

Ubiquitous Sensor Network 기반 산악조난구조시스템 구현에 관한 연구 - 계룡산국립공원을 중심으로 -

심규원^{1*} · 이주희²

¹(주)테크노비전코리아, ²대구대학교 관광학부

A Study on Realization of Mountain Search and Rescue System based on Ubiquitous Sensor Network - A Case Study of Kyeryongsan National Park -

Kyu-won Sim^{1*} and Ju-Hee Lee²

¹Technovision Korea, Ltd, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

²Division of Tourism, College of Business, Daegu University, Gyeongsan 712-714, Korea

요 약: 본 연구의 목적은 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 산악조난구조시스템의 산악지형 적용 가능성을 평가하기 위하여 수행되었다. 이를 위하여 본 연구에서는 계룡산국립공원 동학사 탐방로 코스의 은선폭포에서 관음봉 구간에 10대의 산악조난구조시스템을 설치하여 조난구조 요청 신호의 송·수신율과 유비쿼터스 센서 네트워크의 안정성 파악을 위한 현장조사를 실시하였다. 조사결과 데이터 수신율은 최소 90.0% 이상으로 매우 높게 나타났으며, 유비쿼터스 센서 네트워크의 안정성 검증을 위해 설치된 10대의 조난구조시스템의 2개의 센서 중 1개의 센서를 임의로 오작동 상태로 설정하여 측정한 결과 데이터 수신율이 매우 안정적인 것으로 나타났다.

Abstract: The main purpose of this study was to realize Mountain Search and Rescue System based on Ubiquitous Sensor Network for applying search and rescue operations in the mountains. The on-site survey was conducted in order to test the possibility of data reception rate and sensor network stability, ten nodes were installed on the trail at 100m intervals Unson waterfall to Kwanumbong in Kyeryongsan national park. The results showed that the data reception rate was over 90.0% at least. To test sensor network stability, nodes were randomly turned off one by one. The result was 100% functionality.

Key words : ubiquitous sensor network, mountain search and rescue system, national park

서 론

대한산악연맹의 2004년 설문조사에 따르면 매주 산에 오르는 인구는 200만명에 달하며, 한 달에 한번 정도 산에 오르는 사람까지 포함하면 등산인구는 1,000만 명이 넘을 것으로 추정했다. 한국 갤럽(2004. 6)이 실시한 ‘한국인이 가장 좋아하는 40가지’라는 여론조사에서 가장 좋아하는 취미는 등산(9%)으로 나타났다(조선일보, 2005. 7. 7). 또한 국립공원관리공단에서 2003년에서 2005년에 걸쳐 실시한 18개 국립공원 탐방객 이용행태조사에 따르면 국립공원을 방문한 탐방객이 참여하는 휴양활동 중 등산이 차지하는 비율이 매우 높은 것으로 조사되었다. 이렇

게 등산이 국민적인 여가활동으로 정착되면서 등산 인구의 증가와 함께 산악안전사고의 발생 또한 늘어나고 있다. 그러나 우리나라는 산악안전사고를 관장하는 부서가 일원화 되어 있지 않아 산악구조체계가 다원화 되어있다. 이러한 현실적인 문제는 산악안전사고 발생 시 구조의 효율성, 체계성, 신속성, 정확성을 기하는데 많은 문제점으로 대두되고 있다(산림청, 2005). 또한 산악안전사고 발생 시 주로 이동전화를 이용하여 119 구조대에 전화를 하여 도움을 요청하고 있으나, 이동전화의 사용이 여의치 못한 경우가 많아 조난을 당하거나 부상을 입은 탐방객의 구조신고가 제대로 이루어질 수 없다.

국립공원관리공단의 조사자료에 따르면 다목적 위치표지판이 설치된 탐방로 지점의 이동전화 통화율은 78.5%로 나타났으나, 다목적 위치표지판이 설치되어 있지 않

*Corresponding author
E-mail: technovision@paran.com

는 지역의 경우 통화율은 더욱 저조한 것으로 나타났다(조선일보, 2005. 11. 10). 이는 소방방재청(2005)에서 실시한 산악지역 이동전화 불통지역 실태조사 결과에서 확연히 나타났다. 전국 산악지역 주요 등산로 208개소 중 151개소가 통화 불량인 것으로 나타나 통화율은 27.4%로 매우 낮게 나타나, 현재 이동전화가 산악조난구조 요청을 위한 가장 일반적이고 신속한 방법으로 사용되고 있는 현실을 고려할 경우 이를 보완할 새로운 조난구조체계의 대안 모색이 시급한 것으로 파악된다. 즉, 이동전화 이외의 새로운 방식으로 산악조난구조 요청 정보전달이 가능하고, 이와 동시에 국립공원관리자가 실시간으로 산악안전사고 발생지점의 파악이 가능하여 신속한 산악조난구조 활동을 통하여 산악안전사고로 인한 희생자를 최소화할 수 있는 실질적인 대안 마련이 절실하다.

