

현장무선통신 정보의 시각화가 현장지휘관의 의사결정에 미치는 영향 연구: AR 글래스 기반 가상화재 시뮬레이션을 이용하여

방 지 호¹ · 박 인 선^{2*}¹중앙대학교 ICT융합안전학과 석사과정²중앙대학교 ICT융합안전학과 교수

Impact of Visualizing Field Wireless Communication Information on Incident Commanders' Decision-Making Using AR Glasses-Based Virtual Fire Simulations

Jiho Bang¹ · Inseon Park^{2*}¹Master's Course, Department of ICT Convergence Safety, The Graduate School of Chung-Ang University, Seoul 06911, Korea²Professor, Department of ICT Convergence Safety, The Graduate School of Chung-Ang University, Seoul 06911, Korea

[요 약]

이 연구는 AR 글래스 기반 가상화재시뮬레이션을 이용하여 현장 무선통신 정보의 시각화가 현장지휘관의 의사결정에 미치는 영향을 파악하고 향후 AI 글래스를 활용한 시각정보 제공 시스템을 구축하기 위해 고려해야할 사항을 알아보는데 그 목적이 있다. 연구대상자는 서울시 소재 소방서에서 1년 이상의 현장지휘관 근무 경력이 있거나 현장지휘관 교육과정을 이수한 34명의 현직 소방공무원이었다. 연구대상자들은 AR 글래스를 착용하고 시각정보 제공이 조절되는 가상화재 시뮬레이션 실험에 참여하였다. 연구결과, 시각정보 제공은 제공되지 않는 조건보다 작업구역 및 의사결정 정확도 향상에 유의한 효과가 있었다. 이러한 연구결과를 접목한 AI 서비스는 청각 중심의 기존 현장무선통신의 단점을 보완하고 급박한 상황에서도 현장지휘관의 인지 과부하 방지 및 정확한 의사결정을 지원하여 국민의 생명과 재산을 보호하는데 기여할 것이다.

[Abstract]

The aim of this study was to investigate the impact of visualizing field wireless communication information such as rescue requests and fire progression on incident commanders' decision-making using AR glasses-based virtual fire simulations, and to identify key considerations for developing future AI glasses-based visual information systems. The participants were 34 active-duty firefighters in Seoul with over one year of incident command experience or who had completed an incident commander training course. Participants engaged in virtual fire simulation experiments with controlled visual information provision while wearing AR glasses. The results showed that providing visual information significantly improved working memory and decision-making accuracy compared to conditions without visual information. AI services based on this research are expected to overcome the limitations of traditional radio communication. By preventing cognitive overload and ensuring accurate command decisions under pressure, this technology may play a vital role in safeguarding lives and property.

색인어 : 정보 시각화, 현장지휘관, 의사결정, 인지 과부하, AI 글래스**Keyword** : Information Visualization, Incident Commander, Decision-Making, Cognitive Overload, AI Glasses<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2026.27.4.925>

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 10 March 2026; Revised 31 March 2026

Accepted 14 April 2026

*Corresponding Author; Inseon Park

Tel: +82-2-820-5713

E-mail: isp@cau.ac.kr

I. 서론

UN 재난위험경감사무국(UNDRR)은 재난을 한 지역사회가 보유한 자원을 활용하여 대응할 수 있는 역량을 초과하면서 광범위한 인적, 물적, 경제적 또는 환경적 손실과 충격을 수반하게 되는 사회 기능의 심각한 중단이라고 정의하고 있다[1].

통상 대형재난으로 인한 영향은 그 규모와 피해 범위를 예상하기 어렵고 복잡적 또는 연쇄적으로 확산할 수 있어 피해 방지 또는 수습을 위해 가용할 수 있는 많은 자원이 단계적으로 동원된다. 그럼에도 재난현장에서는 상황의 악화로 인해 정보의 불확실 또는 부재, 현장자원의 부족, 다수기관 간 협업 곤란 등의 현상이 종종 발생한다. 이러한 현상들은 상호 영향을 주고 현장의 혼란과 피해가 가중되는 악순환으로 이어지기도 한다. 이를 해결하기 위한 방안 중 하나는 현장 대응 초기부터 효율적인 의사소통과 현장지휘관의 신속한 의사결정이 이루어져야 한다는 것이다.

신고 기반의 현장대응을 하는 소방과 경찰 조직은 물리적 제약이 많은 현장에서 신속하게 정보를 공유하고 의사소통을 하기 위해 무전기를 활용한 현장무선통신을 사용하고 있다. 현장무선통신은 단말기의 휴대성, 사용자 간 연결의 신속성, 보안성 등 다수의 장점이 있지만 제한된 주파수(채널) 교신에 따른 혼선, 무전기 사용 폭주로 긴급상황 전파 곤란, 현장소음 취약, 신호 간섭·차단, 이용자 증가 시 통신부하 급증 등 단점 또한 여럿이다[2]. 특히 다수의 출동대와 수백 명 규모의 인적자원이 수습에 참여하는 대형재난 상황에서는 현장무선통신의 단점이 급격하게 강화되고 통신 사용자 간의 소통 장애로 현장지휘관의 상황인식 지연 및 판단 오류가 야기될 수 있으며 이는 구조활동의 지연과 피해 확산이라는 심각한 결과로 이어질 수도 있다.

한편 최근 인공지능기술의 급격한 발전은 그 동안 난제로 여겨져 왔던 다양한 사회 과제에 대한 해법을 제시하고 있고 재난대응 분야에서도 여러 시도가 진행되고 있다. 하지만 재난현장에 실질적으로 접목할 수 있는 인공지능기술에 대한 연구 및 개발은 다른 분야에 비해 상대적으로 더딘 상황이다. 여러 이유가 있었지만 재난 현장의 특수한 조건이나 요구를 최신 기술과 접목하여 현장의 사용자들을 만족시키는 것이 쉽지 않다는 점도 주요한 이유이다.

그럼에도 AI 클래스의 등장과 STT(Speak To Text), 생성형 AI, AI agent 등의 기술이 접목된 서비스는 충분히 주목할 만 하다. 이 기술들은 청각장애인의 의사소통 지원 등을 위해 이미 상용화되었는데 이를 재난현장에 응용할 경우 현장무선통신의 단점을 보완하면서 현장지휘관의 신속한 의사결정을 지원하여 재난피해 수습에 기여할 것으로 기대된다. 이러한 기대가 내실있게 실현되기 위해서는 현장의 의견을 다각적으로 반영한 실용적인 연구가 더 많이 뒷받침되어야 할 것이다. 이러한 배경에서 본 연구는 재난현장 의사소통의

주요 수단인 현장무선통신의 한계를 진단하고 보완하기 위한 방안으로써 현장무선통신 정보의 시각화 제공이 현장지휘관의 의사결정에 미치는 영향을 파악하고자 한다. 이와 함께 향후 AI 클래스 기반 무선통신정보의 시각화 제공방안을 실현하기 위해 고려해야할 점들도 고찰해보고자 한다.

