

# 산악 조난자의 위치추정을 위한 이동성 모델 및 조난 시뮬레이터

김한솔<sup>†</sup> · 조용규 · 조창혁

## Hiker Mobility Model and Mountain Distress Simulator for Location Estimation of Mountain Distress Victim

Hansol Kim<sup>†</sup> · Yongkyu Cho · Changhyuk Jo

### ABSTRACT

Currently police and fire departments use a Network/Wifi/GPS based emergency location positioning system established by mobile carriers to directly link with the device of the people who request the rescue to accurately position the expected location in the call area. However in the case of mountain rescue it is difficult to rescue the victim in golden time because the location of the search area cannot be limited when the victim is located in a radio shadow area of the mountain or the device power is off and this situation become worse if victim fail to report 911 by himself due to the injury. In this paper, we are expected to solve the previous problem by propose the mobile telecommunication forensic simulator consist of time series of cell information, human mobility model which include some general and specific features (age, gender, behavioral characteristics of victim, etc.) and intelligent infer system. The results of analysis appear in heatmap of polygons on the map based on the probability of the expected location information of the victim. With this technology we are expected to contribute to rapid and accurate lifesaving by reducing the search area of rescue team.

**Key words** : mountain rescue, emergency rescue, search area analysis, hiker mobility model, vsTASKER

### 요약

현재 경찰과 소방이 범죄신고, 긴급출동과 같은 구조 상황발생 시 통화권영역 내에서는 이동통신 사업자가 구축한 네트워크, 와이파이가, GPS기반의 긴급 구조용 측위시스템을 활용하여 요구조자의 단말과 직접 연동하여 예상위치를 정밀 측위를 하고 있다. 그러나 산악구조의 경우 조난자가 산악지형의 음영지역에 위치하거나 단말의 방전(power off) 시에는 단말과 직접 연동하여 정밀 측위가 불가능하며 마지막 접속 기지국 정보만을 받고 있어 수색의 위치를 한정할 수 없으므로 구조 골든타임 확보가 어려운 상황이다. 본 논문에서는 개선방안으로 시계열 기지국 정보, 위치정보 및 조난자의 성별, 나이, 행동적 특성을 반영한 이동성 모델과 지능형 추론을 기반으로 하는 전파분석 및 위치추정 시뮬레이션과 같은 이동통신 포렌식 기술을 통해 조난자의 예상 위치정보의 확률에 따른 히트맵 방식의 시각화를 통해 위치정보의 정확성을 높여 소방, 수색대의 수색지역을 축소하여 신속하고 정확한 인명구조에 기여할 수 있기를 기대한다.

**주요어** : 산악구조, 긴급구조, 수색영역분석, 등산객 이동성모델, vsTASKER

## 1. 서론

긴급구조용 측위 시스템은 범죄, 화재, 재난 등의 긴급

상황에서 요구조자의 정확한 위치정보를 긴급구조기관(소방, 경찰, 해양경찰)에 신속하게 제공하기 위해 구축된 시스템이다. 현재 긴급구조용 측위 시스템에서 요구조자의 위치를 추정하는 방법은 크게 근거리망을 이용하는 Wi-Fi방식, 3개의 위성을 이용하여 삼각법을 통해 위치를 추정하는 GNSS/GPS방식, 이동통신사에서 제공하는 기지국의 전파 방향과 세기 등을 이용하는 Cell-ID 방식이 있다(백만용, 2015).

**Received:** 18 July 2022, **Revised:** 11 September 2022,  
**Accepted:** 12 September 2022

**† Corresponding Author:** Hansol Kim  
E-mail: hansolkim93@naver.com  
Department of Applied Artificial Intelligence,  
Sungkyunkwan University, Seoul 06063, Korea

Wi-Fi 방식의 경우 지하, 건물에서도 위치확인이 가능하며 오차범위가 작아 위치추적에 용이하지만 무선 인터넷 공유기가 없는 지역에서는 위치확인이 불가능하다. GPS 방식의 오차범위는 군사용의 경우(20m)와 민간용(50m~150m)정도이며(Hakyong Kim, 2016) 실내, 지하, 산악(Kunisada Y 등, 2022), 수풀림(Valbuena 등, 2010) 등의 지역에서는 정확한 위치확인이 어렵다. Cell-ID방식은 모든 휴대전화에 대해서 위치추적이 가능하며 실내 및 지하에서 사용 가능하지만 오차범위(200m~2km)가 넓어 정확한 위치를 확인할 수 없다(감사원, 2015).

