

군사과학연구

Journal of Military Science and Technology Studies

ISSN 1975-3888
제16권 제2호 2023년 12월



연구논문

대테러 특공대 국내 대테러 작전간 배터리 휴대량 산정 방안

김태진 · 김현철 · 이두열

합성전장훈련체계를 위한 GPS 전파교란 모의 논리 연구

윤지영 · 강동수

텍스트마이닝 및 기계학습을 활용한 온나라시스템 문서분류 모델링

윤영빈 · 문호석

전투지휘훈련간 전투협조회의 분석방법론 연구

조성일 · 신용 · 문호석



국방대학교
국가안전보장문제연구소

군사과학연구

Journal of Military Science and Technology Studies

ISSN 1975-3888
제16권 제2호 2023년 12월



연구논문

- 대테러 특공대 국내 대테러 작전간 배터리 휴대량 산정 방안 ————— 김태진 · 김현철 · 이두열 1
- 합성전장훈련체계를 위한 GPS 전파교란 모의 논리 연구 ————— 윤지영 · 강동수 11
- 텍스트마이닝 및 기계학습을 활용한 온나라시스템 문서분류 모델링 ————— 윤영빈 · 문호석 19
- 전투지휘훈련간 전투협조회의 분석방법론 연구 ————— 조성일 · 신용 · 문호석 29



국방대학교
국가안전보장문제연구소



Research Papers

- Optimal battery carrying capacity analysis for counter-terrorism special forces in domestic counter-terrorism operations
/ **Taejin Kim · Hunchul Kim · Dooyoul Lee** 1
- A Study on Simulation Logic of GPS Signal Jamming for the Synthetic Battlefield Training System
/ **Jiyoung Yoon · Dongsu Kang** 11
- Document Classification Modeling Using Text Mining and Machine Learning in On-nara System
/ **Yeongbin Yun · Hoseok Moon** 19
- A Study on the Methodology for Analyzing Battlefield Coordination Meeting during BCTP training
/ **Sungeel Jo · Yong Shin · Hoseok Moon** 29



대테러 특공대 국내 대테러 작전간 배터리 최적 휴대량 산출

Optimal battery carrying capacity analysis for counter-terrorism special forces in domestic counter-terrorism operations

김태진¹⁾ · 김현철²⁾ · 이두열³⁾

Taejin Kim · Hyunchul Kim · Dooyoul Lee

ABSTRACT

With the advancement of the Fourth Industrial Revolution, the trend of increasing battery capacity in various military units is evident. In particular, counterterrorism special forces, which require precise and meticulous operations, often require additional electronic and mechanical equipment for their missions. As a result, the number of batteries that individuals and teams need to carry has inevitably increased. However, counterterrorism special forces prioritize speed and mobility, necessitating efforts to minimize combat load. Therefore, it is important to develop strategies to address this issue. To do so, an investigation was conducted on the equipment that requires battery consumption when counterterrorism special forces are deployed. Based on the power consumption and battery capacity specifications of such equipment, the amount of battery required per hour was calculated. Using this information, the aim is to determine the most advantageous method of battery usage.

Keywords : Counter-Terrorism Special Forces, Battery model, Battery capacity, Basic Load

논문접수일 : 2023년 9월 26일, 심사일 : 2023년 11월 27일, 게재확정일 : 2023년 12월 3일

1) 국방대학교 국방과학학과 석사과정

2) ㈜아이디콘 품질팀장 / 공동저자

3) 국방대학교 관리대학원 국방과학학과 조교수 / 교신저자(dlee05291@korea.kr)

1. 서론

현대 사회에서 테러리즘은 국가 안보와 국제 안정에 대한 심각한 위협으로 인식되고 있다. 미국 중심 서방국가들이 테러와의 전쟁을 선포하고 군사적으로 알카에다·ISIS 등과 같은 국제테러단체들의 세력을 약화시켰음에도 테러는 지속되고 있으며, 2020년 기준 전 세계 60개국에서 1,663건의 테러가 발생하였다.[1] 이에 대응하기 위해 국가들은 대테러 특공대와 같은 특수 부대를 구성하여 효과적으로 대응하고자 노력하고 있다.

우리나라에서도 2020년 8월 기준 국가급 군대테러작전부대를 23개 부대를 운용하고 있으며, 이 중 육군 특수전사령부 707특수임무단과 해군 특수전전단 특수임무대대는 대테러 특공대로서 고층 건물·항공기·선박 등에서 인질의 안전을 최우선으로 하여 테러범을 진압하는 작전을 수행하다 보니 정밀하고 세밀한 작전수행이 필수적이며, 신속하고 유연한 기동력이 요구된다.[2]

최근 4차 산업혁명의 발전과 함께 대테러 특공대에도 첨단 과학기술을 활용한 네트워크 작전을 보장하기 위한 최첨단의 무기와 장비가 요구되고 있다.[3] 이에 따라 대테러 특공대가 휴대해야 하는 전자 및 기계 장비의 종류와 수량은 증가하게 될 것이며, 배터리 소모량이 증가하게 되어 전투하중을 증대시키고 신속성 및 기동력을 제한할 수 있는 문제점을 야기한다. 따라서 대테러 특공대의 출동 시 배터리 휴대량을 최적화하는 것은 전투효율성을 향상시키고 작전 수행 능력을 최대화하는 데 있어서 필요한 과제이다.

미국의 경우 공식 문서를 배부할 정도로 배터리 휴대량에 대한 관심이 각별하다. 2014년도 미 8군은 배터리 휴대량에 관한 팜플렛을 배포하였고, 해당 내용에는 배터리 관리 프로그램,

<표 1-1> Example of battery carrying capacity by 8th U.S. Army Battalion

MONTH OF AUG 21					
	100 Mb Bn	200 Bn	300 Bn	400 Bn	Bde total
Non-Rechargeable	65	27	455	45	592
Rechargeable	1,365	790	3,890	6,433	12,448
TOTAL	1,430	787	4,345	6,478	13,040
Non-Recharg %	5%	3%	10%	1%	5%
MONTH OF SEP 21					
	100 Mb Bn	200 Bn	300 Bn	400 Bn	Bde total
Non-Rechargeable	478	69	280	185	1,032
Rechargeable	2,555	2,869	4,853	8,567	18,864
TOTAL	3,033	2,978	5,133	8,752	19,896
Non-Recharg %	16%	3%	5%	2%	5%
ANNUAL total Usage					
	100 Mb Bn	200 Bn	300 Bn	400 Bn	Bde total
NON	741	149	1,864	675	3,429
CHARG	4,742	5,324	13,177	25,953	49,196
TOTAL	5,483	5,473	15,041	26,628	52,625
Non-Recharg %	14%	3%	12%	3%	7%

정책, 책임에서부터 중대별 충전·비충전식 배터리 휴대량까지 포함하고 있다. <표 1-1>은 2014년도 미 8군에 의해 배포된 팜플렛 내용 중 일부이다. 해당 표는 예시로서 월 단위 대대별 얼마 정도의 배터리를 휴대해야 하는지에 대한 가이드라인을 제시해주고 있다. 뿐만 아니라 POWER(Power Optimizer for the Warfighter's Energy Requirements)라는 명칭의 어플리케이션을 통해 장비의 종류와 사용되는 배터리, 운용시간, 작전기간, 재보급 가능 날짜 등 다양한 조건들을 종합하여 최적의 배터리 휴대량을 제시하고 있다.[4]

배터리 휴대량에 관한 기존 국내의 유사 연구는 대부분 배터리 용량 산정이나 효율적 충전 방식에 관한 내용이 주를 이룬다. 특히나 군과 관련된 내용은 거의 찾아볼 수 없다. 최근 우크라이나 전쟁을 군수지원 차원에서 고찰한 논문에서도 배터리 보급의 중요성에 대해서만 언급하였고 구체적인 사안은 제시하지 않고 있다.[5] 본 연구는 기존의 연구에서 제시되지 않은 배터리 휴대량을 산정하는 방법을 구체적으로 제시하였다는 차별점이 있다. 이와 같은 방법은 향후 배터리 휴대량 기준의 수립에 필요하다고 판단된다.

연구의 목적은 대테러 특공대가 출동할 때

휴대해야 하는 배터리 휴대량을 최적화하는 것이다. 이를 통해 전투하중을 최소화하면서도 신속성과 기동력을 유지할 수 있는 전략과 방법을 도출하고자 한다. 이를 위해 대테러 특공대가 출동할 때 소모되는 배터리가 필요한 장비들과 해당 장비들의 전력소모값, 배터리 용량 등을 조사하여 실질적인 데이터를 분석하고 이를 기반으로 최적의 배터리 휴대 방식을 제안하고자 한다.

본 연구는 대테러 특공대의 작전 수행 능력을 향상시키고 동시에 전투하중 최소화를 위한 방식을 도출할 것으로 기대된다. 또한, 실질적인 데이터와 분석을 통해 최적의 배터리 휴대 방식을 제시함으로써 효율적인 자원 관리와 전략적인 운용을 도모할 수 있을 것이다. 이를 통해 대테러 특공대의 역할과 임무 수행에 있어서 전투하중 최소화와 작전 수행 능력 강화를 동시에 달성하는 데 기여할 것이다.

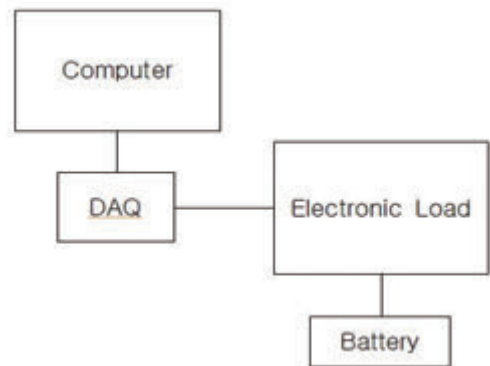
2. 방전 실험

2.1 방법 및 조건

배터리의 수명(RUL, Remaining Useful Life)을 예측하는 방법은 크게 두 가지로 물리 기반(Physics-based) 방식과 데이터 기반(Data-driven) 방식이 있다. 물리 기반 방식은 전기화학적 이론 등을 바탕으로 배터리의 방전을 모델링하는 방법으로 전기화학반응의 복잡성과 비선형성으로 예측값이 정확하지 않을 수 있다.[6] 데이터 기반 방식은 방전 실험을 통해 획득한 데이터를 바탕으로 회귀선을 학습하는 방법으로 배터리의 방전을 예측한다. 이와 같은 데이터 기반 모델을 방전 드리프트 함수라고 하고, 선형 함수, 검정력 함수, 지수 함수 등이 있다.[7] [8] [9] 본 연구에서는 데이

터 기반 방식을 채택하였다. 방전 실험을 위하여 <그림 2-1>과 같이 실험 장비를 구성하였다. 실험 장비는 총 4가지로 구성되어 있으며 전자부하장치(Electronic Load), 배터리팩, NI myDAQ(이하 DAQ), 노트북으로 구성되어 있다. 전자부하장치는 특정 전압과 전류를 생성하여 배터리에 부하를 주는 장치로서 실제 대테러 특공대가 운용하는 장비를 모사하는 역할을 한다. 전자부하장치의 소극에 각각 측정하고자 하는 장비 배터리의 소극을 맞춰 연결한다. 이때 배터리의 종류에 따라 직접 전극을 연결할 수 있지만 해당 그림에 나오는 AA배터리처럼 동시에 다수의 배터리를 측정할 경우 해당 배터리 규격에 맞는 배터리팩이 필요하다. 해당 과정이 완료된 경우 노트북에 DAQ를 연결하여 사용하기 위한 소프트웨어를 설치한다. 이후 전자부하장치의 소극에서 나오는 전선을 DAQ의 브레드보드(bread board)와 연결한다. 이후 측정하고자 하는 장비의 전압, 전류 제원을 전자부하장치에 입력하고 배터리에 부하를 준다. 장비별 이미 제조사에서 측정한 기대사용수명을 고려하여 종료시간을 예측하고 배터리 방전 데이터를 측정한다.

방전 실험의 신뢰성 향상을 위해 해당 실험 시 주위 환경은 동일하게 하였다. 실험은 교내



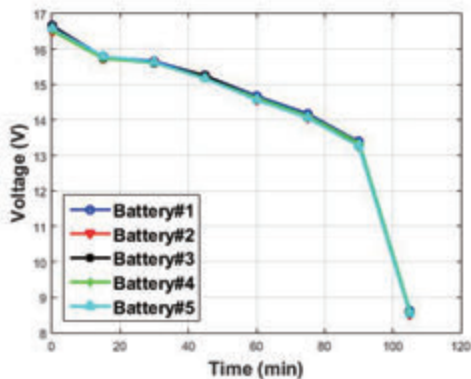
<그림 2-1> Discharge experimental apparatus

연구실에서만 실시하였으며, 실내 온도는 26~28도, 습도는 50~70%를 유지하였다. 또한 동일한 종류의 배터리 5개를 테스트하여 결과를 도출하였다.

방전 실험 대상 배터리는 실시간 영상/음성 /Meta Data를 저장 및 전송하는 휴대용 단말 시스템 A 무선수신기와 A 무선송신기에서 사용되는 Li-Polymer 배터리와 기타 장비에서 주로 사용되는 1.5V AA배터리를 선정하였다. Li-Polymer 배터리는 Li-ion 배터리의 단점인 제작형태를 개선하기 위해 개발된 배터리로서 원하는 용량만큼 크기를 키울 수 있고, 용량이 제한이 없으며 자유로운 형태로 제작이 가능하다. Li-Polymer 배터리의 경우 카이샷 뿐만 아니라 대테러 특공대가 운용하는 각종 무전기에도 사용된다.[10] AA배터리의 경우 가격이 저렴하고 내구성이 우수하여 전자 귀마개나 야간투시경 등에 주로 사용된다.

2.2 결과

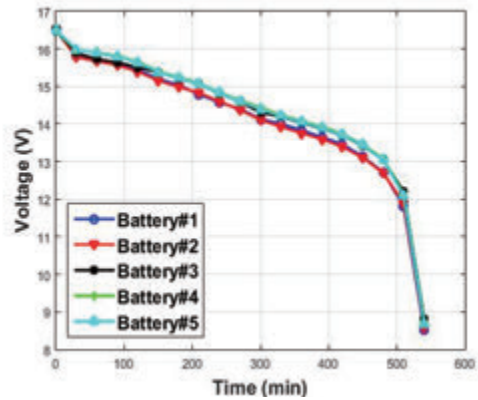
첫 번째 실험 장비는 A 무선수신기로서 배터리 스펙은 전압 14.8V / 전류 10.8Ah 기준으로 측정되었으며, 제조사 메뉴얼 상 연속 녹화시 동작 시간은 1시간 이상으로 표기되어 있다.



<그림 2-2> A Wireless Receiver Battery Discharge Experimental Results

<그림 2-2>에서 볼 수 있듯 해당 장비는 1시간 30분~1시간 45분 구간에서 전압이 급격히 감소하며 전원이 종료되었다. 보수적으로 계산하여도 배터리 관리 상태에 따라 최소 1시간 30분간 작동되었다.

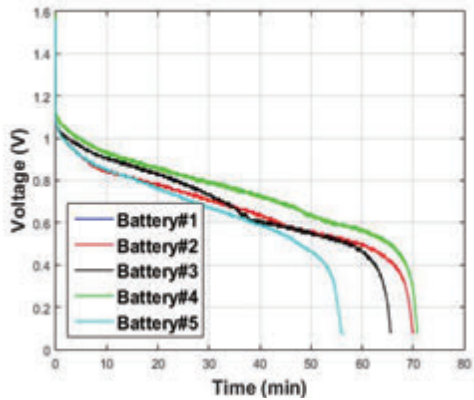
두 번째 실험은 A 무선송신기로서 배터리 스펙은 전압 14.8V / 전류 10.0Ah 기준으로 측정되었으며, 제조사 메뉴얼 상 연속 녹화시 동



<그림 2-3> A Wireless transmitter Battery Discharge Experimental Results

작 시간은 5시간 이상으로 표기되어 있다. <그림 2-3>에서 볼 수 있듯 해당 장비는 8시간 30분~9시간 구간에서 전압이 급격히 감소하며 전원이 종료되었다. 보수적으로 계산해보면 8시간 30분으로 권장 동작 시간보다 최소 3시간 30분을 더 사용할 수 있었다.

