

도심 환경에서 재난 위치 판별을 통한 알림 서비스

(Alert Service by Identifying Disaster Locations in Urban Environments)

김근우*, 정태현*, 김수현*, 유진*, 복경수**

(Keunwoo Kim, Taehyeon Jeong, Suhyun Kim, Jin Yu, Kyoungsoo Bok)

요약

도심 환경에서 다양한 유형의 재난들이 발생함에 따라 사용자에게 실시간 재난 상황을 제공할 수 있는 서비스에 대한 필요성이 증가되고 있다. 본 논문에서는 도심 환경에서 일상생활에 영향을 미치는 재난 상황을 실시간 제공할 수 있는 재난 알림 서비스를 제안한다. 제안 서비스는 공공 기관별로 관리되는 다양한 형식의 재난 데이터를 수집한 후 일상생활에 영향을 미치는 재난 유형을 식별한다. 또한, 재난 위치를 추출하고 지도 연계를 통해 재난 정보를 실시간 제공한다. 사용자는 주변 재난 상황을 제보하고 사용자들 사이에 제보된 재난 상황을 공유할 수 있다. 제안 서비스는 스마트폰 사용자들이 사용할 수 있도록 실제 앱으로 구현하였으며 F1-스코어와 검증 손실을 관점에서 재난 위치 추출 성능을 평가하였다.

■ 중심어 : 도심 환경 ; 데이터 수집 ; 재난 유형 ; 재난 위치 ; 알림 앱

Abstract

As various types of disasters occur in urban environments, the need for services that can provide users with real-time disaster information is growing. In this paper, we propose a disaster alert service that can provide real-time disaster information that impacts daily life in urban environments. The proposed service collects various types of disaster-related data managed by public institutions and identifies the types of disasters impacting daily life. Furthermore, it extracts disaster locations and provides real-time disaster information through map integration. It is possible to identify real-time disaster situations through user reports and share the reported disaster situations among users. The proposed service was implemented as a real-world app for smartphone users, and the performance of disaster location extraction was evaluated in terms of F1-score and validation loss.

■ keywords : Urban Environment ; Data Collection ; Disaster Type ; Disaster Location ; Alert App

1. 서론

지구 온난화로 폭우, 태풍, 폭염, 한파 등 다양한 기상 이변이 빈번해지고 있으며 피해 규모도 점점 커지고 있다[1, 2]. 국내에서는 국지성 집중호우로 지하철 운행이 중단되거나 주택 및 도로가 침수되는 사례가 증가되고 있고 유럽에서는 섭씨 40℃를 넘는 폭염으로 사망자가 발생하기도 하였다. 이와 함께 도시화 및 산업화로 인해

도심 지역에 인구가 집중되고 사회 기반 시설이 밀집하면서 화재, 폭발 등의 사회적 재난이 증가되고 도시 기반 시설의 노후화로 인해 지하철, 도로, 전력망과 같은 인프라 시설들이 붕괴되는 사고들도 발생하고 있다[3, 4]. 또한, 국가 간의 교류가 급증하면서 항공기·선박 등의 대형 사고와 신종 감염병 확산이 증가하고 있다.

도심 환경에서 재난의 발생 빈도가 증가되고 대형화됨에 따라 재난으로 인한 인적·물적 피해를 감소시키기 위해 재난 예방 또는 선제적 대응

* 준회원, 원광대학교 인공지능융합학과

** 정회원, 원광대학교 인공지능융합학과

이 논문은 2025학년도 원광대학교의 교비지원에 의해 수행된 것으로 2025년 한국스마트미디어학회 추계학술대회에서 발표한 논문을 수정·보완한 것임

접수일자 : 2026년 01월 19일

수정일자 : 2026년 02월 06일

게재확정일 : 2026년 02월 13일

교신저자 : 복경수 e-mail : ksbok@wku.ac.kr

을 위한 다양한 정책들이 수립되고 있으며 이와 관련된 기술들을 개발하고 있다[5, 6]. 국가 기관 및 지자체별로 재난 관련 서비스를 운영하고 있지만 단방향성 정보만을 제공하고 있다. 재난 상황들이 기관별로 분산되어 관리되기 때문에 동일 재난이 중복적으로 전송되거나 불필요한 재난 정보가 공유되는 문제점이 있다.

