

# 수변구조물 통합관리를 위한 피해정보 시스템 구현 및 설계

## Design and Implementation of Damage Information System for Integrated Management of Waterfront Structures

윤 권 영\*, 손 중 권\*, 김 주 형\*, 권 준 호\*

Kwonyoung Yun\*, Jongkwon Son\*, Juhyeong Kim\*, Joonho Kwon\*

### Abstract

Recently, damages from disasters such as downpours, earthquakes and typhoons are increasing throughout the world. The downpour days of Korean Peninsula are also increasing every year due to rapid climate change. According to statistics over the last 30 years of the earthquakes in Korean Peninsula, the probability of a future earthquake is very high. In addition, super typhoons will hit Korean Peninsula due to the temperature rise in the nearby sea caused by the deepening of global warming. Thus, damage costs of the waterfront structures by natural disasters are also growing. But damage information system for integrated management of waterfront structures are insufficient. In this paper, we designed and implemented a damage information system for integrated management of waterfront structures. First, we classified damage information caused by natural disaster. Then we designed the databases of damage information and implemented damage information system. Lastly, we checked operations and the feasibility by testing queries on the proposed system.

### 요 약

최근 전 세계적으로 호우, 지진, 태풍 등의 재난으로 인한 피해가 증가하고 있다. 한반도 역시 거듭된 기후 변화에 따라 호우 일수가 매년 증가하고 있으며, 지난 30년간의 지진 통계에 따르면 지진 발생 가능성도 높아지고 있다. 또한 지구 온난화의 심화에 따라 인근 바닷가의 기온 상승으로 강도 높은 태풍이 한반도에 올 가능성이 증대되고 있다. 이처럼 호우, 지진, 태풍으로 인한 재해의 발생 가능성이 증가하고 있으며, 그로인한 수변구조물의 피해와 규모 역시 증가하고 있지만 수변구조물에 대한 피해 정보의 관리가 부족하다. 본 연구에서는 수변구조물 통합관리를 위하여 자연재해로 인한 피해정보를 분류하고, 피해 정보를 표현하기 위한 데이터베이스를 설계하였다. 또한 피해정보 관리 시스템을 구현하여 예제 질의를 수행하여 구현한 시스템의 동작과 가능성을 확인하였다.

*Key words : Natural disasters, Damage classification, Waterfront Structures, Damage Information System, Integrated Management*

\* Dept. of Computer Science & Engineering, Pusan National University

★ Corresponding author : Institute of Logistics Information Technology, Pusan National University  
[jhkwon@pusan.ac.kr](mailto:jhkwon@pusan.ac.kr), 051-510-3149

※ This research was supported by a grant(I3SCIPA01) from Smart Civil Infrastructure Research Program funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT) of Korea government and Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement(KAIA).

Manuscript received Jan. 27, 2014; revised Feb. 23, 2014; accepted Feb. 25, 2014

## 1. 서론

최근 전 세계적으로 호우, 지진, 태풍 등의 재난으로 인한 재해가 증가하고 있으며 이에 따른 인명, 재산 피해가 커지고 있다. 한반도 역시 거듭된 기후 변화에 따라 호우 일수가 매년 증가하고 있다. 또한 지난 30년간의 지진 통계 추이를 살펴보면 진도 3.0이상의 지진이 연평균 9회에 걸쳐 발생하였으며 지진 발생 가능성도 높아지고 있다[1].

우리나라의 태풍으로 인한 재산피해는 1904년에서 2009년에 이르기까지 약 140조에 이르는 피해가 발생하였으며 표 1과 같이 루사, 매미, 에위니아와 같은 비교적 최근의 태풍이 피해의 대부분을 차지하고 있다. 이는 기상청의 조사에 의하면 지구 온난화의 심화에 따라 한반도 인근 바닷가의 기온이 상승하고 있으며, 이로 인해 강도 높은 태풍이 한반도에 올 가능성이 매년 증가하고 있음을 의미한다[2].

Table 1. List of costliest typhoon[3]

표 1. 재산피해에 따른 역대 태풍 순위[3]

재산피해에 따른 역대 태풍 순위			
순 위	발생일	태풍명	피해액 (억 원)
1	'02.8.30~9.1	루사(RUSA)	51,479
2	'03.9.12~9.13	매미(MAEMI)	42,225
3	'06.7.9~7.29	에위니아 (EWINIAR)	18,344
4	'99.7.23~8.4	올가(OLGA)	10,490
5	'95.8.19~8.30	제니스(JANIS)	4,562

재산피해에 따른 역대 태풍 순위의 상위 5개의 피해 내역을 분석해보면 태풍으로 인한 수변구조물의 피해액은 약 6조원으로 그림 1과 같이 전체 피해의 약 43.6%에 해당되며 소방방재청의 국가재난정보센터에 따르면 매년 전국적으로 공공시설의 피해가 지속적으로 발생하고 있다. 2001년에서 2008년까지 기상재해에 따른 우리나라의 연평균 재산피해액은 약 2조3천억 원에 이르며 이는 약 7천억이던 1990년대에 비해 3배 이상 증가한 수치이다[2].

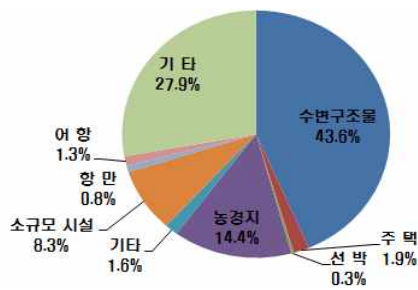


Fig. 1. The top 5 damage cost of typhoon[3]

그림 1. 태풍으로 인한 상위 5개 피해액 규모[3]

이처럼 현재 우리나라는 자연재해로 인한 지속적인 수변구조물의 피해가 발생하고 있으며 피해 규모 또한 점차 커지고 있다. 하지만 그림 2의 2001년에서 2010년간의 피해액 및 복구액을 살펴보면 평균 복구비가 피해액을 상회하는 후진국형 피해구조로 이를

개선하려면 피해복구 비용을 저감하기 위한 수변구조물의 관리 대책이 필요하다[3].