세 번째 실험은 AA배터리를 대상으로 하였으며, 스펙은 전압 1.5V이며, 부하전류는 1Ah 기준으로 측정되었다. <그림 2-4>를 참고하면 최초 전압은 1.56V~1.63V 까지 다양했으며, 일반적으로 60분 이후 전압이 급격하게 떨어지기 시작하는 것을 볼 수 있다. 해당 부분은 장비의 작동이 종료되는 시점으로 볼 수 있다.[11] 해당 그래프의 형태는 누운 S자 형태로 일반적인 배터리 방전 형태를 띠고 있으며, 평균적으로 약 68분의 작동 시간을 나타냈다.[12]



<그림 2-4> AA Battery Discharge Experiment Results

3. 모델링

3.1 배터리 방전 모델

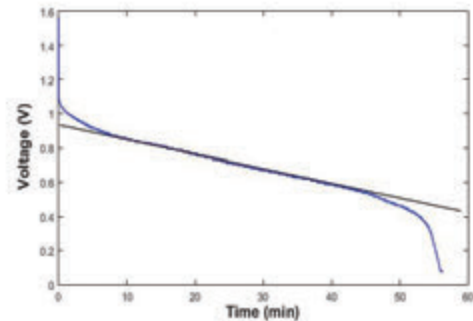
앞서 설명한 바와 같이 방전 모델에서 채택할 수 있는 드리프트 함수는 선형 함수, 검정력 함수, 지수 함수 등이 있다. 선형 함수는 배터리의 용량 감소를 일정한 비율로 모델링하여 단순하고 직관적인 모델을 제공한다. 특히 초기 상태와 기본적인 운영 데이터만으로도 예측이 가능하며 파라미터 추정이 비교적 간단하다는 장점이 있다. 검정력 함수는 초기에는 빠르게 용량이 감소하며 시간이 지남에 따라 감소 속도가 감소할 것으로 예상될 때 사용할 수 있다. 초기에 빠른 용량 손실을 반영하면서도 오랜 기간 예측이 가능하다. 지수 함수는 배터리의 용량 감소를 두 개의 지수 함수로 모델링하며, 검정력 함수와 같이 초기에는 빠르게 용량이 감소하고, 시간이 지남에 따라 감소 속도가 느려지는 경우 적용할 수 있으나 검정력 함수보다 정교한 예측을 제공한다.

본 논문에서는 배터리의 방전 특성과 드리프트 함수의 특징들을 고려하여 선형 함수를 선정하였다. 특히, 배터리 중 가장 많이 사용되는

AA 배터리의 경우 <그림 2-4>에서 볼 수 있듯이 시작과 동시에 전압이 급격히 떨어지는 모습을 볼 수 있다. 해당 현상은 장비를 작동시키자마자 배터리의 전압이 수직의 형태로 감소하기에 해당 데이터 바로 직후부터 유효한 데이터로 가정하였다. 또한 <그림 2-4>에서 마지막 부분에도 처음과 유사하게 급격히 전압이 감소하는 형태를 띠는데, 방전 실험 간 해당 부분에서 대테러 특공대가 사용하는 장비의 작동이 정지하였다. 실제로 장비가 작동하는 배터리의 전압 구간은 처음과 마지막 부분의 급격한 전압이 감소하는 부분을 제외한 중간 부분이었으며, 해당 구간은 1차 선형 함수의 형태를 띠고 있어 이를 채택하게 되었다. 함수의 형태는 식(1)과 같다.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x \quad (1)$$

해당 방식을 모델링을 한 배경에는 배터리 특성상 부하를 받게 되면 처음 부분에 급격히 전압이 감소하게 되며, 마지막 부분에서 전압이 급격하게 감소하는 경향이 있으므로 해당사항들을 배제하기 위해 모델링을 하게 되었다. <그림 3-1>은 AA 배터리의 방전 그래프를 나타낸 것이며, 검정색 직선은 $y = \beta_0 + \beta_1 x$ 를 실제 선으로 표현한 것이다. β_0 는 최초 배터리가 지닌 전압용량을 나타내며, β_1 은 시간당 전압 소모량(기울기)을 의미한다.



<그림 3-1> Example of battery discharge

3.2 확률 모델링

해당 절에서는 확률 모델링을 위하여 AA배터리 5개에 대한 방전 실험결과로 β_0 와 β_1 의 특성을 도출하였다. 정규분포 여부는 Shapiro-Wilk 테스트의 p-value 값을 고려하여 확인하였다. β_0 의 5개 데이터에 대한 p-value는 0.13으로 0.05보다 크므로 귀무가설을 채택하여 정규분포를 따른다. β_1 의 5개 데이터의 p-value 또한 0.09로 0.05보다 크므로 귀무가설을 채택하여 정규분포를 따름을 알 수 있다. <표 3-1>을 보면 β_0 는 최초 배터리의 전압량으로서 분포는 정규분포를 따르며, 평균은 0.958, 표준편차는 0.0634이라는 것을 알 수 있다. 또한 β_1 는 시간당 전압 소모량으로서 정규분포를 따르며, 평균은 -0.0076, 표준편차는 0.0015이었다.

<표 3-1> Characteristics of β_0 and β_1 according to AA battery discharge experiment

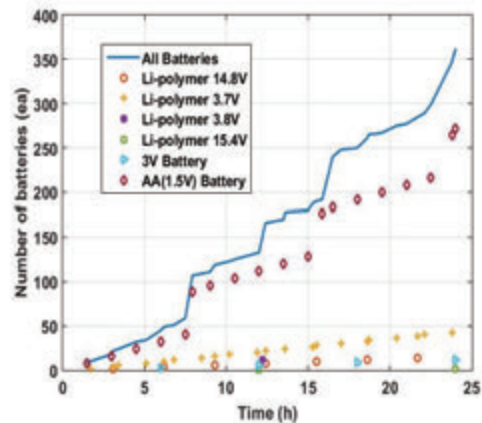
Category	β_0	β_1
Distribution	Normal	Normal
Average (μ)	0.958	-0.0076
standard deviation (σ)	0.0634	0.0015

4. 배터리 휴대량 분석

4.1. 불확실성을 고려하지 않는 경우

전·평시 특수임무를 담당하고 있는 육군 특수전사 예하의 000특수임무단의 경우 임무의 중요도가 높은 만큼 장비 또한 최신기술이 적용된 것들로 구성되어 있다. 대부분 전력을 사용하는 장비로서 다양한 배터리를 통해 작동된다.

<그림 4-1>은 000특수임무단에서 0개 팀이 000임무를 수행할 때 지참하는 12가지 주요 장비 중 24시간 이내 1회 이상의 배터리 교체가 요구되는 8가지 장비를 추려서 시간 대비 필요 배터리양을 그래프로 나타낸 것이다. 8가지 장비는 각각 영상 송·수신기 및 본체, 개인·공용 무전기, 폭파 장비, 야간투시경, 벽투시 레이더로 구성되어 있다. 장비의 수는 8가지이나 3.7V 리튬폴리머 배터리와 AA배터리의 경우 각각 영상 송신기와 본체에서 동일하게 3.7V 리튬폴리머 배터리를 사용하며, 야간투시경과 벽투시 레이더의 경우 AA 배터리를 동시에 사용하기에 총 6가지 종류의 배터리로만 도식하였다. 그래프에서 사용된 파라미터는 장비 제작사의 자문과 제원표를 참고하였으며, 장비별 작동 시간을 도출하고 이에 따른 소모되는 배터리양을 구하였다. 리튬폴리머 배터리의

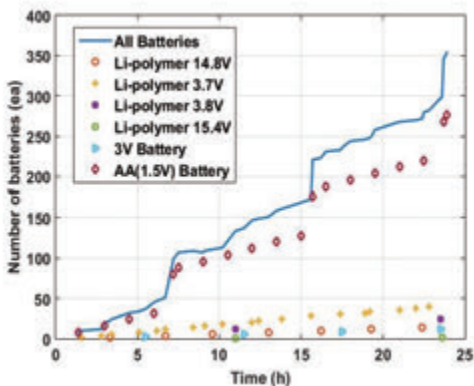


<그림 4-1> Amount of battery required for 24-hour operation

경우 배터리 특성상 용량이 크며, 1회 사용 시 1개만 사용되므로 사용되는 총 배터리 수에는 크게 영향을 끼치지 않는다. 반면에 AA배터리의 경우에는 2가지 장비에서 사용되며 각각의 장비에서 1회 사용 시 4개, 8개가 사용되어 사용되는 전체 배터리 중 80% 이상의 비율을 차지하고 있다.

4.2 불확실성을 고려하는 경우

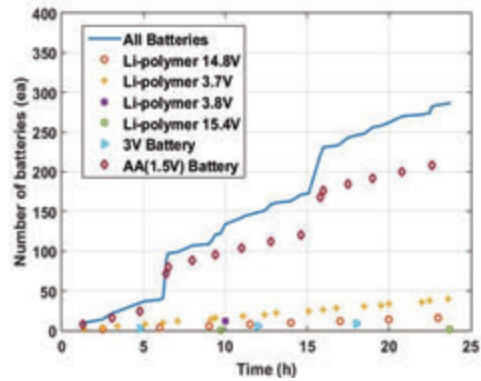
<그림 4-2>는 장비의 최초 배터리 용량을 나타내는 확률변수 β_0 와 장비의 시간당 소모 전력을 의미하는 확률변수 β_1 의 범위 오차를 $\pm 10\%$ 적용했을 때 도출되는 그래프이다. 기존 <그림 4-1>과 비교했을 때 <그림 4-2>의 경우 12~13시간 부근에서 그래프가 상대적으로 부드러운 형태를 띤다. AA배터리의 분포는 <그림 4-1>과 <그림 4-2>이 유사하나, 나머지 리튬폴리머 배터리들의 분포가 <그림 4-1>에 비해 <그림 4-2>에서 비교적 분산되어 있음을 알 수 있다. 나머지 부분은 <그림 4-1>과 유사한 결과값을 나타냈으며, 최종 필요 배터리 수량도 비슷한 값을 도출할 수 있었다.



<그림 4-2> $\pm 10\%$ variation applied to the parameters β_0 and β_1

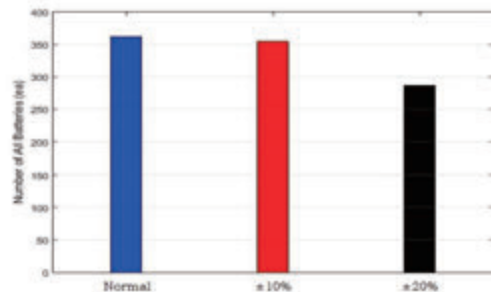
<그림 4-3>은 장비의 배터리 용량을 나타내는 확률변수 β_0 와 장비의 시간당 소모 전력을 나타내는 확률변수 β_1 의 범위 오차를 $\pm 20\%$ 적용했을 때 도출되는 그래프이다. 전체적인 그래프 모양은 <그림 4-1>과 유사한 형태를 띠고 있으나, 최종 필요 배터리 수량이 287개로 이전의 <그림 4-2>와 <그림 4-3>을 비교했을 때 약 50개 이상의 배터리가 줄어들었음을 볼 수 있다. 이는 배터리 교체시 AA 배터리가 총 48개가 필요한 야간투시경에 대한 교체 시간이

확률변수 β_0 와 β_1 의 큰 오차 변동에 의해 24시간이 넘어버리게 되어 발생한 현상이다.



<그림 4-3> $\pm 20\%$ variation applied to the parameters β_0 and β_1

<그림 4-4>은 위에서 나온 <그림 4-1>, <그림 4-2>, <그림 4-3> 에서 도출된 전체 배터리양만을 나타낸 것이다. 가장 좌측에서부터 확률변수 β_0 와 β_1 를 고려하지 않을 경우, $\pm 10\%$ 오차를 적용하였을 경우, $\pm 20\%$ 오차를 적용하였을 경우이다. 해당 그림을 통해 확률변수에 오차에 따른 최종 배터리 소모량을 비교할 수 있다. 앞서 언급한 바와 같이 오차를 고려하지 않은 경우와 $\pm 10\%$ 오차를 고려한 경우는 각각 361개, 354개의 배터리가 소요되었으며, $\pm 20\%$ 오차를 적용한 경우 287개로 불확실성을 고려하지 않은 결과와 비교했을 때 74개의 배터리양 차이가 남을 알 수 있었다.



<그림 4-4> Amount of battery replacement per parameter uncertain y

4.3 추천 배터리 휴대량 산정 결과

지금까지 모델링을 바탕으로 방전 실험을 실시하였고, 방전 실험의 결과값들을 각 장비별로 적용하여 배터리 휴대량에 대해 분석해보았다. 그 결과 모델링을 위해 선정된 모수 β_0 , β_1 의 평균과 표준편차를 구하였으며, 정규 분포에 속한다는 사실을 알 수 있었다. 또한 확률변수 β_0 , β_1 에 10%와 20%의 오차를 적용했을 때 소요되는 배터리량에 대해서도 확인하였다.

추천 배터리 휴대량을 산정하기 위하여 우선 목표 운영 시간을 24시간으로 하였으며, 해당 기간 지속적인 활동을 실시하는 것으로 가정하였다. 대테러 특공대가 운용하는 전자 장비들의 사용 시간과 소비 전력은 각 장비의 제원표 상의 제원으로 적용하였다. 배터리 효율성 평가 측면에서는 리튬폴리머 배터리의 방전 결과를 나타낸 <그림 2-2>, <그림 2-3>에서는 장비의 제원에 비해 50~80% 추가 작동하였으나, AA 배터리의 방전 결과를 나타낸 <그림 2-4>에서는 AA 배터리가 평균적으로는 제원에 비해 약 13% 추가 작동하는 것을 알 수 있었다. 보수적으로 고려하여 리튬폴리머 배터리에는 150%의 효율을 적용하고, AA 배터리에는 113%의 효율을 적용하면 총 휴대량은 리튬폴리머 배터리는 33%, AA 배터리는 11.5%만큼 감소한다. 즉, 24시간 작전을 지속적으로 수행한다는 것을 가정하였을 때 기존 361개에서 286개로 배터리 휴대량이 약 20.8% 감축된다.

5. 결론

2022년 2월 발발한 러시아-우크라이나 전쟁은 2023년 6월 현재 시점까지도 여전히 진행 중이다. 전쟁 초기에는 압도적인 러시아군의

물량과 화력으로 인해 우크라이나 수도 키이우 바로 직전까지 러시아군이 진군하였으나 미국 주도하 서방의 지원을 바탕으로 러시아군에게 빼앗겼던 돈바스 지역을 재탈환하려는 조짐까지 보인다. 전세가 이 정도까지 뒤집힐 수 있었던 배경에는 군수·보급에 대한 양국의 판단과 행동이 크게 작용했으리라고 본다.

장기전이 되리라 생각지 못한 러시아는 병력들에게 3일의 보급품만을 지급하였고, 추가 재보급도 지지부진하였다. 반면 우크라이나는 자국 내 보급에 신경썼을 뿐만 아니라 러시아군의 병참선 확보와 보급이 약점임을 알고 주요 보급로와 보급 창고 등을 지속적으로 타격하였다.[5] 그 결과 현재의 전세가 형성될 수 있었고 극도로 열세의 전투력으로도 우크라이나군이 지금까지 버티고 이겨낼 수 있었던 것이다.

대테러 특공대의 경우 대테러 작전을 주로 국내에서 실시하여 재보급은 일반 야전부대보다 수월할 수 있다. 하지만 러시아-우크라이나 전쟁에서도 보고 있듯 대테러 특공대 내 무인기가 도입될 가능성도 있으며, 정찰·공격용 소형 지상 로봇과 같은 전자 장비들이 빠른 시일 내에 도입될 수도 있다. 그렇다면 탐원 개개인이 깊어져야 할 장비뿐만 아니라 해당 장비에 사용되는 배터리의 양 또한 증가하게 될 것이다.

전쟁의 수단과 방법이 다양해짐에 따라 군사적 수단을 사용하는 동시에 테러리즘, 범죄행위 등의 비군사적 수단을 동원하는 하이브리드전의 빈도가 증대됨에 따라 전시에 대테러 작전을 수행해야만 하는 상황이 발생할 수도 있다.[13] 재보급이 현실적으로 어려울 수도 있는 것이다. 이처럼 기술 발전에 따른 장비의 최신화와 현시대의 전쟁 양상 변화로 인해 배터리의 중요성은 집중 조명될 것이며 최적화된 휴대를 위한 노력은 앞으로 더욱 필요해질 것으로 판단된다.

