

A Study on the Diffusion of Emergency Situation Information in Association with Beacon Positioning Technology and Administrative Address

Mo Eunsu[†] · Lee Jeakwang^{††}

ABSTRACT

Worldwide casualties caused by earthquakes, floods, fire or other disaster has been increasing. So many researchers are being actively done technical studies to ensure golden-time. In this paper if a disaster occurs, use the IoT technologies in order to secure golden-time and transmits the message after to find the user of the accident area first. When the previous job is finished, gradually finds a user of the surrounding area and transmits the message. For national emergency information, OPEN API of Korea Meteorological Administration was used. To collect detailed information on a relevant area in real time, this study established the system that connects and integrates Crowd Sensing technology with BLE (Bluetooth Low Energy) Beacon technology. Up to now, the CBS based on base station has been applied. However, this study designed and mapped DB in the integration of Beacon based user positioning and national administrative address system in order to estimate local users. In this experiment, the accuracy and speed of information diffusion algorithm were measured with a rise in the number of users. The experiments were conducted in a manner that increases the number of users by one thousand and was measured the accuracy and speed of the message spread transfer algorithm. Finally, became operational in less than one second in 20,000 users, it was confirmed that the notification message is sent.

Keywords : Calamity, Disasters, BLE, Beacon, Crowd Sensing, GIS, Alert System

Beacon 위치측위 기술과 행정주소를 연계한 재난재해 상황 전파 연구

모은수[†] · 이재광^{††}

요 약

최근 전세계적으로 지진, 홍수, 화재 등 재난재해로 인한 인명피해가 늘어나면서 골든타임을 확보하기 위한 기술연구가 활발히 이루어지고 있다. 본 논문에서는 골든타임 확보를 위해 IoT 기술들을 사용해 재난·재해 발생 시 실제 발생원의 사용자를 최우선으로 찾아 전파하며, 주변지역 사용자로 차츰 범위를 확산시켜 전파하는 모델을 연구하였다. 국가 재난·재해 정보는 기상청 OPEN API를 사용하였으며, 해당지역의 세밀한 정보획득을 실시간 수집하기 위해 Crowd Sensing 기술과 BLE (Bluetooth Low Energy) Beacon 기술을 통합·연계한 시스템을 구축하였다. 특히 기존까지 기지국 기반 CBS를 사용하였다면 본 논문에서는 Beacon을 이용한 사용자 위치와 국가행정주소체계 네가지를 통합한 DB를 설계하여 맵핑함으로써 지역 사용자를 추정할 수 있게 되었다. 실험은 사용자의 수를 1천명씩 증가하는 방식을 통해 정보 확산 알고리즘의 정확도와 속도를 측정하였으며, 최종 2만명의 인원까지 1초 이내 연산하여 위험 전파 알림이 가능함을 확인하였다.

키워드 : 재난, 재해, BLE, Beacon, Crowd Sensing, GIS, 경보시스템

1. 서 론

오랜 시간동안 재난·재해 사고는 끊임없이 발생하였고, 발생 규모에 따라 큰 인명피해는 물론 국가기반체계의 마비와

사회적인 혼란까지 불러왔다. 이를 위해 전 세계적으로 각 나라마다 연구를 수행하고 있으며 무엇보다 빠른 상황전파를 위해 많은 노력을 하고 있다.

특히 우리나라는 빠른 상황전파가 매우 중요한 나라 중 하나인데 다른 나라에 비해 해안선 총 길이 11,542km로 국토면적 대비 긴 해안선을 보유하고 있고, 육지 면적과 비교하면 117%로 일본 87%, 영국 57%, 뉴질랜드 56% 등 외국과 비교해 월등히 높다. 그렇기 때문에 국토 특성상 재난·재해가 발생하면 그 피해규모가 더 클 수밖에 없다[1].

※ 이 논문은 2016년도 한남대학교 학술연구비조성비 지원에 의하여 연구되었음.