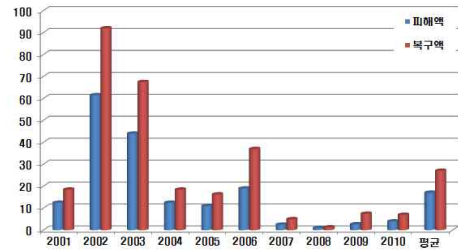


Fig. 2. Damage and recovery cost of natural disaster[3]

그림 2. 2001년에서 2010년간 피해액 및 복구액[3]

본 논문에서는 수변구조물의 효율적인 통합관리를 위한 피해 정보 시스템 구현을 제안한다. 이를 위해 먼저 재해피해를 분류하고, 피해 정보 시스템의 구조를 정의한다. 사용자 질의를 통해 체계적인 재해 대응이 가능한 피해정보 시스템의 구현 및 동작을 보여주는 것이 본 논문의 목적이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 재해 피해 분류 및 판단을 위해 관련 연구를 분석하며 3장에서는 분석한 내용을 바탕으로 재해 피해를 분류한다. 4장에서는 구현할 피해정보시스템의 구조를 정의하고 5장에서는 정의한 구조대로 데이터베이스를 설계한다. 6장에서는 사용자 질의를 이용하여 피해정보 시스템의 구현 및 동작을 확인한다. 마지막으로 7장에서 논문의 결론 및 향후 연구방향을 기술한다.

## II. 관련 연구

### 1. 재해 피해 분류를 위한 관련 연구

최근 기후변화에 따른 자연재해가 증가함에 따라 자연재난재해 관련 연구 혹은 재해 방지를 위한 시스템 개발에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다 [4-6]. 소방방재청의 경우 해마다 재해통계연보를 발표하여 재해에 관련된 피해내용을 시민들에게 공개하는 한편 풍수해저감종합계획 수립기준[4]을 세워 체계적인 재해를 분류하고 재해에 따른 위험요인을 분석하였다. 건설교통부는 하천시설물 유지관리 매뉴얼[5]을 작성하여 순시 및 점검, 유지 및 원상복구, 보수, 보강 및 개량을 일컫는 유지관리를 효율적으로 관리코자 하였다. 장은미의 경우 지리정보기반의 재해 관리시스템 구축[6]을 통해 자연재해 피해액에 대한 추정과 재보험 가격산정을 위한 시나리오를 구성기 위하여 지리정보를 이용하여 태풍경로에 따른 한국적

풍속예측모델을 개발코자 하였다.

위와 같이 기존 연구에서는 지진에 대한 피해는 고려치 않거나 특정 피해에 대해서만 연구를 진행하여, 매년 발생하는 수변구조물의 자연재난 피해에 대해서 모든 경우에 적용하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 수변구조물을 통합관리하기에 적합한 재해원인 및 재해에 따른 위험요인, 피해유형들을 정의 및 분류하였다.

## 2. 재해 피해 관리를 위한 관련 연구

기존의 재해 피해 관련 연구로는 GIS 기반의 시스템[7,8]들과 다양한 영상 정보를 이용한 관리 시스템[9,10]들이 있다. GIS 기반의 통합 DB 관리시스템[7]은 기후환경 변화 분석을 목적으로 해당 관련 정보를 관리하기 위한 시스템이며, Web-GIS를 활용한 자연재해 피해상황 관리 시스템[8]은 위성영상 및 항공사진, CCTV, 센서, 시뮬레이션, 기상정보를 이용한 피해상황 관리를 효율적으로 수행하는 시스템이다. CCTV 카메라를 지원하는 스마트 케어 관제시스템[9]은 위급 상황 발생 시 신고자의 상황을 실시간으로 관찰키 위하여 CCTV 카메라를 컨트롤하는 시스템이다. 고해상도 공간영상을 이용한 자연재해 피해조사 시스템 설계 및 구현[10]에선 GIS 데이터 및 영상 데이터의 DB 구축을 통하여 보다 실용화된 피해조사 시스템의 설계 및 구현을 수행하였다.

영상 정보를 이용한 관리 시스템에서 활용할 수 있는 영상 정보 식별 연구로는 준감독 학습 알고리즘을 위한 능동적 레이블 선택 기법[11], ORB 알고리즘을 기반으로 하는 다중객체 인식 구현을 위하여 개선된 매칭 기법[12]이 있다.

본 논문에서는 수변 구조물의 재해 피해 정보를 효율적으로 관리하기 위한 시스템을 설계 및 구현한다. 이를 위해 여러 센서와 사용자 제보를 결합하여 재해 피해 정보를 추출하고, 수변 구조물에 관련된 재해 피해 유형 정보를 분류하여 사용한다.

## III. 재해 피해 분류

### 1. 분류 기준

자연재해가 가지는 물리적인 특성과 다양한 수변구조물이 가지는 피해의 종류 또한 매우 다양하므로 하나의 통일된 원칙을 적용하기에는 어려움이 따른다. 따라서 논리적이고 효율적인 피해 분류가 가능하도록 국가과학기술표준분류체계[13]를 참고하여 다음과 같은 3가지 원칙(효율성, 유사성, 보편성)을 기준으로

일관성을 가지도록 분류한다.