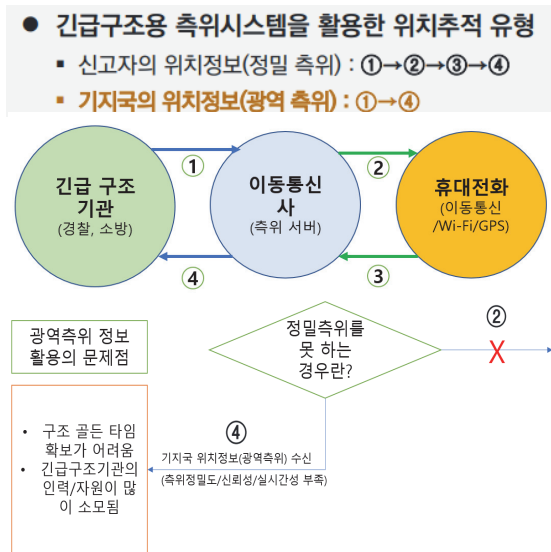


Fig. 1. Process of Emergency call location positioning

현재 긴급구조용 측위 시스템은 기지국을 이용한 위치 추정 방식(광역 측위)보다는 비교적 정확도가 높은 Wi-Fi와 GPS를 이용하는 정밀 측위를 사용하고 있다. 이 방법은 긴급구조기관이 통신사에게 요청하고 통신사는 요구조자의 휴대전화에서 GNSS, Wi-Fi를 기반으로 한 위치 정보를 받아오게 된다(조영수 등, 2019). 하지만, 현재의 긴급구조용 측위 시스템에는 정밀 측위가 불가능한 대표적인 경우는 세 가지가 존재한다. 첫째, 요구자의 단말이 이동통신 음영지역에 위치하거나 둘째, 단말의 전원 혹은 위치 정보서비스(GPS서비스)가 꺼져있을 경우 셋째, 위치 서비스를 지원하지 않는 2013년 9월 이전의 구형 단말기 기 경우이며 Wi-Fi를 이용한 위치추정의 경우 AP의 설치 위치 특성 및 전송되는 신호의 범위를 고려하면 산악지역에서의 위치추정 활용에 적합하지 않다(감사원, 2015). 위의 세 가지 경우는 Fig. 1과 같이 정밀 측위가 불가능

하게 되어 요구조자의 휴대전화의 정보(위치정보)가 아닌 기지국의 위치정보를 활용하는 광역 측위방법을 활용할 수밖에 없다. 하지만 기지국을 이용하는 위치추정 특히, 산악지역에서의 기지국 반경은 수백m에서 수십Km에 이르기 때문에 조난자가 위치하는 지역을 특정할 수 없어 구조의 골든 타임 확보가 어렵고 전파의 회절, 감쇄 등의 영향으로 인해 잘못된 지역 및 산악의 모든 범위를 수색해야 할 수 있으므로 인력과 자원의 낭비가 심하다.

이처럼 GPS와 Wi-Fi의 정보 활용이 불가능하고 오차범위가 넓은 산악환경의 기지국 영역에서 불필요한 수색 범위를 줄여 골든 타임 내에 조난자를 구조하기 위한 방법으로 2019년 12월 전라북도 완주군 철등산 실종자 구조사례(전북소방본부/대한산악구조협회(전북지부))에서의 기지국 위치와 전파범위를 고려한 지도상에서의 LoS (Line of Sight)분석 방법과 2020년 이후 한국방송통신전파진흥원의 전파누리정보 및 전파분석툴(HTZ)을 사용하여 산악지역에서의 요구조자의 기지국 접속 형태(3,4,5G, 접속 방향, 전파송수신 시간차 등) 및 방법을 분석하여 위치를 추정하는 방법이 있다(한국방송통신전파진흥원, 2020).