† 준 회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과 석사

†† 종신회원 : 한남대학교 컴퓨터공학과 교수

Manuscript Received : August 9, 2016

Accepted : August 29, 2016

* Corresponding Author : Lee Jeakwang(jklee@hnu.kr)

재난·재해 예측과 피해 경감을 위해 우리나라에선 국민안전처와 국립재난안전연구원 등을 설립하여 연구를 진행하고 있다. 국민안전처는 '16년부터 빅데이터를 활용하여 '20년까지 재난예방 및 대응, 정책지원, 통합상황관리 등 17개의 과제를 수행하고 있다[2]. 국립재난안전연구원은 지진해일 대응 시스템(TDRS, Tsunami Disaster Response System)을 구축하였는데 항만, 해수욕장, 해일 위험지역을 중심으로 소방방재청의 지진대응시스템과 연계되어 지진 및 해일에 대한 종합적인 의사결정을 위한 정보를 제공한다. 특히 해역정보, 표고자료, 주요시설정보 등의 데이터베이스와 Web-GIS를 활용한 전파도 및 예상도를 제공한다[3-5].

우리나라의 재난·재해 상황전파 시스템은 국가재난정보센터의 메신저 기반 상황전파와 기지국 기반인 재난문자방송 시스템(CBS: Cell Broadcast Service)으로 구분할 수 있다. 메신저기반 상황전파의 경우 중앙에서 각 기관(중앙부처, 지자체, 유관기관)까지 2단계로 전파되어 실제 상황전파는 각 기관 혹은 지자체의 내규를 따른다. 또한 CBS기반 전파의 경우 기지국의 영향범위(5km) 내의 사용자에게 전파되기 때문에 재난 위험 군이 아닌 지역에도 전파가 될 수 있다[6].

'11년 집중호우에 의한 산사태로 많은 인명피해를 입은 브라질은 '14년부터 도시 관리 및 긴급대응을 위해 리우데자네이루 도시 내 30여개에 이르는 관계 기관의 데이터와 프로세스를 단일 체계로 통합하고[7], IBM의 분석솔루션을 적용한 지능형운영센터(IOC, Intelligent Operations Center)를 도입하여 자연재해, 교통, 전력공급 등을 연중무휴 하루 24시간 체계적으로 관리·감독하고 있다[8]. 재난·재해 상황전파에 더욱 적극적인 미국의 경우 국가재난관리시스템(NEMIS: National Emergency Management Information System)을 통해 재난·재해 상황관리 통제와 위험분야별 정보시스템, 비상대응조직 정보시스템을 운영하고 있다. 특히 재난·재해 전파를 위해 EAS(Emergency Alert System)을 구축하고, 수천 개의 방송국과 케이블 시스템 그리고 위성통신망을 이용하고 있다[9].

대부분의 선행 연구와 시스템들을 살펴보면 예측, 분석, 의사결정에 집중되어 운영되고 있으며, 상황 전파의 범위가 광범위하게 적용되는 문제들이 있었다. 그리하여 본 논문에서는 앞선 선행 구축된 시스템들의 활동 영역이 아닌 각 시스템이 제공하는 데이터를 통해 재난·재해 발생 시 신속하고 정확하게 위험 지역을 기점으로 주변에 확산 전파되는 모델을 수립하고 연구를 수행하였다. 이를 위해 사용자 참여형 기술인 Crowd Sensing과 기반기술로 IoT(Internet of Things)에서 각광받는 Beacon을 사용하여 데이터를 수집하였다. 또한 데이터의 신뢰도를 높이기 위해 국가에서 제공하는 OPEN API를 접합하여 사용하였다. 그 중 기상청의 데이터는 새 주소체계인 도로명주소를 지원하지 않고 행정읍면동 체계로 지원하여 이를 사용하기 위해 주소체계를 통합하는 작업까지 수행하였다.

2. OPEN API 활용을 위한 DB 설계

행정주소체계 중 본 논문에서는 새 우편번호를 중심으로 이용한다. 국가 행정구역(시·군·구)을 일정 기준 혹은 인구수에 맞춰 구역을 나눈 새 우편번호는 기초구역번호라는 명칭으로도 불리며, 보다 세밀한 단위로 지역을 구분할 수 있다. 새 우편번호는 도로명 주소와 같이 변경된 새 주소체계이며, 기상청에서 제공하는 OPEN API의 경우 행정 읍면동을 기준으로 제공되므로 법정동-행정동과 연계되는 DB 구조를 설계하여 각 주소체계가 서로 맵핑되도록 하는 작업이 필요하였다.