첫째 피해분류의 목적은 데이터베이스를 구축하기 위함이므로 질의를 처리함에 있어 효율적일 수 있도록 분류한다. 둘째 분류에 있어 부모(parent), 자식(children) 관계를 가지는 계층사이에는 속성이 유사하도록 분류한다. 셋째 직관적인 분류체제로 누구나 쉽게 이해하고 활용이 가능하도록 분류한다.

### 2. 분류 결과

분류기준에 따라 재해 피해정보를 4계층으로 분류하였다. 4계층은 자연재해분류, 3계층은 피해유형분류, 2계층은 수변구조물분류, 1계층은 피해항목분류로 각 계층을 분류 하였다. 4계층은 수변구조물에 큰 영향을 미치는 태풍, 호우, 지진으로 선정하였다. 3계층은 자연재해로 인하여 발생할 수 있는 피해유형으로 피해유형을 지정하기 위하여 호우, 태풍, 지진으로 발생할 수 있는 피해형태를 조사하여 그림 3과 같이 범람, 유실, 파손, 붕괴, 침수, 침투, 세굴, 균열, 휨, 이격, 변형, 파이핑의 경우로 피해유형을 선정하였다.

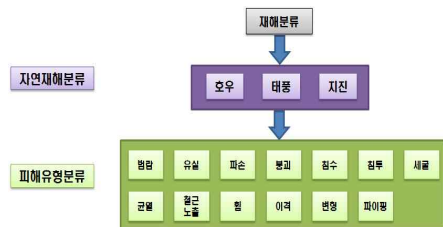


Fig. 3. Damage type classification  
그림 3. 피해유형분류

2계층은 수변구조물분류로 자연재해분류, 피해유형분류, 수변구조물분류로 이어지는 분류의 논리적 타당성을 검증할 수 있어야 한다. 이를 위하여 피해유형분류의 피해유형으로 피해를 받을 수 있는 수변구조물을 조사하였으며 그림 4와 같이 수변구조물인 댐, 보, 제방, 교량, 옹벽, 사면으로 수변구조물분류를 선정하였다.



Fig. 4. Waterfront structures classification  
그림 4. 수변구조물분류

1계층은 2계층의 수변구조물의 다양한 피해를 나타낼 수 있어야 한다. 이를 위하여 각 수변구조물의 유지 관리 매뉴얼 및 주요지침을 참고하여 수변구조물의 구성요소별 피해항목을 선정하였다.

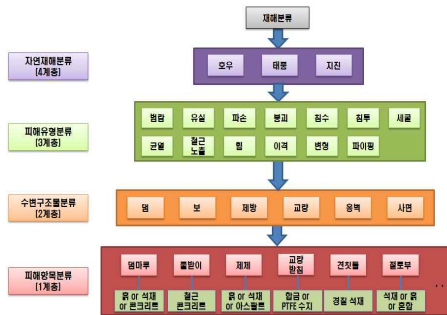


Fig. 5. Total classification  
그림 5. 전체분류

전체 분류 결과는 그림 5와 같이 4계층으로 위에서부터 자연재해분류, 피해유형분류, 수변구조물분류, 피해항목분류로 계층을 구분하였다.

#### IV. 피해 정보 시스템의 구조

피해정보 시스템의 전체 구조를 제안하고 각 모듈의 역할을 기술하였다.

##### 1. 피해 정보 시스템의 전체 구조

이 논문에서 제안하는 피해 정보 시스템의 구조는 그림 6과 같다. 피해정보 시스템은 크게 유저 인터페이스, 질의처리의 두 모듈로 구성되어 있다. 유저 인터페이스 모듈은 사용자가 요청한 결과를 보여주며, 결과를 보여주기 위해 해당 질의를 질의 처리 모듈로 전달한다. 질의 처리 모듈은 질의 처리 어댑터, 피해정보 관리 어댑터, 데이터베이스 매니저로 구성되어 있으며 데이터베이스 매니저와 입력 데이터로부터 질의 결과를 유저 인터페이스로 전달한다. 입력 데이터는 센서데이터, 시설물 데이터, 제보 데이터로 구분된다.

##### 2. 모듈과 입력 데이터

###### 가. 유저 인터페이스 모듈

유저 인터페이스는 질의를 사용자로부터 입력받으며 질의에 대한 결과를 도출하여 다시 사용자에게 보여준다. 질의의 결과는 질의 처리 어댑터로부터 전달

받는다.

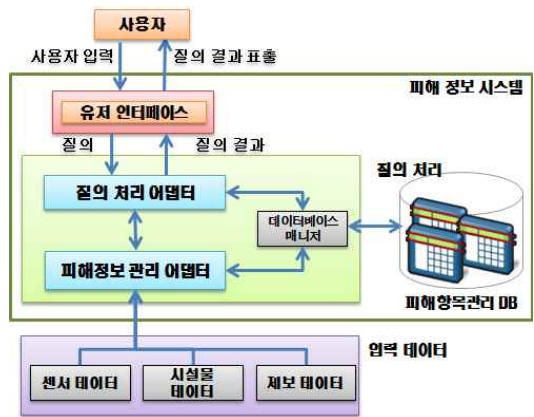


Fig. 6. Architecture of damage information system  
그림 6. 피해 정보 시스템 구조

###### 나. 질의 처리 모듈

###### (1) 질의 처리 어댑터

질의 처리 어댑터는 피해정보 관리 어댑터와 데이터베이스 매니저와 연동되며 질의 처리 어댑터가 유저 인터페이스로 질의의 결과를 전달한다.

###### (2) 피해정보 관리 어댑터

피해정보 관리 어댑터는 요청한 질의에 대한 정보를 질의처리 어댑터와 데이터베이스 매니저에 전달한다.

