

실감형 재난대응 서비스 구현방안 연구 : 공공과 민간 분야 전문가 인식 차이를 중심으로

최우철, 김태훈*
한국건설기술연구원 미래융합연구본부

Study on Realistic Disaster Management Service Implementation Plan

: Focusing on Differential Views in Public and Private Experts

Woo-Chul Choi, Tae-Hoon, Kim*
Department of Future Technology and Convergence Research, KICT

요약 본 연구에서는 국민안전에 큰 위협이 될 수 있는 화재, 지진 등 재난분야를 관리하는 공공 영역과 주로 재난 관련 세부기술들을 개발하는 민간 영역의 실감형 재난서비스 요구사항을 고려하기 위하여 공공과 민간 그룹별 전문가 AHP 설문분석을 진행하였다. 재난 및 공간정보 관련 분야 전문가 면담조사를 통하여 실감형 재난대응 서비스 항목 계층 구조를 설정하였으며, 설문지의 일관성 지수는 0.058로 매우 양호한 수준으로 분석되었다. 중요도 평가 결과, 1계층의 경우 재난발생 긴급대응의 중요도가 가장 높았으며, 2계층의 경우 시민대상 상세 재난 상황 정보 알림, 관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공, 유관기관 자동 정보연계 순으로 평가되었다. 그룹별 분석결과를 살펴보면, 공공은 시민(1순위), 관리자(3순위), 유관기관(2순위)에 재난상황 정보의 정확성(4, 6순위)을, 민간은 미래기술을 활용한 3차원 관제(1순위, 3순위, 5순위)에 대한 중요도를 가치있게 평가하였다. 이에 본 연구는 공공의 안전 우선 가치와 민간의 기술혁신 가치 요구에 상응하는 3D 안전상태정보 플랫폼 기반의 실감형 재난대응 서비스 구현방안을 제시하였다. 본 연구는 테스트베드 및 상용화 단계 시 기술 적용과 세부 시나리오 수립에 유용한 자료로 활용될 것으로 예상된다. 향후 실감형 재난대응 서비스의 실질적 적용 및 운영방안, 지자체 확산을 위한 재원 마련 및 정책적 지원방안 등의 후속연구가 진행되길 기대한다.

Abstract this study, an expert AHP questionnaire analysis of public and private groups was conducted to take into consideration the requirements for realistic disaster services. Considered are public areas that manage disasters like fires and earthquakes that can be a major threat to national safety, as well as private areas that mainly develop disaster-related technologies. In the questionnaire, the public respondents valued accurate disaster situation information (ranked 4th and 6th) for citizens (1st), managers (3rd), and related organizations (2nd); the private sector highly valued the importance of three-dimensional (3D) control (ranked 1st, 3rd, and 5th) using future technologies. This study suggests the realization of a disaster-response service that meets the needs of public safety and technological innovation based on a 3D safety state information platform. We anticipate that this study will provide useful data for applying technology and for establishing detailed scenarios during the test bed and commercialization phases. We also expect that further studies will be conducted, such as the practical application and operation of realistic disaster response services, on the financial resources for the proliferation of local governments, and on policy support measures.

Keywords : Realistic Disaster Management Service, AHP, 3D Spatial Information, Safety Status Information platform, Fire Safety

본 연구는 행정안전부 공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발사업의 연구비지원(과제번호 20DRMS-B146826-03)에 의해 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Tae-Hoon, Kim(KICT)

email: kth@kict.re.kr

Received May 7, 2020

Accepted June 5, 2020

Revised May 29, 2020

Published June 30, 2020

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건물에서 화재가 발생한 사고 중 골든타운 내 대응 미비로 인한 피해 발생 횟수가 증가하고 있다. 그 예로 2017년 12월 제천 스포츠센터, 2018년 1월 밀양 세종병원(요양병원), 2019년 김포 요양병원 등에서 화재가 발생해 대규모 사상자가 발생하였다. 또한 2019년 5월 분당초등학교, 6월 은명초등학교, 7월 대진초등학교, 9월 하의초등학교, 10월 오정초등학교 등 초등학교 화재발생 사고도 빈번히 발생하였다. 앞서 살펴본 화재사고 중 요양병원과 초등학교의 경우 재난상황에서의 사회적약자인 환자, 노약자, 어린이 등이 상주하는 곳으로 재난 집중 관리가 필요한 시설이다. 하지만 해당시설들은 중대형 복합건물에 비해 재난대응에 취약한 중소형 건물로 체계적인 재난 관리가 어렵다는 문제를 가지고 있다. 이를 해결하기 위해서는 ICT기술을 활용한 재난관리·대응 자동화 및 효과적인 관제시스템 개발이 필요하다. 이에 행정안전부는 중소규모의 사회적약자 다중이용시설을 대상으로 “공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발” 연구를 진행 중에 있다. 해당 실감 재난관리 연구단(이하 연구단)에서는 중소규모 사회적약자 다중이용시설 대상의 3D 안전상태정보 플랫폼을 개발 중에 있으나, 아직 초기 연구단계로써 구체적인 서비스모델 및 활용방안 제시가 되어있지 않은 상태이다. 화재나 지진과 같은 재난분야는 국민안전에 큰 위협이 될 수 있는 공공영역이지만, 이를 해결하기 위한 세부기술들은 민간영역에서 개발(기술이전 포함)하므로 공공과 민간의 요구사항을 고려하여 서비스모델을 수립할 필요가 있다. 이에 본 연구는 중소규모 사회적약자 다중이용시설을 대상으로 공공과 민간 그룹별 전문가 설문분석을 통해 연구단 개발기술이 고려된 공간정보 기반 실감형 재난대응 서비스 구현방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 범위는 재난 대응 및 관리에 상대적으로 취약한 5층 내외의 중소규모 사회적약자 다중이용시설(건물)로 설정하였다. 단기적으로 한 개 건물 단위로 설정하였으나, 지자체 관계 가능한 공공건물과 더 나아가 시 단위로 확장하여 지자체 전체 건물을 모니터링 할 수 있는 서비스모델 확장까지 고려한다.