본 연구에서는 대테러 부대에서 운용 중인

장비의 제원과 배터리 방전 실험 결과를 바탕으로 24시간 작전 간 전자 장비를 지속 사용한다는 가정하 배터리 필요량을 제시하였다. 하지만 본 연구에서는 작전 단계별로 필요한 전자 장비의 활용 계획에 따른 필요한 배터리 수량 변화를 반영하지 않았다는 한계점이 있다. 또한 작전의 목적, 위험도, 형태 등에 따른 전자 장비의 운영 시간, 유희시간도 달라질 수 있어 추후 연구에서는 해당 내용을 다룰 필요가 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 정병윤, 광영민, "군(軍) 대(對) 테러 체계 향상 방안에 관한 연구". 한국국가안보·국민안전학회지, (11), 9-35, 2020.
- [2] 양철호, "테러동향 변화에 따른 군·경 테러 대응체계개선방향". 치안정책연구, 31(3), 61-90, 2017.
- [3] 김광현, "특수작전부대의 대테러작전 능력 향상에 관한 연구". 한국과 국제사회, 6(3), 89-116, 2022.
- [4] Eighth Army, "Battery management program". Army in Korea Pamphlet, 750-9, 2014.
- [5] 박주경, "우크라이나 전쟁: 군수지원 차원에서 본 시사점과 정책 제언". 전략연구, 29(2), 155-191, 2022.
- [6] Deng Wujin, Gao Yan, Chen Jianxue., Kudreyko Aleksey, Cattani Carlo, Zio Enrico, Song Wanqing. "Multi-Fractal Weibull Adaptive Model for the Remaining Useful Life Prediction of Electric Vehicle Lithium Batteries". *Entropy*, 25(4), 646, 2023.
- [7] Zhai Qingqing., Ye Zhi-Sheng, "RUL prediction of deteriorating products using an adaptive Wiener process model". *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(6), 2911-2921, 2017.
- [8] Chen Zhen, Li Yaping, Zhou Di, Xia Tangbin, Pan Ershun, "Two-phase degradation data analysis with change-point detection based on Gaussian process degradation model". *Reliability Engineering & System Safety*, 216, 107916, 2021.
- [9] Duan Bin., Zhang Qi, Geng Fei, Zhang Chenghui, "Remaining useful life prediction of lithium-ion battery based on extended Kalman particle filter". *International Journal of Energy Research*, 44(3), 1724-1734, 2020.
- [10] Martins L. Salles, Guimarães L. Fonseca, Junior A. B. Botelho, Tenório J. A. Ssoares, Espinosa D. C. Romano, "Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability". *Journal of environmental management*, 295, 113091, 2021.
- [11] Meng Huixing, Li Yan-Fu, "A review on prognostics and health management (PHM) methods of lithium-ion batteries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116, 109405, 2019.
- [12] Arrebola J. Carlos, Caballero Alvaro, Hernán Lourdes, Morales Julián, "Improving the performance of lithium-ion batteries by using spinel nanoparticles". *Journal of Nanomaterials*, 2008.
- [13] 최근대, 나호영, "러시아의 우크라이나 침공과 서방의 대응: 하이브리드전의 이론과 적용을 중심으로". 군사연구, (154), 1-31, 2022.

저 자 소 개



김태진 (E-mail: ivnsina1@naver.com)
2014 육군사관학교 무기시스템공학 학사
현재 국방대학교 무기체계 석사과정
관심분야 : 대테러 특공대, 배터리 휴대량,
국방 AI



이두열 (E-mail: dlee05291@korea.kr)
2002 공군사관학교 항공공학 학사
2008 서울대학교 재료공학 석사
2015 노스웨스턴대학교 기계공학 박사
현재 국방대학교 무기체계 교수
관심분야 : 신뢰도/위협도평가, 진단/예측, 피로
및 파괴, 부식



김현철 (E-mail: hckim@idfone.co.kr)
2009 호남대학교 전파이동통신공학 학사
2011 전남대 전자컴퓨터공학 석사
현재 아이폰 품질 팀장
관심분야 : 영상전송체계, RF, 통신회로 검증/
평가, 이동통신

합성전장훈련체계를 위한 GPS 전파교란 모의 논리 연구

A Study on Simulation Logic of GPS Signal Jamming for the Synthetic Battlefield Training System

윤지영¹⁾ · 강동수²⁾

Jiyoung Yoon · Dongsu Kang

ABSTRACT

The weapon systems currently heavily rely on GPS(Global Positioning System), but there is a lack of practical training scenarios that assume GPS system is restricted by cyber attack. This paper proposes a simulation logic of GPS signal jamming for the synthetic battlefield training system. GPS signal jamming is categorized into three types: ground-to-air jamming, ground-to-ground jamming, and spoofing. We calculate jamming distance based on GPS jammer, GPS receiver, and signal strength. In addition, we figure out the signal strength of the GPS jammer and provide applicable jamming distances for the Korean peninsula. This simulation logic will contribute to providing a realistic environment of military training.

Key Words : GPS Jamming, GPS Spoofing, Simulation Logic, Synthetic Battlefield Training System, Modeling and Simulation(M&S)

논문접수일 : 2023년 11월 17일, 심사일 : 2023년 11월 27일, 게재확정일 : 2023년 12월 3일

본 연구는 2023년도 (주)심네트의 육군합성전장체계(Build-I) 체계개발 위탁과제(2023MNS03-3) 지원을 받아 수행되었습니다.

1) 국방대학교 컴퓨터공학전공 석사과정

2) 국방대학교 컴퓨터공학전공 교수 / 교신저자(Corresponding author)

1. 서론

현대전에서 사이버 위협은 국가안보에 주요한 현실적인 위협으로 다루어지며 군사작전 영역인 MDO(Multi-Domain Operations) 환경에서 사이버 작전은 작전적 전술적 관점에서 전쟁 승리를 위해 수행해야 한다.[1-3] 이를 위해 사이버 작전을 통합 연습하고 훈련하는 환경이 필요하다. 대한민국 국군의 다수 무기체계는 GPS에 많은 부분 의존하고 있으나, GPS 시스템이 사이버 공격을 받았을 때를 가정한 훈련을 실질적으로 수행하는 경우는 없으며, 훈련할 수 있는 여건도 부족하다.

본 논문에서는 다수 무기체계에 사용되고 북한의 공격이 예상되는 사이버 전자전 분야의 대표적인 장비인 GPS(Global Positioning System) 재밍을 연구한다. GPS 전파 교란을 지대공 재밍, 지대지 재밍, 스푸핑으로 세 가지로 나누고, GPS 재머와 GPS 수신기와의 거리, GPS 재머의 신호강도에 따른 방해 거리를 두 가지 방법으로 산출한다.

이를 통해 한반도 환경에서 적용할 수 있는 GPS 전파교란 방해 거리를 나타내어, 육군의 합성전장훈련체계를 위한 GPS 전파교란 모의 논리[4]를 제안한다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 GPS 기본 이론과 GPS 전파 교란에 대해 살펴보고, 3장에서는 성능 검사와 전파항법 공식을 이용하여 GPS 전파교란 방해 거리를 산출한다. 이후 4장에서는 GPS 전파교란 모의 논리를 제안하고, 마지막으로 5장에서 마무리한다.

2. 기존 연구

2.1 GPS 시스템

GPS는 지구 전역을 대상으로 위성을 통해

위치와 시각 정보를 제공하는 지구 위성항법시스템으로 지구 대기권 밖에 있는 24개 이상의 GPS 위성 중에서 최소한 4개 이상의 위성항법 신호를 수신하여 위치를 계산하는 원리이다. 각각의 GPS 위성에서 발사되는 신호가 지상 수신기에 도달할 때까지 걸리는 시간을 측정 한 후, 이 값에 전파의 속도를 곱해 각 위성과 수신기와의 거리를 계산함으로써 GPS를 이용한 위치측정이 이루어진다.

GPS는 지구상으로부터 약 2만km 상공에서 25W의 신호 세기로 신호를 송신한다. 지상에서 GPS 수신기의 평균 수신신호 세기는 약 -160dBW로 휴대전화의 1/300 수준이기 때문에 수신감도가 미약하여 간섭에 취약하다. 각각의 GPS 위성은 위성에 탑재된 시계의 시각 및 오차와 위성의 상태정보, 모든 위성과 관련된 궤도 정보와 상태 등이 포함된 항법 메시지를 전송한다. GPS 위성에서 발사되는 신호는 반송파, PRN 코드, 항법메시지 세 가지 종류의 신호로 구성되어 있다.

각 인공위성에서는 신호를 보낼 때 표준측위를 위한 반송파인 L1 대역과 고 정확도 측위를 위한 반송파인 L2 대역, L5 대역이 있다. PRN(Pseudo-Random Noise) 코드는 위성마다 유일한 값을 갖도록 하는 이진부호로 구성된다.

PRN 코드는 용도에 따라 C/A(Coarse Acquisition) 코드와 P(Precision) 코드로 구분된다. C/A 코드는 민간에 개방되어있어 누구나 사용할 수 있으며, P 코드는 암호화가 되어 있어 군용으로 활용된다. C/A 코드는 L1 반송파를 통해 표준위치측정 서비스를 제공한다. P 코드는 L1, L2 대역에 모두 전송되며, 정밀한 위치와 정확한 속도, 시간 등을 제공한다.

P 코드는 기만 방지(Anti-Spoofing) 기능이 있어 적의 GPS 공격을 차단한다. AS는 P 코드를 암호화하여 Y 코드를 만든다. 수신기는 Y 코드를 수신하기 위해 AS 모듈이 있어야 하며, AS 암호기를 규칙적으로 변경하여 사용한다.

GPS 네비게이션 메시지 신호에는 위성의 시각 보정 정보와 궤도 정보 이외에 다른 위성들에 대한 대략의 궤도 정보가 포함된다. 반송파별 중심주파수와 코드는 <표 1>과 같다.

<표 1> 반송파별 중심주파수와 코드

반송파	중심주파수	코드
L1	1575.42 MHz	C/A, P(Y), M
L2	1227.60 MHz	C/A, P(Y), M
L5	1176.45 MHz	P

2.2 GPS 전파교란

GPS 신호를 교란, 위조하여 정해진 경로를 이탈하게 하거나 GPS 관제시스템의 정상적인 통제를 불가능하게 할 수 있다. 이러한 GPS 전파교란은 크게 3가지로 구분된다. GPS 재밍은 GPS 주파수 대역에 큰 신호 전력을 송신하여 GPS 수신기가 GPS 위성 신호를 수신하지 못하게 하는 공격이다. GPS 재방송(Repeat-back Jamming)공격은 위성 신호의 수신시간 지연으로 거리오차를 발생시키는 공격이다.

GPS 스푸핑은 GPS 위성 신호보다 약간 높은 신호로 GPS 신호와 비슷한 위조된 정보를 방송하여 GPS 수신기가 잘못된 위치와 시각을 계산하도록 하는 공격이다. 상용 GPS의 경우에는 주파수, 코드 및 신호 구조가 노출되어 있어 교란이 상대적으로 용이하다.

북한으로부터 GPS 전파교란을 받은 사례는 여러 차례 있었다.[4] 북한은 2020년도부터 2021년까지 전파방해로 여러 차례 교란작전을 수행하고 있다. 이러한 교란작전은 GPS 위성에 대한 높은 의존도를 가진 우리 무기체계에 대해 포격 타격, 유도무기 등에 심각한 손상을 입힐 수 있다.

GPS 전파교란은 전파신호를 방해하여 GPS 수신기의 오작동을 일으킬 수 있다. 이러한 방해효과는 재밍 신호의 발생 위치와 GPS 수신

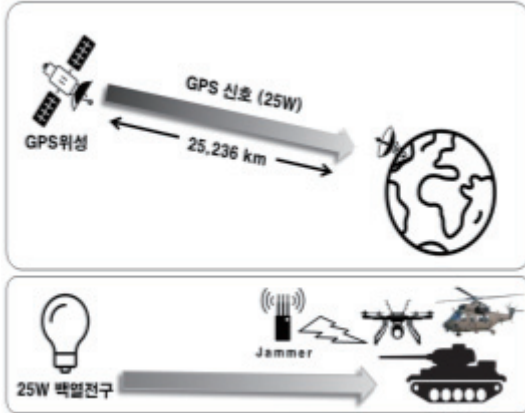
기의 위치, 노출시간, 재밍 신호의 강도와 특성 등에 따라 달라진다. 이에 따라 무기체계에 미치는 방해효과도 달라질 수 있다. 또한 재밍 신호의 발생 위치와 강도에 따라 방해 범위가 달라진다. 일반적으로 재밍 신호의 강도가 높을수록 방해 범위가 넓어지며, GPS 수신기와 재밍 신호의 거리가 가까울수록 방해효과가 크다. 따라서 재밍 신호를 사용하여 GPS 수신기를 방해하려는 공격자는 GPS 수신기와 가까운 거리에서 재밍 신호를 발생시키는 것보다 효과적일 수 있다.[5]

GPS 재머가 전파교란 공격을 시도할 때, 각 재머의 신호가 영향을 미칠 수 있는 거리를 산출하기 위해 중앙전파관리소의 무선국 및 전파 응용설비의 검사업무 처리기준의 성능검사 공식과 최신전파항법 공식을 참조한다. 지대지 재밍 공격은 이상적인 자유공간에서의 전파 감쇠만 고려했으며 지대공 재밍의 경우에는 대기의 강우감쇠에 따른 전파 손실값을 추가로 적용하여 거리를 산출한다.

2.3 GPS 재머의 재밍 효과

GPS 전파교란 원리는 GPS 신호가 약 25,200km 상공에서 25W의 출력으로 송신되어 지상에서의 수신전력이 극히 미약하여 혼신에 취약하다. GPS 신호 혼신은 <그림 1>과 같이 약 25,200km 상공의 위성에 설치된 25W 백열 전구를 지상에서 관찰하는 상황과 유사하여 공격자가 이보다 강한 빛을 비추면 백열전구 불빛을 식별할 수 없게 되는 원리이다.

재밍 신호의 강도가 높을수록 GPS 수신기의 성능에 미치는 영향이 크게 된다. GPS 수신기는 신호 강도에 따라 GPS 신호를 구별하고 위치를 결정한다. 재밍 신호가 강하면 GPS 수신기가 GPS 신호를 감지하지 못할 수 있다. 따라서 재밍 신호가 강할수록 비행체의 GPS 수신기의 성능이 크게 저하된다.



<그림 2> GPS 재밍 원리

그리고, GPS 신호는 무인항공기(UAV)의 비행 경로, 위치 및 속도를 제어하는 데 필수적이며, GPS 재밍은 UAV가 올바른 위치를 식별하지 못하게 하여 비행 경로 및 위치를 제어하는 능력을 무력화한다. 이는 무인항공기가 제어 불가능 상태가 되거나 완전히 통제 불가능의 영역에 빠질 수 있다.

GPS 재밍은 GPS 신호를 방해하거나 차단하여 GPS 수신기가 잘못된 정보를 받거나 아예 신호를 수신하지 못할 수 있으므로, GPS 재밍은 효과적으로 무기체계를 방해할 수 있다.

3. 전파교란 거리 분석

3.1 성능기준 전파교란 거리

전파교란 영향분석을 위해 위성 수신 코드별 J/S(Jamming per Signal Ratio) 성능값과 자유공간경로 손실 수식을 사용하여 재밍 가능 거리를 산출한다.[6] GPS 항재밍 성능은 재머 출력값과 자유공간손실을 고려한 값이 GPS 수신레벨(-130dBm³⁾) 보다 큰 값을 가질 경우 재밍이 가능한 것으로 계산한다. GPS 수신레벨은 민간용 25W GPS위성신호(C/A)의 수신 세

기가 약 -160dBW(-130dBm)이기 때문에 GPS 수신레벨은 -130dBm으로 산정하였다.