법정동-행정동과의 연계는 OPEN API 활용 외에도 반드시 필요한 작업으로 이는 새 우편번호 일련번호 증가방식의 특징 때문이다. 새 우편번호는 시군구(3)-일련번호(2)의 5자리 숫자를 사용하며 시군구 내에서도 일정한 기준에 의해 일련번호가 부여된다. 이 경우 최단거리 알고리즘을 적용하기 쉬워 보일 수 있으나 Fig. 1의 A를 살펴보면 35204를 기준으로 좌측부터 35200, 35201, 35202, 35203, 35204 같이 순차적으로 증가하지만 B를 보면 바로 상단임에도 시·군·구가 변경됨에 따라 34124, 34125, 34126 순으로 25304와 전혀 관련성이 없다. 또한 C는 A와 달리 대각선으로 일련번호가 부여된 것처럼 기초구역번호만을 사용할 때 자칫 일련번호에 의해 실제 물리적 거리가 잘못 계산될 수 있어 행정동-법정동과의 연계는 중요하다.

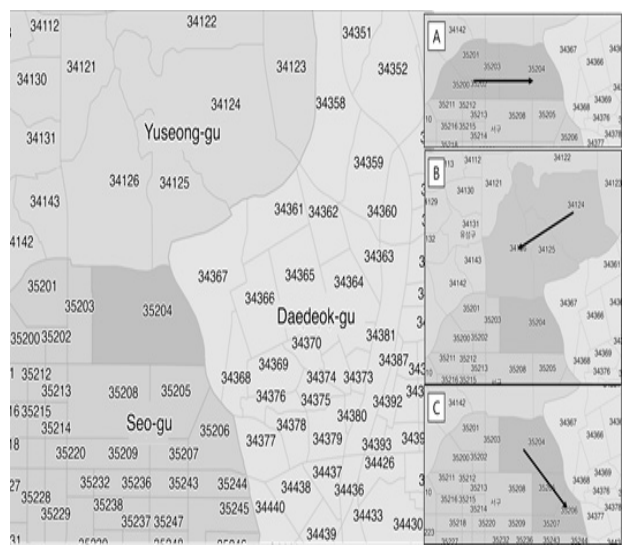


Fig. 1. New Zipcode Layer

Fig. 2와 같이 도로명주소 사이트에서 제공하는 전체주소에는 시도, 시군구, 법정동, 행정동, 법정동-행정동 맵핑, 새 우편번호의 데이터를 모두 포함한다. 또한 공간정보유통 사이트에서 제공하는 도로명 주소 전자지도는 각 시도, 시군구, 법정동, 새 우편번호 등 GIS 데이터를 멀티 폴리곤 형태로 제공하며 이를 통해 기초 DB를 구축하였다.

road_nm_cd		build_info	
addr_gu_cd	CHAR(5)	bub_dong_cd	CHAR(10)
road_nm_no	VARCHAR(7)	addr_si_nm	VARCHAR(40)
road_nm	VARCHAR(80)	addr_gu_nm	VARCHAR(40)
road_nm_roma	VARCHAR(80)	addr_dong_nm	VARCHAR(40)
addr_dong_sn	CHAR(2)	addr_il_nm	VARCHAR(40)
addr_si_nm	VARCHAR(40)	san_yn	CHAR
addr_gu_nm	VARCHAR(40)	jibun1	INTEGER(4)
addr_dong_kubun	CHAR	jibun2	INTEGER(4)
addr_dong_cd	CHAR(3)	road_nm_cd	CHAR(12)
addr_dong_nm	VARCHAR(40)	road_nm	VARCHAR(80)
up_road_nm_no	VARCHAR(7)	jha_yn	CHAR
up_road_nm	VARCHAR(80)	bidg1	INTEGER(5)
use_yn	CHAR	bidg2	INTEGER(5)
modify_cd	CHAR	bidg_nm	VARCHAR(40)
modify_info	VARCHAR(14)	bidg_nm_full	VARCHAR(100)
addr_si_roma	VARCHAR(40)	bidg_no	VARCHAR(25)
addr_gu_roma	VARCHAR(40)	addr_dong_sn	CHAR(2)
addr_dong_roma	VARCHAR(40)	gov_dong_cd	CHAR(10)
gosi_dt	VARCHAR(8)	gov_dong_nm	VARCHAR(20)
malso_dt	VARCHAR(8)	zipcode	CHAR(5)
		zipcode_sn	CHAR(2)
		multy_send_nm	VARCHAR(40)
		move_reason_cd	CHAR(2)
		gosi_dt	VARCHAR(8)
		pre_road_address	VARCHAR(25)
		addr_gu_bldg_nm	VARCHAR(200)
		share_yn	CHAR
		basic_area_no	CHAR(5)
		detail_address_yn	CHAR
		etc1	VARCHAR(15)
		etc2	VARCHAR(15)

