 3가지 원인으로 인해 발생하는 오류를 완벽하게 제거하는 것은 현실적으로 어렵다. 특히 인간과 조직문화로 인해 발생하는 세 번째 원인이 기술적으로 가장 해결하기 어려운 문제라고 볼 수 있다. 앞에서 언급한 레드팀과 같은 역할을 조직 내에 속한 참모가 수행하는 것이 어렵다면, 정보분석 담당자가 분석한 결론을 반대하는 지능화된 정보분석 체계를 연구, 개발하는 것도 하나의 방법일 수 있다.

또한, 분석과정에서의 오류를 줄이기 위한 가장 전통적인 방법은 교육을 통해 정보분석관의 임무수행능력을 향상시키는 것이다. 그러나 앞에서 언급했듯이 전장정보의 양과 전장정보간의 상관관계의 복잡성이 급증하고 있어 정보분석관의 교육 강화만으로는 근본적으로 문제를 해결하기 어렵다. 따라서 정보분석관의 능력을 극대화하기 위해 정보분석관의 정보 분석과정에서 이를 지원, 보좌하는 지능화된 지원체계의 연구, 개발 역시 필요하다. 더불어, 궁극적으로 인간 정보분석관을 지원 보좌하는 역할과 반대하는 역할 모두를 수행할 수 있도록 연구 및 개발이 이루어지는 것이 바람직하다.

III. 군사적 이상징후 분석 모델 연구 동향

군사적인 이상징후를 분석하는 인공지능 모델에 대한 개발 필요성은 매우 높은 편이나 실제 개발을 추진하거나 개발 과

정이 공개된 사례는 많지 않다. 현재까지 공개적으로 접근 가능한 모델 개발 프로그램은 미 국방부 산하 DARPA에서 연구 중인 COMPASS와 AIDA이다. 본 장에서는 COMPASS와 AIDA에 대해서 살펴본다.

3-1 COMPASS

COMPASS는 복잡한 전장 상황 속에서 적과 기타 주변의 반응을 복합적으로 평가하여 불확실한 적의 의도를 파악하기 위해 설계되었다[1]. 전통적인 OODA 루프 기반 시스템, 즉 Command & Control (C2) 시스템은 불확실성이 높은 GZ(Gray Zone, 회색지대) 환경에 대한 고려가 부족하다는 한계점을 가지고 있었다. GZ 환경은 1) 물리적 사회적 요소가 혼합된 복잡한 환경이며, 2) 적군의 포괄적이고 다양한 의도에 따라 불확실성이 매우 높다. 기존 C2 시스템은 ‘when, where, and how’에 대해 집중하는 반면, ‘who’ 또는 ‘why’에 대한 고려가 부족하여 GZ 환경에서는 적합하지 않다는 문제점이 있다.

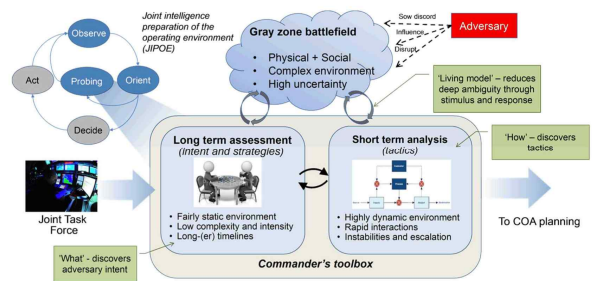


그림 3. OODA 루프를 확장한 COMPASS의 루프[1]
Fig. 3. COMPASS Loop : Extension of OODA Loop[1]

이러한 문제를 해결하기 위하여 그림 3과 같이 기존의 OODA 루프를 확장하여 ‘Probing’ 단계를 추가한 COMPASS 프로그램이 시작되었다. Probing 단계는 GZ 환경에서 적군의 다양한 행위들에 대한 장기 평가(long-term assessment) 및 단기 분석(short-term analysis)을 하는 프로세스를 포함한다. 장기 평가는 공격자의 전체적인 의도를 파악하기 위한 단계이다. 이 단계에서는 전장환경이 수개월 또는 수년에 걸쳐 느리게 변화하고 상대적으로 긴장감이 낮을 수 있다. 이어서 수행되는 단기 분석에서는 전장환경이 훨씬 동적이고 상황이 불안정하다. 단기 분석을 통해서 적군의 행위, 관계자, 전술과 같은 보다 구체적인 정보를 획득할 수 있다. COMPASS는 이러한 결심 보조 프로세스를 통해 GZ 환경에 대한 상황인식을 크게 개선시키고자 한다.