최근 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network) 기술과 컴퓨터 하드웨어 기술의 발전으로 센서 노드(sensor node)의 소형화가 가능해지고, 특히 센서 네트워크 기술의 발달은 센서 노드를 특정 위치가 아닌 임의의 위치에서도 상호 통신할 수 있게 함으로써 무선 센서 네트워크의 구성이 가능하게 되었다. 이를 통해 시간과 공간의 제약을 받지 않는 이동통신 기술의 발전이 이루어지고 있으며, 이러한 기술은 기존 통신 방식인 CDMA(이동전화) 또는 TCP/IP(인터넷)의 기반시설이 없는 지역에서도 데이터 송수신이 가능하게 구성할 수 있다. 현재 유비쿼터스 센서 네트워크 기술은 자연환경, 군사, 그리고 u-시티 분야를 중심으로 활발한 현장 실증시험이나 적용이 검토되고 있는 단계로 지속적인 연구를 통해 적용 가능한 분야를 더욱 확대해 나아가고 있는 시점에 있다.

특히 산악조난구조시스템은 신속한 조난구조를 통하여 인명 손실을 줄이고 탐방객 안전관리에 기여할 수 있도록 지속적인 연구와 현장 실증시험이 이루어져야 할 중요한 과제이다. 이에 본 연구에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 산악조난구조시스템의 산악지형 적용 가능성을 평가하였다. 이를 위하여 본 연구는 조난구조 요청 신호의 송·수신율과 시스템의 안정성을 파악하여 산악조난구조 시스템 구축에 관한 기초자료를 제시하기 위하여 수행되었다.

유비쿼터스에 대한 이론적 고찰

1. 유비쿼터스(Ubiquitous)

유비쿼터스(Ubiquitous)란 용어는 라틴어에서 유래한 것으로 ‘언제 어디서나’ ‘동시에 존재한다’라는 의미이다. 이 용어가 정보화 사회의 차세대 키워드가 되면서 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)이나 유비쿼터스 네트워크(Ubiquitous Network)라는 용어가 사용되기 시작하였다.

유비쿼터스 컴퓨팅이나 유비쿼터스 네트워크란 물이나 공기처럼 우리 주변 환경에 내재되어 모든 사물 및 사람이 보이지 않는 네트워크로 연결된 새로운 공간이다(한국전자부품연구원, 2005).

유비쿼터스 개념은 1988년 제록스 펠러 엘토 연구소(XEROX, Palo Alto Research Center)의 마크 와이저(Mark weiser)가 차세대 컴퓨팅의 미래로 제시한 쉬운 컴퓨터 연구에서 비롯되었다. 마크 와이저와 그의 동료들은 인간 중심의 컴퓨팅 기술, 즉 사용하기 쉬운 컴퓨터의 개념으로서 ‘유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)’ 비전을 제시하였다. 그에 따르면, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 아래에서는 특별하게 제작된 수많은 컴퓨터 하드웨어, 센서 및 소프트웨어가 유무선 네트워크로 연결되어 우리 주위의 모든 장소에 존재하고, 그들의 존재를 일반 사용자들이 알아차리지 못하는 가운데, 조용하게 우리의 일상생활 속에 자리를 잡고 우리에게 필요한 정보를 제공하고 처리한다고 하였다(변지영, 2005).

2. 유비쿼터스 센서 네트워크

유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network)란 새로이 만들어진 단어로 각 단어의 의미를 풀어보면, 필요한 모든 사물에 RFID(Radio Frequency Identification)를 부착하고(Ubiquitous), 이를 통하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 상황정보까지 탐지하여(Sensor), 이를 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말하는 것으로(Network), 궁극적으로 모든 사물에 컴퓨팅 및 통신 기능을 부여하여 언제 어디서나 통신이 가능한 환경을 구현하기 위한 것을 의미하는 것이다(유승화, 2005).

유비쿼터스 센서 네트워크는 우리 주변의 물리적 현상을 감지하는 센서 장치에 네트워크 개념을 추가해 사물의 존재 여부 및 위치 등 감지한 정보를 네트워크와 연동하여 실시간으로 관리 및 제어하는 개념이다. 즉 우리 생활 공간에 필요로 하는 모든 사물에 전자 태그를 부착하고 이를 통해 기본적인 사물의 인식정보는 물론, 주변의 온도, 습도, 오염정보, 균열정보 등과 같은 환경 정보까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하고 관리함으로써 미래의 유비쿼터스 환경을 구축하고자 하는 새로운 시도로 볼 수 있다(백상헌 외, 2005).