재난으로 인한 피해를 감소시키기 위해 재난 상황을 실시간 파악하고 사용자에게 재난 정보를 전달하기 위한 서비스들이 개발되고 있다[7, 8]. 행정안전부에서 제공하는 안전디딤돌은 재난·안전 정보를 스마트폰을 통해 제공하며 생활 안전지도는 각 부처 및 기관에서 보유하고 있는 재난 안전 정보를 통합하여 지도 기반으로 제공한다[9]. 최근 트랜스포머 모델을 활용하여 소셜 미디어 및 뉴스에서 재난 정보를 판별하기 위한 연구들이 진행되고 있다[10]. 다양한 재난 관련 서비스들이 개발되었으나 행정적 절차 중심의 위기 경보 체계에 의존하기 때문에 피해 확산 상황을 실시간적으로 파악하지 못한다. 또한, 다양한 유형의 재난을 통합하지 못하며 재난 위치를 기반으로 재난 정보를 제공하는데 한계가 있다.

본 논문에서는 도심 환경에서 발생하는 재난 유형과 위치를 기반으로 스마트폰 사용자에게 실시간 재난 정보를 제공하는 알림 서비스를 제안한다. 제안 서비스는 크롤러를 통해 기관별로 분산 관리되는 재난 데이터를 수집하고 실제 재난과 관련 없는 단순 공지나 알림 메시지를 제거한다. 수집된 이종의 재난 데이터에서 일상생활에 영향을 미치는 재난 유형과 위치를 판별하고 푸시 알림을 통해 실시간 재난 정보를 제공한다. 재난문자의 경우 트랜스포머 모델 기반의 NER(Named Entity Recognition)을 통해 재난 위치를 자동 추출한다. 사용자는 주변에서 발생한 재난을 제보하여 지역 단위의 재난 상황을 사용자들 사이에 공유할 수 있으며 자신의 위치를 기반으로 관심 있는 재난 유형만을 선택적으로 수신할 수 있다.

논문의 나머지 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존에 개발된 재난 안전 서비스의 특징을 기술하고 III장에서는 제안하는 재난 알림 서비스의 구조와 세부적인 처리 과정을 설명한다. IV장에서는 제안 서비스의 구현 내용과 성능 평가 결과를 제시한다. 마지막 V장에서는 논문의 결론과 향후 연구를 기술한다.

II. 관련 연구

재난 발생으로 인한 인명 피해 및 경제적 손실을 감소시키기 위해 국가별로 재난문자 서비스를 제공하고 있다[11]. 국내에서는 2005년 세계 최초로 CBS(Cell Broadcast Service) 기반 재난 문자 서비스 송출 체계를 구축하였으며 2013년에는 재난 및 안전관리 기본법에 기반하여 모바일폰에 재난문자 서비스 탑재를 의무화하였다. 미국은 한국을 제외하고 재난문자 서비스를 가장 활발히 사용하고 있는 국가로 WEA(Wireless Emergency Alerts)라는 서비스를 제공하고 있다. 2019년 개발한 WEA 3.0은 경보 지역을 행정 구역 대신 다각형이나 원 형태로 지정한 좌표를 재난문자와 함께 전송하고 있다.

안전디딤돌은 긴급재난문자, 국민행동요령, 대피시설, 재난뉴스 등과 같은 다양한 재난 정보를 제공한다[9]. 사용자는 재난 뉴스나 최신 기상 정보를 통해 현재 상황을 파악하고 대처할 수 있다. 재난 유형별 국민행동요령은 통신이 두절된 상황에서도 언제 어디서나 이용할 수 있다. 위급하거나 위험한 상황이 발생하면 앱을 통해 긴급 신고를 할 수 있는 기능도 제공한다.

생활안전지도는 행정안전부에서 “범죄로부터 안전한 사회구현”, “재난 재해 예방 및 체계적 관리”를 목표로 PC와 모바일에 제공하는 대국민 안전 서비스이다[12]. 8개 분야에 대한 안전정보를 조회할 수 있으며 교통돌발정보, 통합대기환경지수, 미세먼지 등을 실시간 제공받을 수 있다. 최근에서는 지도상에 자주 이용하는 핵심주제를 빠르게 조회할 수 있는 기능이 추가되었다.

Disaster Alert은 PDC(Pacific Disaster Center)의 DisasterAWARE® 플랫폼을 기반으로 18가지 자연재해 정보를 전세계 어디서나 제공받을 수 있는 앱 서비스이다[13]. 새로운 정보는 가장 신뢰할 수 있고 검증된 출처로부터 자동 생성되며 공식 소스가 없는 정보는 PDC에서 수동으로 갱신한다. 사람, 재산 또는 자산에 잠재적으로 위협하는 것으로 지정된 최근 사건 모음을 활성 위험으로 제공한다.