jibun	
bub_dong_cd	CHAR(10)
addr_si_nm	VARCHAR(40)
addr_gu_nm	VARCHAR(40)
addr_dong_nm	VARCHAR(40)
addr_il_nm	VARCHAR(40)
san_yn	CHAR
jibun1	INTEGER(4)
jibun2	INTEGER(4)
road_nm_cd	CHAR(12)
jha_yn	CHAR
bidg1	INTEGER(5)
bidg2	INTEGER(5)
jibun_sn	INTEGER(10)
move_reason_cd	CHAR(2)

Fig. 2. Road Name Address DB layout

3. 상황전파 시스템 설계

시스템은 크게 데이터 수집, 데이터 분석(재난 판단), 상황전파 3단계로 구성되어 있다. 데이터 수집에는 사용자 참여형 기술인 Crowd Sensing 과 기반기술로 Beacon을 사용하였다. 또한 사용자를 통해 수집되는 데이터 외에도 국가에서 제공하는 OPEN API데이터를 추가적으로 수집하여 신뢰도를 높였다. 상황전파의 경우 GCM(Google Cloud Message)를 이용하여 제공하도록 구성하였다.

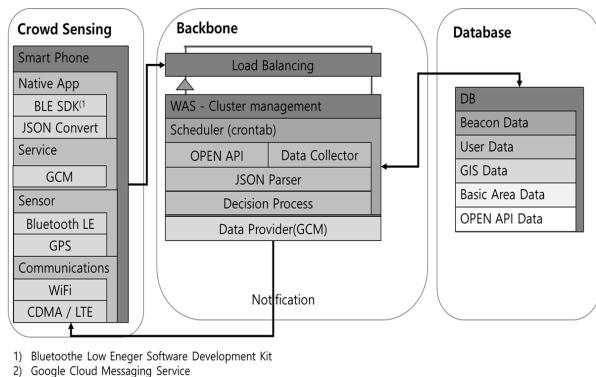


Fig. 3. System Architecture

3.1 데이터 수집

데이터 수집은 크게 사용자의 스마트폰, OPEN API 데이터로 구분될 수 있다.

스마트폰의 어플리케이션은 다음과 같이 동작한다.

- 1) 어플리케이션 동작 시 GCM Token 유무를 판단하며 없을 시 Token생성 프로세스를 요청한다.
- 2) Bluetooth 활성화를 판단하며 Off시에는 사용자에게 사용을 유도한다.
- 3) Bluetooth를 통해 주변 Beacon정보를 스캔하여 사용자 정보와 함께 서버로 전송한다.

사용자는 제공되는 어플리케이션을 이용해 현재 머무는 지역의 재난재해 정보를 전송할 수 있다. 전송 가능한 재난재해 항목은 카테고리별로 구분하여 상황에 대한 정확한 알림을 위해 사진과 같은 미디어를 첨부하게 된다.

사용자의 위치정보는 주변 Beacon을 활용하여 실내외 구분없이 측위하여 서버로 전송하게 된다. 특히 Beacon을 활용함으로써 GPS를 사용할 수 없는 건물 내부에서도 사용할 수 있다는 장점을 가진다.