본 논문에서는 전파분석과 산악에서 조난자의 위치를 추정하기 위하여 등산객의 이동속도, 조난자의 행동특성, 지형정보 및 등산로와 전파영역 분석을 통해 시간대별 조난자의 예상위치, 조난자의 마지막 기지국으로부터의 최종 위치추정 영역을 분석하여 최종 조난자의 예상위치(Likely Area)를 확률에 따라 차등으로 히트맵 그래프로 표시하는 지능형 수색 지원시스템(IRSS: Intelligent Rescue Support System)을 지원하는 방안으로 조난 시뮬레이터를 제시한다.

## 2. 조난 시뮬레이터

본 논문에서 기존 측위시스템 중 정밀 측위가 불가능한 지역에서의 구조를 위해 제시하는 조난자의 정보와 조난자의 시계열 이동통신 기지국 접속기록을 받아들여 분석하는 지능형 수색 지원시스템이 필요하다. 지능형 수색 지원시스템을 보조하기 위한 조난 시뮬레이터는 산악 환경에서 등산객의 이동성 모델을 검증하고 이동통신 사업자를 대신하여 조난자에 대한 정보와 모의 통신 기록 정보를 제공하여 조난자의 위치를 지능형 수색 지원시스템이 추론할 수 있도록 하며 그 결과를 비교분석하는 역할을 한다.

따라서 조난 시뮬레이터는 1) 산악 이동성 모델, 2) 조

난 이벤트 발생모델, 3) 기지국 위치등록 및 통화/데이터 발생모델, 4) 등산객의 이동 경로 저장, 5) 분석 결과 비교검증의 기능을 가진다. 조난 시뮬레이터와 지능형 수색 지원 시스템의 구조와 기능은 Fig 2와 같다.

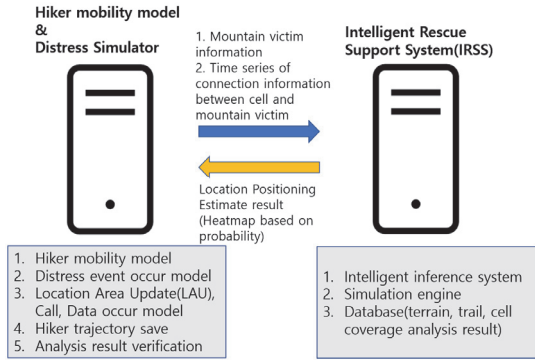


Fig. 2. Functions and Structures of Distress simulator and IRSS

### 2.1 등산객의 이동성 모델

등산객의 이동성 모델은 산악환경에서 등산객의 성별과 기온기를 반영한 기본 속도(Speed)와 날씨, 등산 경험, 건강상태를 반영한 가중치 속도(Weight)로 구성되어 있다.

산악환경에서 등산객 이동속도에 관해서는, 등산객의 경사도에 따른 이동속도를 산출하거나 성별 혹은 포장, 비포장도로와 같은 등산로 환경에 따른 속도의 차이점에 관한 많은 연구가 수행되었다(Tobler 등, 1993; Naismith 등, 1892; Langmuir 등, 1984; Irmisher 등, 2018).

본 논문에서는 산악의 환경을 가장 잘 반영하고 성별에 따른 분류를 사용하는 Irmisher(2018)가 제안한 수식을 본 논문의 이동성 모델의 기본 속도로 활용하였으며 산악환경의 비포장도로 환경에서 경사도에 따른 이동속도의 수식은 (1)과 같다.

$$Speed_{male} = 0.11 + .67 * e^{-\frac{(slope + 2)^2}{2 * 30^2}} \quad (1)$$

$$Speed_{female} = .95 * \left( 0.11 + .67 * e^{-\frac{(slope + 2)^2}{2 * 30^2}} \right)$$

수식 (1)에서 Speed<sub>male</sub>은 비포장도로에서 남성 등산객의 이동속도, Speed<sub>female</sub>은 비포장도로에서 여성 등산객의 이동속도 Slope는 기온기를 의미한다.

위의 수식을 사용하여 디지털 지형 고도 데이터(DTED)로 이루어진 지도에서 사용될 경사도 5도 단위의 비포장

도로 환경에서의 남성 등산객의 기본 이동성 모델을 표로 만들면 Table 1과 같다.