연구방법을 살펴보면, 화재, 지진 등 재난상황 예방 및 실시간 대응을 위한 실감형 재난대응 서비스 구현방안

제시를 위해 먼저 선행연구 및 관련 연구성과를 조사하여 실감형 재난대응 서비스 항목을 분류·설정한다. 도출된 서비스 항목을 토대로 상위항목과 하위항목 간 전문가 설문 및 중요도 평가분석(AHP : Analytic Hierarchy Process, 계층분석법)을 수행하여 서비스 상용화를 위한 우선순위를 설정한다. 이 때 공공과 민간 전문가 그룹을 구분하여 각각의 요구사항을 고려한 실감형 재난대응 서비스 구현방안을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구 고찰

2.1 선행 연구

재난 관리 및 대응을 위한 시나리오(또는 서비스모델) 연구를 살펴보면, 김지은은 BIM 기반 재난 통합정보 시스템 내 시설물 관리 서비스 도출 프로세스 및 전문가 설문조사를 통해 BIM 기반 주요 설비 모니터링 및 대응 서비스와 BIM 기반 공간관리 서비스 방안을 제시하였다 [1]. 해당연구는 BIM 데이터를 활용함에 따라 본 연구인 실감형 재난대응 서비스와 유사점이 있으나, 초고층 복합 건물 대상으로 시설 및 공간관리 관련 서비스 데이터 항목이 상이하고 BIM 데이터가 필요치 않는 재난대응서비스는 제시되어 있지 않다. 김혜진은 화재 및 피난 전문가 설문을 기반으로 성능위주 설계의 한계점을 반영한 시나리오 요소별 위험성 및 적절성을 평가하였다[2]. 해당연구는 피난 시나리오에만 초점이 맞춰져 있기 때문에 전체적인 재난대응 서비스로 보기 어렵다.

본 연구 분석방법인 AHP를 활용하여 재난 관련 전문가 설문분석을 수행한 연구를 살펴보면, 최정자는 전시·컨벤션 개최지 재난 위기관리에 관한 우선순위 분석을 수행하여 예방, 대응, 대비, 복구 순의 재난 위기 중요순위를 도출하였다[3]. 조홍석은 문화재 재난안전도 가중치 평가방안을 연구하여 문화재 자체의 방재인력 확보 및 예방관리 방안이 주된 평가요소로 가중치가 높게 분석하였다[4]. 이경수는 델파이기법과 AHP를 함께 활용하여 대전시의 도시재난 위험요소 선정에 관한 연구를 수행하여, 자연적 요인에는 풍수해와 지진에 대한 대비가, 사회적 요인에는 산불재난과 건물붕괴에 대한 대비가 중요한 것으로 분석하였다[5]. 박찬석은 재난관리 단계별 소방업무 중요도분석 및 업무재설계를 연구하여 대비단계의 재난관리 중요도를 높게 평가하였고, 업무재설계를 함에 있어 민관 협력업무를 발굴하고 이에 대한 법적·제도적인 설립 운영근거 마련 등 정책개발 추진 필요성을 제시하

였다[6]. 나옥정은 화재안전 속성의 중요도 분석을 통한 상업 건축물 화재안전 특성 변화를 연구하여 소방설비, 화재안전계획, 예방활동, 주변환경 순으로 중요도를 도출하였다[7]. 해당연구들은 재난대응 서비스 모델이 아닌 재난관리에 초점을 맞추었으며, 본 연구 대상이 중소기업 사회적약자 다중이용시설인데 반하여 해당 선행연구들은 전시·컨벤션, 문화재, 도시차원(대전), 상업건축물 등을 대상으로 한다는 점에서 차별성을 가진다.