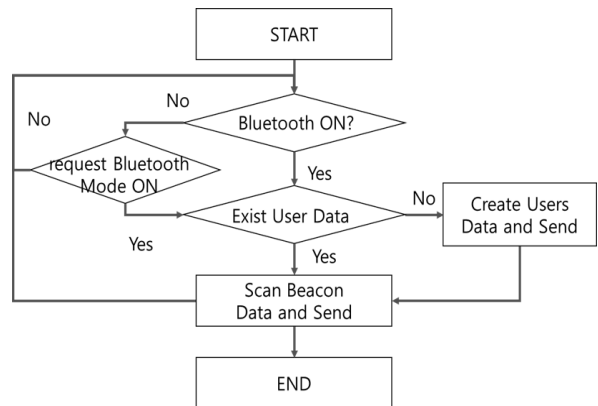


Fig. 4. Application Work Flow

3.2 재난 판단

사용자로부터 수집되는 재난재해 정보는 오신고의 위험이 존재하기 때문에 태풍, 홍수 등과 같은 기상정보의 경우 데이터 매칭을 통해 유사할 때를 기준으로 한다. 그 외 건물 화재, 차량사고 등의 경우 사용자로부터 전송되는 미디어 데이터 및 신고 횟수를 카운트하여 임계치 방식으로 1차 판단이 이루어진다.

사용자에게 수집되는 정보이외에도 OPEN API를 통해 기상청의 데이터를 이용하여 재난을 판단한다. 폭염, 폭우 등의 기후 변화에 따른 재난과 지진 정보는 OPEN API를 통해 제공되는 데이터로 신뢰도를 높였다. Fig 5와 같이 재난상황 시 상황전파 프로세스를 요청한다.

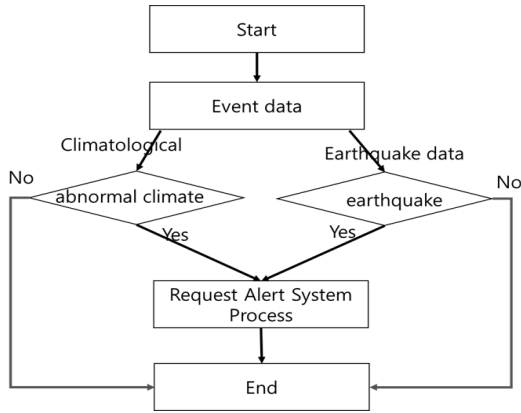


Fig. 5. Decision Process Follow

3.3 상황전파

상황전파는 Fig. 6과 같이 동작한다.

- 1) 재난 위험 군에 해당되는 기초구역 판단
- 2) 기초구역 내 Beacon 정보 판단
- 3) 위험 군 내 Beacon과 매칭 되는 사용자를 선별
- 4) GCM 요청하게 된다.

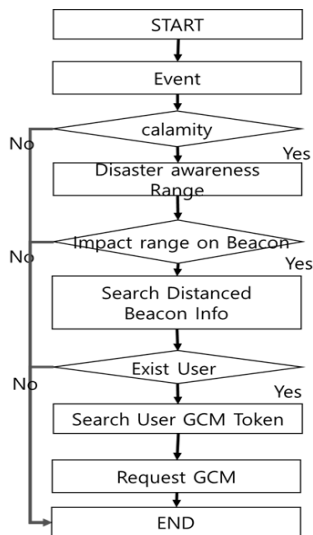


Fig. 6. Alert System Flow

4. 상황전파시스템 구현 및 테스트

4.1 상황전파 시스템 구현

실험에 사용된 PC 사양은 Table 1과 같다.

Table 1. PC Specification

Division	Description
OS	macOS Sierra 10.12(Beta)
Process	2.7 GHz Intel Core i5
Memory	8GB 1867 MHz DDR3

1) 기초데이터

2장에서 설계한 DB구축을 위해 PostGIS를 사용했다. PostGIS는 GIS를 위한 좌표계 설정이 가능하며 JSON형식으로 데이터를 반환할 수 있다는 장점을 가진다. 도로명주소 데이터는 Fig. 7과 같이 PSV (pipe-separated values) 형식으로 제공된다.

1	3011010100	대전광역시	동구	원동	096	11	301103010002	대전로
2	3011010100	대전광역시	동구	원동	096	11	301103010002	대전로
3	3011010100	대전광역시	동구	원동	096	11	301103010002	대전로
4	3011010100	대전광역시	동구	원동	096	11	301103010002	대전로
5	3011010100	대전광역시	동구	원동	096	33	301103010002	대전로

Fig. 7. Road Name Address DB Data

4.2 성능 평가

실험은 시스템 각 프로세스별로 수행되는 단위 테스트로 진행되었다. 실제 상황전파는 사용자까지 전달이 이루어지지만 시스템 구조적으로 분리하면 본 논문에서의 역할은 (상황전파 시스템)-(구글 GCM)-(사용자) 중 상황전파 시스템에 한정된다. 즉, 상황전파 시스템에서 생성된 데이터가 GCM까지 전송되는 것까지를 실험의 범위로 구분하였다. 그러므로 구글 GCM에서 발생하는 서비스 지연, 부하 및 오류로 인한 변수들은 예외로 한다.