3. 국내외 연구동향

유비쿼터스 센서 네트워크 기술에 여러 분야에 걸쳐 다양한 연구활동이 진행되고 있으나, 본 장에서는 자연환경 분야를 중심으로 연구동향을 살펴보고자 한다.

국외의 경우 자연 생태계를 모니터링 하는 센서 네트워크 시스템과 관련된 연구로 UC Berkeley, College of the Atlantic, 그리고 UC Berkeley내의 인텔 연구소가 공동으

로 추진한 Great Duck Island Ecosystems가 있다. 센서 네트워크를 이용하여 Great Duck Island에 서식하는 바다 제비의 생태와 서식환경을 감시하기 위한 원격 생태 모니터링 시스템으로 배터리 기반 센서 노드를 섬의 특정 지점에 배치하고, 멀티 홉 애드 혹 네트워크를 구성하고 각 센서 노드의 환경정보를 수집하고 데이터를 기지국에게 전송하도록 구성하였다. 기지국에 수집된 데이터는 데이터베이스에 저장되고 등대에 설치된 위성 안테나를 통해 California Berkeley에 있는 서버에 전송하고, 최종 클라이언트에게 실시간 수집 정보를 인터넷을 통해 제공받을 수 있도록 구성하였다. 이 연구는 센서 네트워크를 이용하여 환경 파괴를 하지 않고 생태계를 감시할 수 있음을 증명하였다(<http://www.greatduckisland.net>). 그리고 UC Botanical Garden에서 미국 캘리포니아 주의 주목인 삼나무 생장 환경을 모니터링하고, 삼나무 성장에 안개가 미치는 영향을 조사한 Redwood Park Forest Ecosystems가 있다. 이는 특수하게 제작된 수십 개의 센서 노드를 삼나무 한 그루에 서로 다른 높이에 장착하여 삼나무 높이별 수분 상태가 삼나무 숲의 생태계에 미치는 영향을 조사하였다. 이와 같은 연구는 센서 네트워크를 이용하여 시·공간적 제약으로 접근하기 어려웠던 분야에 대한 적용 가능성을 보여주었다(<http://ib.berkeley.edu>). 하지만 다른 대부분 연구는 실제 적용이나 도움이 될 수 있는 서비스 수준에는 이르지 못하고 있는 실정이다.

국내의 경우 현재 이를 이용하여 많은 분야에서 응용 연구가 진행되고 있으며, 2005년 한국전산원 주도로 유비쿼터스 센서 네트워크 기술을 적용한 응용 서비스 모델을 발굴하고 이에 대한 기술적, 사업적, 그리고 경제적 타당성을 검증하기 위하여 u-해양, u-건축, u-농촌, 그리고 u-병원의 총 4개의 현장시험 과제를 공모하여 실시하였다.

그러나 이러한 기술이 현재까지 국립공원과 같은 산악 지형에 실제로 적용되거나 시도된 경우는 2005년 한라산 국립공원 각 등반로에 50~100m 간격으로 눈에 잘 띄지 않을 정도의 센서 노드를 설치하여 한라산의 온도와 풍향, 강수량, 강설량 등 기상정보를 수집한 사례(<http://resl.icu.ac.kr>)와 불국사의 산불 및 환경감시를 위해 적용된 경우가 대표적이라고 할 수 있다. 최근 유비쿼터스 센서 네트워크 현장 실험에 각종 U-센서가 설치되어 활용되고 있으나 서로 상이한 표준과 시스템을 기반으로 추진되어 각 사업간 연계나 일관된 유비쿼터스 센서 네트워크 정보자원 관리가 어려운 상황이 도출되기도 하였다. 따라서 전국적인 유비쿼터스 센서 네트워크 정보자원을 효율적으로 관리하기 위한 방안으로 USIS(Ubiquitous Sensor Information System)의 필요성이 대두되고 있다(<http://www.dt.co.kr>).