재머 출력값은 GPS 수신기가 신호를 수신하지 못할 때 재머장비의 출력값을 의미한다. 지대공 재밍일 경우 대기편광손실을 고려하여 아래와 같은 식을 적용한다.

$$J/S = \text{재머 수신레벨} - \text{GPS 수신레벨} \\ = \{ \text{재머 출력값} + \text{대기편광손실} \\ + \text{자유공간경로손실}(L) \} - \text{GPS 수신레벨}$$

$$L = 32.45 + 20\log f(\text{MHz}) + 20\log d(\text{km})$$

f = 추정주파수

d = 송신안테나와 수신 안테나 간의 거리

공간손실값은 중앙전파관리소 무선국 및 전파이용설비의 검사업무 처리기준을 참조하여 송신안테나와 수신 안테나 간의 거리는 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$d = 10^{\frac{L - 32.45 - 20\log f}{20}}$$

$L(\text{dB})$ 자유공간경로손실

$f=1,575.42\text{MHz}$ (GPS 주파수)

GPS 수신레벨 = -130.83dBm

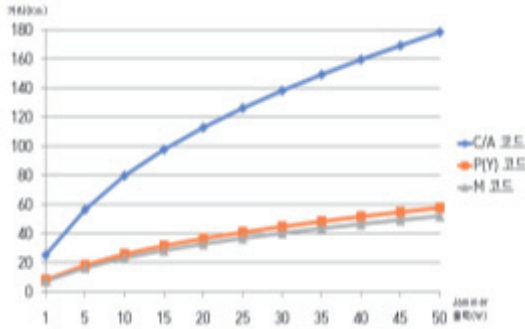
J/S 값(dB)이 높을수록 항 재밍 성능이 우수하며, 계산하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 코드별 J/S 값[7]

구분	C/A 코드	P(Y) 코드	M 코드
J/S 값	36.4	46.2	47.1

3) dBm은 GPS 수신감도에 사용되는 단위로 mW를 기준으로 한 전력 측정값으로 mW 단위의 전력을 dB스케일로 나타낸 단위이다.

상용 주파수를 쓰는 L1 C/A의 경우 1W에서 25.21km에서 50W출력의 경우 178.28km로 계산된다. 재머 출력값과 코드를 고려하여 재머가 방해할 수 있는 거리는 <그림 2>와 같다.



<그림 3> GPS 재밍 거리

3.2 전파항법 전파교란 거리

GPS 항재밍 성능 값(J/S)은 대기편광손실과 자유공간경로손실을 반영하여 계산한다.[8] 송신안테나와 수신 안테나 간의 거리는 아래와 같이 나타낼 수 있다.

$$d = 10^{\frac{-L}{20} - \log\left(\frac{4\pi}{\lambda}\right)}$$

$$L(\text{dB}) = \text{GPS 수신레벨} - \{\text{재머출력값} + \text{대기편광손실}\} + J/S$$

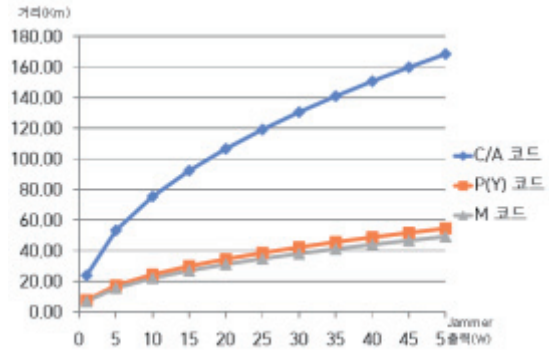
$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (f=\text{GPS 주파수}, c=3 \times 10^8 \text{m/s})$$

$$f = 1,575.42 \text{MHz} \quad (\text{GPS 주파수})$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$$

$$\text{대기 및 편광 손실값} = -0.5 \text{dB}$$

상용 주파수를 쓰는 C/A 코드의 경우 1W에서 23.84km에서 50W출력의 경우 168.55km로 계산된다. 재머 출력값과 코드를 고려하여 재머가 방해할 수 있는 거리는 <그림 3>과 같다.



<그림 4> GPS 재밍 거리

4. GPS 전파교란 모의 논리

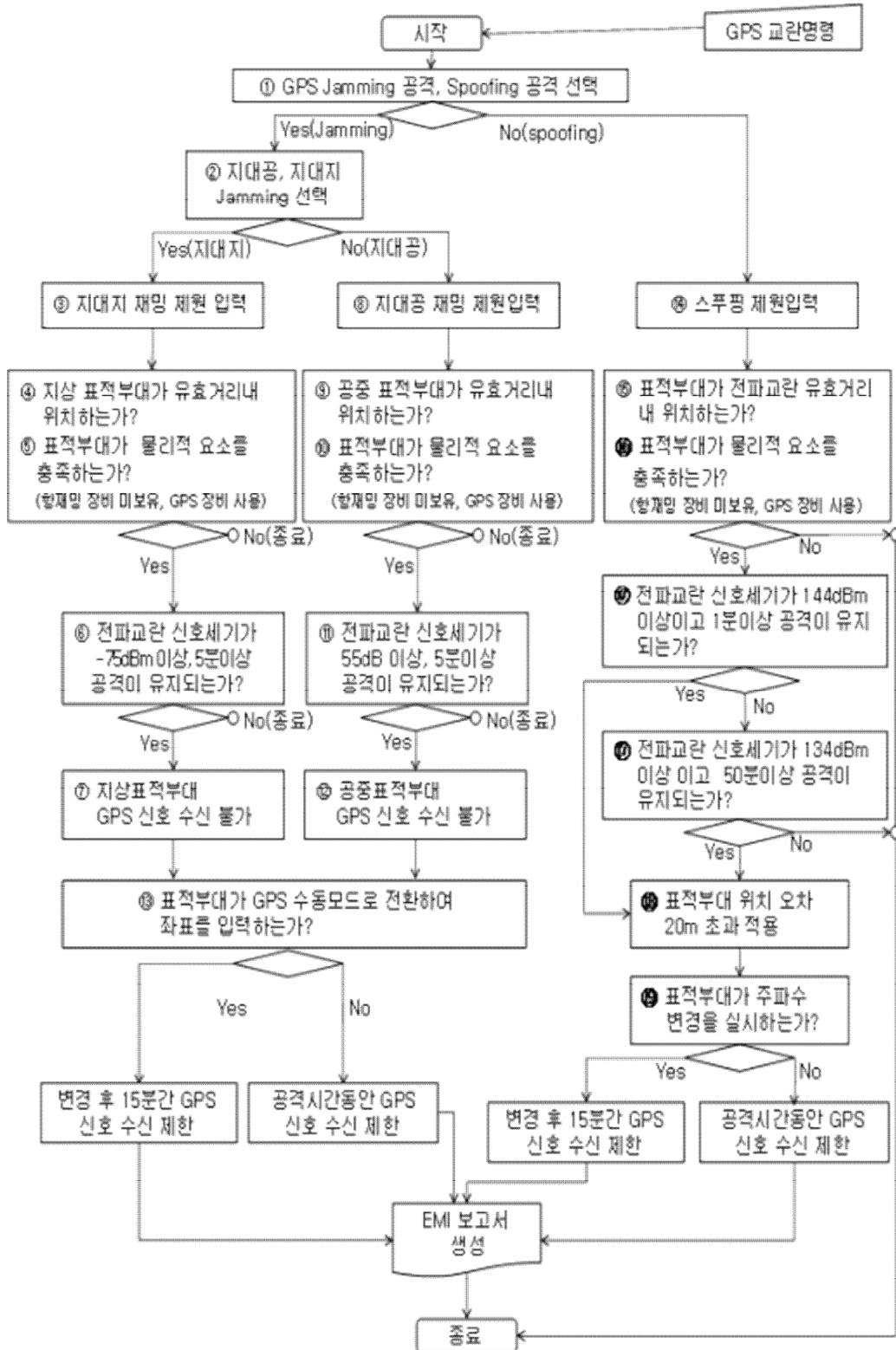
성능검사 공식을 적용한 거리는 지대지, 지대공 GPS 재밍에 적용하고, GPS 스푸핑 공격 간에는 성능 기준과 전파항법 공식을 적용하여 지대공 재밍, 지대지 재밍, GPS 스푸핑 모의 논리를 제안한다. 재머 출력값, 운용부대, 표적 부대와와의 거리, 사용주파수, 전파교란 지속시간을 고려하여 나타낸 GPS 전파교란 모의 논리는 <그림4>와 같다.

GPS 전파교란 모의 수행은 재밍과 스푸핑으로 나누어 실행되며, 수집된 적 부대지역에 대해 전파 교란을 시행함으로써 방해받은 부대가 일정 시간 동안 표적 확인, 위치보고, 감시자산에 대한 시간 오차 등을 적용하여 수행한다.

먼저 GPS 재밍 또는 스푸핑 공격 여부를 선택하고, 지대지 공격 또는 지대공 공격 여부를 선택한다. 공중에 있는 무기체계들에 대해서는 공역 사용 수단별 운용고도를 감안하여 공격부대와 표적부대 간 측정된 거리를 고려한다.

GPS 재머의 출력값에 따른 교란 가능 거리와, 운용부대와 지상 표적부대와와의 거리를 비교한다. GPS 재머의 교란 가능 거리는 표적부대가 사용하는 주파수에 따라 J/S 값 및 교란 가능 거리가 변경된다.

지상 표적부대가 GPS 수신기를 사용하는지



<그림 5> GPS 전파교란 모의 논리

또는 항재밍 장비를 보유하고 있는지 확인한다. 항재밍 능력이 있으면 지대지 재밍 공격을 실패 처리하고 모의를 종료한다. 육군의 일부 무기체계는 패키지 형태로 항재밍 능력이 향상되어 운용되고 있기 때문이다.

재머의 출력값이 -75dBm 이상, 전파교란 지속시간이 5분 이상[9]인지 확인한다. 출력값에 따른 교란 가능 거리 내 지상에 위치한 부대는 GPS 신호 및 좌표값을 사용할 수 없게 된다.

공중표적부대가 GPS 수신기를 사용하는지 또는 항재밍 장비를 보유하고 있는지 확인한다. 항재밍 능력이 있으면 지대지 재밍 공격을 실패 처리하고 모의를 종료한다. 육군 일부 무기체계는 패키지 형태로 항재밍 능력이 향상되어 운용되고 있기 때문이다.

재머의 출력값이 55dB 이상, 전파교란 지속시간이 5분 이상[9]인지 확인한다. 출력값에 따른 교란 가능 거리 내 공중에 위치한 표적은 GPS 신호 및 좌표값을 사용할 수 없게 된다. 재밍 공격을 받은 표적 부대가 운용 중인 GPS 장비를 GPS 수동모드로 전환하거나, 관성항법장치(INS) 사용으로 변경하는지 확인한다. 관성항법장치(INS)를 사용하는 장비들은 관성항법장치 사용으로 모드 변경을 하는지 확인한다. 운용 방법을 변경 할 경우 15분간 GPS 수신 제한하고, 운용 방법을 변경하지 않을 경우 공격 시간 동안 GPS 수신이 제한된다.

스푸핑 공격에 필요한 제원을 입력한다. 지상 표적 부대가 교란 가능 거리 내에 위치하는지 확인한다. 공중표적은 공역 사용 수단별 운용고도를 고려하여 공중 표적부대가 유효 거리 내에 위치하는지 확인한다.

표적부대가 GPS 수신기를 사용하는지 또는 항재밍 장비를 보유하고 있는지 확인한다. 항재밍 능력이 있으면 스푸핑 공격을 실패 처리하고 모의를 종료한다.

전파교란장비의 신호 세기가 144dBm 이상, 전파교란장비 운용 시간이 1분 이상 인지 확인

한다. 스푸핑 공격을 받은 표적에 대해 위치 오차 20m 초과를 적용한다. GPS 전파교란 감시체계 ‘기만’ 정보와 같은 효과를 적용한다. 표적부대는 정상과 다른 신호를 수신하여 GPS 신호가 비정상적으로 수신됨을 인지할 수 있다.

스푸핑 공격을 받은 부대가 운용 중인 주파수를 변경하는지 확인한다. 주파수를 변경할 경우 15분간 GPS 수신 제한한다. 주파수를 변경하지 않을 경우 공격 시간 동안 GPS 수신 제한 한다. Spoofing 공격 후 EMI 보고서를 피해부대에 생성한다.

5. 결론

무선네트워크의 발전과 사용 증가로 사이버 공간과 전자기스펙트럼의 교차영역이 확대되면서 사이버전과 전자전을 융합하여 시너지 효과를 창출하려는 사이버 전자전의 개념이 대두되었다. 이는 고출력 전자기스펙트럼과 멀웨어를 융합하여 사이버공간 및 시스템에 장애를 일으킬 수 있는 효과를 가져온다. 사이버 전자전에 관한 대부분의 무기체계에 주로 사용되는 GPS와 GPS 재밍은 특성상 다른 전투 형태에 비해 상대적으로 모의 논리 개발이 적었던 것이 사실이다.

본 연구에서는 육군 합성전장훈련체계의 전투지휘훈련모델에 적용가능한 GPS 재밍 모의를 연구하였다. GPS 재밍을 지대공 재밍, 지대지 재밍, GPS 스푸핑으로 구분하여 GPS 재머의 영향 거리에 따른 전파의 손실을 고려한 GPS 재밍 모의 논리를 제안하고, GPS 전파교란 모의 수행 절차를 바탕으로 하여 아군에 전파 교란을 시행하고, 이를 통해 방해받은 부대가 일정 시간 동안 표적 확인, 위치보고, 감시 자산에 대한 시간 오차 등을 적용하여 GPS 신호가 제한되도록 모의하였다.

참 고 문 헌

- [1] 강동수, 이민우, 현대전에서의 사이버전 위계 임 연구, 국가안보문제연구소, 2020.
- [2] 윤지영, 강동수, “합성전장훈련체계의 사이버 작전 모의를 위한 GPS 잡음 Jamming 유효거리 분석, 2023 국방경영분석 학술대회 논문집, pp.326~335, 2023.
- [3] 김도현, 강동수, ”북한의 사이버전자전 능력 연구“, 한국소프트웨어종합학술대회 논문집, pp.37-39, 2021.
- [4] 강동수, 이상준, 윤지영, “육군 합성전장훈련체계의 GPS Jamming 및 사이버작전 모의논리 연구,” 연구보고서, (주)심네트, 2023.
- [5] Joint Navigation Warfare Center, GPS Frequency Clearances and Reliability Prediction Model
- [6] 중앙전파관리소, “무선국 및 전파응용설비의 검사업무 처리기준(고시 제2023-1호)”
- [7] E. D. Kaplan, C. J. Hegarty, "Understanding GPS Principles and Applications," 2005.
- [8] 해수부, 국토부, 과기정통부, “최신 전파항법 국제동향 파악 및 아국 대응전략 수립,” 2017.
- [9] 국방부, GPS 전파혼신 재난 위기대응 실무매뉴얼, 2023.

저 자 소 개



윤지영 (E-mail: yoonjy131@gmail.com)

2017 창원대학교 신소재공학 공학사
현재 국방대학교 컴퓨터공학 석사과정
관심분야 : 사이버 전자전, GPS 전파교란



강동수 (E-mail: greatkoko@kndu.ac.kr)

2011 고려대학교 컴퓨터공학 박사
현재 국방대학교 국방과학과 학과장
관심분야 : SW보안 테스트, 해사 사이버 보안,
무기체계 SW, 북한 SW, 국방M&S,
머신러닝, 국방획득

텍스트마이닝 및 기계학습을 활용한 온나라시스템 문서분류 모델링

Document Classification Modeling Using Text Mining and Machine Learning in On-nara System

윤영빈¹⁾ · 문호석²⁾

Yeongbin Yun · Hoseok Moon

ABSTRACT

In the military, a substantial volume of official documents is processed daily in electronic format through the On-nara system. Documents dispatched from external sources are received by unit officers, and manually processing these documents is time-consuming. To solve this problem, the application of pre-trained language models in military administrative tasks could significantly enhance efficiency. However, introducing this technology into the military presents real-world challenges, such as cost and security issues. This study proposes a method for automatically classifying electronic official documents using text mining and machine learning. Specifically, a classifier based on XGBoost has achieved high accuracy, approximately 90%. The adoption of this artificial intelligence technology will facilitate the automation of routine administrative tasks, saving on manpower and time, and improve the overall work environment, allowing soldiers to concentrate more on their primary missions.