2.2 실감 재난 대응관리 연구

국내의 재난플랫폼 관련 연구는 행정안전부, 과학기술정보통신부, 국토교통부 등 정부부처에서 R&D 및 재정 지원사업을 추진하고 있으며, IoT 센서, CCTV 등 개별 솔루션 기술개발은 민간시장에서 주도하고 있다. 행정안전부는 “시나리오 기반 대형복합재난 확산예측 기술개발(17~18년)”을 통해 대형복합재난 대비 최적 대응 모델을 구축하였고, 스마트빅보드 개발을 통해 빅데이터·ICT 기술을 접목한 지자체용 재난관제시스템을 개발하였다. 과기정통부는 “재난안전정보 공유플랫폼”, “지능형 위험분석 피해예측 기반의 화재상황 대응플랫폼”, “다매체 기반의 멀티미디어 재난정보전달플랫폼” 등의 플랫폼 개발 연구를 지속적으로 추진 중에 있다. 국가과학기술연구회의 융합연구단사업으로 “재난 재해대응 초고층·복합시설물 통합정보 플랫폼 개발”을 통해 초고층 복합건물 대상의 시나리오 기반 상황대응 관제·대피·판단 서비스 개발을 추진하였다[8]. 하지만 이러한 서비스들은 주로 초고층 건물을 대상으로 삼거나 도시단위 관제범위이기 때문에 실제 재난에 취약한 중소기업 다중이용시설물에 적용·활용되기에는 어려운 실정이다. 이에 행정안전부는 재난 안전에 취약한 약자가 주로 상주하는 중소기업의 다중이용시설물(요양시설, 학교 등)을 대상으로 실시간으로 현장상황을 공간별 맞춤형 관제를 도모하는 “공간정보 기반 실감 재난관리 맞춤형 콘텐츠 제공 기술개발(이하 실감재난관리연구단)” 연구를 진행 중에 있다. 이에 본 연구는 실감재난관리연구단의 3차원 관제, IoT 센서 및 CCTV 활용 등 관련 공간정보 기술을 기반으로 최적 재난대응·관리 서비스를 도출하여, 이를 서비스모델 패키징을 통해 실용화까지 진행할 수 있는 토대를 마련하고자 한다. 이를 위해 2장에서는 재난 관리 및 대응을 위한 시나리오, 분석방법인 AHP, 실감 재난 대응관리 연구 등을 고찰하고 3장에서는 실감형 재난대응 서비스 항목 계층화, 일관성 검증, 중요도 평가 분석 등 실증 분석을 수행한다. 이를 바탕으로 4장에서는 그룹별 분석결과 및 서비

스 구현방안을 도출하고, 5장에서는 본 연구의 의의 및 기대효과를 제시한다.

3. 실증 분석

3.1 AHP 분석 개요

본 연구는 상대적으로 재난에 취약한 중소기업 사회적약자 다중이용시설을 대상으로 실감형 재난대응 서비스 모델을 제공하는데 의의가 있다. 이를 위해 실감형 재난대응 서비스 항목을 분류한 뒤 공공과 민간 그룹별 AHP 분석을 수행하였다. AHP 분석과정에 따라 1단계, 브레인스토밍을 통해 문제 정의 및 요구사항을 명확히 하는 작업, 2단계, 관련된 여러 의사결정 사항을 문제 정의하고 이를 구성하는 중요 속성에 대한 계층화 작업, 3단계, 쌍대비교를 이용하여 의사결정자 평가와 상위계층 및 하위계층 요소들을 쌍대비교하여 행렬 작성, 4단계, 3단계에서 구한 비교행렬(CI: Consistency Index)로부터 평가항목 간 상대적 추정가중치 도출 후 평균 무작위지수(RI: Random Index)를 토대로 일관성 검토 작업, 5단계, 비교우위를 통해 분석된 의사결정 결과를 종합하여 우선순위 결정 작업, 6단계, 평가결과에 대한 전체적 일관성 검토 등 총 6단계에 걸쳐 분석을 진행하였다[9].

대학, 연구원, 관련 공공기관 등 공공 그룹과 재난 및 공간정보 관련 민간 개발업체의 민간 그룹으로 나누어 2020년 3월 16일부터 3월 27일까지 12일간 총 60부의 설문지를 배부하여 30부를 회수하였다. 설문지 응답 수가 적어 신뢰성에 대한 의문이 제기될 수 있으나, AHP 연구에서는 전문성, 논리일관성이 전제되는 경우 표본의 크기는 문제가 되지 않는다[10]. 본 연구는 재난 및 공간정보 분야의 전문성을 갖춘 관련 전문가 및 관련 업종 종사자들을 대상으로 조사하였으며, 일부 설문지의 경우 면담을 병행하여 응답을 받았기에 앞서 제기되는 연구의 타당성 및 적절성에 부합한다고 볼 수 있다. 통계분석은 Microsoft Office Excel 2013을 활용하였으며, 평가분석의 경우 총 3개의 상위항목과 15개의 하위항목을 대상으로 설문자가 보다 원활하게 선택할 수 있도록 항목간 쌍대비교를 7점척도로 설정하였다.

3.2 실감형 재난대응 서비스 항목 계층화

재난 및 공간정보 관련 분야의 전문성을 갖춘 대학교 수 및 연구원 등의 전문가와 관련 업종 종사자들을 대상

으로 면담조사를 통해 도출된 실감형 재난대응 서비스 상위항목은 재난발생 긴급대응, 상시안전 모니터링, 재난 예방지원 서비스로 구분된다. 항목을 세분화하면 첫째, 재난발생 긴급대응 서비스의 경우 시민대상 상세 재난상황 정보 알림, 관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공, 재실자 현황정보 제공, 유관기관 자동 정보연계로 구분된다. 둘째, 상시안전 모니터링 서비스의 경우 디지털트윈 기반 3차원 관제, 다중 센서 기반 실시간 시설모니터링, 재난 취약공간 분석 및 집중관제, CCTV 기반 지능형 관제, 스마트폰 원격 제어, 생활안전 정보 제공으로 구분된다. 셋째, 재난 예방지원 서비스의 경우 재난발생 대비 피해예측 시뮬레이션, 단계/상황별 재난대응절차 및 매뉴얼, 직관적 3차원 안전상태정보플랫폼, 연2회 재난훈련 지원(화재, 지진), 스마트 재난 교육(AR, VR 등)이다. 이에 따른 상위항목과 하위항목에 대한 계층구조 및 항목별 주요 내용은 아래 표와 같다.