COMPASS 프로젝트의 기술 분야(TA)는 3개로 구분된다. TA1은 장기 평가, TA2는 단기 분석, 그리고 TA3는 종합적인 시스템 통합이다. TA3는 GZ 환경을 시각적으로 표현하고 운용자들과의 편리한 인터페이스를 제공하기 위한 Human Machine Interface(HMI) 프로젝트로써 LM ATL(Lockheed

Martin Advanced Technology Laboratories)의 주도로 진행되고 있다.

TA1에 대한 진행 상황은 샌디아 연구소(Sandia lab)의 전략 다계층 평가 보고서 (SMA Report)에 구체적으로 기술되어 있다[19]. 대표적으로 버지니아 폴리텍 대학교 팀의 AGRIPPA (Adaptive Grayzone Intent Platform for Probing and Assessment)가 있다. AGRIPPA는 그림 4와 같이 1) 여러 가지 모델 및 분석도구에 기반한 의도 평가(intent assessment)와 2) 플레이북과 자동화된 계획을 통해 효과적인 초기 GZ 결정을 지원한다. 다계층 의도 표현(multi-layered intent representation)은 적의 의도를 그래프 형태로 표현하며, GZ 행위자들 간의 경쟁을 파악하기 위한 확률적 게임이론으로 묘사한다.

이 외에 Raytheon BBN사가 제안하는 GRAIL(GZ Recognition of Adversary Intent via Learning), LM ATL 연구소에서 제안하는 ROSE(Recognizing GZ Campaigns with Optimal Active Sensing), 그리고 NGC에서 제안한 GZMOSIS(GZ Model of Strategy and Objectives for Situational Scenarios)가 있다.

COMPASS는 인도-태평양 사령부 본부에서 실시한 시범 테스트를 통해 효용성을 입증하였다[20]. 특히, 적군의 움직임뿐만 아니라 사이버 침입, 사회적 분위기 등의 관측을 포괄하여 적군의 의도를 파악하는데 효과적인 것으로 분석되었다.

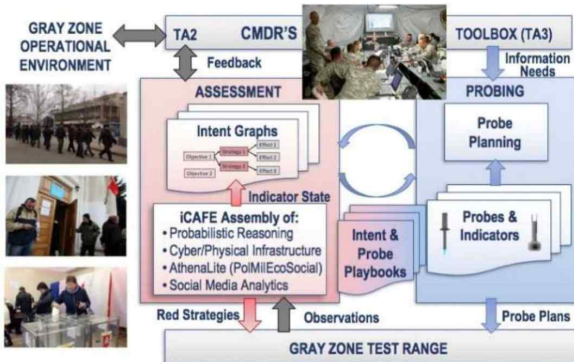


그림 4. AGRIPPA의 의도 평가와 자동화된 계획[19]
 Fig. 4. AGRIPPA's intent assessment & probing conceptual diagram[19]

3-2 AIDA

미 국방부 산하 DARPA의 또 다른 전역 상황 인지 기술로서 AIDA 프로그램이 있다[2]. AIDA는 다양한 멀티미디어 소스로부터 입력된 비정형 데이터를 분석하고, 이를 시맨틱(semantic) 레벨에서 그래프로 표현한 뒤 다양한 사건 및 상황에 대한 가설을 자동으로 생성한다. AIDA의 개념도는 그림 5와 같다. 기존의 시스템이 하나의 분석 결과를 도출하였다면, AIDA는 여러 가지 가설에 대한 동시다발적 분석이 가능하다는 차별점이 있다.