Table 1. Male hiker moving speed according to slope on off-road

Downhill Slope [degree]	Hiker Speed [km/h]	Uphill Slope [degree]	Hiker Speed [km/h]
≤ -45°	0.41	≥ 0°	2.77
≤ -40°	0.47	≥ 5°	2.57
≤ -35°	0.63	≥ 10°	2.21
≤ -30°	0.91	≥ 15°	1.77
≤ -25°	1.32	≥ 20°	1.33
≤ -20°	1.79	≥ 25°	0.94
≤ -15°	2.25	≥ 30°	0.67
≤ -10°	2.60	≥ 35°	0.50
≤ -5°	2.79	≥ 40°	0.43
≤ 0°	2.77	≥ 45°	0.40

Irmisher(2018)가 제안한 등산객의 비포장도로에서의 속도에 관한 계산이 이전 연구들의 계산식들보다는 성별, 경사도, 등산로 상태에 따른 등산객의 이동속도와 같은 정보를 잘 반영하고 있지만, 이는 한국인의 신체적 특징이 반영되어 있지 않으며 기상환경(눈, 비 등), 등산 숙련도, 등산객의 건강상태, 조명상태(주, 야)와 같이 등산객의 이동속도에 영향을 줄 수 있는 변수들에 대한 정보는 제공하지 못하는 한계점이 존재한다. 이와 같은 한계점을 극복하기 위해 대한산악구조협회에서 진행한 통계분석(속리산 국립공원에서 측정 시행)과 계절적 한계로 인해 측정이 불가능하거나 표본이 적은 부분은 협회 전문가들과의 델파이 기법을 통해 합의 후 작성되었다. 이에 국가적, 신체적, 상황적 요소를 실제 측정된 값과 델파이 기법을 바탕으로 부여될 가중치 속도는 Table 2와 같다.

Table 2에서는 등산객의 연령대, 건강상태, 등산 경험, 날씨 상태, 조명상태(주, 야간)에 따른 가중치 비율을 나타낸다.

결론적으로, 산악 이동성 모델에서의 객체(남성, 여성 등산객)의 속도 HikerSpeed<sub>male</sub>, HikerSpeed<sub>female</sub>은 수식 (2)와 같다.

$$HikerSpeed_{male} = S_m * W_{age} * W_{health} * W_{exp} * W_{weather} * W_{light}$$

$$HikerSpeed_{female} = S_{fm} * W_{age} * W_{health} * W_{exp} * W_{weather} * W_{light} \quad (2)$$

**Table 2.** Weight elements of mobility model

a. Weight of age

Age	Weight
10~19	1.1
20~29	1.2
30~39	1.1
40~49	1.0
50~59	0.9
60~69	0.8
70~79	0.65
80~	0.5

b. Weight of health condition

Health Condition	Weight
High	1.2
Mid	1.0
Low	0.8

c. Weight of hiking experience

Hiking Experience	Weight
High	1.2
Mid	1.0
Low	0.8

d. Weight of weather condition

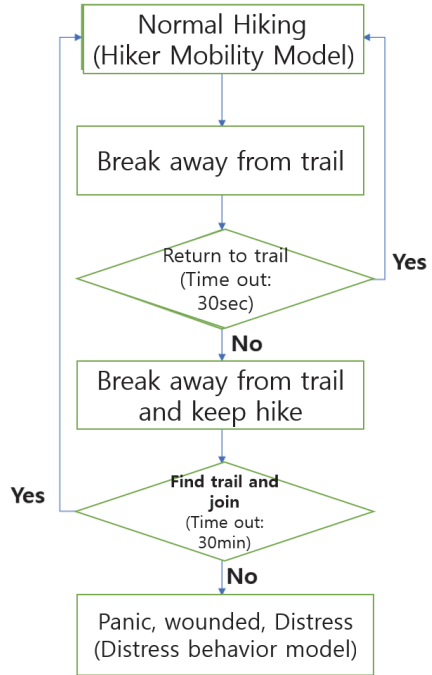
Weather Condition	Weight
Clear	1.0
Rain	1.1
Heavy Rain	0.7
Snow	0.9
Heavy Snow	0.4

e. Weight of Light

Light	Weight
High (day)	1.2
Mid	1.0
Low (Night)	0.8

수식 (2)에서  $S_m$ ,  $S_{fm}$ 은 기본 이동속도에서의 남성, 여성 등산객의 속도,  $W_{age}$ 는 연령대,  $W_{health}$ 는 건강상태,  $W_{exp}$ 는 등산 숙련도,  $W_{weather}$ 는 날씨상태,  $W_{light}$ 는 조명 상태(주간, 야간)에 대한 가중치 비율이다.