II. 이론적 배경

2-1 현장지휘관의 상황인식

현행 법령에 따른 사고나 재난 관련 현장지휘관은 긴급구조통제단장, 긴급구조지휘대장, 선착대장이며 재난현장표준작전절차에 따른 현장지휘관의 정의는 사고현장 관리의 총체적 책임을 지는 사람이다. 이러한 범위와 정의를 참고하여 본 연구에서는 각종 사고현장에 출동하여 지휘권 확립, 대응전략 결정, 단위 지휘관에 대한 임무 지시, 유관기관 공동 대응 등 복합적 임무를 수행하는 긴급구조지휘대장(서울시의 경우 소방서 현장대응단장)을 현장지휘관으로 상정하여 기술하였다.

Endsley는 상황인식(SA; Situation Awareness) 3단계 모델에서 상황인식을 특정 시간과 공간 내의 환경 요소들을 지각하고(1단계), 그 의미를 이해하며(2단계), 가까운 미래의 상태를 예측(3단계)하는 것으로 정의하면서 의사결정의 주요한 선행 조건이라고 주장했다[3].

화재가 발생한 현장에서의 지휘관의 상황인식도 Endsley의 상황인식 3단계 모델과 유사하다. 서울시 현장지휘 표준작전절차에서는 화재진압작전에 크게 영향을 주는 요소를 주요 화재현장요소로 제시하고 있으며 현장에 출동한 지휘관은 주요 화재현장요소를 파악(1단계)하여 상황을 판단(2단계)하고 피해확산범위, 구조대상자 존재 가능성 등을 예측(3단계)하여 임무지시를 하게 된다. 주요 화재현장요소는 표 1과 같이 건물, 용도, 배치, 인명위험, 화재 등으로 이루어져 있다[4].

표 1. 주요 화재현장요소

Table 1. Major fire incident factors

Factor	Details
Building	Size (area, floor number, height, etc.), type, construction year, entrance, stairway, interior layout
Purpose of a building	Fire load, common facilities, storage of combustible materials, etc
Deployment	Access path, possible combustion expansion to surroundings, access obstacles, etc
danger of life	Number of persons for rescue (number of residents), possibility of survival, etc
Fire	Scale, extent, nature of fire, amount and color of smoke, etc
Unit	Status of the unit arriving or scheduled to arrive on site, number of fire hydrants, proficiency of training
etc	Day/night, season, temperature, wind direction, wind speed, surrounding traffic conditions, etc

화재현장의 모든 소방대원은 각자의 위치와 시점에서 다양한 화재현장요소를 파악하여 상황을 판단하고 대응한다. 또한 각자의 상황인식과 대응계획은 필요 시 신속하게 팀 동료 또는 현장지휘관에게 공유하여 작전 목표를 달성하고 서로의 안전을 확보한다. 특히 현장지휘관은 위험이 상존하는 사고현장에서 시간적 압박을 극복하면서 다수가 제공하는 정보를 분석하고 상황판단을 통해 목표와 전략을 결정하여 각 출동대에 임무를 지시하는 등 핵심 의사결정을 수행해야 하기 때문에 인지적·심리적 부담이 매우 크다고 할 수 있다.

2-2 현장지휘관의 인지 부하와 의사결정의 어려움

출동지령을 접수한 현장지휘관은 5분(소방 출동대의 화재 현장도착 목표시간) 내외의 시간 안에 신고정보를 토대로 건물의 규모, 용도, 인명위험, 화점 위치 등의 정보를 파악하고 대응전략과 계획을 구상하며 선착대 등에게 현장무선통신을 통해 임무를 지시해야 한다. 그러나 신고자 제공 정보에 핵심 내용이 부족하거나 사고 위치 부정확 등 신뢰도가 낮은 경우 현장지휘관은 선착대장(현장에 최초로 도착한 소방대장)의 무선통신 보고를 기준으로 상황을 판단한다. 이 경우 신고 접수시간부터 일정 시간이 경과하면서 중요한 정보들이 파악되므로 현장지휘관은 더욱 더 시간적 여유없이 상황판단과 의사결정을 해야한다.

한편 인지심리학에 따르면 인간의 작업 기억(WM; Working Memory)은 정보를 일시적으로 유지하면서 동시에 조작하고 처리하는 심리적 기제이다. 단순히 정보를 저장하는 '단기 기억(Short-term Memory)'보다 능동적인 개념으로 추론, 학습, 이해와 같은 복잡한 인지 과제를 수행하는 데 필수적인 역할을 한다[5].

Sweller 등이 제창한 인지 부하 이론(Cognitive Load Theory)에 따르면 작업 기억은 한번에 처리할 수 있는 정보량이 제한되어 있고 학습자가 인지적 탐색 과정에 참여하는 경우 작업 기억에 과중한 요구를 부과받기 때문에 인지 부하가 커질 수 있다. 또한 정보를 단순히 유지하는 것이 아니라 처리해야하는 복잡한 상황에서는 그 용량이 2~3개 수준으로 떨어진다고 하였다[6].

또한 Endsley에 따르면 스트레스 요인은 상황인식을 감소시킬 수 있으며, 특히 주의력의 범위가 좁아져서 사람들은 가장 중요해 보이는 상황의 일부분에만 집중하고, 다른 관련 정보를 배제하는 경향이 있다고도 하였다[7].

현장에 도착한 지휘관은 자신이 위치한 공간에서 보이는 상황을 바탕으로 양손에 소지한 무전기 2개를 활용하여 단위 지휘관(출동대장), 긴급구조지휘대 요원 등 10명 이상의 인원들과 무선통신 또는 대면으로 의사소통을 해야한다.

현장의 피해규모가 상당하거나 급격하게 위험성이 증가하는 경우 현장지휘관은 변화하는 상황과 각 출동대의 임무 진행사항을 파악해야하는 동시에 더 많은 출동대장으로부터 임무지시와 같은 의사결정을 요청하는 무선통신을 동시다발적

으로 수신하게 된다. 이러한 상황에서 다수의 구조대상자 정보까지 겹칠 경우 현장지휘관의 작업 기억은 긴급하고 과다한 정보 주입으로 인해 작업기억 용량이 초과되면서 인지 과부하 상태에 놓이게 되고 최악의 경우 현장지휘관은 터널효과에 빠질 수 있다.