실험 시나리오는 다음과 같이 진행되었다.

- 1) 위험 발생원은 대전광역시 대덕구 한남대학교(Ing: 127.421145, lat:36.354705)로 한다.
- 2) 범위는 100m로 제한한다.
- 3) 100m 범위 내의 새 우편번호 구역은 한남대학교로 제한한다.
- 4) 사용자의 수는 매 실험 시 100명, 1000명, 2000명, 3000명, 4000명, 5000명, 10000명, 20000명으로 변경하여 진행하였다.
- 5) 가상의 데이터는 사용자의 스마트폰에서 5분간 수집되었다는 시나리오를 수립하였다.
- 6) 최종적으로 각 사용자별 1분간 6건의 데이터를 수집되어 '4'항과 같이 각 사용자별 데이터가 생성되었다.

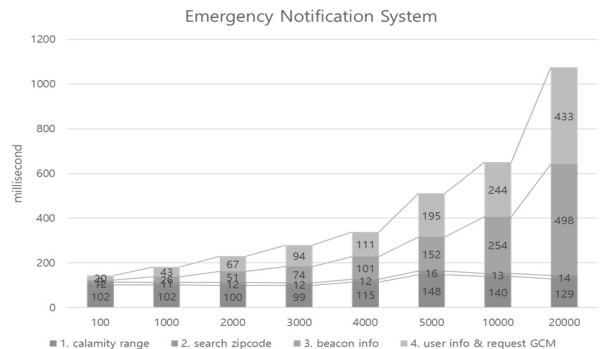


Fig. 8. Alert System Test

실험 결과는 Fig. 8과 같다. 실험 시나리오에서 정의한대로 매 차수 증가한 각 사용자에게 상황전파가 되기 위한 필요시간이며, 최종 실험인원인 2만 명을 기준으로 구글 GCM에게 전달되기 위해서는 약 1초 가량의 처리 시간이 필요한 것으로 확인되었다.

실험을 통해 확인한 특징으로는 첫째, 통합 설계한 주소 DB의 영향으로 사용자 수가 증가되는 것과 상관없이 주소 정보를 검색하는데 소요되는 시간은 크게 변화가 없다는 점이다. 둘째, 주소 DB를 기준으로 범위 내 사용자를 추정하는 시간 역시 사용자 수가 증가되는 것과 크게 영향이 없다는 것을 확인하였다. 셋째, 사용자 위치측위를 위한 Beacon 정보 처리의 경우 5천명까지와 다르게 1만 명 이상으로 증가 될 시 사용자 수의 1/4정도로 비례하여 시간소요가 되는 특징을 확인할 수 있었다. 본 실험을 통해 확인한 특징을 통해 다음에 수행해야 할 실험으로 5천명에서 1만 명 사이 구간을 세분화하여 속도 변화폭을 측정할 필요가 있음을 알았다. 또한 실험에 사용된 시스템 성능을 기준으로 1만 명 이상, 즉 대량의 데이터 처리가 필요한 부하 상황 발생 시 처리 속도가 변화되는 패턴이 어떻게 변화를 일으키는 지 확인이 필요한 것을 알 수 있었다.

5. 결 론

전 세계적으로 재난·재해에 대한 위험 인식이 높아지면서 해당 상황을 얼마만큼 빠르게 인지하고, 안전하게 대처하는 것에 대한 사회적 요구가 높아지고 있다.

기존의 선행 연구들은 관제센터를 중심으로 정보가 중앙에서 산하기관으로 전파되는 형태였다면, 본 논문에서는 실제 문제가 발생한 근원에 존재하는 사용자를 우선 검출하여 골든타임이 필요한 사용자부터 주변 사용자로 확산 전파되는 시스템을 제안하였다.