III. 제안하는 재난 알림 서비스

1. 재난 알림 서비스 구조

제안하는 재난 알림 서비스는 도심 환경에서 발생하는 재난 및 사용자 제보를 통해 재난 상황을 판별하여 실시간 재난 알림을 제공한다. 사용자는 푸시 알림을 통해 자신의 위치 기반으로 필요한 재난 정보를 즉시 수신할 수 있다. 실시간 제보 기능을 통해 주변 재난 상황을 다른 사용자들과 공유할 수 있으며 지역 단위 재난에 신속한 대응할 수 있다. 사용자는 재난 수신 유형과 범위를 설정하여 원하는 재난 정보만을 수신할 수 있으며 검색을 통해 특정 지역에서 발생한 재난 상황을 확인할 수 있다.

제안하는 재난 알림 서비스는 그림 1과 같이 재난 데이터 수집, 데이터 전처리, 재난 정보 판별, 저장 관리, 사용자 인터페이스로 구성되어 있다. 재난 데이터 수집은 크롤러(crawler)를 통해 분산된 재난 관련 데이터를 수집하고 사용자 제보 데이터도 수집한다. 데이터 전처리는 재난과 관련 없는 데이터와 오류 데이터를 제거하고 이 중의 재난 데이터에 대해 재난 정보 판별 및 저장에 필요한 속성을 추출한다. 재난 정보 판별에서는 재난 유형을 자동으로 식별하고 재난 위치를 추출한다. 저장 관리는 수집된 원본 데이터와 재난 정보 판별을 통해 추출한 재난 상세 정보를 저장한다. 사용자 인터페이스는 사용자와의 통신을 통해 사용자 요청을 수신하고 결과를 전달

한다. 또한, 재난 정보가 판별되면 푸시 알림 기능을 통해 재난 정보를 전달한다.

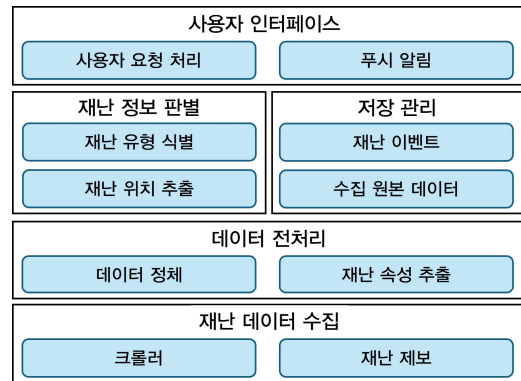


그림 1. 재난 알림 서비스 구조

2. 재난 데이터 수집

제안 서비스는 기관별로 관리하는 재난 데이터는 크롤러를 통해 수집하고 어플리케이션을 통해 사용자가 제보한 재난 데이터를 수집한다. 공공 기관에서 제공하는 재난 데이터 중 도심 환경에서 일상생활에 영향을 미치는 7종의 재난 데이터를 오픈 API 및 웹 크롤링을 통해 수집한다. 표 1은 크롤러를 통해 수집한 재난 데이터 유형을 나타낸다.

표 1. 크롤러를 이용한 수집 데이터 유형

수집 데이터	수집 방식	수집 내용
지진	오픈 API	규모, 발생 위치, 위/경도
태풍	오픈 API	태풍 이름, 위치, 강도, 풍속 반경
홍수	웹 크롤링	수계별 교량 수위, 예/경보 상태
기상특보	오픈 API	호우, 강풍, 대설 등 주의보/경보 지역
대기질 예보	오픈 API	PM2.5 '나쁨' 등급 예보 지역
실시간 대기질	오픈 API	PM10/PM2.5 '나쁨' 이상 관측소
재난문자	웹 크롤링	문자 내용, 발령 지역, 발령 기관

오픈 API는 기상청, 공공데이터 포털 등에서 제공하는 RESTful API를 활용한다. Requests 라이브러리를 통해 XML 또는 JSON 형식의 데이터를 HTTP GET 방식으로 요청한다. 웹 크롤링은 Selenium과 BeautifulSoup 라이브러리를 사용하여 동적 웹 페이지에 포함된 재난 관련 데이터를 수집한다. 그림 2는 웹 크롤링을 이용하여 재난문자를 수집한 예이다. 웹 크롤링은 메시지 ID를 확인하여 중복 수집을 방지하며 수집된

내용은 JSON 형태로 표현된다.

```

<table class="boardList_table">
<tbody>
<tr id="disasterSms_tr_1_apiData">
<td><span id="disasterSms_tr_1_MD101_SN">250279</span></td>
<td><span id="disasterSms_tr_1_EMRGNCY_STEP_NM">안전안내</span></td>
<td><span id="disasterSms_tr_1_DSSTR_SE_NM">화재</span></td>
<td><span id="disasterSms_tr_1_MSG_LOC">김포시</span></td>
<td><span id="disasterSms_tr_1_MSG_CN">오늘 18:42 김포시 사우동 962번지에서 화재 발생. 차량은 건물 주변 도로를 우회하고, 인근 건물 내 시민은 건물 밖으로 대피바랍니다.</span></td>
<td><span id="disasterSms_tr_1_CREATE_DT">2025/11/11 18:56:57</span></td>
</tr>
</tbody>
</table>
    
```

그림 2. 웹 크롤링을 이용한 데이터 수집 예

어플리케이션에서 사용자가 제보 내용을 작성하면 HTTP POST 방식으로 API 서버의 지정된 엔드포인트로 제보 내용이 전송된다. 서버는 해당 제보를 성공적으로 수신하면 처리 상태와 고유한 제보 ID를 JSON 형식으로 클라이언트에 응답한다.