###### (3) 데이터베이스 매니저

데이터베이스 매니저는 피해정보 관리 어댑터로부터 받은 정보를 저장하고 필요한 경우 질의의 프로세싱을 통해 질의를 처리하여 질의 처리 어댑터로 전달한다.

###### 다. 입력 데이터

입력 데이터는 피해정보 관리 어댑터로 전달되는 값으로 크게 센서 데이터, 시설물 데이터, 제보 데이터로 구분할 수 있다. 사용자의 질의에 따른 각 데이터를 피해정보 관리 어댑터에 전달하며 각각의 데이터에 대한 설명은 5장에 기술되어 있다.

#### V. 수변 구조물 피해 관리를 위한 데이터베이스 설계

4장에서 제안하는 피해정보 시스템의 구조를 구현하기 위해서 데이터베이스의 설계가 필요하다. 5장에

서는 설계를 위한 시나리오를 가정하고, 시나리오로부터 도출된 개체와 관계를 기술하였다.

1. 시나리오

수변 구조물 통합 관리를 위한 데이터베이스 설계를 위하여 설계 환경과 요구조건을 분석하고 표 2와 같이 시나리오를 가정하였다.

Table 2. Scenario  
표 2. 시나리오

- S1 : 시설물의 위치, 관리자와 같은 정보들을 관리 프로그램에서 저장한다.
- S2 : 한 시설물에 대한 여러 장의 사진 및 구조도를 관리 프로그램에서 관리하여 저장한다.
- S3 : 수변구조물의 하위부위 중 어느 부위에 피해가 일어났는지 관리하기 위하여 수변구조물의 각 부위에 코드를 부여하여 관리한다.
- S4 : 다양한 수변구조물은 각각 여러 개의 센서가 설치되어 있고 이 센서에서 측정된 측정값은 관리 프로그램이 저장한다.
- S5 : 다양한 수변구조물에 설치된 센서에 대한 정보는 관리 프로그램이 저장한다.
- S6 : e-문서를 통한 제보는 관계자가 작성하는 급보와 일반 제보자가 작성하는 일반제보로 구분할 수 있다.
- S7 : 사용자는 e-문서를 통해 수변 구조물의 피해에 대해서 제보를 한다.
- S8 : 수변구조물의 여러 가지 피해에 대한 제보를 한 개의 e-문서로 제보할 수 있다.
- S9 : 센서 데이터, 시설물 데이터, e-문서 데이터 3종류의 데이터를 분석하여 재해피해상황정보를 생성한다.
- S10 : 한 개의 e-문서에 여러 가지 피해가 담길 수 있기 때문에 이 각각의 피해에 대하여 재해피해상황정보로 생성할 수 있어야 한다.

2. 개체와 관계식별

가. 수변구조물과 시설분류코드

(1) 수변구조물

수변구조물은 전국에 있는 각 수변구조물 및 관계시설을 의미한다. 시나리오 S1에 따라서 관련정보를 저장하여야 하고, 재해피해를 판단하기 위해 수변구조물의 사진을 참고하며, 시나리오 S2에 따르면 사진은 수변구조물과 수변구조물의 상세 부위에 따라 복수의 사진을 가질 수 있으므로 수변구조물과 수변구조물 이미지로 개체를 분리하였다. 수변구조물은 수

변구조물을 확인 할 수 있는 일반적인 사항을 저장하고 수변구조물 이미지는 수변구조물 사진과 수변구조물 구조도를 저장하는 1:N 관계를 가진다. 따라서 수변구조물 이미지는 수변구조물 일련번호를 외래키(FK)로 가지며, 수변구조물은 센서데이터와 제보데이터의 수변구조물이 무엇인지 구분하기 위해 필요하므로 그림 7과 같이 외래키(FK)로 사용된다.

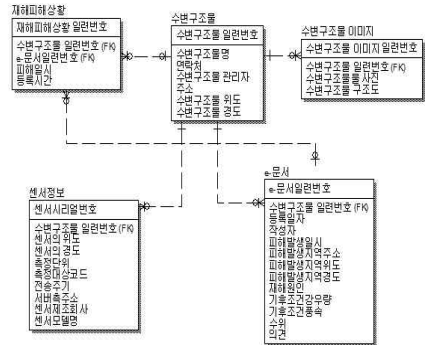


Fig. 7. Entities and relationships for water front structures

그림 7. 수변 구조물 관련 개체와 관계

(2) 시설분류코드

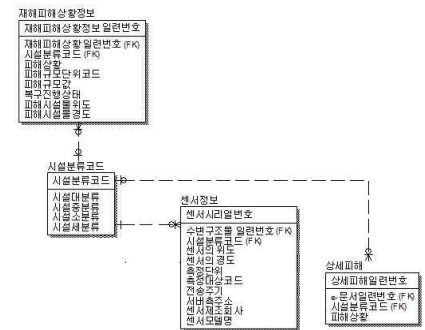


Fig. 8. Entities and relationships of structures classification code

그림 8. 시설분류코드 관련 개체와 관계

시나리오 S3에 따르면 3장에서 분류한 수변 구조물의 식별을 용이하기 위하여 수변구조물 분류를 조합하여 하나의 코드로 나타낼 필요가 있다. 각각의 피해시설부위가 더욱 세분화되어도 이전의 분류코드를 가지도록 하여 코드를 통한 구분이 가능하도록 수변 구조물을 대분류, 중분류, 소분류, 세분류로 분류하였다. 시설분류코드의 데이터는 대분류, 중분류, 소분류, 세분류 모두 중복된 값 없이 독립적인 값을 보유

하도록 설계되어, 이를 조합하여 나타내는 코드 또한 중복이 발생하지 않는다. 따라서 하나의 개체로 표현 가능하며 시설 분류코드는 수변구조물의 구분이 필요한 곳에 시설물의 분류코드로서 그림 8과 같이 외래키(FK)로 사용된다.