**2.2 조난 발생 모델**



**Fig. 3.** Flow diagram of Mountain Distress

일반적인 산악환경에서 등산객이 조난을 당하는 상황에 대한 흐름도는 Fig.3와 같다. Fig. 3에서 등산객 이동성 모델의 등산객 객체가 등산로를 따라 등산을 하면서 확률에 의해 등산로를 이탈하게 된다. 등산로 이탈 후 기준시간 (30초) 후면 등산객이 왔던 길을 따라 등산로로 되돌아갈지(복귀) 이탈한 후 이동을 할지 결정된다(비 복귀). 등산객 이동성 모델이 비복귀를 결정하면 등산로를 이탈 후 등반을 하게 되는데 기준시간(30분) 후 등산로를 만나 합류할 수도 있지만, 예상과 다르게 등산로를 만나지 못하는 경우 등산객은 이성적인 판단이 불가하게 되면서 조난 또는 조난 후 부상을 당하게 되는데 이때의 과정들이 조난자의 행동특성이 반영된 조난 이벤트 모델이다. 이동성 모델이 등산객의 이동을 반영하여 등산로를 따라 이동하는 동안 시뮬레이터의 정책/확률에 의해서 갈림길을 선택하여 이동하게 된다. 본 논문에서의 등산로 이탈확률은 등산객 통행의 목적의 누적량 및 등산로 폭의 크기로 주변환경과 뚜렷하게 구분되는 등산로의 수준(주 등산로, 보조등산로, 숨은 싱글 길)과 기상환경(적설량, 농무 등)으로 제한하며 이에 따라 이탈확률이 차등 적용된다. 조난 발생 모델은 등산객이 이동성 모델에서 등산로를 이탈한 후 조난상황 발생 시 조난 이벤트를 발

생시켜 실제 조난객의 행동특성인 계곡 방향으로 이동하거나 조난 중 부상을 당하는 상황과 같은 행동을 시뮬레이터에도 반영하였다.

### 2.3 기지국 위치등록 및 통화/데이터 발생모델

기지국 위치등록 발생모델은 등산객의 이동에 따른 단말의 접속기지국이 변경될 경우 사전 분석하여 저장된 기지국 및 중계기의 전파분석 영역(RF Fingerprint DB) 정보를 참조하여 기지국 위치등록(LAU: Location Area Update)이벤트를 발생시키는 기능을 한다.

또한, Table 3과 같이 등산객의 대표적 이동통신 서비스인 음성통화와 데이터의 이용 특성을 반영한 트래픽 발생 모델을 제공한다.

**Table 3.** Interarrival time of Call and Data by user type

User Type	Service	Interarrival Time [minutes]	Distribution
Heavy Users	Call	15	Exponential
	Data	1	Pareto
Medium Users	Call	30	Exponential
	Data	3	Pareto
Light Users	Call	120	Exponential
	Data	20	Pareto

## 3. 조난 시뮬레이터 개발환경 및 평가 검증 방법

### 3.1 조난 시뮬레이터 개발환경

본 논문에서 제시하는 산악환경에서의 이동성 모델과 조난 시뮬레이터는 HTZ Communications와 vsTASKER를 이용하여 설계, 구현 및 지능형 수색 지원 시스템과 연동하였으며 각 도구의 기능과 조난 시뮬레이터에서의 역할은 아래와 같다.

조난 시뮬레이터에서 기지국 위치등록 및 통화/데이터 이벤트 발생을 위한 전파영역을 제작하기 위해 ATDI사의 HTZ Communications를 사용하였다. 본 도구의 전파 커버리지 영역 분석기능을 바탕으로 한국방송통신전파진흥원에서 제공하는 전파영역정보(전파 세기 정보, 전파범위 정보) 및 기지국의 정보를 지도에 표시하고 지도상의 특정 지점에서 접속 가능한 기지국의 정보와 세기 등의 정보를 데이터베이스에 저장한 후 활용을 한다.