재료 및 방법

1. 연구대상지

본 연구는 충청남도에 위치하고 있는 계룡산국립공원 동학사 지역내의 은선폭포~관음봉 구간(1 km)을 대상으로 하였다. 동학사 지역은 계룡산국립공원 탐방객이 가장 많이 찾는 지역으로 동학사 탐방로, 장군봉 탐방로, 지식골 탐방로, 그리고 천정 탐방로가 있다(<http://knps.or.kr/kyeryong>). 계룡산국립공원은 지리적으로 광역자치단체 단위의 배후도시가 위치하고 있어 연중 130만 명 정도의 탐방객이 찾고 있는 도시형 국립공원으로 방문하는 탐방객의 참여 휴양활동 중 등산이 차지하는 비율이 다른 휴양활동에 비해 현저하게 높은 특성을 보였다(국립공원관리공단, 2004). 또한 연구대상지 탐방로(은선폭포~관음봉)의 폭이 매우 협소하고 암석으로 이루어진 구간이 많아 실족이나 부상 등으로 인한 산악안전사고의 위험성이 매우 높은 코스로 판단되어 연구대상지로 선정하였다.

2. 실험장비

산악조난구조시스템의 산악지형 적용성 평가를 위해 RF Module(CC1010)와 433MHz Helical Antenna를 사용하였으며, 실험장비의 특성은 다음과 같다.

3. 조사방법

본 연구에서는 다양한 지형적 특성과 산림이 우거진 산악지역에 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 산악조난구조시스템을 설치할 경우 산악안전사고 발생 시 신속하고 정확한 대응체계를 구축하여 인명손실을 최소화하기 위한 대안으로서 적용 가능성을 파악하기 위한 2가지의 현장

표 1. 실험장비 특성.

구분	특성
RF Module (CC1010)	- 300~1000 MHz UHF RF Transceiver
	- Programmable output power up to +10dbm
	- Data rate up to 76.8kbit/s
	- Fast PLL setting allowing frequency hopping protocols
	- RSSI(Radio Signal Strength Indication)
	- 8051-Compatible Microcontroller
	- 32KB Flash, 2048 + 128 Byte SRAM, 3 channel 10 bit ADC, 4 timers / 2PWMs, @ UARTs, RTC, Watchdog
	- SPI, 26 general I/O pins
	- In-circuit interactive debugging is supported for the Keil μ Vision2 IDE through a simple serial interface
	- 2.7~3.6V supply voltage
Antenna	- Helical Antenna : 1500 Meter
	- Connector type : Male Reversed SMA
	- Frequency range : 433MHz
	- Impedance : 50 Ohms nominal



그림 1. 현장조사에 사용된 측정.

조사가 실시되었다.

첫째, 조난구조시스템의 조난구조 요청 신호의 송·수신율을 측정하였다. 이를 위해 탐방로 상의 조난구조시스템의 설치 거리를 100m로 하여 총 10대를 설치하였다. 조난구조 요청 신호의 송수신율은 10개의 packet을 각 조난구조시스템(ID.00~ID.09)별로 5회씩 전송하여 수신 노드에서 받는 packet의 양을 수신 비율로 환산하였다.

설치 거리를 100m로 설정한 이유는 산악지형에서의 센서 네트워크 통신거리 측정에 관한 선행연구(심규원, 2006) 결과 가장 안정적인 조난구조 요청 신호를 송수신할 수 있는 거리가 100m 내외로 나타났기 때문이다.

둘째, 조난구조시스템의 안정적인 조난구조 요청 신호 송수신 여부를 측정하였다. 조난구조 요청 신호를 안정적으로 송수신할 수 있도록 하기 위하여 각 조난구조시스템의 센서를 2개로 구성하여 설치하였다.

이는 현재까지 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 조난구조시스템 구축 사례가 없고, 급격한 기상변화 등 여러 가지 요인들로 인하여 예측 불가능한 상황이 발생할 수 있기 때문이다. 만약 2개로 구성된 센서 중 1개가 오작동하거나 이상이 발견될 경우 정상적으로 작동하는 다른 센서가 산악안전사고 발생 시 구조요청 신호의 송수신 안정성을 제고하기 위한 방법으로 실제 산악지역에 설치하였을 경우 적용 가능성을 파악하고자 하였다.

본 연구를 위해 은선폭포에서 관음봉까지 설치된 10대의 산악조난구조시스템은 아래의 그림과 같으며, 은선폭포(ID.00)에서 관음봉(ID.09) 방향은 상향, 관음봉(ID.09)에서 은선폭포(ID.00) 방향은 하향으로 정하였다. 모든 현장조사는 산악조난구조시스템의 적용 가능성을 결정하는 기준이 되므로 상향과 하향으로 구분하여 실시하였다.