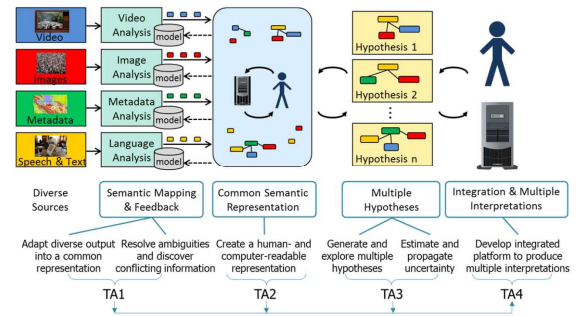


그림 5. 4가지 기술 분야를 포함한 AIDA의 개념도[2]
 Fig. 5. Concept model of AIDA including TA1-4[2]

표 1. AIDA의 기술 분야간 인터페이스[2]
 Table 1. AIDA TA-to-TA interface[2]

TA	Input	From	Output	To
TA1	raw media	media	knowledge elements	TA2
	hypotheses	TA3, TA4		
TA2	knowledge elements	TA1	knowledge elements	TA3 TA4
	knowledge elements & hypotheses	TA4		
TA3	knowledge elements	TA2	hypotheses	TA1 TA2 TA4
	knowledge elements & hypotheses	TA4		
TA4	knowledge elements	TA2	knowledge elements & hypotheses	user TA1 TA2 TA3
	hypotheses	TA3		
	hypotheses	user		

AIDA는 총 5개의 기술 분야(TA, Technical Area)로 구성된다. TA1은 Semantic Mapping and Feedback이며 다양한 멀티미디어 소스에서 자동으로 정보를 추출하는 기능을 요구한다. 또한, 모호하거나 상충된 정보에 대한 해결방안을 포함한다. TA2는 Common Semantic Representation으로 컴퓨터와 인간이 상호 이해할 수 있는 공통된 언어로 지식 요소들을 표현할 수 있어야 한다. TA3는 Multiple Hypotheses로서 TA2의 지식 요소들을 통해 다양한 가설을 생성 및 검색할 수 있어야 하며, 더불어 신뢰성에 대한 분석이 가능해야 한다. TA4는 Integration and Multiple Interpretations로서 TA1-TA3의 기능을 통합적으로 사용할 수 있는 플랫폼을 제공해야 한다. 마지막으로 TA5(Data)는 실질적 데이터를 생성하고, 수집하고, 여기에 대한 annotation을 하는 기술이다. DARPA에서 요구하는 각 TA의 인터페이스는 표 1에 나타나 있다.

2019년에 실시한 NIST TACSM-KBP Task 1에서 GAIA(Generating Alternative Interpretations for Analysis) 팀이 1등을 차지하였다[21]. GAIA 시스템은 실

시간으로 제공되는 텍스트, 비디오, 오디오 정보 등에 대한 다국어 정보들의 통합 분석에 중점을 두고 있으며 새로운 이벤트 및 관심 추세에 대한 효과적인 솔루션을 제공하기 위해 노력하고 있다. GAIA 시스템의 구조는 그림 6에서 확인할 수 있다.

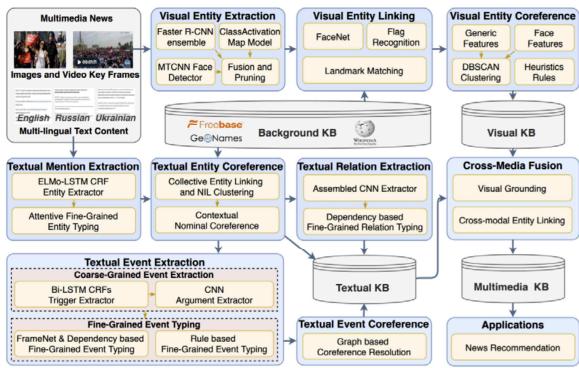


그림 6. GAIA 시스템 구조[21]
Fig. 6. GAIA System architecture[21]

GAIA는 데이터를 텍스트와 이미지로 구분하여 각각에 지식을 먼저 추출한다. 그림 6의 위쪽 부분은 이미지의, 그리고 아래쪽 부분은 텍스트의 지식 추출과정을 보여준다. 텍스트는 추출기(extractor)를 통해, 그리고 이미지는 비전 알고리즘을 통해 정보들을 추출한 후, 추출된 정보 개체들을 그래프로 표현하고, 개별 정보들의 연관관계를 분석한 뒤 각각의 지식베이스에 정보를 축적한다. 텍스트와 이미지의 지식베이스에 수집된 정보들은 교차검증을 통해 합성되어 멀티미디어 지식베이스에 저장되고, 어플리케이션에서 이 정보를 활용할 수 있도록 한다.