우리나라의 재난문자방송시스템 역시 기지국 기반으로 해당 반경이 넓어 실제 물리적 거리상 위험지역이 아닌 사람들에게까지 상황이 동시에 전파될 수 있어 혼란을 야기할 수 있다. 이를 해결하고자 데이터 수집에는 사용자 참여형 기술인 Crowd Sensing과 기반기술로 Beacon 사용하여 통합·연계한 시스템을 구축하였다. 그리고 국가 재난·재해 정보를 획득하기 위해 기상청에서 제공하는 OPEN API를 JSON 방식으로 처리하도록 하였다.

사용자의 위치정보와 지리정보는 행정주소체계 중 세밀한 단위로 지역을 구분할 수 있는 새 우편번호를 중점으로 이용하였으며, 기상청 OPEN API와의 연계를 위해 법정동-행정동과 도로명주소를 모두 통합한 DB를 설계·구축하였다.

매 차수 사용자를 증가시키며 수행한 실험 결과 본 논문에서 사용한 시스템 정도의 성능만으로도 서비스를 원활히 제공하기에 문제가 없음을 확인하였다.

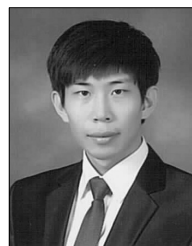
특히 실험을 통해 파악한 3가지의 특징 중 첫 번째와 두 번째를 통해 본 논문에서 설계한 통합 DB와 시스템 구조에 문제가 없음을 알 수 있었으며, 대량의 데이터와 사용자가

발생되더라도 문제가 없음을 확인하였다. 이는 고밀도의 인구밀집지역을 가정하였을 시 일정 반경원 안에 사용자가 1~2만 명 혹은 유사한 그 이상의 사용자가 있다고 하더라도 충분히 빠른 시간 내 상황 전파가 이루어져 골든타임을 확보할 수 있으리라 예상할 수 있다.

다만 실험의 세 번째 특징은 향후 실험을 통해 5천명 이상부터 각 구간 사용자수를 세분화할 필요가 있음을 알 수 있었으며, 현재 처리하는 Beacon 데이터 구조와 처리 알고리즘의 개선이 필요함을 확인하였다. 추후 각 구간별 사용자 수 증가폭을 낮추고 Beacon 정보 처리 방안에 대한 연구가 필요하다.

References

- [1] National Emergency Management Agency, "Mid-and-Long-Term R&D Project Planning Research for Responding to Tsunami," National Emergency Management Agency, 2013.
- [2] Ministry of Public Safety and Security, "Smart Emergency Management, Begin with Big Data!" Press Release of Ministry of Public Safety and Security, Apr., 2016.
- [3] National Disaster Management Institute, "A Study on Quantitative Standards of Evacuation System in Tsunami Risk Areas," National Disaster Management Institute, 2009.
- [4] National Disaster Management Institute, "Flood Forecast Chart by the Analysis on Tsunami Flooding Characteristics (I)," National Disaster Management Institute, 2010.
- [5] National Disaster Management Institute, "Flood Forecast Chart by the Analysis on Tsunami Flooding Characteristics (II)," National Disaster Management Institute, 2011.
- [6] National Emergency Information Center, "SAFE KOREA National Emergency Management Information System," Ministry of Public Safety and Security, 2014.12.
- [7] Yoon Mi-young, "Global Big Data Best Practices of Data Analysis for Better Future II," National Information Society Agency, 2013.
- [8] IBM INFORMATION SERVERnformation_server [Internet], http://www.md2net.com.br/ibm_information_server.asp.
- [9] Choi Ho-jin, "A Study on IT based Enhanced Communication and Cooperation between Organizations relating to National Emergency Management," The Korea Institute of Public Administration, 2013.



모 은 수

e-mail : moeunsu@gmail.com

2011년 한남대학교 컴퓨터공학과(학사)

2016년 한국대학교 컴퓨터공학과(석사)

관심분야 : 네트워크, IoT



이재광

e-mail : jklee@hnu.kr

1984년 광운대학교 전자계산학과(학사)

1986년 광운대학교 전자계산학과(석사)

1993년 광운대학교 전자계산학과(박사)

1993년~현 재 한남대학교 컴퓨터공학과
교수

관심분야 : 네트워크, 정보보호