본 연구에 활용된 유비쿼터스 센서 네트워크 기술은 현재까지 병원과 같은 건물 내부, 제주도 연안 해안, 건설현장, 그리고 농작물 재배단지과 같이 적용된 사례가 매우 제한적이므로 산악지형의 경우 안정적인 데이터 수신율 기준이 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 관련 전문가의 자문을 통해 데이터 수신율이 80.0% 이상 일 경우 매우 높은

표 2. 산악지형 센서 네트워크 통신거리 측정 결과.

구분	데이터 수신율 기준	거리							
		50m		100m		150m		200m	
		N	%	N	%	N	%	N	%
거리에 따른 데이터 수신율	70%미만(불량)	0	0.0	1	1.2	42	37.5	44	73.3
	70%이상~80%미만(양호)	0	0.0	1	1.2	1	0.9	1	1.7
	80%이상(우수)	20	100.0	82	97.6	69	61.6	15	25.0
소계		20	100.0	84	100.0	112	100.0	60	100.0

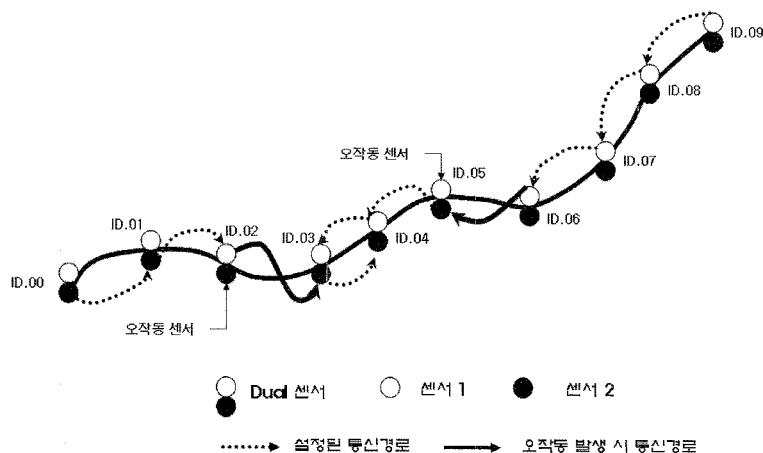


그림 2. 조난구조시스템 안정성 평가 방법.

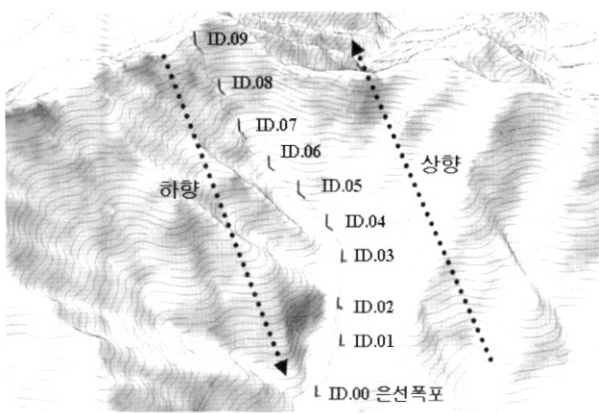


그림 3. 현장조사 측정구간 입체도.

안정성을 확보하는 우수한 수준, 데이터 수신율이 70.0% 이상~80.0% 미만일 경우 양호한 수준, 그리고 70.0% 이하인 경우 불량한 수준으로 기준을 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 조난구조 요청 신호의 송·수신율

계룡산국립공원 동학사 탐방로 코스 중 은선폭포에서 관음봉까지 1 km 구간에 설치한 10대의 조난구조시스템을 이용하여 구조요청 신호의 송·수신율을 상향과 하향으로 구분하여 양방향으로 측정된 결과는 표 4와 같다. 조난구조 요청 신호의 송·수신율을 ID.00(은선폭포)에서 ID.09(관음봉) 방향인 상향과 ID.09(관음봉)에서 ID.00(은선폭포) 방향인 하향으로 구분하여 측정된 결과 송신한 10 packet 중 대부분의 경우 10 packet을 모두 수신하여 100%의 데이터 수신율을 나타내었다. 그리고 일부 구간의 경우 송신한 10 packet 중 9 packet을 수신하여 데이터 수신율이 90%인 경우가 상향(ID.00 → ID.09)에서 3회, 하향(ID.09 → ID.00)에서 2회로 나타났으나 전반적인 조난

표 3. 산악지형 데이터 수신율 기준.

수신율(%)	0~69%	70~79%	80~100%
기준	불량	양호	우수

구조 요청 신호의 송수신율은 매우 안정적인 것으로 나타났다.