조난 시뮬레이터에서 이동성 모델을 제작하기 위해 VirtualSim사의 vsTASKER를 사용하였다. 본 도구는 다

목적 범용 실시간 시뮬레이션 개발 도구로 지형 로딩, 객체 생성 및 배치할 수 있고 정해진 로직에 따라 이동경로를 정하거나 임무를 할당하고 시뮬레이션 실행 및 결과 분석이 가능하다. 본 논문에서는 지능형 수색 지원시스템에서 행정구역(코드)을 입력받으면 vsTASKER를 통해 해당지역의 디지털 지형정보(DTED, DEM) 및 등산로를 불러와 시뮬레이션에 사용될 지도를 형성하고 2.1에서 제시된 이동성 모델과 로직에 따라 동작하는 등산객 객체를 배치시키고 이동시킨다. 이때, HTZ Communications에서 사전 분석 및 저장되었던 전파영역정보 및 기지국 정보와 등산객의 이동 위치에 맞게 실시간으로 상호작용을 하며 남긴 로그 기록을 지능형 수색 지원시스템으로 전송하는 역할을 한다.

### 3.2 분석 방법

조난 시뮬레이터에서 등산객 객체가 이동 후 조난상황을 마주했을 때 조난된 등산객의 위치를 찾기 위해 조난 시뮬레이터는 지능형 추론 시스템으로 조난객의 정보와 실시간으로 접속했던 기지국과 접속기록을 전달한다. 지능형 추론 시스템에서 Monte-Carlo Localization 알고리즘(파티클 필터링:Particle Filtering)을 사용하여 등산객 객체와 속성이 같은(나이, 성별, 건강상태, 등산 숙련도) 파티클(객체)을 500개를 생성한 후 등산객의 진입점을 통해 방출하면 특정 시간대에 등산객이 위치할 수 있는 지역에 파티클들이 분포하게 되며 이 파티클들의 밀도가 높으면 빨간색 낮으면 초록색으로 표시되어 히트맵 그래프를 생성하게 된다.

## 4. 시뮬레이션 결과 및 분석

지능형 시스템 추론부에서 조난자가 이동하면서 기지국에 접속한 시계열 접속기지국 정보로부터 모의 조난자의 위치를 추정한다. Fig 4에서는 산악환경에서 모의 조난자의 이동을 각 단계로 나타낸 것이다. Fig 5에서는 등산로에 진입한 조난자가 초기 접속 기지국에 접속을 하였을 때 모의 조난자 위치의 로그 기록과 조난자의 추정 위치를 나타내는 히트맵 영역이 표시된 그림이다. Fig 6에서는 조난자가 기지국 통신이벤트가 발생했을 때 조난자의 위치와 예상위치의 히트맵 영역이다. Fig 7는 조난자가 마지막으로 연결된 기지국으로부터 발생한 통신이벤트를 기반으로 추정한 조난자의 최종위치 히트맵영역과 시뮬레이션 상에서의 조난자의 로그 기록을 나타낸다. 또한, 조난 시뮬레이터에서 사용되는 이동성 모델은 검증

을 위한 지능형 추론 시스템에서 그대로 사용되며 이는 2.1(등산객의 이동성 모델)항목에서 언급된 대로 대한산악구조협회의 실측결과가 사용되었으며 전파분석 결과 역시 한국방송통신전파진흥원에서 제공하는 전파누리 정보, 기지국 정보를 분석하여 사용하였다.