2-3 소방기관의 현장무선통신 도입 및 현황

소방기관의 무선통신은 1960년대 서울 등 일부 대도시에서 지휘의 효율성을 위해 차량용 무전기를 도입하였고 1971년 대연각 호텔 화재 이후 지휘관을 대상으로 무전기 보급이 이루어지기 시작하였다. 이후 1993년부터 재난현장 지휘용 광역 통신망의 확보를 위한 정부의 교부세 지원사업이 시작되어 전국적으로 34개의 UHF주파수를 4개 권역으로 나누어 할당하고, 고지대 무선중계소, 소방관서용 고정 무선국, 소방차량용 이동무선국, 개인휴대 무전기 등의 장비 보강을 통하여 소방무선통신망 운영기반이 구축되었다. 구조·구급 업무량 증가에 따라 1997년에 추가로 UHF주파수 22개 채널, VHF 주파수 15개 채널 등 37채널을 할당하여 무선통신 난청지역 해소와 통신장비의 증가에 대응하는 등 통신망 개선을 위한 사업을 2000년대까지 지속적으로 시행하였다[2]. 최근에는 재난대응능력의 중요성 증가 및 지속적인 여건 변화에 따라 PS-LTE 기반 재난안전통신망을 정부 주도로 구축하여 현재는 PS-LTE 통신망을 지휘용으로, UHF 통신망을 작전용으로 구분하여 사용하고 있다.

이러한 현장무선통신은 무선 전파가 전달되는 범위 안에서는 기지국, 차량 또는 대원들이 소지한 무전기를 통해 활성화된다. 현장대원에게 지급되는 단말기인 휴대용 무전기는 고열의 화재현장이나 기상여건이 좋지않은 현장에서도 작동하며 안정성이 우수하여 현장대원들의 신뢰도가 높은 편이다. 또한 현장 무전수칙을 준수하여 사용하면 다수의 출동대들이 실시간으로 음성을 통해 정보를 공유받을 수 있는 장점이 있다.

반면에 지형 지물 등에 의해 전파가 차단받거나 간섭받게 되면 양질의 통신이 어렵고 사용자의 음성 뿐만 아니라 현장의 소음까지 전달되어 통신내용 인식이 어려운 경우도 종종 발생한다. 이 밖에도 반이중통신 방식의 한계로 인해 복수의 사용자가 무전기를 통한 발언을 동시에 시도할 경우 혼선이 생기게 되어 중요하거나 시급한 정보가 전달되지 못하는 상황도 발생한다. 또한 현장지휘관은 무선통신에 의한 청각정보를 실시간 기록된 방식으로 제공받기가 어렵기 때문에 전달된 정보 중 현장지휘관이 명확하게 인지 못한 내용은 긴박한 상황에서도 무선통신 발신자와 내용을 재확인하면서 시간을 비효율적으로 소비해야 하는 경우도 있다.

특히 급박한 상황에서 통신 장애가 발생하면 현장지휘관은 상황 판단이 어려워지며 신속한 임무지시도 할 수 어렵게 된다. 따라서 무선통신을 통해 현장지휘관에게 전달되는 정보 중 중요하고 시급한 정보는 청각과 함께 시각으로도 제공되는 방식의 대안 등이 절실하다.

2-4 정보 시각화와 인공지능 기술

정보 시각화(Information Visualization)에 대해 널리 사용되는 정의는 추상적인 데이터를 대화식의 시각적인 형태(interactive visual representations)로 사용하여 인지적 증강(cognitive amplification)을 지원하는 것이다[8].

인지적 적합성(Cognitive Fit) 이론에 따르면 정보 시각화 유형에서 강조되는 정보와 과제 유형에서 요구되는 정보 사이에 일치감이 있을 때 의사결정자의 과제 처리가 더 효율적이고 효과적일 것이라고 제안하면서 정보 시각화가 기록 및 공유, 인지적 증강, 사용자 상호작용 등의 속성을 가지고 있다고 주장했다[9].

이러한 정보 시각화의 속성 중 인지적 증강은 청각 정보 기반인 재난현장 무선통신의 단점을 보완하는 효과를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 현장지휘관과 대원들에게 중요한 무선통신 정보를 시각화하여 제공한다면 인지 부하가 증가한 상황에서도 중요 정보에 대한 인식이 강화되어 임무 지시 및 보고가 명확해지고 신속한 작전을 통해 재난현장에서 위험에 빠진 국민의 생명과 재산을 한층 더 보호할 수 있게 될 것이다.

최근 미국 등에서 발매되고 있는 스마트 글래스는 현장지휘관에게 시각 정보를 제공하는데 적합한 기능을 갖추고 있다. 스마트 글래스는 일반 안경처럼 보이지만 컴퓨팅 기능이 내장된 웨어러블 기기로 사용자의 명령이나 주변 환경 정보를 받아, 눈 앞이나 귀를 통해 필요한 정보를 제공한다. 내부에는 CPU, 카메라, 마이크, GPS, 가속도 센서, 저장장치, 네트워크 연결 기능 등이 탑재되어 있으며, 증강현실과 혼합현실 기능을 구현할 수 있다[10].

2025년 9월 미국의 메타는 시각표시 기능을 갖춘 스마트 글래스를 상용화하여 출시하였고 이후 중국의 전자기기 제조사에서도 표 2와 같이 제품을 출시하였다. 최근에는 스마트 글래스라는 명칭 대신에 AI 글래스라는 명칭으로 변경하여 사용하는 추세이다.

이 밖에도 현장무선통신 정보를 시각화하여 현장지휘관에게 제공하기 위해서는 음성인식기술도 필요하다. 대표적인 기술은 STT(Speech to Text)로 사람이 말하는 음성을 문자로 실시간 변환하는 인공지능 기술이다.

표 2. 미국과 중국에서 출시된 AI 글래스 제품

Table 2. AI glass launched in USA, China

	
<p>Meta Ray-Ban Display smart glasses (Meta/2025.9.)</p>	<p>Rokid Ai Glasses Style (Rokid/2026.1.)</p>

주요 작동 방식은 음향 신호 수집 및 디지털화, 딥러닝 기반의 음향 모델을 통한 음향 신호를 음소 단위로 분할·인식, 언어 모델이 가장 적합한 단어 및 문장 조합 생성하는 일련의 신경망 처리 과정을 거친다[11]. 이미 음성 대화, 회의록 작성, 실시간 번역, 음성 명령 인식 등 다양한 응용 서비스가 출시되었으며 AI 기반 음성 인식 기술로 수많은 다국어 뿐만 아니라 배경 잡음, 사투리, 억양 등 다양한 음성 변형도 높은 수준으로 인식해 나가고 있는 단계이다.

III. 연구방법

3-1 연구대상 및 산출근거

연구대상자는 서울시 소방재난본부 소속 소방공무원 중 1년 이상의 현장지휘관 근무 경력이 있거나 중급 이상의 현장지휘관 교육과정을 이수한 34명의 현직 소방공무원이었다. 34명 중 남성은 31명(91.2%), 여성은 3명(8.8%)이었고 재직기간 15년 미만은 8명(23.5%), 15년 이상은 26명(76.5%)이었다. 또한 지휘팀장 등 지휘관 근무경력 1년 미만은 14명(41.2%), 1년 이상은 20명(58.8%)이었다.