나. 센서 데이터

시나리오 S4와 시나리오 S5에 따르면 센서와 관련된 데이터는 센서 데이터, 즉 수변구조물에 부착되는 센서의 측정값들과 센서 자체의 정보, 이렇게 2가지 데이터가 있다. 센서 데이터는 센서 정보를 담고 있는 SensorML의 형식[14]을 사용하며 그림 9와 같이 데이터를 표현한다.

```

<swe:field name="snsr_tr_time"> : 전송시간
<swe:field name="structure_no"> : 시설물일련번호
<swe:field name="structure_name"> : 센서를 가지고 있는 시설물 명칭
<swe:field name="dmg_structure_no"> : 피해시설물분류코드
<swe:field name="snsr_latl_val"> : 센서의 위도
<swe:field name="snsr_long_val"> : 센서의 경도
<swe:field name="snsr_value"> : 측정 값
<swe:field name="meas_unit"> : 측정 단위
<swe:field name="meas_obl_code"> : 측정 대상(온도, 습도, 음력 등)
<swe:field name="tr_period"> : 전송주기
<swe:field name="server_addr"> : 서버 측 주소
<swe:field name="snsr_com"> : 센서 제조 회사
<swe:field name="snsr_model"> : 센서의 모델명
<swe:field name="snsr_ser_no"> : 센서의 시리얼 넘버 (sensorID)
    
```

Fig. 9. Type of SensorML  
 그림 9. SensorML 형식

센서 데이터와 정보를 하나의 테이블로 구성하여 관리할 수 있으나 하나의 센서가 다수의 센서 값을 전송하는 경우가 있기 때문에 중복을 배제하기 위하여 센서정보와 센서로 개체를 분리하였다. 그리고 센서 정보는 센서 자체의 정보를 비롯한 공통사항을 저장하고 센서는 센서의 측정값과 전송시간을 저장하는 1 : N 관계를 가진다. 따라서 센서 개체는 센서 시리얼 번호를 그림 10과 같이 외래키(FK)로 가진다.

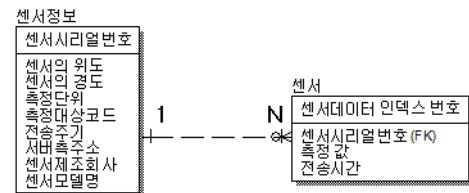


Fig. 10. Entities and relationships of sensor information  
 그림 10. 센서 데이터 관련 개체와 관계

다. 제보 데이터

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<DISASTER VER="1.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:namespaceSchemaLocation="DisasterEDOC.xsd">
  <ID>D2013-A001</ID>
  <CREATOR>고령보담당자아무개</CREATOR>
  <D_DATE>2013120213:05</D_DATE>
  <D_AREA>대구 달성군 다사읍 죽곡리</D_AREA>
  <D_GPS>35.384N 128.36E</D_GPS>
  <D_TYPE>호우</D_TYPE>
  <D_DAMAGE>
    <D_FACILITY>보-기계설비-관항기</D_FACILITY>
    <D_STATUS>보 유실</D_STATUS>
    <RELATED_MEDIA>관항기 유실 사진1, 사진 2, 동영상1>
  </D_DAMAGE>
  <D_FACILITY>보-보본채</D_FACILITY>
  <D_STATUS>침수(fundation)</D_STATUS>
  <RELATED_MEDIA>BLOB타입</RELATED_MEDIA>
</D_DAMAGE>
  <OPINION>주공작기술</OPINION>
  <RAINFALL>40</RAINFALL>
  <W-VELOCITY>20</W-VELOCITY>
  <W-LEVEL>30</W-LEVEL>
</DISASTER>
    