2. 조난구조시스템의 안정성

각각 2개의 센서로 구성된 총 10대의 조난구조시스템을 탐방로 상에 설치한 후 임의로 각 조난구조시스템의 2개 센서 중 1개가 정상적으로 작동되지 않는 경우 안정적인 조난구조 신호 요청이 이루어지는지를 평가하였다. 즉, ID.01에서 ID.08까지 각각 2개로 구성된 센서 중 1개의 센서를 오작동 상태로 설정하여 각각 5회씩 조난구조 요청 신호를 보내어 데이터 수신율을 측정된 결과는 표 5와 같다.

그 결과 ID.09에서 ID.00까지 임의의 센서를 오작동 상태로 설정하여 10packet을 송신하여 Sink node인 ID.00의 수신한 packet의 양을 비율로 환산하였다. 그 결과 데이터 수신율이 모두 100%로 나타나 시스템의 안정성이 매우 높은 것으로 나타났다.

조난구조시스템의 안정성 검정이 중요한 이유는 위급한 상황에 처한 탐방객에게 실질적인 도움이 되지 못하는 경우가 발생할 수 있기 때문이다. 실제로 산악지형에 설치할 경우 탐방객에 의한 훼손 가능성과 변동이 심한 기후적인 요소로 인하여 센서가 오작동하여 예측 불가능한 상황이 발생할 가능성이 잠재하고 있기 때문이다. 여러 가지 원인으로 인하여 발생하는 산악안전사고 시 이동전화의 통화 가능 여부와 관계없이 신속하게 구조 요청을 할 수 있으며, 관리자는 산악안전사고로 인한 구조 요청과 동시에 실시간으로 정확한 사고 발생지점 파악이 가능하여 인명 손실을 최소화 할 수 있는 시스템으로 안정성 확보

표 4. 센서 네트워크 통신 데이터 수신율.

구분	상향 (ID.00 → ID.09)						하향 (ID.09 → ID.00)					
	데이터 수신 여부	데이터 수신율(%)					데이터 수신 여부	데이터 수신율(%)				
ID.00	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.01	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.02	○	100	90	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.03	○	100	100	90	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.04	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.05	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.06	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	90
ID.07	○	100	100	90	100	100	○	100	100	100	90	100
ID.08	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100
ID.09	○	100	100	100	100	100	○	100	100	100	100	100

- ID.00은 Sink node 임
- 데이터 수신율은 10 packet을 송신하여 수신된 packet양을 비율로 나타냄

표 5. 조난구조시스템 안정성 평가 결과.

ID	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00*	데이터 수신율(%)				
ID.08 OFF	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.07 OFF	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.06 OFF	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.05 OFF	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.04 OFF	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.03 OFF	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	100	100	100	100	100
ID.02 OFF	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	100	100	100	100	100
ID.01 OFF	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	100	100	100	100	100

* : Sink node(은선폭포)

○ : 정상 작동 조난구조시스템

● : 오작동 조난구조시스템

가 가장 중요하게 고려되어야 한다.

이를 위해서는 네트워크 통신의 안정성 확보가 가장 큰 과제라 할 수 있으나, 현재까지 산악지형에서 유비쿼터스 센서 네트워크 기술을 적용한 사례가 거의 없어 현장조사를 통해 얻어진 데이터를 토대로 탐방로 상에 설치될 산악조난구조시스템의 센서를 2개로 구성하여 안정성을 확보하고자 하였다. 그 결과 조난구조요청 신호의 송·수신율과 산악조난구조시스템의 안정성이 매우 높은 것으로 나타나 산악지형에 설치하여 활용이 가능한 것으로 나타났다. 그러나 현재 산악조난구조시스템의 안정성이 확보되는 설치거리가 100m 정도로 제약이 있는 것으로 나타나 설치거리 향상을 위한 지속적인 연구가 필요한 것으로 파악되었다.

결 론

현재 국립공원관리공단은 각 공원별 관리사무소를 통해 탐방객들의 산악안전사고를 미리 예방하고, 산악안전사고 발생 시 긴급 구조 업무를 수행하도록 하는 대응체계를 유지하고 있다. 그러나 현재 이동전화를 통한 조난구조 요청 이외 다른 뚜렷한 대안이 없는 상태이며, 산악지형의 저조한 이동전화 통화율을 제고하기 위하여 설치하는 이동통신사 기지국의 초기 구축비는 2억~3억원 정도이며, 유선망 사용비용과 지속적인 관리비용까지 고려할 경우 4억~5억원 정도의 비용이 소요된다(<http://www.goldpitcher.com>). 또한 자연환경이 훼손되고, 산악지형의 특성에 따른 전력 공급이나 유지관리의 어려움 등으로 인하여 설치에 어려움이 있는 것으로 나타났다(조선일보, 2005.11.1).