IV. 전장 이상징후 분석체계 개발 및 발전 방안

앞서 2장에서 살펴본 바와 같이 군사적 활용 목적의 지능형 전장 이상징후 모델은 입력 데이터 및 출력결과 측면에서 일반적인 지능형 모델과 큰 차이점이 있다. 따라서 이상징후 분석 모델을 개발하는 접근방법이 달라야 한다. 본 연구에서는 징후분석 모델 개발 동향과 정보분석 업무절차 분석결과를 토대로 군사 목적의 이상징후 분석 모델 개발 시 착안해야 할 사항을 아래와 같이 제시한다. 그림 7은 전장정보 분석체계가 포함된 전장정보 처리절차의 개념도를 나타낸다.

첫째, 징후목록과 수집데이터셋 설계는 군사적 목적과 환경에 부합되어야 한다. 징후목록은 지능형 모델의 출력값에 해당되고 수집데이터셋은 모델의 입력값에 해당된다. 징후분석 결과는 작전계획 수립에 활용된다. 따라서 징후목록 선정시 정보관계관뿐 아니라 작전관계관의 의견이 충분히 반영되어야 한다. 한편, 수집데이터셋은 운용하는 정보수집 자산의 능력과 한계, 상급부대로부터 지원되는 첩보의 범위, 공개출처정보의 활용 가능성 그리고 수집된 정보를 유통시키기 위한 네트워킹 능력 등을 기반으로 선정하여야 한다. 이때, 정성적으로 표현되는 정보들을 최대한 계량화하여 수치적으로 처리, 저장, 관리할 수 있어야 한다.

둘째, 징후분석 모델의 결과는 발생 가능성이 가장 높은 적의 행동뿐 아니라 발생시 아군에서 가장 위험한 적의 행동도 함께 예측하여야 한다. 즉, 모델에 의한 출력 결과가 2가지가 되어야 한다. 징후분석의 결과는 궁극적으로 아군 행동을 계획하는 데 사용된다. 아군의 계획은 적의 가장 가능성 높은 행동뿐 아니라 적의 가장 위험한 행동을 함께 고려해야 한다. 예를 들어, 핵무기 사용 가능성은 낮지만 적이 핵을 보유하고 있다면 돌이킬 수 없는 피해를 예방하는 차원에서 핵에 대한