Table 1. Realistic disaster management service

Class A.	Class B
A) Emergency Response to Disasters	A-1) Detailed disaster situation information notification for citizens
	A-2) Provision of real-time 3D situation for manager
	A-3) Provision of information on the status of the occupants
	A-4) Automatic information linkage with related organizations
B) Safety Regular Monitoring	B-1) 3D control based on digital twin
	B-2) Real-time facility monitoring based on multiple sensors
	B-3) Disaster vulnerable space analysis and intensive control
	B-4) Intelligent control based on CCTV
	B-5) Smart-phone remote control
	B-6) Provision of life safety information
C) Disaster Prevention Support	C-1) Disaster prediction simulation against disaster occurrence
	C-2) Disaster response procedures and manuals by stage/situation
	C-3) Intuitive 3D safety status information platform
	C-4) Disaster training support twice a year (fire, earthquake)
	C-5) Smart disaster education (AR/VR, etc.)

3.3 일관성 검증

AHP분석에서는 설문 일관성 검증(Consistency Ratio, CR) 테스트를 통해 평가 결과에 대한 신뢰성 확보가 중요하다. 일관성 비율 CR은 비교행렬 CI와 n의 크기에 따라 숫자가 변하고 다수의 비교행렬 CI의 평균치를 나타내는 평균 무작위지수 RI를 이용하여 산출한다[11]. 응답자의 판단 진실성을 평가하는데 일반적으로 일관성 비율

(CR)이 0.1보다 작으면 일관성에 문제가 없으며, 0.1~0.2 수준이면 큰 문제가 없다고 보아 AHP 분석결과가 타당하다고 볼 수 있으므로, 본 연구에서는 일관성 지수가 0.2 이하로 나타난 항목에 대한 AHP 분석을 수행하였다. 분석에 활용된 30부의 설문지의 일관성 지수 평균은 0.058로 매우 양호한 일관성을 갖는 것으로 분석되었다.

3.4 중요도 평가분석

실감형 재난대응 서비스의 1계층 평가기준(상위항목)에 대한 중요도 분석결과를 살펴보면, 재난발생 긴급대응이 1순위(가중치 0.426), 상시안전 모니터링 2순위(0.291), 재난 예방지원 3순위(0.282) 순으로 분석되었다. 2계층 평가기준(하위항목)은 1계층 평가기준 중 가장 높은 중요도로 분석된 재난발생 긴급대응 서비스의 경우 시민대상 상세 재난상황 정보 알림이 0.321로 가장 높게 나타났으며, 이어서 관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공 0.294, 유관기관 자동 정보연계 0.217, 재실자 현황 정보 제공 0.161 순으로 분석되었다. 1계층 분석결과 2순위로 분석된 상시안전 모니터링 서비스의 경우 다중 센서 기반 실시간 모니터링(0.220)이 1순위, CCTV 기반 지능형 관제(0.203)와 재난 취약공간 분석 및 집중관제(0.203)가 2~3순위로 분석되었으며, 이어서 디지털트윈 기반 3차원 관제(0.182), 스마트폰 원격 제어(0.113), 생활안전 정보 제공(0.079) 순으로 분석되었다. 재난 예방지원 서비스의 경우 직관적 3차원 안전상태정보플랫폼(0.263)이 1순위, 단계/상황별 재난대응절차 및 매뉴얼(0.239)이 2순위, 이어서 재난발생대비 피해예측 시뮬레이션(0.186), 연2회 재난훈련 지원(0.171), 스마트 재난 교육(0.140) 순으로 분석되었다.

Table 2. Result of survey analysis

Class A.	Relative importance	Class B	Relative importance	Final Relative importance
A) Emergency Response to Disasters	0.426 (1)	A-1) Detailed disaster situation information notification for citizens	0.321 (1)	0.137 (1)
		A-2) Provision of real-time 3D situation for manager	0.294 (2)	0.126 (2)
		A-3) Provision of information on the status of the occupants	0.167 (4)	0.071 (5)
		A-4) Automatic information linkage with related organizations	0.217 (3)	0.093 (3)

B) Safety Regula r Monito ring	0.291 (2)	B-1) 3D control based on digital twin	0.182 (4)	0.053 (10)
		B-2) Real-time facility monitoring based on multiple sensors	0.220 (1)	0.064 (7)
		B-3) Disaster vulnerable space analysis and intensive control	0.203 (3)	0.059 (9)
		B-4) Intelligent control based on CCTV	0.203 (2)	0.059 (8)
		B-5) Smart-phone remote control	0.113 (5)	0.033 (14)
		B-6) Provision of life safety information	0.079 (6)	0.023 (15)
C) Disaste r Preven tion Support	0.282 (3)	C-1) Disaster prediction simulation against disaster occurrence	0.186 (3)	0.053 (11)
		C-2) Disaster response procedures and manuals by stage/situation	0.239 (2)	0.068 (6)
		C-3) Intuitive 3D safety status information platform	0.263 (1)	0.074 (4)
		C-4) Disaster training support twice a year (fire, earthquake)	0.171 (4)	0.048 (12)
		C-5) Smart disaster education (AR/VR, etc.)	0.140 (5)	0.039 (13)