따라서 본 연구에서는 현재 이동전화에 의존하고 있는 산악조난구조체계의 문제점으로 지적되고 있는 1) 이동전화 불통율이 높아 신속한 구조요청이 어려우며, 2) 이동전화 통화율 개선을 위한 시설 초기 투자비용 및 관리 유지비용이 과도하게 발생되며, 3) 산악안전사고를 당한 조난

자의 위치 파악에 많은 시간이 소요되며, 4) 시설 설치에 따른 자연환경 훼손 및 경관지해 등의 문제를 개선할 수 있는 유비쿼터스 센서 네트워크 기반 산악조난구조시스템의 산악지형 적용 가능성을 파악하였다. 그 결과 계룡산국립공원 동학사 탐방로 코스 중 은선폭포에서 관음봉까지 총 1 km 구간에 설치한 산악조난구조시스템은 조난구조요청 신호의 송수신율이 상향(ID.00→ID.09)과 하향(ID.09→ID.00) 모두에서 데이터 수신율이 매우 높게 나타났다. 그리고 조난구조시스템의 안정성을 측정하기 위하여 산악조난구조시스템 1대씩을 임의로 오작동으로 설정하여 데이터 수신 여부 및 수신율을 측정한 결과 모두 100%로 나타나, 산악지형에 설치한 산악조난구조시스템에 일부 문제가 발생할 경우에도 원활한 조난구조 요청이 가능한 것으로 나타났다.

현재 국립공원에서 빈번하게 발생하고 있는 산악안전사고로 인한 인명손실을 최소화하기 위하여 산악조난구조시스템을 설치할 경우 기대효과는 다음과 같다.

첫째, 산악안전사고 발생지점을 실시간으로 파악할 수 있어 신속한 구조요청이 가능하다. 산악안전사고 발생 위치를 실시간으로 파악이 가능하여 구조 요청 및 산악안전사고 발생 지점 위치 파악 지연으로 인한 인명손실을 최소화 할 수 있는 효과가 있다. 특히 등산객의 체력적인 한계로 인한 탈진 현상이나 정확한 위치를 설명하기 어려운 산악지형에서는 효용성이 극대화 될 것으로 판단된다.

둘째, 이동통신 중계시설 설치로 인한 경관 훼손 방지 및 비용을 절감하는 효과가 있다. 이동통신 중계시설의 경우 초기 설치 및 관리에 비용이 많이 소요되고, 산세가 험한 지형적 특성 때문에 전력공급이 어렵고, 설치 시 수반되는 자연환경의 훼손이나 설치 후 경관을 저해하는 등 많은 문제점이 발생된다. 그러나 산악조난구조시스템은 설치 및 관리에 소요되는 비용이 상대적으로 저렴하고, 관리가 용이하다. 또한 이동통신 중계시설과 같이 규모가 큰 시설물을 따로 설치할 필요가 없어 자연경관을 보호할 수 있는 효과가 있다.

셋째, 안정적인 산악조난구조체계 구축과 동시에 산악 지형에 적합한 통신 기반시설로 활용이 가능하다. 산악지형의 경우 통신 기반시설이 취약하여 체계적이고 과학적인 시스템을 활용하여 공원관리를 위한 장기적인 모니터링이 어렵다. 하지만 유비쿼터스 센서 네트워크 기술을 이용한 산악조난구조시스템이 구축될 경우 다양한 응용 시스템과 연동하여 기초자료 수집 및 활용이 가능하다. 예를 들어 탐방로에 설치된 산악조난구조시스템과 연동하여 산불감시시스템을 구축할 경우 연중 탐방객의 방문으로 인하여 산불 발생의 위험이 있는 수려한 자연자원의 보호가 가능하다. 또한 산불 발생 시 초기 진화가 가능하고, 산불 확산 경로를 미리 파악하여 피해를 최소화 할 수 있다. 현재의 산불감시시스템은 통신이나 전원 공급의 문제 등으로 인하여 산 정상 부근에 단독으로 설치되어 있는 경우가 많아 산불감시의 범위가 제한적인 문제점을 해결하는데 기여할 수 있다.

넷째, 산악안전사고 방지를 위한 안전정보를 제공하는 기반시설로 활용이 가능하다. 산악조난구조시스템에 온도, 습도, 조도 등을 측정하는 환경정보센서를 병행하여 설치할 경우 기상정보를 실시간으로 수집하여 공원관리자나 탐방객에게 제공하여 산악안전사고를 미연에 예방하거나 경감시킬 수 있으며, 구조 활동 수행 시 활용할 수 있는 안전정보의 범위를 확대시키는 효과가 있다.