3. 데이터 전처리

데이터 전처리에서는 중복 데이터나 오류 데이터를 정제하고 필요한 속성을 추출한다. 정제에서는 수집된 원본 데이터를 확인하여 재난 상황을 판별하는데 필요한 필수 속성 값이 누락되었거나 오류가 있을 경우 제거한다. 또한, 단순 공지 사항이나 안내 메시지(실종자 찾기, 교통 안내 등)와 같이 실제 재난과 관련이 없는 데이터도 제거한다.

다수의 소스로부터 수집한 재난 데이터는 형식이나 세부 내용들이 상이하다. 재난 정보를 판별하기 위해서는 재난 유형, 재난 위치, 재난 발생 시각이 필수적으로 필요하다. 수집된 데이터를 파싱하여 재난 정보 판별을 위한 필수 속성을 추출하고 세부적인 재난 내용은 상세 속성으로 추출한다. 수집 데이터별로 낱말 형식이 상이하기 때문에 수집 데이터에 포함된 파라미터를 파싱한 후 UTC 기준 표준 Timestamp 객체로 변환한다.

4. 재난 정보 판별

전처리가 완료된 수집 데이터는 재난 상황을

명확하게 판별하기 위해 재난 유형을 식별하고 재난 위치를 추출한다. 재난 유형은 행정안전부에서 제시한 재난·안전 분류 체계 중 중분류에 해당되는 재난 코드를 부여하고 재난 위치는 객체명을 통해 위·경도로 변환한 좌표를 사용한다.

재난 유형 식별은 그림 3과 같이 수집 데이터 소스의 특성에 따라 상이한 방식으로 동작된다. 지진, 태풍, 홍수와 같이 특정 재난만을 수집하는 경우에는 크롤링한 소스를 통해 재난 코드를 할당한다. 재난문자와 사용자 제보는 메시지에 포함된 ‘재난 구분명’ 파라미터를 파싱하여 재난 코드로 매핑한다. 기상 특보와 대기질은 텍스트 내 포함된 키워드 분석과 수치 등급을 확인하여 재난 코드를 부여한다.

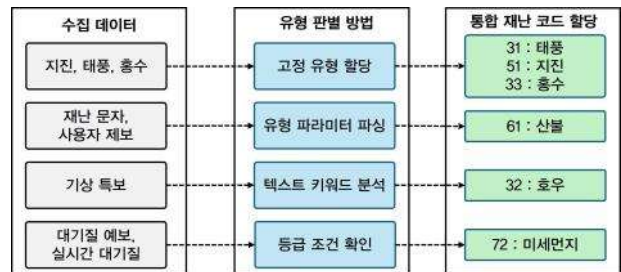


그림 3. 재난 유형 식별 과정

재난 위치 추출은 재난 유형 식별과 유사하게 수집 데이터 소스의 형태에 따라 서로 다른 처리 과정을 수행한다. 그림 4는 재난 위치 추출 과정을 나타낸 것으로 최종적으로 재난이 발생한 위·경도 좌표를 추출한다. 지진, 태풍, 사용자 제보와 같이 수집 데이터에 재난 위치를 추출할 수 있는 좌표가 포함된 경우에는 별도의 변환 없이 입력된 좌표를 그대로 사용한다. 홍수와 같이 ‘구포대교’ 등과 같이 특정 지점명으로 위치가 표현된 경우에는 사전에 구축된 교량-좌표 매핑 테이블을 조회하여 좌표를 획득한다. 기상 특보나 대기질은 수집된 텍스트 내에서 ‘서울’, ‘부산’ 등 행정구역을 나타내는 핵심 키워드를 분석하여 지역명을 추출하고 지오코딩(geocoding)을 통해 위·경도 좌표로 변환한다. 재난문자는 별도의 재난 위치를 판별할 수 있는 파라미터 값이 없기 때문에 KoBERT 기반 NER을 적용하여 위

치명을 자동으로 추출하고 지오코딩을 통해 위·경도 좌표로 변환한다.