Keywords : Artificial Intelligence, Document Classification, Machine Learning,
On-nara System, Text Mining

논문접수일 : 2023년 11월 20일, 심사일 : 2023년 11월 27일, 게재확정일 : 2023년 11월 28일

1) 국방대학교 국방과학학과 석사과정

2) 국방대학교 국방과학학과 교수 / 교신저자(hsmoon0329@gmail.com)

1. 서론

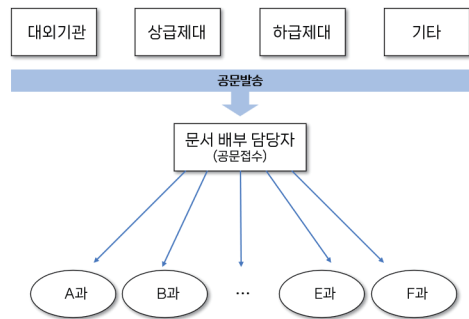
육·해·공군에 근무하는 모든 간부들은 ‘온나라 업무시스템(이하 온나라 시스템)’의 메모보고, 전자문서, 일정관리 등 기능을 이용하여 행정 업무를 수행한다. 온나라 시스템은 정부 기관, 관공서 등과도 연동되어있어 군내 공문처리 뿐만 아니라 대외업무도 효율적으로 처리할 수 있는 시스템이다. 이를 이용하여 각종 문서를 작성, 검토, 승인 및 공유하고 배포, 보관에 이르기까지 전체 문서 처리 프로세스를 관리할 수 있다. 또한, 부서별 업무 정보를 실시간으로 공유할 수 있기 때문에 협업에 용이한 체계이며, 강력한 보안 기능이 있어 인가되지 않은 사용자 접근을 제어하고, 필요시 문서를 비공개할 수 있다.

온나라 시스템 메뉴 중에서 ‘전자문서’ 메뉴는 상급부대, 타 기관·제대 등으로부터 접수한 공문, 부서 내에서 기안한 공문, 수기로 결재된 문서에 대한 근거를 남기기 위한 비전자문서 등록 등 다양한 기능을 제공한다.

특히 전자문서의 기능 중 가장 많이 활용되는 기능은 ‘공문 접수’ 기능이다. 공문은 공문서의 줄임말로 공공기관이나 단체에서 작성한 문서를 뜻하는데, 권한이 있는 군인(공무원 또는 군무원)이 작성하여 최종결재권자의 결재를 받으면 공문의 효력을 지닌다. 군에서 공문은 명령의 하달, 교육훈련 시행, 시설 협조, 비밀 수정 등 다양한 목적으로 사용되어 중요한 역할을 한다.

공문의 배부 절차는 <그림 1-1>과 같다. 대외기관, 상급부대 등 외부로부터 발송되어온 공문은 바로 담당 실무자에게 접수되는 것이 아니라 해당 부대의 문서 배부 담당자에게 종합되고, 문서수발 담당자는 각각의 공문의 제목과 기안지에 있는 정보를 확인하여 수신 부서로 배부한다. 많은 문서를 분류하는 담당자 입장에

서 공문 제목만으로 어느 부서로 배부되어야 하는지 명확히 구분되기도 하지만, 그렇지 않으면 공문의 전체 내용을 읽어보거나 부서에 일일이 연락하여 공문의 출처를 확인하여 올바르게 배부해야 한다. 또한 이러한 과정에서 공문이 잘못 배부되어 반송되는 사례도 종종 있으며, 이 경우 중요한 공문이 늦게 처리되어 실무자가 업무의 시기를 놓치는 문제가 발생할 수도 있다.



<그림 1-1> 공문 배부 절차

이러한 공문 배부 상의 문제점이 어떤 것이 있는 지에 대해서 육군 2개 군단 및 8개 사단 문서 배부 담당자에게 업무 처리 시간을 확인한 결과, 군단에서는 문서 배부에 일일 평균 1시간 45분, 사단에서는 일일 평균 1시간이 소요되었다. 또한, 문서 배부 담당자에게 배부업무는 주요 업무가 아닌 수시로 처리해야 하는 업무로 일과 중에 접수된 공문을 수시로 확인하여 배부해야 하며, 당일 배부가 원칙이라 매일 빠짐없이 문서 배부 업무를 수행한다[1].

문서 배부업무는 보병 여단급 제대부터 군 최상위제대까지 모든 제대에서 실행되는 업무이며 우편번호나 주소를 보고 우편을 분류하는 것과 같이 단순한 업무에 속한다. 이러한 분류 작업은 인공지능을 통해서 구현할 수 있는 기능이며 다양한 사례로 실현되고 있다. 예를 들어 한국의 우정사업본부와 같은 미국의 USPS(United States Postal Service)는 인공

지능 기술을 활용하여 우편번호와 주소정보를 자동으로 수집하고 우편물을 분류한다. 이를 통해서 8~10명의 직원이 수일 동안 하던 일을 현재는 1~2명의 직원이 단 두 시간 만에 완료할 수 있게 되었다[2]. 또한 법률 자동화 회사인 로지스(LawGeex)에서는 인공지능과 20명의 변호사를 대상으로 11페이지 분량의 비밀 유지계약 5건을 처리하는 실험을 진행하였다. 실험 결과, 인공지능은 26초 만에 문서 검토를 완료했지만, 대형 로펌 등에서 근무하는 변호사들은 평균 92분이 걸렸다. 정확도 평가 결과에서도 인공지능은 94%의 정확도를 보인 반면 변호사들은 85%에 그쳤다[3].

본 연구는 온나라 시스템에 있는 공문접수 기능에서 접수된 공문을 자동으로 담당 실무자에게 분류하는 문서 배부 인공지능에 관한 연구이다. 이를 위해 2020년부터 2022년 전반기까지 접수된 공문 9,024개의 텍스트 정보를 수집하여 학습하였고, 2022년 후반기에 접수된 공문을 예측하여 정확도를 검증하였다. 유·무인 복합체계, 무인 로봇 등 전장에서 활약하는 인공지능을 개발하는 것도 중요하지만, 단순한 행정 업무를 인공지능으로 대체하여 전투 임무에 집중할 수 있는 환경을 조성하는 것도 중요한 분야이다.

2. 기존연구

텍스트 데이터는 대표적인 비정형데이터이며 이를 분석에 사용하기 위해서는 적절한 전처리 과정을 거쳐 정형화할 필요가 있다. 다양한 방법론에 따라 정형화한 데이터는 기계학습 기술 등에 훈련데이터로 활용해서 분류기를 개발하는 과정을 거친다.

텍스트 데이터의 전처리 과정에는 주로 BoW(Bag-of-Words), TF-IDF(Term Frequency-Inverse Document Frequency),

Word2Vec, 그리고 Doc2Vec 같은 기법이 활용된다. BoW와 TF-IDF는 단어의 빈도수를 분석하여 텍스트 내에서 중요한 단어를 식별하는데 사용되며, Word2Vec은 단어를 벡터화하여 문맥의 의미까지 고려하는 기법이고 Doc2Vec은 Word2Vec을 확장하여 문서 전체의 의미를 벡터로 변환하는 기법이다. 김성희(2008), 박찬정(2012)은 텍스트 전처리 과정을 거친 다음 전체 단어 벡터를 구성하고 대표 단어를 정한 다음 학습 문서에서 용어별 가중치를 TF-IDF를 이용하여 계산하여 활용하였다[4].

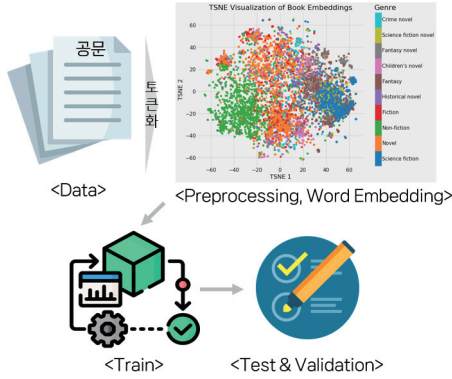
텍스트 데이터를 이용하여 지도학습에 활용한 기존 연구도 다양하다. 김성희(2008)는 신경망(Neural Network), 의사결정나무(C5.0, CHAID), KNN(K-Nearest Neighbor)을 활용하여 미국 국립의학도서관 MeSH의 8개의 주제별 범주를 분류하였으며[5], 김정미(2017)는 Word2Vec을 활용한 RNN(Recurrent Neural Network)기반 모델을 새롭게 제안하였다[6].

김도우(2017)는 Word2Vec과 Doc2Vec을 CNN(Convolution Neural Network)에 적용하는 방법을 제안하였다. 이 논문에서는 문서 분류에 Doc2Vec을 활용하는 것이 훨씬 효과적이고 한국어 신문 기사 분류 간 높은 성능을 보여주었다[7]. 정지수(2019), 송진주(2019)는 Doc2Vec을 이용하여 문서의 특징을 추출하고, 이를 바탕으로 SVM(Support Vector Machine)과 로지스틱 회귀 모델을 구축하였다[8][9].

BoW 및 TF-IDF방식은 핵심 단어 추출에는 유용하나, 문서의 전반적인 문맥을 이해하고 파악하는 데는 한계가 있다. 이에 대한 해결책으로 Word2Vec과 Doc2Vec을 함께 활용하여 단어 간의 의미적 관계를 보존하고 전체 문서를 벡터화하는 방식이 최근에는 유용하다고 평가받고 있다. 본 연구에서는 다양한 방식들을 고려하여 문서 분류 모델을 성공적으로 구현할 수 있는 벡터화 방식을 사용하였다.

3. 연구 방법

3.1 연구 절차



<그림 3-1> 세부 연구 절차

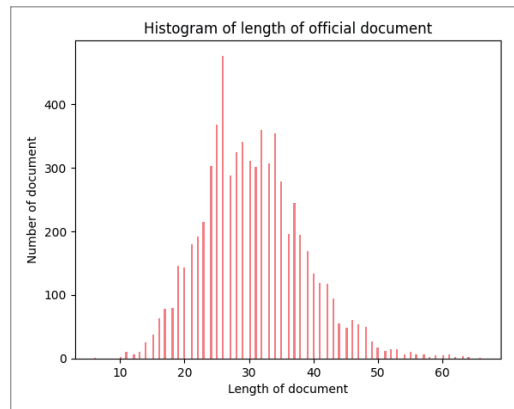
본 논문의 연구 절차를 간략화하면 <그림 3-1>과 같다. 먼저, 2020년 1월 1일부터 2022년 12월 31일까지 온나라 시스템 전자문서 공문의 제목과 수신처에 해당하는 텍스트 데이터를 수집하였다. 이후 탐색적 자료분석(Exploratory Data Analysis)을 통해 텍스트 데이터가 가지고 있는 내재된 특성을 확인하기 위해 시각적으로 표현하여 확인하였다. 그리고 텍스트에 대한 정보를 단위별로 나누는 자연어 토큰화(Tokenizing) 과정을 거쳐 불용어 처리, 어간 추출 및 일치화 등 전처리를 과정을 실시하였다.

텍스트 데이터는 대표적인 비정형데이터로 컴퓨터로 분석하기 위해선 숫자 형태인 벡터로 변환하는 벡터화(Word Embedding) 과정이 필요한데, Python의 사이킷런 라이브러리를 활용하면 텍스트 데이터에서 빈도수를 기준으로 특징을 추출하는 ‘CountVectorizer’, 단어의 빈도수와 문서 빈도수를 활용한 ‘TfidfVectorizer’ 등을 이용할 수 있으며, 사전학습 언어 모델을 이용하여 벡터화하는 방법도 사용할 수 있다. 이번 연구에서는 단어 빈도수 기반의 벡터화

방식인 CountVectorizer를 이용하였다. 이후에 학습단계에서는 데이터의 특징에 따라 단순한 회귀모형부터 랜덤포레스트, XGBoost와 같은 앙상블 모형까지 복잡한 모형에 적합시키며 결과를 비교하였다.

3.2 탐색적 데이터 분석

전체 데이터의 개수는 6,874개로 제목을 의미하는 ‘document’ 변수와 수신처를 의미하는 ‘label’로 구성되어 있으며, 반응변수에 해당하는 ‘label’ 변수는 작전, 인사, 정보, 지통, 군수 등 12개 부서명으로 구분되어 있다. ‘document’ 변수는 전처리 과정 이전의 텍스트 데이터로 문서 제목이 포함되어있다. 각각의 데이터들에 대해 문서 제목의 길이를 확인해보면 <그림 3-2>와 같다.



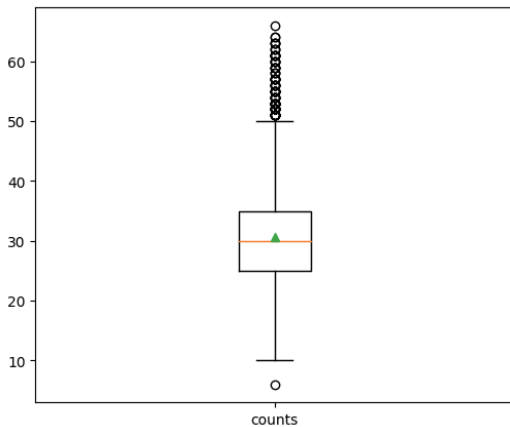
<그림 3-2> 온나라 전자문서 공문 제목 길이 분포

문서 제목의 길이는 10자 정도의 짧은 길이부터 60자까지 분포돼 있다. 많은 공문의 제목은 25자에서 35자 사이에 많이 몰려있는 정규 분포의 형태를 보이는데, 이러한 특성은 공문을 작성하는 실무자가 제목을 작성할 때 적절한 길이로 표현하려는 습관이나 노력이 반영된 결과라고 볼 수 있다. 문서 제목에 대한 기술통계량은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 공문 제목 길이 기술통계량

최대값	최소값	평균	표준 편차	중앙값	1사분 위수	3사분 위수
66	6	31	8	30	25	36

길이의 최대값은 66이다. 최소값은 6이고 평균의 경우 약 31 정도 된다. 중간값은 30자로 평균보다 조금 작은 값을 가진다. 이 값에 대해 상자 그림(Boxplot)을 그려보면 <그림 3-3>과 같다. 그림을 보면 일부 길이가 긴 데이터가 꽤 있다는 것을 확인할 수 있다. 중앙값과 평균값은 전체 데이터로 보면 중앙 쪽에 위치하고 있다.



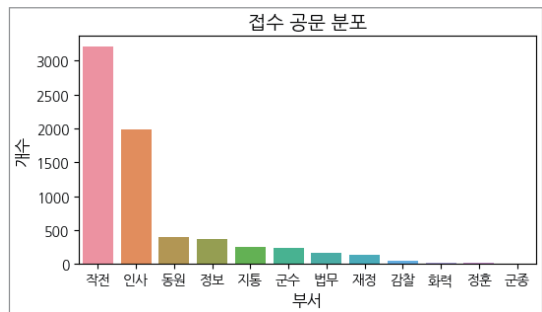
<그림 3-3> 공문 제목 길이 상자 그림

워드클라우드(Word Cloud)는 텍스트 데이터에서 단어의 빈도를 시각적으로 표현하는 방법인데 텍스트 내에서 자주 등장하는 단어는 더 큰 글꼴로, 드물게 등장하는 단어는 더 작은 글꼴로 표현하여 데이터 내의 주요 개념과 키워드를 한눈에 파악할 수 있는 방법이다. 이를 활용하여 시각화한 결과는 <그림 3-4>와 같다. 워드클라우드를 보면 ‘결과 보고’, ‘일일 명령’, ‘점검 결과’ 등의 어휘가 가장 많이 사용된 것을 확인할 수 있다.



<그림 3-4> 공문 제목 워드클라우드

마지막으로 기계학습 모델의 훈련 및 평가 과정에서 중요한 요소인 라벨값의 비율을 <그림 3-5>와 같이 시각화하였다. ‘작성’은 3,204개, ‘인사’는 1,985개 등 불균형한 분포를 보이고 있다. 이러한 불균형은 다양한 부서로부터의 데이터 수집이 충분하지 않아 발생한 클래스 불균형 문제로 본 연구에서는 ‘작성’, ‘인사’ 라벨에 해당되는 데이터만을 분석대상으로 선정하였으며, 클래스 균형을 맞추고 실험을 하였다.



<그림 3-5> 데이터 클래스 분포

4. 연구 결과

4.1 데이터 전처리 결과

앞서 데이터를 분석한 결과를 바탕으로 데이터 전처리 과정을 진행하였다. 전처리 과정에는 Python 언어의 numpy, pandas, konlpy, tensorflow 등의 라이브러리를 사용하였다. 공문 제목에 특수문자 혹은 숫자 등이 종종 보이

는데 분석과정에서 중요하지 않다고 판단하여 제거하고 한글과 영어 문자만을 남겼다. 이후 konlpy 라이브러리의 형태소 분석기 중 okt 형태소 분석기를 사용하여 형태소를 분석함과 동시에 어간 추출을 하였다.