기존 현장무선통신 방식에 추가로 시각정보(Visual Information, VI)를 추가로 제공하는 경우 인지적으로 유의미한 차이가 기대되므로 효과 크기를 중간 수준(Cohen's d = 0.5)으로 가정하였다. 유의수준($\alpha=0.05$) 및 검정력(power of the test) 80%를 기준으로 G*Power로 산출한 결과, 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 사용하여 높은 검정력을 확보하는 방식으로 설계할 경우 필요한 최소 표본 수는 34명(그룹당 17명)으로 산출되었으므로 본 연구의 대상자 수인 34명은 적절한 것으로 판단된다[12].

3-2 연구절차

본 연구는 시각정보 제공 여부를 참여자 내 변인(within-subjects factor)으로 설정하고, 시각정보 제공 순서(제공→비제공 vs 비제공→제공)를 참여자 간 변인(between-subjects factor)으로 설정한 2×2 혼합요인 설계로 구성하였다. 이는 시각정보 제공이 현장지휘관의 상황인식 및 의사결정에 미치는 영향을 검증함과 동시에, 반복 측정 설계에서 발생할 수 있는 순서효과를 통제하기 위함이다.

3-3 가상 화재 시뮬레이션을 이용한 실험

기존의 현장무선통신(무전기) 기반의 의사소통방식에 추가로 AI 글래스를 통한 시각정보를 제공하는 방안을 가정한 가상화재 시뮬레이션을 연구대상자에게 제공하였다. 이는 국내에 AI 글래스가 출시되지 않은 관계로 기술 검증이 아닌 개념 검증 수준의 실험임을 밝힌다.

1) 실험 장비

연구대상자에게 가상화재 시뮬레이션을 제공하기 위해 그림 1과 같이 콘텐츠 재생용 스마트폰과 연결된 AR 글래스를 실험장비로 활용하였다. AR 글래스는 착용위치, 양손의 자유도(Hands Free), 시각정보 표시 등이 AI 글래스와 유사하므로 본 연구의 목적에 부합한 실험장비로 판단하였다.



*The text shown in the left figure is important situation information.
그림 1. 시뮬레이션 실험장비(삼성 갤럭시S10 & XREAL ONE) 및 시뮬레이션 진행 장면

Fig. 1. Simulation tool (Samsung Galaxy S10 & XREAL ONE) and simulation progress scene

2) 가상화재 영상콘텐츠

서울시 재난현장 지휘역량 강화센터에서 지휘관 훈련용으로 사용 중인 VR훈련 콘텐츠를 참고하여 가상의 아파트 화재 상황을 그림 2와 같이 영상으로 제작하였다. 영상은 연구대상자가 현장지휘관의 입장에서 다수의 인명구조 상황 등을 인식하거나 의사결정을 얼마나 정확하게 할 수 있는지를 측정하기 위한 내용으로 구성하였으며 제공되는 중요 정보량에 차이를 두어 2개로 구분되는 과업(Task1, 2)을 지원하게 하였다. 중요 정보량의 차이, 시각정보 제공 여부를 고려하여 표 3과 같이 총 4개의 영상을 제작하여 활용하였다.



*The text shown in the figure is important situation information.
그림 2. 가상화재 시뮬레이션 영상(좌: 시각정보 비제공/우측 제공)
Fig. 2. Virtual fire simulation video (Left: Non VI/Right: VI)

표 3. Task별 영상구성내용

Table 3. Simulation video's contents (*VI; Visual Information)

No.	VI	Situation information	Survey variable
1	Provided	Fire 1, Rescue call 4	Working Memory Accuracy (Task1)
2	Not provided		
3	Provided	Fire 1, Rescue call 4, Fire expansion 1, Waiting unit 5	Decision Accuracy, Decision-making time (Task2)
4	Not provided		

3) 실험과정

연구대상자는 현장지휘관 입장에서 VR 글래스를 착용하고 가상의 아파트화재 시뮬레이션(Task1, Task2)를 경험하면서 연구책임자의 안내에 따라 설문지의 실험결과 기재란에 상황정보 또는 의사결정과 관련된 내용을 기록하였다. 각각의 과업(Task1, Task2)은 그림 3과 같이 시각정보 비제공 후 제공(Group1 기준) 방식으로 순차적으로 진행되며 연구대상자는 각 영상이 종료된 후 연구책임자의 안내에 따라 설문지의 지정서식에 응답사항을 기재하였다.

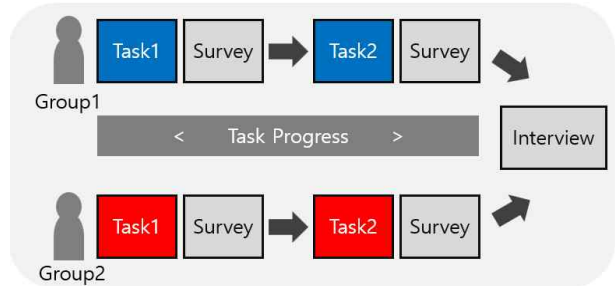


그림 3. 그룹1, 2의 화재 시뮬레이션 실험 과정(파란색은 시각정보 비제공 후 제공 순서, 빨간색은 시각정보 제공 후 비제공 순서)

Fig. 3. Fire simulation experiment process in groups 1 and 2 (Blue represents the order of provision after non-providing visual information, and red represents the order of non-providing after providing visual information)

3-4 측정도구

본 연구에서는 리커트 척도에 따른 설문 응답과 가상화재 영상 실험 참여 후 지정서식 기재 등 2개 유형으로 구성된 설문지를 측정도구로 사용하였다. 리커트 척도에 따른 설문은 인구통계 및 일반 특성 9문항, 무선통신 기반 상황인식의사결정 한계에 대한 인식 관련 10문항, 시각정보 효과인식 관련 5문항 등 총 24문항으로 구성하였고 실험 관련 서식은 Task1 관련 2문항 16답항, Task2 관련 2문항 30답항으로 구성하였다.

연구도구 중 핵심인 가상화재영상 실험 및 측정의 내용 타당도를 확인하기 위해 ICT융합안전학과 전공교수 1인, 소방안전분야 박사 1인, 서울시 재난현장지휘역량강화센터 근무자 1인 등 총 3인에게 가상화재영상 시나리오, 실험과정, 측정지표 등에 대한 검증을 받았다. 또한, 설문문항에 대해서는 구성타당도(construct validity) 검증방법인 탐색적 요인분석(factor analysis)을 실시하였고 분석은 SPSS의 주성분 분석(PCA) 및 베리맥스(Varimax) 회전 방식을 사용하였다. 설문 및 실험 관련 측정항목의 세부 내용은 다음과 같다.