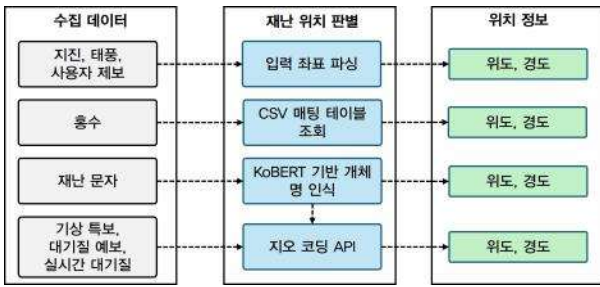


그림 4. 재난 위치 추출

재난문자에는 재난 위치를 판별할 수 있는 파라미터 값이 직접적으로 표현되어 있지 않기 때문에 학습 모델을 통해 위치명을 추출한다. 위치명을 추출하기 위한 학습 과정은 텍스트 정제, KoBERT 토큰화, 라벨링 및 BIO 태깅까지의 학습 데이터 구축 단계와 KoBERT 모델 학습 단계로 진행된다. 우선 재난문자에 포함된 텍스트를 토큰화하고 각 토큰에 개체명 인식을 위한 표준 표기법인 BIO 태그를 설정한다. BIO 태그는 각 토큰이 개체명의 시작(B-Begin), 내부(I-Inside), 혹은 개체명과 관련 없는(O-Outside) 토큰인지를 명시하는 방식이다. 학습용으로 구축된 데이터는 KoBERT 모델 학습을 수행한다. 학습 과정에서는 입력된 재난문자가 인코더를 거쳐 분류기로 전달될 때 데이터 불균형을 보정하고 하이퍼파라미터를 최적화한다.

5. 저장 관리

수집된 재난 데이터는 원본 데이터 테이블에 보관되며 재난 정보 판별을 통해 생성된 재난 정보는 재난 이벤트 테이블에 저장된다. 수집된 원본 데이터는 원본 소스에 따라 서로 다른 테이블에 저장된다. 각 테이블에는 데이터의 출처를 명확하게 하기 위해 `issuing_agency` 필드를 추가하여 실제 정보를 제공한 기관명을 표기한다.

재난 이벤트 테이블은 표 2와 같이 재난 상황을 판별하는데 필수적인 재난 발생 시각, 재난 유형, 재난 위치와 추가적인 재난 상황을 설명하

는 속성을 구성된다. 재난 유형별로 재난 설명이 서로 상이하기 때문에 필수 속성을 제외한 추가적인 재난 설명은 `list<text>` 형식으로 저장한다. 텍스트 형태의 위치명은 지도 서비스를 직접적으로 연결하거나 검색하는데 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 제안 기법에서는 재난 위치에 대한 위·경도 좌표 뿐만 아니라 지역별 행정동 코드를 별도로 저장한다.

표 2. 재난 이벤트

속성	데이터형	설명
<code>id</code>	<code>uuid</code>	수집 로그 고유 ID
<code>rtd_time</code>	<code>timestamp</code>	재난 발생 시각
<code>rtd_code</code>	<code>int</code>	재난 유형
<code>rtd_loc</code>	<code>text</code>	재난 위치
<code>regioncode</code>	<code>int</code>	행정동 코드
<code>latitude</code>	<code>double</code>	위도
<code>longitude</code>	<code>double</code>	경도
<code>rtd_details</code>	<code>list<text></code>	재난 세부 정보

6. 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 클라이언트의 요청을 수신하고 요청된 결과를 전달한다. 또한, 새로운 재난 발생할 경우 푸시 알림을 통해 재난 상황을 사용자에게 전송한다. 클라이언트의 요청은 안드로이드 라이브러리인 Retrofit2를 통해 수행된다. 사용자가 앱을 통해 재난 이력을 검색하거나 지도 데이터를 요청할 경우 클라이언트는 Retrofit2를 통해 서버의 RESTful API 엔드포인트에 요청을 전송한다. Retrofit2의 `enqueue()` 메서드를 활용한 비동기 통신 방식은 로그인, 지도 로딩, 검색, 제보 전송 등 애플리케이션의 핵심 기능들이 상호 간섭 없이 병렬적으로 수행되도록 보장한다.

새로운 재난 정보가 생성되면 푸시 알림을 통해 재난 상황을 사용자에게 즉시 전달한다. 재난 정보는 FCM(Firebase Cloud Messaging)을 통해 시스템에 등록된 모든 사용자에게 전송한다. 재난 정보는 JSON 형식으로 표현되어 사용자에게 전달되며 사용자는 자신의 위치를 기반으로 관심 있는 재난 정보만을 수신할 수 있다.