```

Fig. 11. An e-document data example  
 그림 11. e-문서 데이터 예

시나리오 S6에 따르면 제보 데이터는 피해정보 제보를 위한 데이터로 관계자가 작성하는 급보와 일반 제보자가 작성하는 일반 제보로 구분될 수 있다. 이를 e-문서라고 지칭하며 e-문서가 담고 있는 데이터를 e-문서 데이터라 한다. e-문서의 데이터는 피해를 입은 수변구조물과 수변구조물의 상세부위가 어디인지를 포함하며 시나리오 S7에 따라서 피해와 관련된 사항을 e-문서 형태로 제보한다. 예를 들어 고령보 담당자 아무개가 핸드폰으로 피해사실을 알리기 위해 e-문서를 작성한다면 그림 11과 같은 XML 형식으로 e-문서가 변형된다.

시나리오 S8에 따르면 e-문서 데이터의 하나의 e-문서에 다수의 피해상황이 동시에 들어오는 경우가 발생할 수 있으므로 중복을 배제하기 위하여 e-문서와 상세피해로 개체를 분리하였으며 e-문서에는 공통사항을 저장하고 상세피해에는 피해상황만을 저장하는 1 : N 관계를 가진다. 따라서 상세피해 개체는 e-문서일련번호를 그림 12와 같이 외래키(FK)로 가진다.

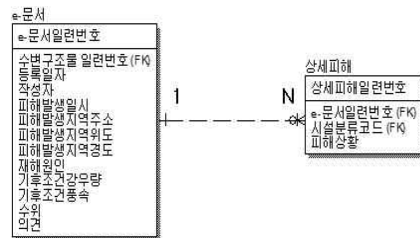


Fig. 12. Entities and relationships of report data  
 그림 12. 제보 데이터 관련 개체와 관계

라. 재해피해상황정보

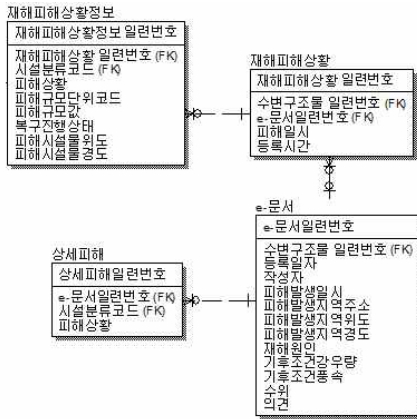


Fig. 13. Entities and relationships of disaster damage information

그림 13. 재해피해상황정보 관련 개체와 관계

시나리오 S9에 따르면 재해피해상황정보는 센서데이터, 시설물 데이터, 제보데이터들을 분석하여 재해와 관련된 내용들을 결과로 가지는 개체이다. 시나리오 S10의 경우에 따르면 여러 데이터를 분석할 때 e-문서의 일련번호가 중복되어 데이터를 구분하기 힘든 경우가 발생할 수 있으므로 재해피해상황정보와 재

피해상황으로 개체를 분리하였다. 재해피해상황정보는 피해상황, 피해규모, 복구상태와 같은 정보들을 관리하고 재해피해상황은 피해일시와 등록시간을 관리하는 N:1관계를 가진다. 따라서 재해피해상황정보 개체는 재해피해상황일련번호를 외래키(FK)로 가지며, 재해피해상황 개체는 피해일시와 등록시간을 e-문서의 내용을 참조하므로 e-문서 일련번호를 그림 13과 같이 외래키(FK)로 가진다.

### 3. 개체 관계 다이어그램

앞서 정의한 개체와 개체간의 관계를 하나의 개체 관계 다이어그램(Entity-Relationship Diagram)으로 표현하면 그림 14와 같다.

### 4. 물리 데이터베이스 설계

개체와 개체 관계의 논리적 구조로부터 효율적이고 구현을 가능하게 하기 위하여 개체의 물리적 구조의 칼럼명과 데이터 타입을 정의한다.

가. 수변구조물 관련 테이블 스키마

(1) 수변구조물 테이블

관리대상시설물과 관련된 정보 중 단일 값을 가지는 정보를 저장하는 테이블로 시설물 명, 시설물 관리자 등의 정보를 저장한다.

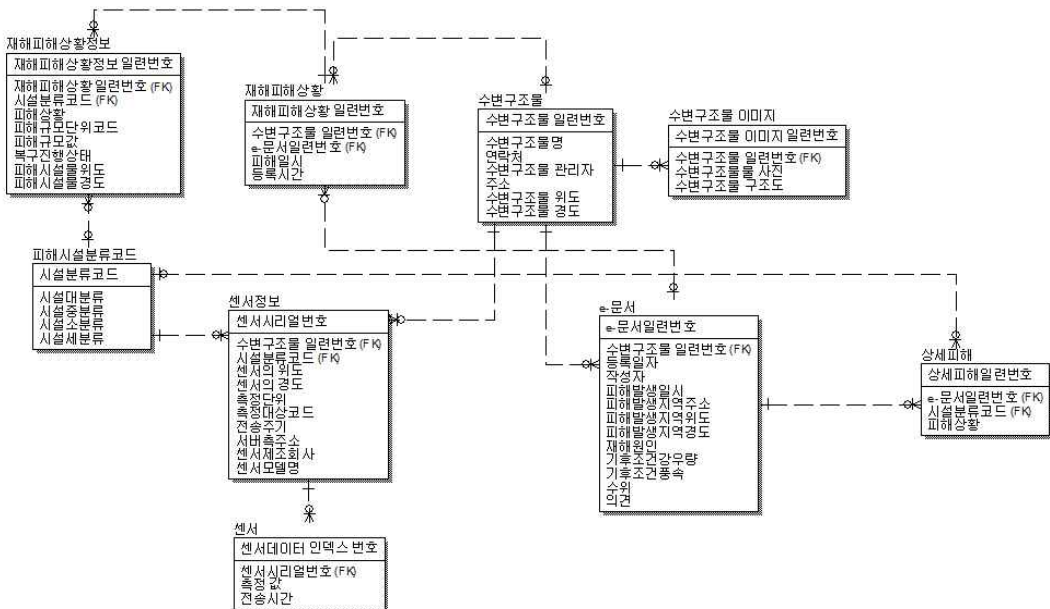


Fig. 14. ER Diagram

그림 14. ER 다이어그램

Table 3. Waterfront structures table  
표 3. 수변구조물 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
시설물 일련번호	STRUCTURE _NO	NUMBER (6)
시설물명	STRUCTURE _NAME	VAR CHAR2(50)
연락처	CALL_NO	NUMBER (12)
시설물 관리자	STRUCTURE _ADMIN	VAR CHAR2(20)
주소	ADDRESS	VAR CHAR2(100)
시설물 위도	STRUCTURE _LATI	FLOAT
시설물 경도	STRUCTURE _LONG	FLOAT

(2) 수변구조물 이미지 테이블

관리대상시설물의 이미지 및 구조도와 관련된 정보를 관리하는 테이블로 이미지 및 구조도의 경우 복수개의 값을 가질 수 있기 때문에 따로 관리하기 위하여 테이블을 분리하였다.

Table 4. Waterfront structures image table  
표 4. 수변구조물 이미지 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
시설물 이미지데이터 일련번호	STRUCTURE _IMAGE_NO	NUMBER (6)
시설물 일련번호	STRUCTURE _NO	NUMBER (6)
시설물 사진	STRUCTURE _PIC	VAR CHAR2(50)
시설물 구조도	STRUCTURE _PLAN	VAR CHAR2(50)

나. 시설분류코드 테이블 스키마

시설분류코드의 테이블로 시설의 대분류, 중분류, 소분류, 세분류를 결합한 문자열이다 예를 들어 교량을 코드로 나타내면 교량-상부구조-바닥판-콘크리트 바닥판(A-A1-A11-A111)으로 나타낼 수 있으며, 댐을 코드로 나타내면 댐-댐체 및 양안부-상류사면-토

석상류사면(B-B1-B12-B121)으로 나타낼 수 있다.

Table 5. Managed structures table  
표 5. 시설분류코드 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
시설 분류코드	STRUCTURE _NO	VAR CHAR2(13)
시설 대분류	STR _LARGE	CHAR(1)
시설 중분류	STR _MIDDLE	NUMBER(2)