1) 현장무선통신 인지부담요인 인식

본 연구에서 현장무선통신 인지부담요인 인식이란, 새넨-

위버(Shannon-Weaver)의 통신 모델, Sweller의 인지부하 이론을 참조하여 현장지휘관이 무전기를 통해 정보를 수신하는 과정에서 발생하는 물리적, 의미적, 기술적 잡음과 정보 과부하 등의 인지부담요인에 대한 인식 정도를 의미한다[13]. 사고 대응현장에서 주로 발생하는 대표적인 5개 유형의 인지부담요인을 선정하여 연구대상자의 인식 수준을 리커트 5점 척도에 따른 설문문항으로 측정하였다. 신뢰도 Cronbach's α 는 .573이며 수용 가능한 신뢰도로 간주하기에는 다소 낮은 수준이다. 따라서 본 변수의 측정 결과는 탐색적 연구 관점에서 현장지휘관들의 전반적인 인지부담을 파악하는 기초 자료로 활용하였으나, 통계적 검정력을 담보하기에는 한계가 있다.

2) 현장무선통신 기반 의사결정 한계요인 인식

본 연구에서 현장무선통신 기반 의사결정 한계요인 인식이란 인지부하 이론 등에 근거하여 다수 인명구조 상황과 같은 긴급한 상황에서 현장지휘관이 무선통신을 통해 의사결정을 요청받거나 임무지시를 할 때 느끼는 어려움의 정도를 의미한다. 현장에서 지휘관들이 경험할 수 있는 주요 의사결정 한계요인 5개를 선정하여 이에 대한 연구대상자의 인식 수준을 리커트 5점 척도에 따른 설문문항으로 측정하였다. 신뢰도 Cronbach's α 는 .687로 나타났다.

3) 작업기억 정확도(WMA; Working Memory Accuracy)

작업기억 정확도는 연구대상자가 가상의 아파트 화재 상황을 경험하고 지휘를 위해 기억한 인명구조상황 등에 대해 기재한 정보가 정답과 일치하는 비율로 측정한다. 이는 외부에서 들어온 정보를 일시적으로 유지하면서 처리하는 작업기억이 처리 용량을 초과하거나 병목이 발생한 경우 인지 부하로 이어진다는 인지부하이론(Sweller 등)에 기반하여 시각정보 제공 여부에 따라 다수의 상황정보에 대해 연구대상자가 느끼는 인지 부하를 비교 평가하기 위한 핵심 지표이다. 또한 현장지휘관의 상황 몰입도 및 연속적인 의사결정 과정을 보존하기 위해, 가상상황 종료 직후 상황인식을 측정하는 Post-test SAGAT(Situation Awareness Global Assessment Technique) 방식을 적용하였다[14]. 이는 Endsley가 제시한 SAGAT 기법의 원칙을 유지하되, 다수의 인명구조 상황이 발생한 아파트 화재와 같은 긴박한 동적 환경(Dynamic Environment)에서의 실험적 타당성을 확보하기 위함이다[15],[16].

4) 의사결정 정확도(DA; Decision Accuracy)

사고현장에서 현장지휘관의 임무 지시는 대표적인 중요 의사결정 행위이다. 본 연구에서 의사결정 정확도는 연구대상자가 가상의 아파트 화재 상황을 경험한 후 기재한 상황정보 및 임무지시가 정답과 일치하는 비율로 측정한다. 이는 연구대상자가 동시다발적인 인명구조요청 상황이 발생한 경우 정보 제공 방식에 따라 얼마나 적합한 의사결정을 하였는지 비교 평가하기 위한 핵심 지표이다. 작업기억 정확도 측정방식과 같이 Post-test SAGAT 방식을 적용하였다.

5) 의사결정 소요시간(DT; Decision-Making Time)

인간공학적 관점에서 시스템의 유효성은 사용자가 과업을 수행하는 데 투입하는 인지적 노력과 그 결과물로 평가된다 [17]. 특히 작업 완료 시간(Task Completion Time)은 인터페이스의 성능과 직관성을 측정하는 결정적 변수이다 [18]. 신속한 인명구조가 최우선인 현장에서도 의사결정 소요시간은 지휘와 기술적인 면에서 중요하게 고려되는 요소이다. 본 연구에서는 가상화재 상황에서 다수의 정보가 제공된 후 연구대상자가 임무 지시와 관련된 의사결정내용의 기재 완료까지 소요된 시간을 초 단위로 측정하였다.

6) 시각정보 제공효과 인식

본 연구에서 시각정보 제공효과 인식이란 연구대상자들이 가상화재 시뮬레이션을 경험하고 난 뒤 AI 클래스 기반 시각정보 제공이 상황인식, 의사결정, 인지부하 등 5개 측면에서 느끼는 효과를 의미한다. 연구대상자의 인식 수준은 리커트 5점 척도에 따른 5개의 설문문항으로 측정하였다. 신뢰도 Cronbach's α 는 .733로 나타났다.

IV. 연구결과

본 연구의 실험은 현직 소방공무원 34명을 대상으로 주변과 분리 구획된 공간에서 연구책임자와 연구대상자가 1:1로 참석하여 연구목적 및 실험내용 등에 대한 설명과 동의를 거쳐 가상화재 시뮬레이션 실험 및 설문을 진행하였다. 연구대상자에 대한 시각정보 제공 순서는 Group1(시각정보 비제공 후 제공)과 Group2(시각정보 제공 후 비제공)로 구분하여 임의 적용하였으며 Group별 참가한 연구대상자는 각각 17명이었다.

4-1 Group1과 Group2 사이의 순서효과 확인

Group1과 Group2 간의 실험(Task1, 2) 측정치에 대한 순서효과 유무 확인은 표 4와 같이 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U Test)을 거쳤다. 작업기억 정확도와 의사결정 정확도에서는 그룹 사이에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않아 시각정보 제공 순서가 작업기억/의사결정 정확도에 영향을 주지 않았음을 확인하였다($p>.05$). 다만 시각정

표 4. 그룹별 시각정보 제공 여부에 따른 실험결과 분석
Table 4. Analysis of experimental results based on the provision of visual information by group (Mann-Whitney U test)

Category	Group1's median	Group2's median	p
Task1 (Difference in WMA)	12.5	25.0	1.000
Task2 (Differences in DA)	20.0	40.0	.399
Task2 (Difference in DT)	-16.0	19.0	.001*

보 제공 조건에서의 의사결정 소요시간은 Group1(시각정보 비제공→시각정보 제공)의 경우 시각정보 비제공 조건보다 시각정보 제공 조건에서 16초 감소하였으나 Group2(시각정보 제공→시각정보 비제공)의 경우 시각정보 비제공 조건보다 시각정보 제공 조건에서 19초 더 소요되어 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p=.001$).

4-2 기존 현장무선통신에 대한 인식

지휘관 보직 초기 적응단계에서 어려운 점에 대하여 연구 대상자들은 무선통신을 통한 현장상황판단 및 의사소통(61.8%), 출동대에 대한 임무 지시 등 의사결정(20.6%), 예상하기 어려운 긴박한 출동 상황(14.7%), 교대근무(2.9%) 순으로 응답하였다. 이는 현장지휘관이 현장무선통신에 기반한 상황판단 및 임무지시에 큰 부담을 갖고 있음을 시사한다.