IV. 구현 및 성능 평가

1. 구현

제안하는 재난 알림 서비스는 Ubuntu 22.08 LTS 환경에서 Python 3.10을 통해 개발하였으며 데이터베이스는 Apache Cassandra 4.0, API 서버는 FastAPI를 사용하였다. 재난 위치를 추출하기 위한 모델의 학습은 PyTorch와 Transformers를 활용하였으며 클라이언트 애플리케이션은 Android 플랫폼에서 Kotlin으로 구현하였다.

사용자 관리는 사용자 등록을 통해 로그인을 수행하고 재난 정보를 수신에 필요한 환경 설정을 수행한다. 그림 5는 사용자 관리 기능을 나타낸 것이다. 사용자는 기본적인 신상 정보를 입력하여 회원 가입을 수행하고 아이디와 패스워드를 통해 로그인을 수행한다. 사용자는 환경 설정에 재난 수신 반경 및 재난 수신 유형을 설정하여 관심 있는 재난만을 수신할 수 있다.

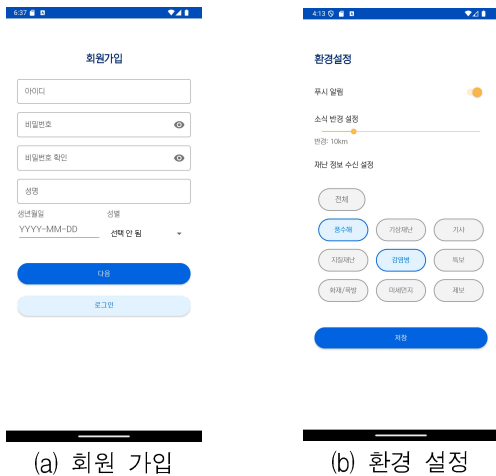


그림 5. 사용자 관리

사용자가 로그인을 수행하면 현재 위치로부터 특정 범위 내에서 발생하는 재난 정보를 수신하고 지도를 통해 재난 상황을 표시한다. 그림 6은 현재 위치를 기준으로 수신한 재난 내역을 나타낸 것이다. 서버에서 수집한 재난 데이터에 대한 재난 정보 판별이 완료되면 재난 알림을 통해 실시간 재난 정보를 사용자에게 전달된다. 사용자는 자신이 설정된 재난 수신 반경 및 유형에 해

당되는 재난 정보만을 지도 상에 마커로 표시한다. 재난 유형에 따라 마커 모양이 서로 다르게 표현하여 재난 유형을 쉽게 파악할 수 있도록 한다. 마커를 클릭할 경우 재난 위치, 발생 시각, 재난에 대한 상세 정보를 확인할 수 있다.

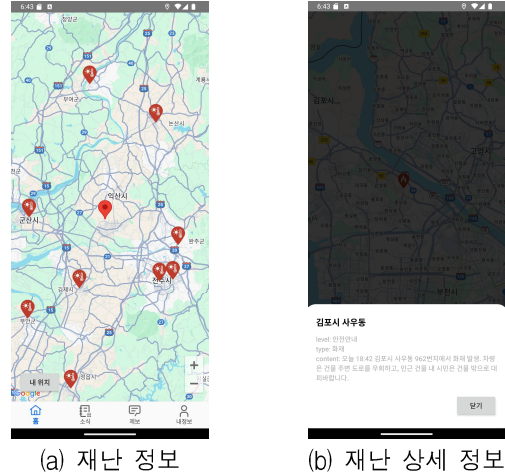


그림 6. 지도 기반 재난 정보 알림

재난을 제보하기 위해서는 화면 하단에 있는 ‘제보’ 버튼을 클릭한 후 제보 내용을 입력한다. 그림 7은 제보 화면을 나타낸 것이다. 제보를 위해서는 제목, 재난 위치, 재난 유형, 재난 발생 시각, 상세 내용을 입력해야 한다. 재난 발생 시각과 위치를 미설정할 경우 현재 시각과 GPS 위치가 자동 설정된다. 사용자 제보가 서버로 전달되면 서버는 재난 정보를 판별 후 재난 알림을 통해 재난 정보를 다른 사용자에게 전달한다.