최종 종합 중요도 순위를 파악하기 위하여 1계층(상위 항목)의 중요도와 1계층에 포함되는 2계층(하위항목)의 중요도를 곱하여 최종 종합 중요도를 산출한 뒤 순위를 도출하였다. 그 결과 시민대상 상세 재난상황 정보 알림, 관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공, 유관기관 자동 정보연계 등 1계층 평가기준 중 재난발생 긴급대응 서비스의 3개 하위항목이 나란히 1~3순위로 분석되었다. 이는 1계층 평가에서 해당 재난발생 긴급대응이 상대적으로 높은 가중치를 받았기 때문으로 판단된다. 이어서 직관적 3차원 안전상태정보플랫폼(4위), 재실자 현황정보 제공(5위), 단계/상황별 재난대응절차 및 매뉴얼(6위), 다중 센서 기반 실시간 시설 모니터링(7위), CCTV 기반 지능형 관제(8위), 재난 취약공간 분석 및 집중 관제(9위), 디지털트윈 기반 3차원 관제(10위), 재난발생 대비 피해예측 시뮬레이션(11위), 연2회 재난훈련 지원(12위), 스마트 재난 교육(13위), 스마트폰 원격제어(14위), 생활안전 정보 제공(15위) 순으로 분석되었다.

4. 그룹별 분석결과 및 서비스 구현방안

대학, 연구원, 관련 공공기관 등 공공 전문가 그룹과 재난 및 공간정보 관련 민간 전문가 그룹에 따른 실감형

재난대응 서비스의 가중치 분석 결과는 아래 표와 같다.

Table 3. Result of part analysis by public/private group

Class A.	Class B	Public	Private
A) Emergency Response to Disasters	A-1) Detailed disaster situation information notification for citizens	0.154 (1)	0.118 (2)
	A-2) Provision of real-time 3D situation for manager	0.096 (3)	0.152 (1)
	A-3) Provision of information on the status of the occupants	0.080 (6)	0.062 (6)
	A-4) Automatic information linkage with related organizations	0.132 (2)	0.054 (9)
B) Safety Regular Monitoring	B-1) 3D control based on digital twin	0.037 (11)	0.067 (5)
	B-2) Real-time facility monitoring based on multiple sensors	0.082 (4)	0.046 (12)
	B-3) Disaster vulnerable space analysis and intensive control	0.082 (5)	0.036 (13)
	B-4) Intelligent control based on CCTV	0.065 (8)	0.052 (10)
	B-5) Smart-phone remote control	0.030 (14)	0.035 (14)
	B-6) Provision of life safety information	0.021 (15)	0.024 (15)
C) Disaster Prevention Support	C-1) Disaster prediction simulation against disaster occurrence	0.035 (12)	0.077 (4)
	C-2) Disaster response procedures and manuals by stage/situation	0.066 (7)	0.060 (7)
	C-3) Intuitive 3D safety status information platform	0.048 (9)	0.112 (3)
	C-4) Disaster training support twice a year (fire, earthquake)	0.040 (10)	0.056 (8)
	C-5) Smart disaster education (AR/VR, etc.)	0.031 (13)	0.049 (11)

4.1 상위항목(1계층) 분석 결과

상위항목 분석 결과, 공공과 민간 모두 재난발생 긴급대응 서비스가 1순위로 도출되었지만, 공공에서의 가중치가 0.076 더 높게 나타났다. 2순위의 경우 공공은 상시안전 모니터링, 민간은 재난 예방지원으로 도출되었는데, 이는 공공 전문가들에게 즉각적인 사고 발생을 예방하기 위한 상시 모니터링의 중요성이 민간 전문가에 비해 상대적으로 강조된 것으로 사료된다.