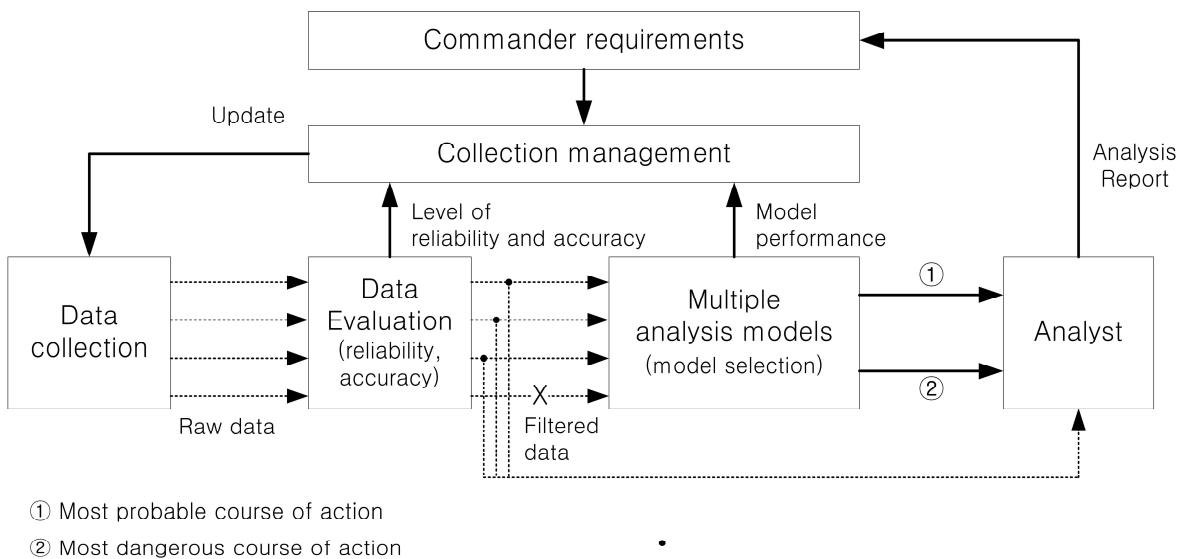


그림 7. 인공지능 모델을 사용한 제안하는 정보처리 절차
Fig. 7. The proposed intelligence process with artificial intelligence models

방호 계획을 수립하는 것이 적합한 대응방안이 될 수 있다.

셋째, 모델의 입력 데이터에 대한 신뢰도 및 정확도를 고려해야 한다. 모델의 입력 데이터는 내부 데이터뿐 아니라 다양한 정보수집 자산으로부터 수집된 외부 데이터이다. 외부 데이터는 수집과정 및 전달과정에서의 오류, 적의 기만 활동 등으로 신뢰도 및 정확도를 보장하기가 쉽지 않다. 그런데 오류를 포함한 데이터의 입력은 잘못된 출력결과를 야기한다. 따라서 수집된 데이터에 대한 신뢰도 및 정확도를 확보하기 위한 추가적인 조치가 강구되거나 부정확한 데이터를 고려한 모델을 개발하여야 한다. 예를 들어, 다출처로부터 수집된 동일한 데이터만을 입력 데이터로 활용하거나 부정확한 데이터는 정확도가 확인될 때까지 모델의 입력값으로 사용하는 것을 유예하고 해당 데이터를 누락 데이터(missing data)로 처리하는 것이 방안이 될 수 있다.

넷째, 실제 전장에서의 데이터 수집의 불확실성을 고려하여 다양한 입력값의 조합으로 다수의 모델들을 개발하여야 한다. 모델학습시 사용했던 데이터들을 실제 전장상황에서는 모두 수집하지 못할 가능성이 높을 뿐 아니라 수집했다 하더라도 정확도, 신뢰도가 낮을 수 있기 때문이다. 따라서 여러 가지 데이터셋으로 학습된 모델을 활용해야 한다. 예를 들어, 데이터 A, B, C, D로 학습된 모델 MABCD 뿐만 아니라 데이터 A, B, C로 학습된 모델 MABC, 데이터 B, C, D로 학습된 모델 MBCD, 데이터 A, C, D로 학습된 모델 MACD 등 다양한 모델을 개발하는 것이다. 유사시 데이터 A가 수집되지 못했다 하더라도 데이터 B, C, D로 학습된 모델 MBCD를 활용할 수 있게 된다. 물론 모델 MABCD 에서 데이터 A를 누락 데이터로 처리하는 것도 가능하다. 하지만 누락 데이터로 처리하는 것은 결국 부정확한 데이터를 입력 데이터로 사용하는 것이기 때문에 적절하지 않을 수 있다.

다섯째, 해당 분야 전문가들이 모델학습을 위한 가상 데이터 생성에 참여하여야 한다. 모델학습에 필요한 데이터를 실제 데이터로 확보하는 것은 현실적이지 않다. 모델학습에 활용 가치가 있는 군사적 상황은 매우 간헐적으로 발생할 뿐 아니라 군사적 상황을 판단하는 변수들이 매우 다양하다. 현실 세계의 현상을 올바르게 표현하기 위한 독립변수의 수가 많으면 많을수록 모델을 학습하는데 필요한 데이터의 양은 급격히 증가한다. 결론적으로 모델학습을 위해 활용할 수 있는 실제 데이터의 양은 절대적으로 부족할 수밖에 없다. 따라서 전문적 군사식견을 바탕으로 가상의 데이터를 생성해야 한다. 일반적으로 군사적 행동은 과거의 패턴을 반복하기 보다는 기존에 행하지 않았던 새로운 방법을 추구한다는 점을 고려했을 때 전투수행 경험자뿐 아니라 미래 전투의 변화 양상을 이해하는 전문가가 데이터 생성에 참여해야 한다.