시설 소분류	STR _LOW	NUMBER(3)
시설 세분류	STR _MATERIAL	NUMBER(4)

다. 센서 데이터 관련 테이블 스키마

(1) 센서 테이블

센서 데이터가 담고 있는 정보 중 센서가 측정하는 값, 측정시간과 같은 변하는 값에 대한 정보를 저장하는 테이블이다. 기존 센서 정보와의 연동을 위해 센서의 시리얼 넘버를 외래키로 가지고 있다.

Table 6. Sensor table  
표 6. 센서 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
센서데이터 일련번호	SNSR _NO	NUMBER (8)
센서의 시리얼 넘버	SNSR _SER_NO	VAR CHAR2(15)
측정 값	SNSR_VAL	FLOAT
전송시간	SNSR _TR_TIME	DATE

(2) 센서정보 테이블

센서 데이터가 담고 있는 정보 중 변하지 않는 정보, 센서의 모델, 회사, 위치 등에 관련된 정보를 저장하는 테이블이다.

라. 제보 데이터 관련 테이블 스키마

(1) 상세피해 테이블

e-문서가 담고 있는 정보 중 피해 항목에 대하여 관리하는 테이블이다.



Table 7. Sensor information table

표 7. 센서 정보 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
센서의 시리얼 넘버	SNSR _SER_NO	VAR CHAR2(15)
시설물 일련번호	STRUCTURE _NO	NUMBER (6)
시설 분류코드	DMG _STRUCTURE _NO	NUMBER (10)
센서의 위도	SNSR _LATI_VAL	FLOAT
센서의 경도	SNSR _LONG_VAL	FLOAT
측정 단위	MEAS _UNIT	VAR CHAR2(10)
측정 대상 코드	MEAS _OBJ_CODE	VAR CHAR2(20)
전송주기	TR _PERIOD	NUMBER (4)
서버 측 주소	SERVER _ADDR	VAR CHAR2(20)
센서 제조회사	SNSR _COM	VAR CHAR2(20)
센서 모델명	SNSR _MODEL	VAR CHAR2(10)

Table 8. Detailed damage table

표 8. 상세 피해 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
상세피해 일련번호	DAMAGE_NO	NUMBER (6)
시설 분류코드	DMG _STRUCTURE _NO	NUMBER (10)
e-문서 일련번호	E_DOCUMENT_ NO	VARCHAR2 (20)
피해상황	D_STATUS	VAR CHAR2(40)

(2) e-문서 테이블

e-문서가 담고 있는 정보 중 동일 e-문서 내 하나의 정보만 담겨있는 항목에 대하여 관리하는 테이블이다.

Table 9. e-document table

표 9. e-문서 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
e-문서 일련번호	E_DOCUMENT _NO	VARCHAR2 (20)
시설물 일련번호	STRUCTURE _NO	NUMBER (6)
등록일자	REGISTRATION _DATE	DATE
작성자	CREATOR	VAR CHAR2 (50)
피해발생 일시	D_DATE	DATE
피해발생 지역 주소	D_AREA	VAR CHAR2 (100)
피해발생 지역 위도	USER _LATI_VAL	FLOAT
피해발생 지역 경도	USER _LONG_VAL	FLOAT
재해원인	D_TYPE	CHAR (10)
기후조건 강우량	W_RAINFALL	FLOAT
기후조건 풍속	W_VELOCITY	FLOAT
수위	W_LEVEL	FLOAT
의견	OPINION	LONG VAR CHAR

마. 재해피해상황정보 관련 테이블 스키마

(1) 재해피해상황 테이블

앞서 가정한 시나리오 s10에 의하면 e-문서의 일련번호는 재해피해상황에 따라 중복 저장될 경우가 발생 할 수 있다. 따라서 재해피해상황 일련번호를 통해 재해피해상황을 구분 할 수 있도록 재해피해가 일어난 피해일시, 재해피해상황정보가 등록된 등록시간, 관련 e-문서 일련번호 등을 관리하는 테이블이다.

(2) 재해피해상황정보 테이블

재해피해상황 복수개의 값을 가지는 정보에 대하여 관리하는 테이블로 피해상황, 피해규모, 피해가 일어난 시설물과 관련된 위치 정보를 저장한다.

Table 10. Disaster damage table  
표 10. 재해피해상황 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
재해피해 상황 일련번호	DAM _KIN_NO	NUMBER (6)
시설물 일련번호	STRUCTURE _NO	NUMBER (6)
e-문서 일련번호	E_DOCUMENT _NO	VAR CHAR2(20)
피해일시	DMG_DATE	DATE
등록시간	CRE_DT	DATE

Table 11. Disaster damage information table  
표 11. 재해피해상황정보 테이블

논리적 설계 칼럼명	물리적 설계 칼럼명	데이터 타입
재해피해 상황정보 일련번호	DAM_KIN _INFO_NO	NUMBER (6)
재해피해 상황 일련번호	DAM_KIN_NO	NUMBER (6)
시설 분류코드	DMG _STRUCTURE _NO	NUMBER (10)
피해상황	D_STATUS	VAR CHAR2(10)
피해규모 단위코드	DAM _SIZE_UNIT	NUMBER (2)
피해규모 값	DAM _SIZE_VAL	NUMBER (7)
피해시설물 위도	DMG _LAT_VAL	FLOAT
피해시설물 경도	DMG _LONG_VAL	FLOAT