다음으로 불용어 제거는 공문서 제목이 한글로 작성되었기에, 기존에 영문 위주의 불용어 사전을 활용할 수 없었다. 본 연구에서는 연구자가 직무지식과 탐색적자료분석 결과를 바탕으로 불용어 사전을 정의하고 그것을 기초로 불용어 제거를 하였다. 전처리가 완료된 결과의 일부가 <표 4-1>에 정리되어 있다. 모든 문서 제목에 대해서 <표 4-1>과 같이 정리 결과가 만들어졌다. 전처리 결과를 요약해보면 공문 제목을 구성하는 단어는 약 2,300개이며, 각각의 제목은 최소 2개에서 최대 14개 단어로 구성되어 있고, 6개 단어로 이루어진 제목이 가장 많았다.

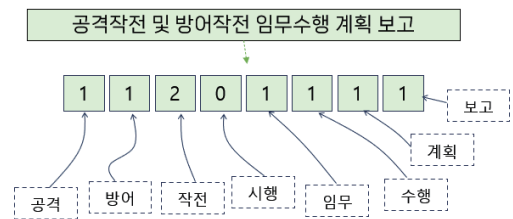
<표 4-1> 문서의 전처리 결과 예

문서	전처리 결과
1	'CCPT', '모의', '운용', '요원', 'BSC', '선발', '협조'
2	'군단', '경계', '작전', '지침', '수정', '가문', '하달'
3	'주둔지', '경계', 'CCTV', '사업', '물품', '증감', '현황', '보고'
4	'분기', '군단', '상황', '관계', '회의', '계획', '보고'
...	...

4.2 텍스트 데이터 벡터화 및 모델링

텍스트 데이터 전처리가 완료된 후에는, 컴퓨터가 이해할 수 있는 형태로 데이터를 변환해야 한다. 이러한 변환 과정을 '벡터화'라고 하

는데, 본 연구에서는 다양한 벡터화 방법 중 문서를 단어의 빈도로 변환하여 BOW를 생성하는 단어 빈도수 기반 벡터화 방법을 사용하였다. BoW 기법을 간단히 표현하면 <그림 4-1>과 같다. 각 문서는 고정된 길이의 벡터로 변환되며, 각 요소는 해당 문서에서 특정 단어가 출현한 횟수를 나타낸다. BoW 기법은 텍스트 데이터 벡터화 기법 중 가장 단순한 방법으로 텍스트 데이터를 직관적으로 정형화시키는 방법이다.



<그림 4-1> 텍스트 데이터 벡터화 과정

하지만 분리된 단어는 약 2,300여 개로 모든 단어를 학습하기에는 차원이 너무 커 단어 빈도수 누적 비율을 고려하여 각 단어의 중요성을 정량적으로 평가하는 방법(이창용, 2016)을 활용하여, 누적 비율 60%를 차지하는 상위 100개의 단어를 핵심단어로 선정하였다. 이는 선정된 100개의 단어가 전체 문서의 60%를 설명한다는 의미를 갖는다. 또한 데이터의 설명력은 40% 정도 감소하지만 약 95.6%의 차원 축소 효과가 있다고 해석할 수 있다[10].

이렇게 변환된 벡터는 학습 데이터와 평가 데이터에 모두 적용되며, 각 벡터의 길이는 100으로 동일한 값을 갖는다. 마지막으로 벡터화가 완료된 정수형 벡터를 모델에 적용하고 라벨값을 예측하는 모델을 만들었다. 이 과정에서 알고리즘은 단순한 모델인 의사결정나무(Decision Tree)부터 각종 앙상블 모델까지 여러 모델을 사용하여 정확도를 비교하였다.

4.3 기계학습을 통한 분류 결과

전처리와 벡터화를 통해서 구축된 문서 제목에 대한 학습 데이터에 대해서 기계학습 방법을 적용하여 문서분류 인공지능 모델링을 실시하였다. 문서 분류 모델링을 위해서 2020년, 2021년 데이터를 학습 데이터로, 2022년 데이터를 평가 데이터로 구분하여 실시하였고 의사결정나무, SVM, 랜덤포레스트, XGBoost 알고리즘을 사용하였다. 평가지표는 정확도(Accuracy)를 사용하였고 결과는 <표 4-2>와 같다.

<표 4-2> 기계학습을 통한 문서 분류 결과

알고리즘	의사결정나무	SVM	랜덤포레스트	XGBoost
정확도	87.3%	89.0%	90.3%	90.9%

<표 4-2>의 정확도는 학습 데이터로 모델을 만든 후에 평가 데이터에 모델을 적용하여 평가된 값이다. 실험 결과 앙상블 모형인 XGBoost를 활용한 모델 결과가 가장 높은 정확도가 나왔다. 또한, 비교적 간단한 모형이면서 해석력이 좋은 의사결정 나무도 87.3%의 정확도를 보여주고 있다. 특히 문서를 분류하는데 걸리는 시간이, 평가 데이터로 사용하는 1,200개의 공문서 분류에 1초 정도였다. 이는 사단 사령부에 근무하는 실무자가 하루에 1시간씩 소요되는 업무를 자동화 시킬 수 있다는 것을 보여주는 것이다. 이를 육군 전체로 확장해보면 육군의 사단 사령부에만 적용한다고 가정하였을 때 하루에 40시간을 절약하는 효과가 있고, 문서 배부를 하는 담당자가 있는 여단부터 군단, 지상작전사령부, 육군본부 등 모든 계대로 확대한다면 시간 절약 효과뿐만 아니라 이로 인한 다른 중요한 업무에 집중할 수 있는 기회비용이 크게 향상 될 수 있을 것이다.

5. 결론 및 향후 연구

2019년 구글이 발표한 BERT(Bidirectional Encoder Representations from Transformers)와 ChatGPT(Chat Generative Pre-trained Transformer)의 기반이 되는 GPT-4 같은 대규모 사전학습 언어 모델은 인공지능 분야에서 혁신적인 변화를 가져왔다. 이러한 모델들은 감정 분석, 텍스트 분류 등 다양한 작업에서 높은 성능을 보여주며, 방대한 데이터를 사전학습 단계에서 학습했기 때문에 새로운 학습을 할 때 적은 양의 데이터로도 높은 성능을 달성할 수 있다. 군 인트라넷 환경에서 이러한 사전학습 모델을 활용하면 행정 업무의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 그러나 사전학습 모델을 군에 도입하는 데는 소요 비용이나 보안 문제 등 다양한 현실적인 어려움이 존재한다. 이번 연구의 실험에서 사전학습 모델을 사용하지 않은 이유도 인트라넷 환경에서 활용하기 어려운 방법이기 때문이다.

본 연구의 실험 결과 분류 정확도는 약 90% 정도로 확인되었다. 이에 더해 파라미터 조정이나 새로운 변수 추가 등 다양한 시도로 본 연구보다는 더 높은 정확도로 향상시킬 수 있을 것이다. 일례로 구글이 데이터 과학자 커뮤니티인 캐글(Kaggle)에서 실시한 대회 중 ‘Bag of Words Meets Bags of Popcorn’이라는 유명한 대회가 있다. 이 대회는 인터넷 영화 데이터베이스(IMDB)에서 나온 영화 평점 데이터를 활용한 문제로, 영화 리뷰 텍스트와 평점을 이용하여 해당 리뷰의 감정(긍정 혹은 부정)을 예측하는 이항 분류 문제였다. 대회 초반에는 정확도가 80% 후반을 기록하다가 최종 우승팀의 정확도는 99.3%였다. 이처럼 이번 연구 결과를 바탕으로 정확도 개선을 위한 향후 연구가 이어진다면 문서 배부를 인공지능으로 완벽히 대체할 수 있는 전자문서 분류기 개발이

가능할 것이라 기대된다.

군 내에서 생성되고 있는 인트라넷 자료, 수기 문서 등 국방 데이터를 활용해 인공지능 기술을 적용할 수 있는 분야는 무궁무진하며 특정 문제에 대한 인식과 해결에 관한 아이디어가 있다면 충분히 해결할 수 있다. 본 연구도 ‘단순하고 반복적인 이 업무를 자동화 시킬 수 없을까?’ 하는 생각으로 출발하여 데이터 수집 방법과 해결 방안에 대한 계획으로 시작하였다. 이처럼 인공지능을 잘 활용하면 간단한 업무를 자동화하고, 계획문서를 작성할 때 많은 도움을 받을 수 있다. 이러한 노력이 모여 머지않은 미래에 행정 업무 패러다임을 혁신적으로 변화시켜 인간의 창의적인 에너지를 보다 고도의 문제 해결과 전략적 사고에 집중할 수 있도록 하여 전반적인 업무 환경의 발전에 기여할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 육군본부. “육규 151 사무관리 및 일상명령 발령 규정 제35조”. 2023.
- [2] NVIDIA. 『Sharpening Its Edge: U.S. Postal Service Opens AI Apps on Edge Network』. 2021.
- [3] LawGeex. 『20 Top Lawyers Beaten by Legal AI』. 2018.
- [4] 박찬정, 성동수, 이근배. “기계 학습을 이용한 특허 문서의 자동 IPC 분류”. 한국정보기술학회논문지, 10(4). 2012.
- [5] 김성희, 엄재은. “기계학습을 이용한 문서 자동분류에 관한 연구”. 정보관리연구, 39(4), 2008.
- [6] 김정미, 이주홍. “Word2vec을 활용한 RNN기반의 문서 분류에 관한 연구”. 한국지능시스템학회, 27(6), 2017.
- [7] 김도우, 구명완. “Doc2Vec과 Word2Vec을 활용한 Convolutional Neural Network 기반 한국어 신문 기사 분류”. 정보과학회, 44(7), 2017.
- [8] 송진주, 강승식. “Doc2Vec을 이용한 특허 문서 자동 분류”. 한국정보처리학회, 2019.
- [9] 정지수, 지민규, 고명현, 김학동, 임현영, 이유림, 김원일. “문서 유사도를 통한 관련 문서 분류 시스템 연구”. 방송공학회논문지, 24(1), 2019.
- [10] 이창용, 문호석. “텍스트마이닝을 이용한 북한 보도동향 및 북한 도발과의 연관성 분석”. 국방연구, 2016.

저 자 소 개



윤영빈 (E-mail: yb6470@gmail.com)

2014 육군사관학교 토목환경공학 학사

현재 국방대학교 군사운영분석전공 석사과정

관심분야 : 텍스트 마이닝, 데이터과학, 국방 AI



문호석 (E-mail: hsmoon0329@gmail.com)

1994 육군사관학교 화학과 학사

2003 고려대학교 전자공학 석사

2006 고려대학교 산업공학 박사

2010 고려대학교 통계학 박사

현재 국방대학교 국방과학학과 교수

국가안전보장문제연구소

군사과학연구센터장

관심분야 : KCTC 빅데이터분석, 데이터과학,
국방 AI, M&S

전투지휘훈련간 전투협조회의 분석방법론 연구1)

A Study on the Methodology for Analyzing Battlefield Coordination Meeting during BCTP training

조성일²⁾ · 신용³⁾ · 문호석⁴⁾

Sungeel Jo · Yong Shin · Hoseok Moon

ABSTRACT

The data produced at command posts during BCTP training holds significant importance. However, it is often observed that this data is deleted post-training without thorough analysis. Addressing this issue, the present study structurizes the voice command information (text data) generated at Command Control Center(CCC) during such training, using text mining techniques. By extracting key features, the study reveals implications for the advancement of Battle Command.

The findings of this study offer valuable insights to commanders and staff in three key areas. Firstly, within the context of Battlefield Coordination meetings, this research demonstrates the feasibility of objectively and scientifically extracting summaries and key concepts from meeting discussions in a concise manner, facilitated by Topic Modeling. Secondly, the provision of analytical data concerning individuals, including commanders, holds potential for significant improvements in communication strategies. Thirdly, a chronological analysis of commanders' directives yields insightful information on the relationship between specific decisions and their outcomes in varying situations. This analysis is pivotal in identifying essential traits that influence battle outcomes, thereby augmenting the leadership capabilities of commanders and aiding in the development of a comprehensive, data-driven decision support model

Key Words : Battle Command Information, Text-mining, Network Analysis, Topic Modeling, t-SNE

논문접수일 : 2023년 11월 24일, 심사일 : 2023년 11월 27일, 게재확정일 : 2023년 12월 3일

1) 본 논문은 육군합성전장훈련체계의 텍스트마이닝 기술연구(제2023MNS03-04호)의 지원으로 작성되었습니다.

2) 국방대학교 국방과학학과 석사과정

3) 한국소프트스페이스(주) 연구소 부장

4) 국방대학교 국방과학학과 교수 / 교신저자(corresponding author)

1. 서론

갈수록 고도화되고 복잡도가 증가하는 미래 전장에서는 지휘관과 참모의 개인 전문성에 의존하는 지휘결심체계에 한계가 있을 수밖에 없다. 지휘통제 복잡도의 증가는 2차세계대전 이후 2차원의 영역에서 현재 JAD(Joint All - Domain Command and Control) 고차원영역으로 확장되었으며 대용량의 정보 속에서 최적의 의사결정을 내리기 위한 지휘결심지원 시스템이 필수적이다.[1]

지휘관의 결심지원을 위한 대표적인 전투지휘데이터는 육군 BCTP⁵⁾(Battle Command Training Program)단 훈련 간 CCC⁶⁾에서 전투참모단이 훈련하는 내용이다. 훈련부대는 구성(Constructive) 모의훈련기로 가상으로 진행되며 CCC활동은 실제 지휘관과 참모가 참여하여 진행한다.[2] 훈련간 다양한 형태의 데이터를 수집할 수 있는데 비정형데이터로는 전투협조회의 내용(음성), 작전명령(텍스트) 등이다.

이런 유용한 훈련데이터들을 활용하여 지휘관의 지휘능력을 점검하고 전투협조회의를 올바르게 이끌어가고 있는지 분석하여 지휘관의 지휘능력 향상 제고가 필요하지만, 지휘관의 결심을 지원하기 위한 시스템 개발은 미흡한 실상이다. 특히 전투지휘훈련간 지휘소에서 생산되는 데이터는 매우 중요한 정보이나 훈련 종료 후 분석 없이 삭제되고 있다. 일부 저장은 하지만 보안상의 이유로 열람이 불가하여 데이터 저장 시스템 또한 구축되어있지 않다. 따라서 데이터 과학자에 의한 분석을 통해 전

투결과에 영향을 미치는 중요한 특성이 무엇인지 추출함으로써 지휘관의 지휘능력 향상에 기여할 수 있는 노력이 필요하다.

본 연구의 범위는 텍스트데이터로부터 전투지휘에 관한 단어들을 정의하고 생산하여 특성을 추출하는 것이며 실제 전투지휘정보가 보안상의 이유로 축적되지 않아 대신 유사한 형태의 토론 텍스트데이터를 사용하였다. 토론 텍스트데이터는 국방 TV, 국방포커스의 ‘2023년 안보정세 전망 미.중 갈등 그리고 아시아’에 대한 내용으로 총 47분가량의 토론데이터를 네이버 클로바노트를 활용하여 <그림 1-1>과 같이 음성데이터를 텍스트데이터로 변환해서 수집한 다음 분석간 활용하였다.



<그림 1-1> 클로바 노트로 수집한 데이터

이번 연구의 목적은 육군 전투지휘훈련단(BCTP)의 전투지휘훈련간 지휘소(CCC) 음성지휘 정보(텍스트데이터)를 텍스트마이닝 기술을 이용하여 정량화 시키는 것이다. 정량화된 데이터를 이용하여 특성을 추출하고 전투지휘 발전을 위한 함의를 도출하여 향후 발전적인

5) 전투지휘훈련(Battle Command Training Program) : 부대의 지휘통제능력 향상을 위해 지휘통제분부를 대상으로 훈련용 가상모의 체계를 활용하여 실시하는 훈련. 전투지휘훈련단 주관으로 훈련통제와 사후검토를 실시하며 훈련에 사용되는 가상모의체계는 창조 21모델, 화랑21모델, 전투근무지원 모델 등이 있음. (군사용어, 2018. 12. 28., 육군본부)

6) CCC(Command Control Center) : 지휘관과 참모 등 지휘통제 요원이 예하 부대를 효과적으로 지휘 통제할 수 있도록 지휘소 일부로 편성된 기구. 일반적으로 본부, 정보, 작전, 화력, 작전지속지원, 지휘통신 등의 기능실로 편성됨. (군사용어, 2018. 12. 28., 육군본부)

분석을 위한 제언을 포함한다. 활용되지 못하고 있는 비정형데이터를 정형화시킴으로써 데이터 기반의 의사결정 지원모델 구축에 기여할 수 있을 것이다.