여섯째, 공개 가능한 데이터를 개방하여 지능형 모델 개발 경진대회 방식으로 민간 기술을 적극적으로 수용해야 한다. 이러한 형태의 대회는 민간 분야에서는 이미 보편화되어 있으며 미군도 다양한 경진대회를 통해 민간 기술을 군사적 목적의 활용에 접목하고 있다. 군은 개발하고자 하는 모델이 구

비해야 하는 개념적인 기능을 구체화하여 제시하고 대회에 참가하는 대학, 연구소, 업체 등은 현재 보유하고 있는 기술 또는 새로운 기술을 개발하여 이를 구현하는 것이다. 이와 같은 소요기관과 개발기관의 역할 분담 및 협업은 개발 기간의 단축, 다양한 기술의 활용, 관련 연구 활성화 등의 긍정적인 효과를 가져올 것이다. 한편, 다양한 기관의 적극적인 참여를 유도하기 위한 정책적 방안이 모색되어야 할 것이다.

일곱째, 현재 기술 수준에서의 지능형 모델은 기본적으로 과거 데이터 또는 인위적으로 생성된 데이터에 기반한 것이다. 따라서 기존에 존재하지 않았던 또는 개발시 예측하지 못했던 상황에 대한 모델의 성능은 근본적으로 우수할 수가 없다. 그런데 전장상황은 대부분 과거에 발생하지 않았던 방향 또는 예상하지 못했던 방향으로 전개된다. 왜냐하면, 적은 동일한 무기체계, 동일한 전술로 작전을 수행하지 않을 것이기 때문이다. 따라서 전장상황에서 운용하는 지능형 모델에 대한 기술적 한계를 분명히 인식하고 이를 바탕으로 개발 목표를 설정하는 것이 필요하다. 단기적인 관점에서는 분석관을 대체하는 수준의 모델을 개발하는 것이 아니라 분석관의 분석능력을 보조하는 수준의 모델을 개발하는 것을 목표로 하고 중장기적으로 인간 수준의 분석능력을 갖는 모델 개발을 목표로 하는 것이 현실적이다.