Fig. 4. Hiker locations at each stage



Fig. 5. Hiker location and heatmap at first stage

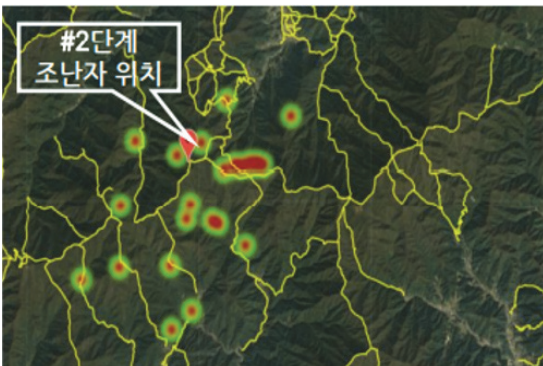


Fig. 6. Hiker location and heatmap at second stage



Fig. 7. Hiker location and heatmap at final stage

## 5. 결론

본 연구에서는 현재 사용 중인 긴급구조 측위 시스템 중 정밀 측위가 불가능한 상황에 대하여 마지막 접속기 지국의 위치만 이용할 수 있던 기존의 긴급구조 측위 시스템의 한계를 극복하고자 조난 시뮬레이터를 개발하였다. 비록 본 과제 수요처(긴급구조기관)의 실증을 통해 본 지능형 수색 지원시스템 및 조난 시뮬레이터의 기능 검증 및 유효성을 확인할 예정이지만, 본 논문에서 제시하는 이동성 모델 및 조난 시뮬레이터는 기지국의 전파 정보와 산악환경에서의 등산객의 이동속도를 반영하여 조난자의 위치를 추정하는 방법을 제시하며 한국의 산악 환경 및 다양한 변수들에 대하여 등산객의 이동 특성을 직접 측정 및 분석하여 히트맵 방식의 가시화를 통해 조난자의 예상위치 영역을 보여줌으로써 기존에는 추정이 불가능하거나 지나치게 넓은 영역을 수색하였던 상황에 대하여 수색의 범위를 줄이고 수색 우선순위 영역을 설정할 수 있도록 하여 불필요한 인력 및 자원 낭비를 축소하여 산악구조의 골든 타임을 확보에 이바지할 수 있을 것이다.

## References

- 감사원. (2015). 긴급출동, 구조체계 구축, 운영실태 감사 보고서
- 백만용. (2015). 긴급구조 목적의 위치정보 정확성 제고 방안. 디지털포렌식연구, 9(1), 69-88.
- 조영수, 지명인, 전주일. (2019). 긴급구조용 측위시스템 관련 정책 및 기술/표준화 동향. 한국통신학회지(정보통신), 37(1), 5-11.
- 한국방송통신전파진흥원. (2020). 전파데이터를 활용한

- 산악구조 수색방안 연구, p5
- Civil Air Patrol (2017). Forensic in Search and Rescue. [https://www.gocivilairpatrol.com/media/cms/Cell\\_Forensics\\_Update\\_Jun\\_2017\\_D42E0487C7937.pdf](https://www.gocivilairpatrol.com/media/cms/Cell_Forensics_Update_Jun_2017_D42E0487C7937.pdf)
- Ian J. Irmischer & Keith C. Clarke (2018) Measuring and modeling the speed of human navigation, Cartography and Geographic Information Science, 45:2, 177-186
- Hakyong Kim (2006). “Wireless LAN-Based LBS Services” Telecommunications Review, Vol.16, No.2
- Langmuir, Eric (1984). Mountaincraft and Leadership. Official Handbook of the Mountain Leader Training Boards of Great Britain and Northern Ireland. Edinburgh Scotland: Britain & Scottish Sports Council.
- Naismith, W. W. (September 1892). “Excursions. Cruach Ardran, Stobinian, and Ben More”. Scottish Mountaineering Club Journal. 2 (3): 136.
- Tobler, Waldo (1993). “Three presentations on geographical analysis and modeling: Non-isotropic geographic modeling speculations on the geometry of geography global spatial analysis”. Technical Report. National center for geographic information and analysis. 93 (1).
- Valbuena, Mauro, Rodriguez-Solano, Manzanera (2010). “Accuracy and precision of GPS receivers under forest canopies in a mountain environment”. Spanish Journal of Agricultural Research 8.
- Kunisada Y, Premachandra C. High Precision Location Estimation in Mountainous Areas Using GPS. Sensors (Basel). 2022 Feb 2;22(3):1149. doi: 10.3390/s22031149. PMID: 35161896; PMCID: PMC8838057.



**김 한 술** (ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-5153-9469> / [hansolkim93@naver.com](mailto:hansolkim93@naver.com))

2021 국민대 경영통계학과 학사  
2021~ 현재 성균관대 인공지능 융합학과 석사과정

관심분야 : 시뮬레이션, 인공지능



**조 용 규** (ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-5742-7249> / [ykcho@bigndeeep.co.kr](mailto:ykcho@bigndeeep.co.kr))

2021~ 현재 주식회사 빅앤딥 선임연구원

관심분야 : 국방 M&S



**조 창 혁** (ORCID : <https://orcid.org/0000-0001-8799-9715> / [jaimete@solvitsystem.co.kr](mailto:jaimete@solvitsystem.co.kr))

2019~ 현재 주식회사 솔빛시스템 수석연구원

관심분야 : 국방 M&S, 전파분석