본 연구에서 나타난 결과를 바탕으로 향후 연구를 위한 제안을 다음과 같이 하고자 한다. 첫째, 산악조난구조시스템의 설치거리가 100m 정도로 제한되어 있어 향후 데이터 수신율에 영향을 미칠 수 있는 산악지형의 지형적 특성이나 식생 밀도, 그리고 암석이나 협곡 등을 고려한 장애요인 기준의 유형화 연구가 필요하다. 둘째, 국립공원을 포함한 자연공원 등의 산악지형에 유비쿼터스 센서 네트워크를 구축하고자 할 때 발생 가능한 문제점이나 설치지점의 적지 분석이 가능한 유비쿼터스 센서 네트워크 통신 시뮬레이션 프로그램 개발에 관한 연구의 수행이 필요하다. 셋째, 산악지형은 일교차가 크고 국지적인 기후의 변동 폭이 넓어 조난구조시스템의 외장재의 내구성, 기온 변화에 따른 배터리 모니터링 등에 관한 추가적인 연구가 필요할 것으로 여겨진다.

인용문헌

1. 국립공원관리공단. 2004. 제2차 탐방객이용행태조사연구용역.
2. 국립공원관리공단. 2005. 제3차 탐방객이용행태조사연구용역.
3. 국립공원관리공단 지리산관리사무소. 2003. 국립공원 탐방객 이용행태조사.
4. 국립공원관리공단 북한산관리사무소. 2003. 국립공원 탐방객 이용행태조사.
5. 국립공원관리공단. 2005. 2005년 국립공원 안전관리세부 집행계획.
6. 김인권. 2004. 저전력 RF Sensor Network와 무선 LAN을 기반으로 하는 신생아 인큐베이터 모니터링 시스템. 울산대학교 석사학위 논문.
7. 백상현, 장민, 장덕현, 조기덕, 최양희, 권태경. 2005. 유비쿼터스 센서 네트워크를 위한 무선 센서 네트워크와 인터넷 연동 기법. *Telecommunications Review*, 15(2), 337~350.
8. 변지영. 2005. 유비쿼터스 환경에서의 휴먼 인터페이스 디자인 적용성에 관한 연구. 숙명여자대학교 석사학위 논문.
9. 심규원. 2006. 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 국립공원 산악조난구조시스템 구축에 관한 연구. 대구대학교 박사학위 논문.
10. 유승화. 2005. RFID/USN 기술 현황 및 활성화 방안. *정보처리학회지*, 12(5), 18-26.
11. 이열우. 1998. 우리나라 국립공원관리에 관한 연구. 건국대학교 석사학위 논문.
12. 정은호. 2004. 유비쿼터스 센서 데이터 네트워크 시스템 구현에 관한 연구. 세종대학교 석사학위 논문.
13. 소방방재청. 2006. 산악 인명사고 안전관리 종합대책.
14. 산림청. 2005. 산악구조대 구성 및 운영 방안 연구.
15. 한국전자부품연구원. 2005. 유비쿼터스와 블루오션 전략.
16. 한국전산원. 2006. 2005년도 USN 현장시험 결과보고서.
17. A. Cerpa, J. Elson, D. Estrin, L. Girod, M. Hamilton, and J. Zhao. 2001. Habitat monitoring: Application driver for wireless communications technology. *ACM SIGCOMM Workshop on Data Communications in Latin America and the Caribbean, San Jose, Costa Rica*.
18. B. Chen, K. Jamieson, H. Balakishnan, and R. Morris. 2001. Span: An energy-efficient coordination algorithm for topology maintenance in ad-hoc wireless networks. *In Proceedings of the 7th ACM International Conference on Mobile Computing and Networking*, 85-96.
19. C. Savarese, J. M. Rabaey, J. Beutel. 2001. Locationing in distributed ad-hoc wireless sensor networks. *ICASSP*.
20. Mark Weiser. 1991. The Computer for the 21st Century. *Scientific America*. reprinted in *IEEE Pervasive Computing*, 94-104.
21. Mark Weiser. 1993. Some computer Science Issues in Ubiquitous Computing. *Communications of the ACM*, Vol 36, No.7, 75-84.
22. http://ib.berkeley.edu/labs/dawson/research_redwood.php
23. <http://www.greatduckisland.net>
24. <http://resl.icu.ac.kr/bbs/view.php>
25. <http://knps.or.kr/kyeryong>
26. <http://www.goldpitcher.com>
27. <http://www.chosun.com>
28. <http://knps.or.kr>