V. 결론 및 논의사항

본 논문은 전장상황의 특수성과 전장정보 분석절차를 살펴보고 최근 연구동향을 분석하여 전장에서의 이상징후 분석모델 개발에 필요한 기술적, 정책적 방향성을 제시하였다. 인공지능 기술의 급격한 발전은 많은 분야에 인공지능 기술이 적용되도록 촉진했다. 하지만 적용 분야마다 고유의 특수성이 있으므로 특정 분야에서 인공지능 모델이 성공적으로 적용되었다고 하여 다른 분야에서도 동일한 모델로 동일한 성과를 낼 수는 없다. 따라서 인공지능 기술이 성공적으로 적용되기 위해서는 해당 분야의 풍부한 도메인 지식을 바탕으로 모델이 개발되어야 한다. 우리는 국방 분야에서 이상징후 분석모델 개발에 필요한 착안사항 7가지를 제시하였다. 현대 전장에서 방대해진 정보를 효과적으로 처리하기 위한 지능형 분석 모델 개발의 필요성은 분명하다. 한편, 제시된 7가지 착안사항은 전장정보 처리 절차와 모델 개발 사례에 대한 논리적 분석을 통해 제시된 것으로 실제 모델 개발 과정에 적용하여 유효성과 타당성을 지속적으로 검증하여 발전시킬 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 한화시스템의 "정/첩보 데이터 기반 징후 연관 관계 마이닝 연구"의 일환으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] DARPA, Broad Agency Announcement Amendment 2 Collection and Monitoring via Planning for Active Situational Scenarios (COMPASS), Strategic Technology Office, May 2018.
- [2] DARPA, Broad Agency Announcement Active interpretation of disparate alternatives (AIDA), Defense Advanced Research Projects Agency, April 2017.
- [3] J. K. Lee and C. Han, "Future Warfare and Military Artificial Intelligence Systems," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 44, No. 4, pp. 782-790, April 2019. <https://doi.org/10.7840/kics.2019.44.4.782>
- [4] B. D. Yoon, C. Suh, H. Kim, C. H. Park, M. Chae, and H. Yoon, "Integration of Domain Knowledge and Artificial Intelligence for Generalization and Explainability - Its Practice of Logistics Automation Systems," In *Proceedings of KSME Spring Conference*, pp. 208-210, 2022.
- [5] J. Lee, "Mutual Friendly Force Identification Protocol based on Hash-Chain for Personal Combat Systems," *KSIIT Transactions on Internet and Information Systems*, Vol. 14, No. 9, pp. 3858-3869, 2020. <https://doi.org/10.3837/tiis.2020.09.016>
- [6] E. Cho, S. Jin, Y. Shin, and W. Lee, "A Virtual Battlefield Situation Dataset Generation for Battlefield Analysis based on Artificial Intelligence," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 27, No. 6, pp. 33-42, June 2022. <https://doi.org/10.9708/jksci.2022.27.06.033>
- [7] J. Yoon, "Issues and Prospects of AI Utilization in the Defense Field: Organizational Capability, Technology Maturity, Institutional Congruence," *The Korean Journal of Defense Analysis*, Vol. 33, No. 3, pp. 453-479, September 2021. <https://doi.org/10.22883/kjda.2021.33.3.005>
- [8] C. Han, "A Methodology for Constructing Intelligent-Machine FDC Commander Using Decision-Making Tree," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 45, No. 2, pp. 355-363, February 2020. <https://doi.org/10.7840/kics.2020.45.2.355>
- [9] C. Han and J. K. Lee, "A Methodology for Defense AI Command & Control Platform Construction," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 44, No. 4, pp. 774-781, April 2019. <https://doi.org/10.7840/kics.2019.44.4.774>
- [10] K. Shin, J. K. Lee, K. H. Kang, W. Hong, and C. Han, "The Current Applications and Future Directions of Artificial Intelligence for Military Logistics," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 20, No. 12, pp. 2433-2444, December 2019. <http://doi.org/10.9728/dcs.2019.20.12.2433>
- [11] J. K. Lee, K. Shin, C. Han, K. H. Kang, and W. Hong, "Study on Development of Tactical Networks Using Artificial Intelligence Technique," *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 45, No. 1, pp. 191-200, January 2020. <http://doi.org/10.7840/kics.2020.45.1.191>
- [12] D. Oh, "Utilization of Artificial Intelligence Technology in the Military and Suggestion of XAI Technology Application Direction," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 5, pp. 943-951, May 2022. <http://doi.org/10.9728/dcs.2022.23.5.943>
- [13] S. M. Kim, S. Y. Jin, and W. S. Lee, "A study on the Extraction of Similar Information using Knowledge Base Embedding for Battlefield Awareness," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 26, No. 11, pp. 33-40, November 2021. <http://doi.org/10.9708/jksci.2021.26.11.033>
- [14] U.S Government US Army, "Joint Publication 2-0: Joint Intelligence," 2022.
- [15] G. Akrap, I. Mandić and I. R. Žigo, "Information Supremacy, Strategic Intelligence, and Russian Aggression against Ukraine in 2022," *International Journal of Intelligence and CounterIntelligence*, October 2022. <https://doi.org/10.1080/08850607.2022.2117577>
- [16] R. Z. George, and J. B. Bruce, *Analyzing intelligence: origins, obstacles, and innovations*. Washington, DC: Georgetown University Press, 2008.
- [17] S. H. Jo, H. J. Kim, S. Y. Jin, and W. S. Lee, "A Study on Building Knowledge Base for Intelligent Battlefield Awareness Service," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 4, pp. 11-17, April 2020. <http://doi.org/10.9708/jksci.2020.25.04.011>
- [18] G. Stănescu, "Ukraine conflict: the challenge of informational war," *Social Sciences and Education Research Review*, Vol. 9, No. 1, pp. 146-148, July 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6795674>
- [19] F. Barlos, A. Skinner, R. Peeke, R. Mohan, A. Kelic, W. Beyeler, ... and C. Geib, Collection and Monitoring via Planning for Active Situational Scenarios (COMPASS)," Strategic Multi-Layer Assessment (SMA) Report, SAND2020-0136R, January 2020. <https://doi.org/10.2172/1592839>
- [20] DARPA, DARPA Demonstrates "Competition" Tool at Combatant Command, 2020. 3. 19. [Internet]. Available:

<https://www.darpa.mil/news-events/2020-03-19a>

[21] M. Li, A. Zareian, Y. Lin, X. Pan, S. Whitehead, B Chen, ... and M. Freedman, "GAIA: A Fine-grained Multimedia Knowledge Extraction system," In *Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: System Demonstrations*, pp. 77-86, July 2020.