추가적으로 조사한 현장무선통신 인지부담요인 및 의사결정 한계요인 인식에 대한 설문조사를 연구대상자의 재직기간, 현장지휘 총 수행기간, 최근 이수 교육과정 등의 기준으로 정규성(Shapiro-Wilk Test), 등분산성(Levene's Test)을 확인한 결과 표본 수가 너무 적은 일부 응답군($N<3$)을 제외하고 모든 응답군에서 정규성과 등분산성이 확인되었다.

재직기간, 지휘 보직 수행기간, 그리고 지휘관 인증 자격

표 5. 재직기간 등에 따른 인지부담요인 인식 검정결과

Table 5. Results of the test on differences in cognitive load factors according to tenure, etc

Category		N	M	SD	t	p
Tenure	Less than 15 years	8	4.58	0.27	3.639	.001*
	15 years or more	26	4.10	0.34		
Career in command	Less than 1 year	14	4.26	0.40	0.580	.566
	1 years or more	20	4.18	0.37		
Command certification	Pass	18	4.28	0.36	1.083	.287
	Not passed	16	4.14	0.39		

표 6. 재직기간 등에 따른 의사결정 제한요인 인식 검정결과

Table 6. Results of the test on differences in decision-making obstructing factors according to tenure, etc

Category		N	M	SD	t	p
Tenure	Less than 15 years	8	4.23	0.51	0.010	.992
	15 years or more	26	4.22	0.45		
Career in command	Less than 1 year	14	4.09	0.42	-1.493	.145
	1 years or more	20	4.32	0.47		
Command certification	Pass	18	4.21	0.50	-0.165	.870
	Not passed	16	4.24	0.43		

보유 여부를 기준으로 한 현장무선통신 인지부담요인 인식 관련 t-검정을 실시한 결과에서는 표 5와 같이 모든 응답군에서 평균 4.1점 이상의 높은 점수를 기록하였다. 특히 재직기간 15년 미만인 응답군($M=4.58$)은 15년 이상인 응답군($M=4.10$)보다 현장무선통신에 대한 인지부담을 더 크게 인식하고 있는 것으로 나타났다.

재직기간, 지휘 보직 수행기간, 그리고 지휘관 인증 자격 보유 여부를 기준으로 한 현장무선통신 의사결정 제한요인 인식 관련 t-검정을 실시한 결과에서는 표 6과 같이 모든 응답군이 평균 4.1점 이상의 높은 점수를 기록하였고 세부 구분에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지는 않았다.

4-3 시각정보 제공여부에 따른 실험(Task1, 2) 결과

Task1, Task2의 수행에 따른 작업기억 정확도, 의사결정 정확도, 의사결정 소요시간에 대한 정규성과 등분산성 확인 결과 정규성은 충족되지 않았고 등분산성은 모두 충족되었다. 세부 분석은 표 7과 같으며 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 실시하였고 정규성이 충족되지 않은 점을 고려하여 비모수 검정방식인 윌콕슨 부호순위 검정(Wilcoxon Signed-Rank Test)을 병행하였고 결과는 표 7과 같다.

먼저 Task1의 작업기억 정확도 측정에서는 시각정보 제공 조건($M=70.2\%$)이 시각정보 비제공 조건($M=52.9\%$)에 비해 작업기억 정확도가 약 17.3%p 향상된 것으로 나타났다. 또한 대응표본 t-검정($t=-4.336, p<.001$)과 윌콕슨 부호순위 검정($Z=-3.546, p<.001$) 모두에서 통계적으로 매우 유의미한 차이가 나타났다.

Task2에서의 의사결정 정확도는 시각정보 비제공 조건($M=46.5\%$)에 비해 시각정보 제공 조건($M=89.4\%$)에서 약 42.9%p 향상되었으며 통계적 유의수준($\alpha=0.001$)에서도 유의미($t=-8.971, p<.001$)하게 나타났다. 또한 효과 크기(Cohen's $d=1.54$)도 0.8을 상회하여 매우 큰 효과로 나타났다.

반면 순서효과가 확인된 의사결정소요시간은 전체 표본을 대상으로 한 분석에서는 시각제공 조건과 비제공 조건 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다($t=-1.138, p>.05$). 이를 명확히 규명하기 위해 시각정보 제공 여부(조건)와 실험 순서(그룹)를 고정효과로, 연구대상자 특성을 무작위효과로 통제된 선형 혼합모형(Linear Mixed-effects model) 분석을 실시한 결과, 조건과 그룹 간에 통계적으로 매우 유의미한 상호작용 효과가 확인되었다($p<.001$).

이어서 Group별로 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 표 7과 같이 Group1, 2 모두 시각정보 제공 여부와 관계없이 '두 번째로 수행한 과제'의 소요시간이 유의하게 단축되었다. 시각정보 비제공 조건을 먼저 수행한 Group1은 시각정보가 제공된 두 번째 과제에서 시간이 유의하게 단축되었고($t=2.253, p=.039$), 반대로 시각 정보 제공 조건을 먼저 수행한 Group2 역시 두 번째 과제인 시각정보 비제공 조건에서 시간이 유의하게 단축되었다($t=-2.908, p=.010$).

표 7. 시각정보 제공 여부에 따른 Task 1, 2 측정값에 대한 검정결과

Table 7. Results of the test on task 1, 2's value according to whether VI is provided or not

Category	Variable	VI	M	SD	t (p)	Z (p)	d (r)
Task 1	WMA (%)	×	52.94	23.04	-4.336*** (.000*)	-3.535*** (.000*)	0.74 (0.61)
		○	70.22	23.03			
Task 2	DA (%)	×	46.47	29.01	-8.971 (.000***)	-4.964 (.000***)	1.54 (0.85)
		○	89.41	18.58			
	DT (sec)	×	78.68	28.10	-1.138 (.263)	-0.625 (.532)	0.20 (0.11)
		○	84.74	34.04			
	Group1's DT (sec)	×	83.35	28.54	2.235 (.039*)	-1.853 (.064)	0.55 (0.45)
		○	72.82	24.48			
Group2's DT (sec)	○	96.65	38.58	-2.908 (.010*)	-2.714 (.007**)	0.71 (0.66)	
	×	74.00	27.70				

표 8. 시각정보 제공 효과 인식에 대한 검정결과

Table 8. Results of the test on the perception of visual information provision effects

Category	M	SD	t	p	d
contribution to SA	4.88	0.33	33.562	.000***	5.76
contribution to decision	4.88	0.33	33.562	.000***	5.76
contribution to communication	4.68	0.53	18.276	.000***	3.13
Cognitive load reduction	4.62	0.55	17.110	.000***	2.93
Rapid DM	4.76	0.43	23.899	.000***	4.10
Total	4.76	0.31	33.265	.000***	5.70

4-4 시각정보 제공 효과 인식

시각정보 제공 효과 인식에 대해 연구대상자의 재직기간, 현장지휘 총 수행기간, 최근 이수 교육과정 등을 기준으로 등분산성(Levene's Test)을 확인한 결과 모두 충족하였으나 정규성 분석 결과 (Shapiro-Wilk Test)는 연구대상자들의 5점 기준 설문응답이 높은 점수대에 집중되어 있어서 대부분 정규성을 충족하지 못한 것으로 나타났다.