2. 관련 연구

텍스트데이터는 대표적인 비정형데이터로 신문기사, 보도, SNS, 회의록 등등 우리 주변에서 쉽게 접할 수 있다. 이런 텍스트데이터를 활용하기 위해 정형화시키는 연구가 다양한 분야별로 진행되어왔으며 대부분 연구자의 주관적 견해와 전문성이 포함되어 분석되어왔다.

관련된 연구를 살펴보면 감미아(2012)는 신문사별로 논조의 차이를 비교·분석하기 위해 단순 빈도분석, 군집화, 분류 등의 기법을 활용하였다. 단순 빈도분석을 통해 해당 신문사가 주요하게 다루고 있는 주제, 단어를 비교하고 키워드 군집화로 유사한 단어들끼리 묶어 네트워크 분석을 하였다. 분류에서는 Naive Bayes 분류기를 사용하여 앞선 군집화 결과와 논조의 차이가 어느 정도인지 분석하여 시사점을 제출하였으나 논조 분석간 긍정, 부정 두 분류로만 나누어 중립의 입장이 포함되지 않았기 때문에 결과가 다소 간결하였고 단어 선정간 TF-IDF 방법을 적용하지 않고 단순 빈도수만을 활용하였다는 한계가 있다.

이창용(2016)은 국방안보 분야에 대한 텍스트마이닝 연구가 활발하지 않음을 지적하면서 정부에서 발간하는 북한월간동향 문서를 텍스트마이닝과 군집분석을 활용하여 핵심단어사전 구축, K-means 핵심단어 군집화, 연관성분석을 하였다. 핵심단어의 대상으로 월별 변화량의 Elbow Point에 있는 단어수를 선정하였으며 군집분석간 Hartigan's Rule을 이용하여 k값을 선정하였다. 단어 군집분석과 북한 도발과의 연관성을 분석하는 방법으로 비정형데이

터를 이용한 분석 방법론을 제시했다는 점에 의의가 있다.

이창용(2016)의 '텍스트마이닝을 이용한 북한 보도동향과 북한 도발과의 연관성 분석'에서는 북한 보도내용을 텍스트마이닝과 시계열 분석을 통해 북한 도발과의 연관성을 분석하였다. 단어빈도수와 감성분석, 긍정부정 표현 등을 핵심단어 사전으로 구축하였으며 구축된 단어들을 시계열적으로 표현하여 시점별 북한의 실제 도발사례와 비교하여 연관성을 분석하였다. 특히 시계열분석을 통해 통계량의 변화를 시간에 따라 비교하는 방안을 제시하는 등 과학적인 기법을 최대한으로 사용하여 주관적인 판단을 줄이려는 노력을 하였으나 분석간 연구자의 주관이 들어갈 수밖에 없음을 한계로 보았다.

방한술(2019)은 토픽 모델링을 활용하여 토픽을 시계열적으로 표현하는 방법론에 대한 연구를 하였다. 네이버 뉴스기사에서 '북핵'과 관련된 기사를 바탕으로 핵심단어를 선정하고 토픽모델링과 주요 토픽을 선정한 다음 토픽을 시계열적으로 표현하고 군집화 하였다. 핵심단어 선정간에 TF-IDF를 활용하여 기존 연구자의 정성적인 판단에만 의존했던 대표단어 선정 방법에 객관적인 방법을 제시하였다. 특히 토픽모델링 결과에 대한 시계열적인 분석은 시기별 토픽의 관심도 변화를 정량적 분석에 기여하였다. 한계점으로 적정 토픽수 선정간 2가지의 방법(Deveaud, Cao)만 적용하였으며 큰 사회적 흐름을 뉴스 기사만으로 분석하려 하였기에 제한사항이 있었다.

홍세은(2020)은 치안분야에 텍스트마이닝 및 클러스터링 기법을 적용하였다. 연구는 비정형 데이터인 112 신고내용을 각각의 사건 유형별로 백터화한 다음 유사도에 따라 군집화하여 경찰 초기대응의 범위를 설정하는데 기여하였다. 군집화간에 사용한 데이터는 TF-IDF값이며 t-SNE를 활용하여 저차원으로 원데이터의

거리정보를 최대한으로 유지한 채 타점한 다음 군집화하였다. 이를 통해 클러스터링 결과 군집 그래프는 사건 유형들의 위치로 사건유형간 얼마나 유사한지 탐색적으로 확인할 수 있었다. 한계점으로 데이터의 질에 대해 논할 수 있는데 112 신고내용의 특성상 사람이 작업하기 때문에 오타자와 전문적인 은어 등은 분석하는데 제한사항으로 작용하여 데이터 축적뿐만 아니라 양질의 데이터 축적을 위한 필요성에 대해 지적하였다.

강동구(2022)는 코로나19 시기 자영업자 관련 신문기사를 텍스트마이닝 하여 사회적 인식 변화에 대해 연구하였다. 빅카인즈에서 신문 기사를 수집하여 네트워크 분석, 중심성, 상관관계, 빈도수, 워드클라우드, 감성분석 등의 방법을 적용하였다. 이런 연구를 통하여 분석결과와 자영업자 관련 정책을 비교함으로써 이해하

는데 활용할 수 있고 네트워크 분석으로 중심성이 높은 단어들이 어떤 특정 사회적 현상과 관계가 있는지 분석할 수 있었다. 한계점으로 자료의 수집에서부터 분석까지 텍스트롬(Textom)⁷⁾, UCINET-6⁸⁾ 일관된 환경에서 작업하지 못했다는 점과 감성분석간 텍스트롬에서 어떤 사전을 사용하는지 공개하지 않아 언급하지 못했다는 점이 있다.

앞선 관련연구들의 사례에서처럼 신문기사, 뉴스, SNS 등 다양한 비정형 텍스트데이터를 분석하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있었으나 우리 군에서 중요한 데이터인 전투지휘데이터를 어떻게 정형화시킬 것인가에 대한 연구는 없었다. 전투지휘데이터야말로 전투결과와 결부지어 우리 군의 교육훈련분야 발전에 도움이 될 수 있다. 따라서 본 연구는 전투지휘훈련간 전투협조회의 데이터를 어떻게 분석해서 활용

<표 3-1> 연구대상 데이터

Name	Time	Contents
윤지원	0:16	중국의 부상과 미중간 전략 경쟁의 심화로 동북아 안보 정세가 급변 ...
태상호	0:23	미중 경쟁과 함께 안보 이슈의 중심에 선 아시아 ...
황영진	0:27	인도 태평양 지역에서 미국과 중국을 중심으로 한 블록 형성 가속화 ...
윤지원	0:33	2023년 미중 갈등과 동북아 안보 정세 변화 전망해 보겠습니다.
이재현	1:12	네 안녕하세요, 아산정책연구원 이재현입니다.
이강규	1:15	안녕하세요. 한국국방연구원에서 국방전략연구실장을 맡고 있는 이 ...
정구연	1:21	네 안녕하세요, 강원대학교 정책학과 정구연입니다 ...
윤지원	1:25	앞으로 10년 미국인들은 결정적 10년의 시대를 살고 있다. 이 말이...
정구연	1:45	지금 미국은 여러 전략 보고서를 통해서 중국을 유일한 경쟁자라고 ...
윤지원	2:26	전방위적으로 이제 미중 간의 갈등은 심화될 수밖에 없다. 멈출 수 ...
태상호	2:34	미중 전략 경쟁이 심화가 되면서 더 이상 안보가 국가 차원 혹은 ...
...
이재현	45:05	제가 아까 말씀드린 것처럼 강대국 경쟁 사이에서 다변화라는 게 ...
윤지원	45:50	예 러시아 우크라이나 전쟁으로 인해서 글로벌 공급망 대란은 더욱 ...

7) 네덜란드 암스테르담대학의 로엣 리셀로드프(Loet Leydesdorff)박사가 빅데이터 처리를 위해 개발한 소프트웨어의 변형된 프로그램, 강동구(2022)

8) Windows 운영체제용 소셜네트워크 데이터 분석을 위한 소프트웨어 패키지, 강동구(2022)



<그림 3-1> 연구절차

할 수 있을지에 대해 연구하였으며 과학적인 기법을 통해 단시간내 분석정보를 제공할 수 있는 방안을 제시하였다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

실제 전투지휘정보는 보안상의 문제로 축적되지 않고 있다. 따라서 그와 유사하다고 판단한 국방 TV의 ‘안보정세 전망 미·중 갈등 그리고 아시아’⁹⁾ 토론 자료를 활용하였다. 수집방법은 네이버클로바 노트를 사용하였다. 네이버클로바노트는 회의록 관리서비스로 음성문자 변환서비스(STT)를 제공하며 음성을 텍스트로 정리해준다. 클로바노트는 2020년 11월 처음 서비스를 제공한 하이퍼클로바 기반 음성인식 기술로 회의자료나 대화 음성데이터를 텍스트 데이터로 변환시키는데 효율적으로 활용할 수 있다.¹⁰⁾ 이후 CSV파일로 정리한 결과 <표 3-1>과 같다.

t-SNE분석간 군집분석에 사용할 데이터는 '00년도 사단장 취임사데이터를 활용하였다. 총 33개사단의 취임사 데이터를 활용하였으며 취임사에는 지휘관의 강조사항을 포함한 지휘중점, 의도 등이 있어 음성데이터보다는 부족하지만 성향을 비교해볼 수 있는 이점이 있다.

3.2 연구 절차와 방법

전투지휘훈련간 전투협조회의 텍스트데이터 분석 연구절차는 <그림 3-2>와 같다.

자료수집 단계에서는 음성데이터는 네이버클로바에서 STT(Sound To Text)를 적용하여 텍스트화해서 수집하였고 취임사데이터는 공개되어있는 자료를 정리하였다.

전처리 단계에서는 Stemming(어간 추출)과 Lemmatization(표제어 추출), 불용어단어 제거(Stopwords) 등의 과정을 거쳐서 분석 가능한 형태로 가공하였다.

핵심단어 추출 단계에서는 형태소 분리, 빈도수, TF-IDF¹¹⁾기반 단어사전을 구축하였다. TF-IDF를 활용한 이유는 단순 빈도수만을 고려

9) 유튜브 국방TV 채널, “[2023 국방포커스] 2023년 안보정세 전망 미·중갈등 그리고 아시아” (https://youtu.be/RCinvTEHCw?si=8_U9Ve1HcjmjmrLj) (검색일 : 2023.10.01.)

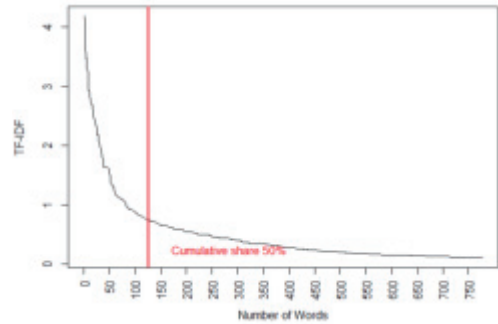
10) 전자신문, “네이버, 클로바노트 출시 3년 만에 누적 노트 3000만개 넘어” (<https://www.etnews.com/20230922000166>) (검색일 : 2023.10.01.)

11) TF-IDF(Term Frequency -Inverse Document Frequency) : 정보 검색과 텍스트 마이닝에서 이용하는 가중치로, 여러 문서로 이루어진 문서군이 있을 때 어떤 단어가 특정 문서 내에서 얼마나 중요한 것인지를 나타내는 통계적 수치 (<https://ko.wikipedia.org/wiki/Tf-idf>) (검색일 : 2023.10.01.)

해서 핵심단어를 선정할 때보다 소수문서에 집중적으로 출현하는 단어도 중요한 단어로 선정해주는 이점이 있기 때문에 좀 더 핵심적인 단어를 선정할 수 있도록 해준다. 즉, Term - Document Matrix(이하 TDM)에서 TF-IDF누적빈도 50%를 이용하여 핵심단어를 선정하였다.

이후 시사점 도출단계에서 핵심단어분석과 네트워크 분석, 토픽모델링, t-SNE를 활용하여 군집분석을 실시하였다. 워드클라우드를 토른 핵심단어 시각화, 단어분포를 확인하고 네트워크 분석에서는 단어 간에 숨겨진 패턴, 관계를 확인하였다. 토픽 분석간에는 작전명령 내에 있는 주요 토픽을 탐색하였다.

126개 단어가 전체 단어 발생비율 중 약 56.2%를 차지하였다. 발생빈도가 높은 126개 단어의중 상위 30개 단어는 <표 4-1>과 같다.



<그림 4-1> TF-IDF 누적 50% 단어 선정 결과

4. 연구 결과

4.1 핵심단어 분석 결과

총 776개의 전체 단어중에 TF-IDF 누적비율이 50%를 차지하는 단어 126개를 <그림 4-1>과 같이 추출하였으며 발생빈도가 높은

핵심단어는 다음 적용할 텍스트마이닝 기법들에 중요한 기준이 되며 여기서 선정된 126개의 단어를 토대로 분석이 이루어진다. 핵심단어를 Word cloud한 결과 <그림 4-2>과 같으며 ‘미국’, ‘중국’, ‘지역’, ‘생각’ 등의 단어가 부각되는 것을 볼 수 있는데 빈도수 만큼 크게 표현되기 때문에 직관적으로 이해가 가능하다. 이를 통해 복잡한 분석 결과를 누구나 쉽게 이

<표 4-1> 핵심단어 Top 30 Words

순위	핵심단어	빈도	순위	핵심단어	빈도
1	미국	93	16	측면	24
2	중국	86	17	문제	21
3	지역	57	18	차원	16
4	생각	46	19	한미일	16
5	미중	46	20	행정부	15
6	국가	43	21	세계	14
7	경쟁	41	22	동맹	14
8	안보	34	23	북한	13
9	전략	33	24	강화	12
10	경제	33	25	교수	11
11	인도	29	26	정세	11
12	상황	29	27	제재	11
13	태평양	28	28	질서	11
14	입장	28	29	심화	10
15	협력	24	30	군사력	10

무엇인지, 왜 그런 말이 언급되었는지를 비교 해서 중요한 시사점을 얻을 수 있었다.

토픽수를 최적의 토픽수로 선정하였다.

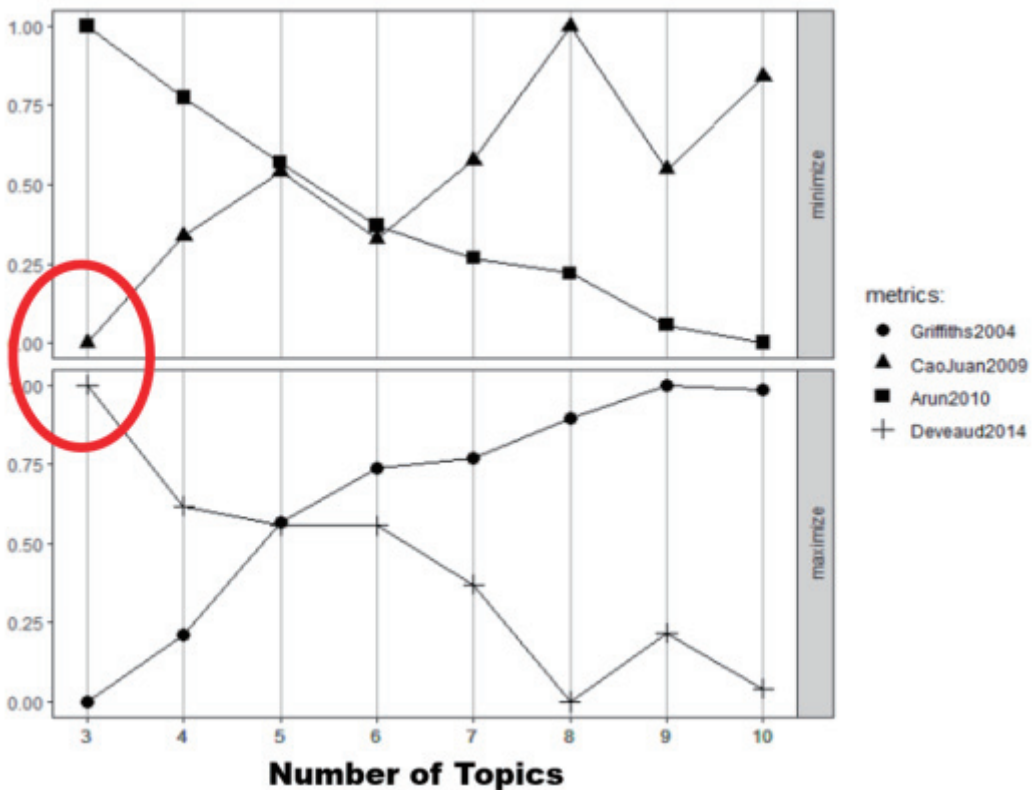
4.3 토픽 모델링 결과

LDA를 활용하여 회의간 토픽(주제)를 도출함으로써 회의에서 중요하게 다루어졌던 내용이 무엇인지 파악할 수 있다. 최적의 토픽수를 구하기 위해 4개의 방법을 적용하였다. Griffiths2004와 Deveaud2014는 클수록 좋고, CaoJuan2009와 Arun2010은 작을수록 좋은 성능 결과를 보여주며 이중 다수결로 최적의 토픽수를 선정하고 동일한 빈도수일 경우 가장 작은 값을 최적의 토픽 수로 선정하였다.[3] 이번 연구간 <그림 4-4> 그래프를 보면 토픽 3개가 2표, 토픽 9개가 1표, 토픽 10개가 1표를 받은 것을 알 수 있는데 가장 많은 득표를 한 3개의

<표 4-3> LDA 토픽모델링 결과

토픽	상위 10개 단어
토픽1 (태평양 동맹간 전략적 상황)	미국, 중국, 전략, 지역, 인도, 태평양, 동맹, 행정부, 생각, 상황
토픽2 (미-중 경제 갈등)	중국, 생각, 국가, 미중, 미국, 경쟁, 문제, 경제, 인도, 입장
토픽3 (지역적 안보 경쟁)	지역, 미국, 안보, 경쟁, 측면, 상황, 협력, 미중, 경제, 차원

‘안보정세 전망 미-중 갈등 그리고 아시아’ 토론에서 중요한 토픽들을 정리해보면 <표 4-3>와 같이 3개로, 토픽1은 미-중-인도-태



<그림 4-4> 최적의 토픽수 선정 결과

평양 동맹간 전략적 상황을 고려하여 ‘태평양 동맹간 전략적 상황’, 토픽2는 토픽2는 중국-미국 경제 경제적 경쟁 문제에 대한 내용으로 보아 ‘미-중 경제 갈등’, 토픽3은 토픽3은 지역적 안보 경쟁적인 상황에 대한 내용으로 보아 ‘주변국간의 안보 경쟁’이 논의되었음을 알 수 있었다. 실제로 토론간 해당 주제에 대한 논의가 이루어졌으며 주관적인 사람의 개입 없이도 과학적인 기법으로 주요주제를 객관적으로 도출해낼 수 있었다.