Available: <http://dx.doi.org/10.18653/v1/2020.acl-demos.11>



이종관(Jongkwan Lee)

2000년 : 육군사관학교 전자공학과 (공학사)
 2004년 : 한국과학기술원 전자공학과 (공학석사)
 2014년 : 아주대학교 NCW공학과 (공학박사)

2021년~현 재: 육군사관학교 부교수
 ※관심분야 : 인공지능(Artificial Intelligence), 사이버전(Cyber Warfare), 네트워크 중심전(NCW)



이종덕(Jongdeog Lee)

2005년 : 육군사관학교 전산학과 (이학사)
 2009년 : 미국 버지니아대학교 컴퓨터과학과 (이학석사)
 2019년 : 미국 일리노이대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)

2019년~2022년: 육군사관학교 조교수
 2021년~현 재: 육군사관학교 부교수
 ※관심분야 : 사물인터넷(Internet of Things), 네트워크 어플리케이션, 정보보안



박정규(Jungkyu Park)

2011년 : 육군사관학교 응용화학과 (이학사)
 2020년 : 국방대학교 국방관리대학원 사이버전 전공 (공학석사)
 2022년 : 고려대학교 정보보호대학원 정보보호학과 박사과정

2021년~현 재: 육군사관학교 전임강사
 ※관심분야 : 사이버전, 정보보호 정책 등



이형근(Hyung-Keun Yi)

2001년 : 연세대학교 대학원 (공학석사 - 디지털 통신)

2001년~2002년: 한국텔레시스
 2002년~2022년: LG전자
 2022년~현 재: 한화시스템 판교연구소
 ※관심분야 : 딥러닝, 머신러닝, 그래프DB, 로봇제어



안중철(Jong-Chul Ahn)

2017년 : 아주대학교 대학원 (공학석사)

2002년~현 재: 한화시스템 판교연구소 수석연구원
 ※관심분야 : 인공지능(Artificial Intelligence), 자연어 처리(Natural Language Processing), 지휘통제(C4I) 시스템 등



신상헌(Sang-Heon Shin)

2000년 : 영남대학교 대학원 (공학석사-정보통신공학)
 2004년 : 영남대학교 대학원 (공학박사-정보통신공학)

2004년~2005년: 미국 NIST 초청연구원
 2005년~2007년: 인텔코리아 R&D 센터 과장
 2007년~2009년: POSDATA Flyvo연구소 차장
 2009년~현 재: 한화시스템(주) 미래정보통신연구소 수석연구원
 ※관심분야 : 지휘통제(C4I), 인공지능(AI), 군 전술통신망, 네트워크 M&S, QoS 등



문호원(HoWon Moon)

2000년 : 한양대학교 (이학사)

2001년~2011년: 삼성전자

2009년~현 재: 한화시스템(주) 미래정보통신연구소 수석연구원

※ 관심분야 : 지휘통제(C4I), 인공지능(AI), 군 기술통신망, 네트워크 M&S, QoS 등



김상민(Sangmin Kim)

2013년 : 광운대학교 대학교 (공학학사-전자공학과)

2015년 : 광운대학교 대학원 (공학석사-전자공학과)

2015년~2020년: 한화

2020년~현 재: 한화시스템

※ 관심분야 : 딥러닝(Deep Learning), 자연어처리(NLP), 데이터 사이언스(Data Science) 등



김병주(Byung-Joo Kim)

2008년 : 숭실대학교 (공학사)

2008년~2015년: SK Telesys

2015년~2020년: 현대로템

2020년~2022년: 큐셀네트웍스

2022년~현 재: 한화시스템

※ 관심분야 : 이동통신(Mobile Telecommunication), 인공지능(AI) 등