이에 대해 독립표본 t-검정(One-Sample t-test)을 실시한 결과, 표8과 같이 연구대상자들의 AI 글라스 기반 시각정보제공에 대한 긍정적 인식은 리커트 5점 척도 기준으로 평균 4.76점으로 나타났다. 또한 5개의 변수에서 모두 고르게 높은 평균치(M=4.62~4.88)와 유의수준(p<.001), 매우 큰 효과크기(Cohen's d=2.93~5.76)가 나타났다.

V. 논 의

5-1 현장무선통신에 대한 인식

연구에 참여한 현직 소방공무원들은 지휘관 보직 초기 적

응단계에서 가장 어려운 점에 대하여 '무선통신을 통한 현장 상황판단 및 의사소통(61.8%)'을 선정하였고, 현장무선통신에 대한 인지부담과 의사결정에 상당한 어려움을 느끼고 있는 것으로 나타났다. 현장무선통신 인지부담요인과 의사결정 한계 요인에 대한 설문응답 분석결과 10개 요인 중 8개 요인에서 5점 척도 기준 평균 4점 이상의 높은 득점이 나왔다. 특히 재직기간 15년 미만인 응답군(M=4.58)은 15년 이상인 응답군(M=4.10) 보다 현장무선통신에 대한 인지부담을 더 크게 인식하고 있는 것으로 나타났다. 이는 재직기간이 길수록 현장무선통신(무전기)을 더 많이 사용하였거나 무선통신 장애 상황에 대한 다양한 경험을 축적하였을 가능성이 높기 때문으로 추정된다.

현장지휘의 중요성이 점점 더 부각됨에 따라 지휘관의 책임부담 역시 비례하여 커지고 있는 상황에서 지휘관 보직 수행에 대한 선호도는 높지 않은 실정이다.

이에 따라 현장경험이 상대적으로 낮은 재직기간 15년 미만의 직원들이 지휘역량 강화 교육과정을 거쳐 현장지휘관으로 배치되는 경우가 늘어나고 있다. 이들의 현장경험 부족에 따른 어려움을 해소하기 위해서는 인적 구성원의 역량강화에 초점을 맞춘 교육훈련 프로그램 외에 현장무선통신에 대한 인지부담을 낮출 기술적 해결방안도 필요한 상황이다.

5-2 시각정보 제공이 현장지휘관의 인지부하 및 의사결정 정확도에 미치는 영향

Task1에서 연구대상자의 작업기억 정확도는 시각정보 비제공 조건보다 제공 조건에서 평균 17.3%p 향상되는 것으로 나타났다. 이는 Task1의 시뮬레이션 영상 재생시간이 약 110초이고 이 중 연구대상자에게 시각정보가 표출되는 시간은 약 60초 정도로 제한되는 조건임에도 정보 시각화에 따른 인지적 증강 효과가 나타난 것이다.

또한 시각정보 이용시간에 제한이 없었던 Task2에서 연구대상자의 의사결정 정확도는 시각정보 비제공 조건보다 제공 조건에서 평균 42.9%p 높게 나타났다. Task1, 2의 실험에서

연구대상자의 작업기억 정확도와 의사결정 정확도가 시각정보 제공조건에서 모두 증가한 것은 순차적으로 휘발되는 청각정보와 달리 지속적으로 유지되는 시각정보가 인지 과부하 방지와 의사결정의 정확도 향상에 기여했기 때문인 것으로 판단된다. 다중 자원 이론(Multiple Resource Theory)에 따르면 두 개 이상의 정보 처리 과업이 청각과 같은 동일한 감각 채널을 공유할 경우 심각한 과업 간섭과 인지적 병목현상이 발생하여 수행 능력이 저하되는 반면 교차 모달리티(Cross-modal, 예: 청각과 시각의 분리)를 활용하여 정보를 분산 제공할 경우 자원 간의 경합이 최소화되어 다중 작업의 효율성이 극대화된다[19].

이를 참고하여 청각 중심의 기존 시스템의 장점을 유지하면서 시각정보를 추가적으로 분산 제공해주는 서비스 제공으로 현장지휘관의 무선통신 인지부담요인 등을 기술적으로 해결할 필요가 있다. 시행방안으로는 현장무선통신 데이터를 학습한 sLLM(smaller Large Language Model)을 개발하고 무선통신 음성을 실시간으로 인식하면서 AI 글래스를 통해 중요정보를 표출해주는 방식의 시스템 개발을 제안한다.

주의할 점은 AI라는 첨단기술에 매료되어 시스템 개발 시 현장의 의견을 놓쳐서는 안된다. 현장이 원하는 것은 단순하면서 명확하고 신속한 기술인데 AI 글래스를 통해 동시에 표출되는 시각정보량 또는 표출 지속시간이 과다할 경우 착용자의 시야 방해, 시각정보 과다로 인한 인지 과부하 등의 부작용이 발생할 수도 있기 때문이다. 따라서 AI 글래스를 통해 표출되는 정보량 또는 표출 지속시간이 작업기억이나 의사결정의 정확도에 미치는 영향과 적정기준에 대한 추가 연구도 필요하다.

5-3 시각정보 제공이 현장지휘관의 의사결정 소요시간에 미치는 영향

Task 2에서 측정된 의사결정 소요시간은 전체 표본을 대상으로는 시각제공 조건과 비제공 조건 간에 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았지만 Group별로 분석한 결과에서는 Group1, 2 모두 시각정보 제공 여부와 관계없이 두 번째로 수행한 과제의 소요시간이 유의하게 단축되었음을 확인하였다.

McCaffrey 등의 연구에 따르면, 동일한 평가도구를 반복 수행할 경우 ‘속도 요소(speeded component)’가 포함된 과제에서 수행 시간의 단축과 같은 두드러진 학습 효과(Practice Effect)가 나타났다[20].

이를 고려하면 의사결정 소요시간 변화의 주요 원인은 시각정보 제공이 아니라 연구대상자가 반복된 측정을 통해 실험환경인 가상화재 시뮬레이션과 측정항목에 적응하면서 나타난 학습 효과일 가능성을 시사한다.

사고현장에서의 인명구조 작전은 지휘관의 정확하면서도 신속한 의사결정을 통해 개시된다. 따라서 향후 무선통신정보의 시각화가 적용된 새로운 시스템을 도입할 경우 사용자인

현장지휘관들의 요구사항을 다각도로 조사하여 정확성과 함께 신속성도 높일 수 있는 UI/UX가 기획되어야 한다. 또한 AI 글래스와 같은 기기에 대한 사용자의 수용도 차이를 고려하여 충분한 적응 이후에 현장에서 활용할 수 있도록 돕는 교육훈련프로그램도 마련되어야 할 것이다.