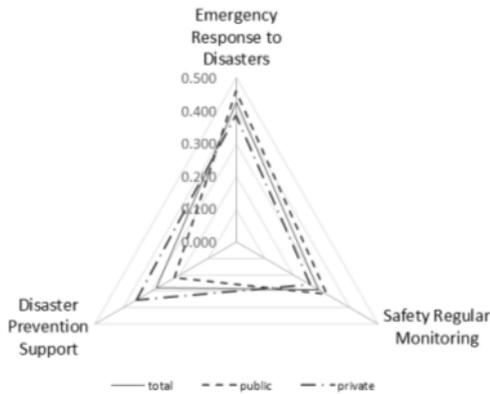


Fig 1. 1st class result

4.2 하위항목(2계층) 분석 결과

4.2.1 재난발생 긴급대응 분석 결과

재난발생 긴급대응 서비스는 공공, 민간 모두 1순위로 선택된 중요한 재난대응 요소이다. 이 중 공공에서의 1순위는 시민대상 상세 재난상황 정보 알림(0.154)이, 민간에서의 1순위는 관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공(0.152)으로 도출되었다. 공공은 재난 시 시민들에게 상세하고 정확한 정보 제공을 통해 인명피해 최소화를 최우선 가치로 삼는 것으로 보이며, 민간은 3차원 정보제공 기술과 같은 첨단기술을 활용한 관리자용 실시간 관제를 가장 중요시 하는 것으로 판단할 수 있다. 또한 공공 관점에서는 유관기관 자동 정보연계(0.132)가 전체 2순위로 도출되었는데, 이는 과거 관련 부처(또는 기관)간 협력이 미흡했던 점을 개선하여 재난상황 발생 시 대응기관(소방서, 지자체 관제센터 등)간 네트워크 연계를 통해 재난대응 효율화를 향상시키고자 하는 의미로 분석된다.

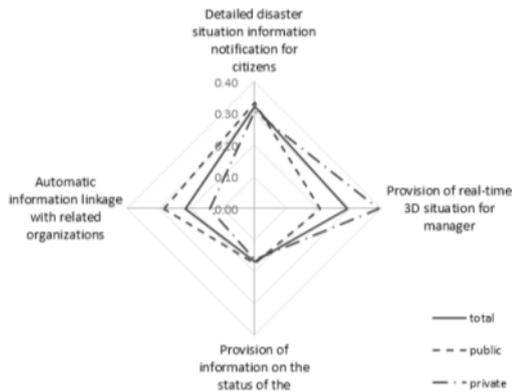


Fig 2. 2nd class result(Emergency Response to Disasters)

4.2.2 상시안전 모니터링 분석 결과

상시안전 모니터링 서비스는 민간(0.261)보다는 공공(0.318)에서 중요하다고 분석된 1계층 상위항목이다. 2계층 하위항목을 살펴보면, 공공에서는 다중 센서 기반 실시간 시설 모니터링(0.082)과 재난 취약공간 분석 및 집중관제(0.082)가 전체 15개 하위항목 중 4~5위, CCTV 기반 지능형 관제(0.065)가 8위를 차지할 정도로 높은 가중치로 산정되었다. 이에 반해 민간에서는 디지털 트윈 기반 3차원 관제를 제외하고는 모두 10위권 밖의 중요도 순위로써, 공공과 민간이 상시안전 모니터링 중요도에 대한 가치인식이 상당히 다르다는 것을 알 수 있었다. 특이점은 민간에서 디지털트윈 기반 3차원 관제가 전체 항목 중 5위(0.067)를 차지하는 점이다. '4.2.1'에서 언급했듯이 민간에서는 BIM/GIS, 디지털트윈 등 미래기술을 활용하여 안전관리 현장에 접목하고자 하는 적극성이 돋보이는 대목으로 읽힌다.

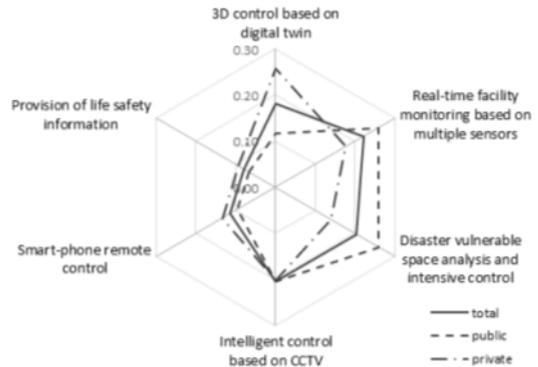


Fig 3. 2nd class result(Safety Regular Monitoring)

4.2.3 재난 예방지원 분석 결과

재난 예방지원 서비스는 민간(0.353)에서 공공(0.220)보다 중요하다고 분석된 1계층 항목이다. 2계층 하위항목을 살펴보면, 민간에서는 직관적 3차원 안전상태정보 플랫폼(0.112)과 재난 발생대비 피해예측 시뮬레이션(0.077)이 전체 15개 하위항목 중 3~4위를 차지하였다. 원활한 실감형 재난대응 서비스를 위한 플랫폼의 역할이 강조된 것으로 판단된다. 공공에서는 단계/상황별 재난 대응절차 및 매뉴얼(0.066)이 전체 7위로 산정되어 신속한 재난대응을 위한 매뉴얼 수립이 강조된 것을 알 수 있다.

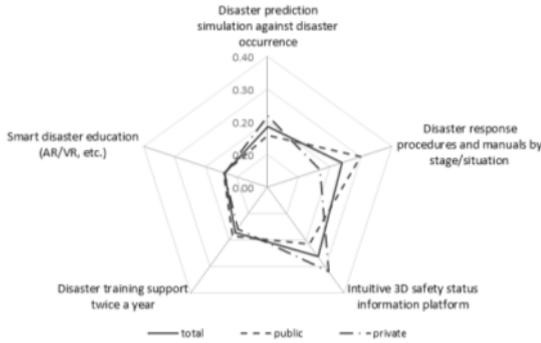


Fig 4. 2nd class result(Disaster Prevention Support)