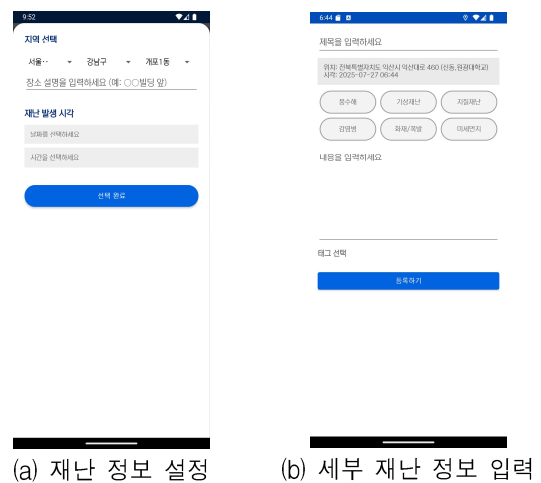


그림 7. 사용자 제보

사용자는 등록된 제보 내역을 확인할 수 있다. 그림 8은 제보 세부 정보 확인 및 관리 화면이다. 제보 목록에는 사용자가 제보한 재난 내용들이 출력되며 특정 제보 내용을 선택할 수 경우 재난 세부 사항 확인하거나 삭제할 수 있다. ‘필터’ 버튼을 통해 기간, 위치, 유형을 지정하면 사용자가 원하는 특정 제보 내용만을 확인할 수 있다.

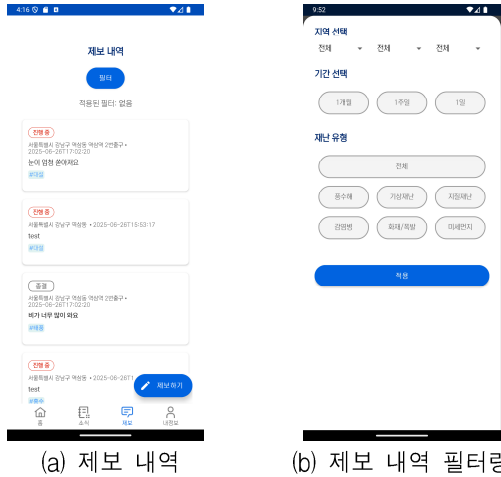


그림 8. 제보 세부 내역 관리

사용자가 수신한 재난 정보를 확인하거나 재난 정보를 검색하는 기능도 제공한다. 그림 9는 수신한 재난 목록과 해당 재난 검색을 수행하는 화면이다. ‘필터’를 선택할 경우 기간, 위치, 유형을 지정하여 수신한 재난 내용을 선택적으로 확인할 수 있다. ‘검색’을 선택할 경우 서버에 접속하여 사용자가 수신하지 않았던 재난의 정보를 확인할 수 있다.

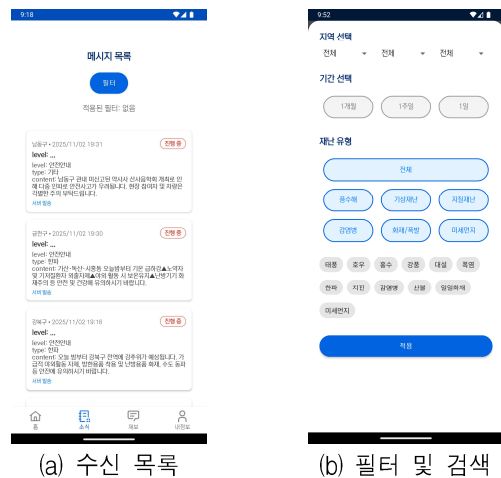


그림 9. 수신 목록 및 검색

2. 성능 평가

재난문자에서 재난 위치명을 추출하기 위한 학습 데이터는 행정안전부에서 제공하는 재난문자 데이터를 활용한다. 학습용 데이터를 수작업으로 라벨링할 경우 많은 시간이 소요되며 데이터 일관성에 문제가 발생할 수 있다. 고품질의 학습용 데이터를 구축하기 위해 Google의 Gemini API를 활용한 반자동 라벨링을 수행한다.

재난문자에서 재난 위치를 추출하기 위한 학습 과정에서 데이터 불균형을 보정하고 하이퍼파라미터를 최적화하기 위해 클래스 가중치를 가중교차 엔트로피 손실에 활용한다. 손실 값은 AdamW 최적화기로 전달되며 Optuna를 통해 도출된 최적의 하이퍼파라미터를 적용하여 가중치를 갱신한다. 하이퍼파라미터에 대한 성능을 평가하기 위해 배치 크기를 8로 설정하고 Optuna를 활용하여 학습률을 조정하면서 F1-스코어와 검증 손실을 비교하였다. 표 3은 학습률에 따른 실험 평가 결과로 학습률이 $2.703e^{-5}$ 에서 F1-스코어는 좋은 결과를 나타내었으나 검증 손실은 높게 나타났다.