VI. 결 론

본 연구는 재난현장 무선통신에 대한 현직 소방공무원의 인식과 함께 현장무선통신 정보의 시각화 제공이 현장지휘관의 인지부하 및 의사결정에 미치는 영향을 보여준다. 연구결과에 따르면 현직 소방공무원들은 지휘관 보직 초기 적응단계의 가장 큰 난점으로 ‘무선통신을 통한 현장상황판단 및 의사소통’을 선정하였으며 재직기간, 지휘관 보직 기간, 인증자격 보유 등의 차이와 상관없이 현장무선통신에 대한 인지부담과 의사결정 한계를 공통적으로 크게 느끼고 있는 것으로 나타났다. 특히 재직기간 15년 미만인 응답군은 15년 이상인 응답군보다 현장무선통신에 대해 더 큰 인지부담을 가지고 있음이 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 재직기간이 짧을수록 현장소음, 무전량 급증, 불명확한 무전 발음 등 청각 중심의 현장무선통신에 대한 경험치가 적기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 결과들은 현장지휘관의 역량 강화를 위해서는 교육훈련프로그램 외에도 무전기(청각)에 의존하는 현장의 의사소통체계의 개선이 필요하다는 점을 강력히 시사하고 있다.

이에 따라 본 연구에서 제안하는 AI 글래스 기반 현장무선통신 정보의 시각화는 급박한 상황에서 현장지휘관의 인지 과부하 방지 및 의사결정 정확도 향상 가능성을 가상 화재 시뮬레이션 실험을 통해 입증하였다. 또한 AI 글래스 기반 시각정보 제공이 기존 무선통신체계를 보완하는 효과를 가져올 것이라는 연구대상자들의 인식 결과도 확인하였다.

이에 따라 소방기관에서도 현장에서 정확하고 효과적인 인명구조를 위해 AI 기술과 장비를 활용할 수 있는지 적극적으로 검토하여야 한다. 또한 기존 현장무선통신체계를 보완하는 방향으로 설정하되 사용자인 현장대원들의 임무와 의견을 우선적으로 고려하여 도입 시 예상되는 부작용을 사전에 예방할 필요가 있다.

나날이 발전하고 있는 인공지능 기술은 사회를 구조적으로 바꾸고 있으며 우리 삶에도 적지않은 영향을 끼치고 있는 상황이다. 재난 및 안전분야에서도 인공지능의 기술적 혁신과 정보 시각화, AI 글래스 활용 등을 연계하는 다채로운 연구 결과들이 도출되어 재난사고 현장에서 국민의 생명과 재산을 보호하는데 기여하기를 기대해 본다.

참고문헌

[1] UNISDR. Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction [Internet]. Available: <https://www.undr.org/terms>

- nology/disaster.
- [2] E.-S. Son, T.-S. Park, J.-N. Kim, and M.-O. Yoon, "A Study for the Management of the Wireless Communication for Safety of Firefighter in Fire Scene," *Fire Science and Engineering*, Vol. 27, No. 1, pp. 60-65, 2013. <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2013.27.1.060>
- [3] M. R. Endsley, "Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Vol. 37, No. 1, pp. 32-64, March 1995. <https://doi.org/10.1518/001872095779049543>
- [4] T. M. Kwon, Seoul Incident Command Standard Operation Procedure, Seoul Metropolitan Fire & Disaster Headquarters, pp. 56-60, 2019.
- [5] R. J. Sternberg and K. Sternberg, *Cognitive Psychology*, Belmont, CA: Wadsworth Cengage Learning, 2012.
- [6] J. Sweller, J. J. G. van Merriënboer, and F. Paas, "Cognitive Architecture and Instructional Design," *Educational Psychology Review*, Vol. 10, No. 3, pp. 251-296, September 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- [7] M. R. Endsley and D. G. Jones, *Designing for Situation Awareness: An Approach to User-Centered Design*, 2nd ed. CRC Press, 2012.
- [8] K. C. Stuart, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman, *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*, San Francisco, CA: Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- [9] I. Vessey, "Cognitive Fit: A Theory-Based Analysis of the Graphs Toward Tables Literature," *Decision Sciences*, Vol. 22, No. 2, pp. 219-240, 1991. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5915.1991.tb00344.x>
- [10] Patentnews. Smart Glasses Emerge as a Key Digital Experience [Internet]. Available: <https://www.e-patentnews.com/12901>.
- [11] G. Hinton, L. Deng, D. Yu, G. E. Dahl, A.-R. Mohamed, N. Jaitly, ... and B. Kingsbury, "Deep Neural Networks for Acoustic Modeling in Speech Recognition: The Shared Views of Four Research Groups," *IEEE Signal Processing Magazine*, Vol 29, No 6, pp. 82-97, November 2012. <https://doi.org/10.1109/MSP.2012.2205597>
- [12] J. Cohen, *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed. Hillsdale, NJ: Routledge, pp. 46-49, 1988.
- [13] C. E. Shannon and W. Weaver, *The Mathematical Theory of Communication*, Urbana, IL: University of Illinois Press, pp. 7-8, 1949.
- [14] L. D. Strater, M. R. Endsley, R. J. Pleban, and M. D. Matthews, Measures of Platoon Leader Situation Awareness in Virtual Decision-Making Exercises, U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences, Alexandria: VA, Research Report 1770, pp.36-38, 2001.
- [15] M. R. Endsley, "Direct Measurement of Situation Awareness: Validity and Use of SAGAT," *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 63-71, 2000.
- [16] L. J. Gugerty, "Situation Awareness During Driving: Explicit and Implicit Knowledge in Dynamic Spatial Memory," *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 3, No. 1, pp. 42-66, 1997.
- [17] C. D. Wickens, J. D. Lee, Y. Liu, and S. Gordon-Becker, *Introduction to Human Factors Engineering*, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [18] C. D. Wickens and J. G. Hollands, *Engineering Psychology and Human Performance*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008.
- [19] C. D. Wickens, "Multiple Resources and Performance Prediction," *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol. 3, No. 2, pp. 159-177, 2002.
- [20] R. J. McCaffrey, A. Ortega, S. M. Orsillo, W. B. Nelles, and R. F. Haase, "Practice Effects in Repeated Neuropsychological Assessments," *Clinical Neuropsychologist*, Vol. 6, No. 1, pp. 32-42, 1992.



방지호 (Jiho Bang)

2024년~현 재: 중앙대학교 대학원 ICT융합안전학과 석사과정
 ※ 관심분야: 인공지능, 재난대응, 현장지휘체계 등



박인선 (Inseon Park)

1992년 : 중앙대학교 대학원 (경영학 석사)
 1999년 : 중앙대학교 대학원 (경영학 박사)

2024년~현 재: 중앙대학교 ICT융합안전학과 학과장
 ※ 관심분야: ICT안전, 빅데이터 및 인공지능, 소방·시설물 안전, 플랫폼 비즈니스 모델 등