4.3 종합 분석결과

1계층의 중요도와 1계층에 포함되는 2계층의 중요도를 곱하여 산출된 최종 종합 중요도를 분석한 결과, 공공에서는 시민(1순위)과 관리자(3순위), 그리고 유관기관(2순위)에 정확한 재난상황 정보(다중 센서 기반 실시간 모니터링(4순위), 재실자 현황정보 제공(6순위))을 전달하는데 가장 높은 가중치로 선정하였다. 이에 반해 민간에서는 미래기술을 활용한 3차원 관제(관리자용 실시간 3차원 현장상황 제공(1순위), 디지털트윈 기반 3차원 관제(5순위))를 높은 가중치로 선정하였으며, 특히 해당 기술들이 서비스가 되도록 허브역할을 하는 직관적 3차원 안전상태정보 플랫폼(3순위)과 재난발생 대비 피해예측 시뮬레이션(4순위)의 높은 가중치는 공공과는 사뭇 다른 결과였다. 이는 정확한 재난정보 제공을 우선시 하는 공공과 미래기술을 적용하여 안전관리 현장에 접목시키고자 하는 민간의 재난대응에 대한 인식차를 반영한 것으로 분석된다.



Fig 5. 2nd class result(Total)

4.4 서비스 구현방안

앞서 분석한 AHP 중요도 분석 결과를 바탕으로 실감형 재난대응 서비스 구현방안을 제시하고자 한다. 먼저 분석요소를 살펴보면, BIM/GIS를 기반으로 3차원 공간 정보를 구축하고 화재감지기, 방화문 개폐감지기 등 각종 센서와 건물 기본정보 등을 활용하여 재난 취약공간 분석이 있다. 또한 CCTV, 동작감지기 센서 기반으로 재실자 수를 분석하고 화재/지진 시 피해예측 시뮬레이션 분석을 실감형 재난대응 서비스 구현을 위한 분석요소로 활용한다. 해당 분석요소를 실질적으로 분석할 어플리케이션은 연구단에서 개발 중인 3D 안전상태정보 플랫폼을 활용한다. 이를 통해 서비스될 상시안전 모니터링은 공간별 안전상태정보 제공, 방화문 개폐 여부, 화재센서 작동 여부, CCTV 영상 관제 등 실시간 시설 모니터링 및 취약공간 집중 모니터링 서비스를 제공한다. 민간에서 중요성을 강조한 미래기술이 접목된 3차원 관제를 통해 재난정보의 정확성 및 직관성을 높이고(이는 공공에서 강조한 사항임), 상황판뿐만 아니라 스마트폰을 활용하여 관리자의 관제 효율성을 향상시키고자 한다. 재난 예방지원을 위해서는 민간에서 중요성을 강조한 피해예측 시뮬레이션과 상황대응, 훈련지원, 교육 지원(AR/VR 활용) 등 매뉴얼 시스템화를 도입하고자 한다. 재난발생 긴급대응 서비스의 경우 관리자에게 공간별 상세 재난상황정보 및 재실자 현황 전달을, 재실자에게는 재난상황정보 전달 및 최적 대피동선 안내를, 119, 지자체 관제센터 등 유관 기관에는 상세 재난상황정보를 전달한다. 해당 재난발생 긴급대응은 공공, 민간 모두 중요도 가중치가 매우 높은 서비스이다. 이와 같이 본 실감형 재난대응 서비스는 공공의 안전 우선 가치와 민간의 기술혁신 가치 요구에 상응하고자 하였다.

Table 4. Service implementation plan

Realistic Disaster Management Service Implementation Plan	
Analysis element	- 3D spatial information construction (BIM/GIS) - Disaster vulnerable space analysis (using various sensors, basic building information, etc.) - Analysis of occupancy (using CCTV, motion sensor) - Damage prediction simulation analysis
Application	- 3D safety state information platform
Safety Regular Monitoring(3D control)	- Provide safety status information for each space - Real-time facility monitoring (fire door opening, fire sensor, CCTV, etc.) - Intensive monitoring of vulnerable spaces ※ Use monitor & smart-phone

Disaster Prevention Support	- Damage prediction simulation - Manual systemization (situation response, training support, AR/VR education, etc.)
Emergency Response to Disasters	- Manager: Deliver disaster situation information by space and current status - Residents: Deliver disaster information and optimal evacuation routes - Related organizations: Delivery of detailed disaster situation information to 119 and local control center

5. 결론

본 연구에서는 국민안전에 큰 위협이 될 수 있는 화재, 지진 등 재난분야를 관리하는 공공 영역과 주로 재난 관련 세부기술들을 개발하는 민간 영역의 실감형 재난서비스 요구사항을 고려하고자 공공과 민간 그룹별 전문가 AHP 설문분석을 진행하였다.

상위항목 분석 결과, 공공과 민간 모두 재난발생 긴급 대응 서비스가 1순위로 도출되었지만, 2순위의 경우 공공은 즉각적인 사고 발생을 예방하기 위한 상시 모니터링, 민간은 미래기술을 활용한 재난 예방지원이 선정되어 공공과 민간의 실감형 재난관리에 대한 관점차이를 볼 수 있었다. 하위항목 분석 결과 역시 공공과 민간의 실감형 재난관리의 우선가치가 다른 것을 알 수 있었다. 공공은 시민, 관리자, 유관기관에 정확한 재난상황 정보를, 민간은 미래기술을 활용한 3차원 관제에 대한 중요도를 높게 평가하였다.