표 3. 성능 평가 결과

학습률	F1-스코어	검증 손실
$1.938e^{-5}$	0.6332	0.0877
$2.703e^{-5}$	0.8789	0.0917
$3.199e^{-5}$	0.8152	0.068
$3.297e^{-5}$	0.8644	0.0806

V. 결 론

본 논문에서는 기관별로 분산되어 관리되는 재난 데이터와 사용자 제보를 통합하고 도심 환경에서 일상생활에 영향을 미치는 재난 정보를 제공하는 알림 서비스를 제안하였다. 제안 서비스는 재난 유형 및 재난 위치를 판별하여 위치 기반 재난 알림 기능을 제공한다. 재난문자는 BERT 기반 NER 모델을 활용하여 재난 위치를 판별한다. 사용자는 환경 설정을 통해 맞춤형 재난 정보만을 수신할 수 있다. 향후 트랜스포머

모델을 이용하여 재난 유형 자동 분류 및 예측하는 연구를 진행할 예정이다.

REFERENCES

- [1] D. Rajapaksha, C. Siriwardana, R. Ruparathna, T. Maqsood, S. Setunge, L. Rajapakse, and S. De Silva, "Systematic Mapping of Global Research on Disaster Damage Estimation for Buildings: A Machine Learning-Aided Study," *Buildings*, vol. 14, no. 6, pp. 1864. Jun. 2024.
- [2] G. Alimonti and L. Mariani, "Is the number of global natural disasters increasing?," *Environmental Hazards*, vol. 23, no. 2, pp. 186-202, Mar. 2024.
- [3] W. Tan, Y. Zhang, and K. Liu, "Intelligent Emergency Notification Mobile Service via Multi-task BERT Models," *Proc. of IEEE International Conference on Mobile Cloud Computing, Services, and Engineering*, pp. 51-58, Jul. 2023.
- [4] D. Delforge, V. Wathélet, R. Below, C.L. Sofia, M. Tonnelier, J.A.F. Loenhout, and N. Speybroeck, "EM-DAT: the emergency events database," *International Journal of Disaster Risk Reduction*, vol. 124, pp. 105509, Jun. 2025.
- [5] D. Jadhav, S. Jadhav, J. Shelke, D. Kakade, and A. Talele, "Disaster detection system and alert notification using IoT," *Proc. of International Conference on Cognitive, Green and Ubiquitous Computing*, pp. 1-8, Mar. 2024
- [6] N. Kitano, J. Kokuryo, N. Koshizuka, H. Yasui, and K. Kitayama, "Empowering Citizens through Structured Data: Enhancing Public Service information Delivery in Disaster Response," *Proc. of IEEE International Conference on Big Data*, pp. 6850-6856, Dec. 2024.
- [7] M.S. Nagaraju, H. Kakarala, V. Sai, and V.P. Vattikunta, "Mobile Application for Disaster Safety Management," *Proc. of International Conference on Advanced Computing and Communication Systems*, pp. 1008-1013, Mar. 2024.
- [8] C.C. Chen and H. Wang, "Using community information for natural disaster alerts," *Journal of Information Science*, vol. 48, no. 5, pp. 718-732. Oct. 2022.
- [9] 정지혜, 표경수, "노인 이용자를 위한 재난안전 정보 어플리케이션 사례연구," *한국통신학회논문지*, 제46권, 제1호, pp. 114-121, 2021년 1월
- [10] A.S. Girsang and B.K. Noveta, "Six classes named entity recognition for mapping location of

Indonesia natural disasters from twitter data," *International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics*, vol. 17. no. 2, pp. 395-414, May, 2024.

- [11] 오승희, 강현주, 주상임, "국내외 재난문자 서비스 활용 동향," *정보통신기획평가원 주간기술동향*, 제 2147권, pp. 16-30, 2024년 9월
- [12] <https://www.safemap.go.kr> (accessed Jun., 21, 2025).
- [13] <https://disasteralert.pdc.org/disasteralert/> (accessed May., 15, 2025).

저자 소개



김근우(준회원)

2026년 원광대학교 인공지능융합학과
학사 졸업
<주관심분야 : 인공지능, 빅데이터분석, 시스템엔지니어>



정태현(준회원)

2026년 원광대학교 인공지능융합학과
학사 졸업
<주관심분야 : 자연언어처리, 기계학습, 인공지능>



김수현(준회원)

2026년 원광대학교 인공지능융합학과
학사 졸업
<주관심분야 : 자연어 처리, 디지털 휴먼, 멀티모달>



유진(준회원)

2026년 원광대학교 인공지능융합학과
학사 졸업
<주관심분야 : 미디어처리, 상황인지 컴퓨팅, 스마트워크>



복경수(증신회원)

2005년 충북대학교 정보통신공학과
박사 졸업
2005년~2008년 한국과학기술원
Postdoc
2008년~2011년 가인정보기술 연구소
차장
2011년~2019년 충북대학교 정보통신
공학부 초빙교수(연구교수)

2019년~현재 원광대학교 인공지능융합학과 부교수
<주관심분야 : 데이터베이스, 소셜 네트워크링, 빅데이터 처리, 그래프 분석 등>