이처럼 토픽의 분석이나 개별 토픽을 단시간 내 분석하여 주제에 대한 분석이 가능하였다. 추후 많은 데이터가 학습 된다면 참모AI에 의해 특정 상황별 토픽 추천으로 의사결정을 지원할 것이고 작전반응시간에 대한 단축이 가능할 것이다.

4.4 지휘관 취임사 자료 분석 결과

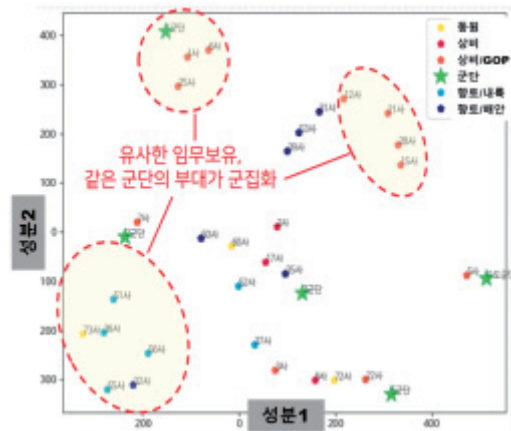
t-SNE는 차원이 높은 공간에서의 데이터간의 거리정보를 최대한으로 보존하면서 차원을 축소시켜 저차원에 타점시키는 비선형적인 방법이다.[4] 군단장, 사단장 취임사 핵심단어 사전 구축 결과 Word cloud는 <그림 4-5>와 같다. 사단장 취임사가 주로 다뤄졌기 때문에 ‘사단’이 시각적으로 가장 부각되었고 Word cloud를 통해 지휘관 취임간 주요 관심사항으



<그림 4-5> 취임사 데이터 Word cloud 결과

로 ‘장병’, ‘전우’, ‘임무완수’, ‘훈련’등이 언급되었음을 알 수 있었다.

취임사데이터에서는 감정이 대화에 비해 상대적으로 적은 문서 데이터로 제한적 해석이지만 군집분석 결과 같은 그룹내에 위치한다면 유사한 성향으로 분류할 수 있다. <그림 4-6>의 결과를 보면 유사한 임무를 보유하거나 같은 군단의 부대가 군집화 된 결과를 볼 수 있는데 이러한 군집분석 결과를 활용한다면 유사한 성향의 지휘관은 어느 부대인지 분석해서 정보를 제공할 수 있다. 뿐만 아니라 전투협조회의 간 작전명령지와 회의내용간의 유사도를 분석함으로써 명령하달의 일관성 측면에서 작전명령지가 전투협조회의 내용을 충분히 반영하고 있는지 비교분석할 수 있을 것이다.



<그림 4-6> 취임사 데이터 군집분석 결과

5. 결론

본 연구에서는 우리 군에서 중요하게 다뤄야 할 전투지휘정보 중 전투협조회의내용을 정형화하고 분석하는 방법론에 대해 제시하였다.

본 연구의 결과는 지휘관과 참모에게 유용한 정보를 다음 3가지 측면에서 기여할 수 있다. 첫째, 전투협조회의에서는 주제 도출을 통해

회의결과 요약 및 주요 개념 도출을 과학적인 기법으로 객관적으로 단시간내 도출해낼 수 있었다. 둘째, 지휘관을 포함한 개인에 대한 분석 정보를 제공함으로써 커뮤니케이션 향상에 활용할 수 있을 것이다. 셋째, 지휘관 지시사항에서 시간대별 지시사항 목록을 작성하여 시계열적으로 분석하고 상황별 지시사항을 설명변수, 전투결과를 반응변수로 상황별 어떤 의사결정이 특정 결과를 주는지에 대한 분석정보를 제공할 것이다.

본 연구의 한계점으로 실제 전투협조회의 자료는 보안상의 이유로 녹음되고 축적되지 않고 있어 다루지 못하였지만, 데이터가 없다고 해서 중요한 분야에 대해 연구하지 않을 수 없었기에 그와 유사한 패턴을 가지는 국방TV 토론 자료와 지휘관 취임사를 통해서 분석하였다.

추후 연구 방향으로 KCTC(Korea Combat Training Center) 결과와 같은 실제와 유사한 전투환경의 데이터를 반응변수로 연계하여 참모 AI 학습에 활용한다면 지휘관 의사결정 지원에 활용할 수 있을 것이다. 또한 전투지휘 데이터 저장체계 확립이 병행되어 전투지휘 음성데이터를 자동저장하는 ‘데이터 저장소’를 구축함으로써 활용되지 못하고 버려지는 데이터가 없도록 함으로써 축적된 데이터를 활용하여 많은 양의 정보를 단시간내 처리하고 적시 적절한 판단을 지원하는 결심지원 참모로써 기능할 수 있는 모델을 구축할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Hoehn, John R. "Joint all-domain command and control: Background and issues for Congress." Congressional Research Service 46725 (2021): 18.
- [2] 육군본부. 『야전교범 1-1 군사용어사전』, (2019).
- [3] Griffiths, Thomas L., and Mark Steyvers. "Finding scientific topics." Proceedings of the National academy of Sciences 101.suppl_1 (2004): 5228-5235.
- [4] 김기풍, 김충락, "t-SNE에 대한 요약", 2023, 응용통계연구
- [5] Tan, Ah-Hwee. "Text mining: The state of the art and the challenges." Proceedings of the pakdd 1999 workshop on knowledge discovery from advanced databases. Vol. 8. 1999.
- [6] Blei, David M., Andrew Y. Ng, and Michael I. Jordan. "Latent dirichlet allocation." Journal of machine Learning research 3.Jan (2003): 993-1022.
- [7] Arun, Rajkumar, et al. "On finding the natural number of topics with latent dirichlet allocation: Some observations." Advances in Knowledge Discovery and Data Mining: 14th Pacific-Asia Conference, PAKDD 2010, Hyderabad, India, June 21-24, 2010. Proceedings. Part I 14. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [8] 감미아, and 송민. "텍스트마이닝을 활용한 신문사에 따른 내용 및 논조 차이점 분석." 지능정보연구 18.3 (2012): 53-77.
- [9] Le, Quoc, and Tomas Mikolov. "Distributed representations of sentences and documents." International conference on machine learning. PMLR, 2014.
- [10] 이창용, 문호석. "텍스트마이닝을 이용한 북한 보도동향과 북한 도발과의 연관성 분석." 국방연구 59.4 (2016): 103-124.

- [11] 이창용, 진효원, 문호석. "텍스트마이닝을 이용한 북한 동향 핵심단어 사전 구축 및 분석." 한국경영과학회 학술대회논문집 (2016): 4817-4822.
- [12] Choi, Ki-won, et al. "Hangeul Stem Extraction Algorithm for Text Mining Based on Natural Language Processing." Proceedings of the Korean Institute of Information and Commucation Sciences Conference. The Korea Institute of Information and Commucation Engineering, 2017.
- [13] 방한술, 문호석. "텍스트마이닝을 이용하여 텍스트의 주요 토픽을 시계열적으로 표현하는 방법론 연구." 한국데이터정보과학회지 30.6 (2019): 1259-1276.
- [14] 홍세은, et al. "112 신고 백터화를 통한 텍스트마이닝 기반의 군집분석과 이를 활용한 사건유형 간 유사성 탐색." 경찰학연구 20.3 (2020): 63-86.
- [15] 권연하, 박세진, 이현숙. "텍스트마이닝 기법을 활용한 코로나 19 발생 이후 교육격차의 쟁점 분석." 학습자중심교과교육연구 21.6 (2021): 625-644.

저자 소개



조성일 (E-mail: enjoy_all@naver.com)

2016 육군3사관학교 전자공학 학사
 현재 국방대학교 군사운영분석전공 석사과정
 관심분야 : 국방 빅데이터 텍스트마이닝,
 통계적 머신러닝, 다변량 자료분석



신용 (E-mail: yshin@kssi.co.kr)

2003 전북대학교 재료공학 학사
 현재 한국소프트스페이스(주) 연구소 부장
 관심분야 : 국방 빅데이터 텍스트마이닝,
 통계적 머신러닝, 다변량 자료분석



문호석 (E-mail: hsmoon0329@kndu.ac.kr)

1994 육군사관학교 화학과 학사
 2003 고려대학교 전자공학 석사
 2006 고려대학교 산업공학 박사
 2010 고려대학교 통계학 박사
 현재 국방대학교 국방과학학과 교수
 관심분야 : 데이터과학, 국방 AI, M&S

한 글 제 목(굴림 16)

영 문 제 목(신명조 12)

이센터1) · 김센터2)(굴림 11)

Cen-Ter Lee · Cen-Ter Kim (신명조 11)

ABSTRACT(견명조 10)

abstract abstract abstract abstract abstract abstract(신명조 10)

Keywords : Keywords, Keywords, Keywords, Keywords, Keywords, Keywords,
Keywords,

1) 00대학교 0000전공 석사과정(바탕 9)
2) 00대학교 0000전공 교수

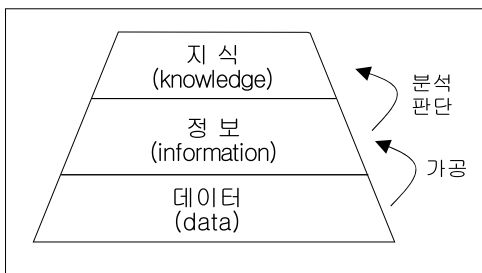
1. 서 론(HY중고딕 14)

현대사회에서 국방기술은 ~~~~~~
 ~~~~~~ 연구방안 수립과 추진이 필요하다.  
 국내외의 ~~~~~~필요성의 증대로  
 귀결된다.  
 이처럼 ~~~~~~  
 ~~~~~~ 하고 있다.  
 또한 과학기술의 ~~~~~~
 ~ Scientometrics'라 한다.[8] ~~~~~~
 ~연구를 의미한다.(신명조 10)

2. 000 고찰

2.1 0000000(휴먼고딕 13)

과학기술 연구활동의 ~~~~~~
 ~~ 정보이다.
 이런 ~~~~~~
 ~~~~~~부분이다.[7]  
 그러므로, ~~~~~~필요  
 하다. <그림 1>은 ~~~~~~  
 보여준다.



<그림 1> 데이터, 정보, 지식의 계층 구조

데이터는 ~~~~~~  
 ~~~~~~올라가게 된다.[6]

2.2 0000

최근의 ~~~~~~
 ~~~~과정이라 할 수 있다.

최근 ~~~~~~  
 ~~~~개괄적인 비교는 <표 1>과 같다.

<표 1> 000000 비교

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

3. 00000

현재 ~~~~~~
 ~~~~~~ 있다.

### 4. 000 방법

연구동향을 ~~~~~~  
 ~~~~~~같다.

4.1 00000

1차 ~~~~~~
 ~~~~~~있다.

#### 4.2 00000

1차 ~~~~~~  
 ~~~~~~수집하였다.

5. 00결과

5.1 0000000

자율주행 ~~~~~~
 ~~~~사용하였다.

#### 5.2 00000

지형/물체 ~~~~~~  
 ~~~~입력하였다.

5.3 00000

상위 ~~~~각주3)~~~~~
~~~~~ 있다.

## 6. 결 론

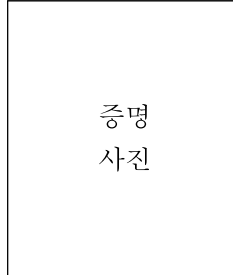
지금까지 ~~~~~  
~~~~~기대된다.

그러나 ~~~~~
~~~~~필요하다.

## 참 고 문 헌(휴먼고딕 16)

- [1] 국방기술품질원, 『2007 국방과학기술조사서(일반본) 제4권』, 국방기술품질원, 2012
- [2] 이주장·김현진·이민철·강정원·권인소·송재복, “차울주행기술”, 기계저널 제47권, 2007
- [3] 박용태, 『기술과 경영』, 생능출판사, 2005
- [4] 임치환, “Knowledge Map의 활용에 관한 연구”, 한국외국어 대학교 석사학위논문, 2006
- [5] 윤문섭·이우형·김윤명·오해영·손성혁, “친기술 연구기획 사전 타당성 분석을 위한 지식맵 작성 방법론 개발 및 활용방안”, STEPI, 2003

## 저 자 소 개(HY신명조 13)

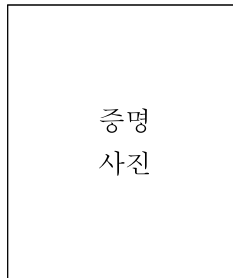


000(E - mail: 0000000@naver.com)

2000 0000000 졸업(문학사)

현재 00대학교 0000전공 석사과정

관심분야 : 데이터마이닝, OR/SA,



000(E - mail: 00000000000@0000000)

1991 00000학교 졸업(이학사)

1997 미국 UC. Berkeley 졸업(0000 석사)

2005 KDI 00대학원 졸업(000000 석사)

2006 00대학교 졸업(0000 박사)

관심분야 :

3) 각주내용.



| 발행인 |

임기훈(국방대학교 총장)

| 편집인 |

박영준(국가안보문제연구소장)

---

## 군사과학연구

제16권 제2호

---

2023년 12월 31일 인쇄

2023년 12월 31일 발행

발행처 : 국방대학교 국가안전보장문제연구소

TEL. (041) 831-6414

E-mail. rinsakj@kndu.ac.kr / kndu212@kndu.ac.kr

인 쇄 : 청 맥 기 획 (042) 487-2589

---

ISSN 1975-3888



## Research Papers

Optimal battery carrying capacity analysis for counter-terrorism special forces in domestic counter-terrorism operations  
/ **Taejin Kim · Hyunchul Kim · Dooyoul Lee**

A Study on Simulation Logic of GPS Signal Jamming for the Synthetic Battlefield Training System  
/ **Jiyoung Yoon · Dongsu Kang**

Document Classification Modeling Using Text Mining and Machine Learning in On-nara System  
/ **Yeongbin Yun · Hoseok Moon**

A Study on the Methodology for Analyzing Battlefield Coordination Meeting during BCTP training  
/ **Sungeel Jo · Yong Shin · Hoseok Moon**