이러한 AHP 분석 결과를 바탕으로 공공의 안전 우선 가치와 민간의 기술혁신 가치 요구에 상응하는 실감형 재난대응 서비스 구현방안을 제시하였다. 3차원 공간정보, 재난 취약공간, 재실자 수, 피해예측 시뮬레이션 등의 분석요소를 바탕으로 연구단에서 개발 중인 3D 안전상태정보 플랫폼을 어플리케이션 허브로 활용하여 IoT 등 미래기술 기반 3차원 관제를 통한 상시안전 모니터링, 피해예측 시뮬레이션 등을 활용한 재난 예방지원, 관리자, 재실자, 유관기관 등 정확하고 신속한 재난상황정보 전달 기반의 재난발생 긴급대응 서비스를 제공한다.

본 연구는 AHP분석을 통해 공공과 민간의 재난관리에 대한 다소 상이한 관점을 적절히 융합하여 실감형 재난대응 서비스를 제시한 점에서 학술적, 실용적 가치를 지닌다. 또한 본 연구는 연구단에서 구축 예정인 실감형 재난대응 테스트베드의 실제 서비스모델 적용을 위한 사전연구 성격으로 테스트베드 적용 후 전국민에게 상용화할 계획이므로, 재난분야에서의 국민안전 편익을 높일 수

있는 핵심연구로 사료된다. 이에 따라 본 연구는 테스트베드 및 상용화 단계 시 기술 적용과 세부 시나리오 수립에 유용한 자료로 활용될 것으로 예상된다. 향후 실감형 재난대응 서비스의 실질적 적용 및 운영방안, 지자체 확산을 위한 재원 마련 및 정책적 지원방안 등의 후속연구가 진행되어 국민들이 재난으로부터 안전한 생활을 영위하는데 도움이 되길 기대한다.

References

- [1] J. E. Kim, C. H. Hong, "A Study on the Application Service of 3D BIM-based Disaster Integrated Information System Management for Effective Disaster Response", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.10, pp. 143-150, 2018.
- [2] H. J. Kim, S. H. Lee, I. H. Kim, W. H. Hong,, "A Study on the Evaluation Index through Weight Analysis of Fire and Egress Scenario Factors - Focused on High-rise Mixed-use Apartment, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, Vol.28, No.12, pp. 371-378, 2012.
- [3] J. J. Choi, Y. I. Yoon, "An Application of Analytic Hierarchy Process to Analyze Priorities of Disaster and Crisis Management in a Convention and Exhibition Destination: Perspectives of Professionals", *Korea Trade Exhibition Review*, Vol.13, No.3, pp. 77-97, 2018.
- [4] H. S. Cho, H. J. Suh, "AHP Analysis Techniques for the Weighted Evaluation of Cultural Heritage Disaster Safety Management Systems", *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol.18, No.5, pp. 43-53, 2018.
- [5] K. S. Lee, T. H. Kim, H. G. Kang, J. K. Jung, "A Study on Selection of the Risk Factors for Urban Disaster of Daejeon Metropolitan City Using Delphi and AHP", *Crisisonomy*, Vol.11, No.4, pp. 69-84, 2015.
- [6] C. S. Park, "An Analysis of the Importance in Fire-Stations' Works and Redesign by Disaster Management Steps", *Journal of Korea Society Disaster Information*, Vol.10, No.4, pp. 572-582, 2014.
- [7] W. J. Na, W. H. Hong, "A Study on the Characteristic Variation of Fire Safety through Weight Analysis', of Fire Safety Attributes in Commercial Buildings, *Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design*, Vol.27, No8, pp. 287-294, 2011.
- [8] T. H. Kim, J. H. Youn, "A study on 3D Safety State Information Platform Architecture Design for Realistic Disaster Management Based on Spatial Information", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No4, pp. 564-570, 2019
- [9] W. C. Choi, J. Y. Na, "Relative Importance for Security

Systems of Crime-Zero Zone based on spatial information”, *Spatial Information Research*, Vol.24, No.1, pp. 11-20, February, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s41324-016-0004-3>

- [10] C. B. Kim, W. H. Hong, Y. B. Jo, J. D. Kim, “Extraction of Evaluation Criteria on Technology and Service Related to Smart Grid and Analysis of Relative Importance among Evaluation Criteria by AHP Method”, *Korea Environmental Policy And Administration Society*, Vol.21, No.3, pp. 127-144. 2013.
- [11] B. C. Ku, S. S. Nam, “The Importance Analysis of Critical Factors that Facilitate Technology Transfer and Commercialization through AHP”, *Journal of the Korea Management Engineers Society*, Vol.20, No.1, pp. 45-63, 2015.

최 우 철(Woo-Chul Choi)

[정회원]



- 2011년 2월 : 가천대학교 일반대학원 도시계획학과 (공학석사)
- 2020년 2월 : 가천대학교 일반대학원 도시계획학과 (공학박사 수료)
- 2015년 5월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

공간정보, 도시계획, 스마트시티, 방법/방재

김 태 훈(Tae-Hoon Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학석사)
- 2009년 2월 : 인하대학교 지리정보공학과 (공학박사 수료)
- 2002년 2월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

<관심분야>

지리정보, 정보통신, 방재/환경