## VI. 피해 정보 시스템 구현

### 1. 구현 환경

5장의 데이터베이스 설계를 바탕으로 시스템을 구현하고 동작을 확인한 환경은 다음과 같다. 구현 및

동작 확인환경은 Windows7 Professional 64bit를 운영체제로, 자바 버전은 Java JDK1.7을 사용하였으며. 데이터베이스 설계는 Oracle 11g Express를 사용하였다. 유저 인터페이스를 구현하는데 사용한 개발 툴은 Netbeans IDE 7.0.1으로 Java Swing으로 화면을 구성하였다.

### 2. 구현 화면



Fig. 15. Interface of damage information system  
그림 15. 피해정보 시스템 인터페이스

유저 인터페이스는 그림 15와 같다. 화면의 좌측 상단에서 사용자의 입력을 통해 질의를 요청 할 수 있다. 실제 환경과 유사하게 가상의 데이터 셋을 생성하여 사용자 질의들을 테스트 하였다.

### 3. 사용자질의

실제 사용자가 시스템을 사용한다고 가정하고 실제 질의를 통해 시스템의 동작을 확인하기 위하여 사용자의 질의를 하드웨어적 관점, 피해정보 관점, 수변구조물관점에서 가능한 질의를 분류하였다.

가. 하드웨어 질의 : 사용자의 질의가 센서, 이미지 값과 같이 하드웨어의 정보를 요구하는 질의

- 선정한 수변구조물의 센서 정보를 알고 싶다.
- 선정한 기간의 센서 정보를 알고 싶다.

나. 피해정보 질의 : 재해가 발생할 경우 해당 재해에 대한 피해정보를 요구하는 질의

- 태풍 루사에 해당되는 피해정보를 알고 싶다.
- 2013년에 발생한 호우로 인한 피해정보를 알고 싶다.

다. 수변구조물 질의 : 수변구조물에 대한 피해정보를 요구하는 질의

- 선정한 수변구조물에 해당하는 피해정보를 알고 싶다.
- 선정한 기간의 수변구조물 피해정보를 알고 싶다.

4. 시스템동작

사용자 질의를 확인한 결과 시스템은 그림 16, 17과 같이 동작하였다.

- 선정한 기간의 센서 정보를 알고 싶다.

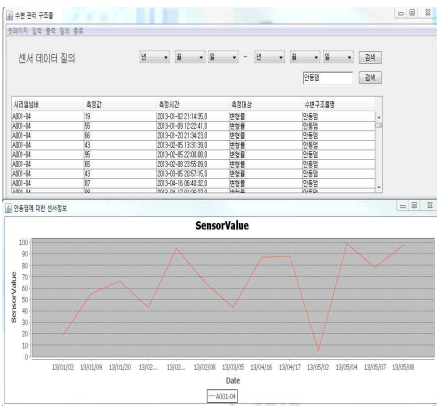


Fig. 16. Query result of sensor information  
그림 16. 센서정보 질의 결과

- 태풍 루사에 해당되는 피해 정보를 알고 싶다.



Fig. 17. Query result of damage information  
그림 17. 피해정보 질의 결과

VII 결론

본 논문에서는 수변구조물 통합 관리를 위한 피해 정보시스템의 구현을 제안하였다. 제안한 피해정보시스템의 구현을 위해 관련 연구를 분석하여 부족한 부분을 보완할 수 있도록 수변구조물이 피해를 입을 수 있는 재해를 분류하였으며, 이 재해에 따른 피해유형도 분류 및 정의하였다. 또한 피해유형을 분류한 내용대로 시스템이 구현 될 수 있도록 수변구조물의 피해와 관련된 정보를 효율적으로 저장하고 관리할 수 있는 논리적 데이터베이스를 설계하였으며, 물리적 데이터베이스도 설계하여 테이블로 나타내었다. 설계가 제대로 이루어졌는지 확인하기 위하여 설계 내용과 같이 구현하여 수변구조물을 통합관리하기에 적합한지 사용자 환경에서 질의를 테스트하여 보았다.

본 연구에서는 입력 데이터를 가상으로 랜덤하게 생성하여 사용하였으나, 향후 연구로 데이터 마이닝 기술을 적용하고 데이터베이스의 트리거를 활성화하면 랜덤하게 생성되는 가상의 피해 정도가 아닌 실제 피해정도를 추정하는데 활용 될 수 있을 것이다.

References

[1] Soogyom Kim, Yonggu Jang, Changkyu Kim, Injoon Kang, "A Study on Construction and Utilization Plan of Underground Spatial Information DB for Earthquake Disaster Prevention", Journal of the Korean Geo-Environment Society, Vol.14, pp. 49-56, 2013

[2] Samsung Economics Research Institute, "The Economics of Extreme Weather Events", seri Economic Affairs, 2010

[3] NEMA, "Annals of disaster", 2010

[4] NEMA, "A study on the research for the method to strengthen the disaster mitigation activities and to increase the investments", 2006

[5] CERIC, "River Facility Maintenance Manual", 2005

[6] Eunmi Chang, "GIS-based Disaster Management System, for a Private Insurance Company, in Case of Typhoons(I)", Journal of the Korean Geographical Society, Vol41, pp. 106-210, 2006

[7] Na Young Kim, Kye Hyun Kim, Yong Gil Park, "Development of Gis-based Integrated DB Management System for the Analysis of Climate Environment Change", Journal of Korea Spatial Information Society, vol.19 no.6, pp. 101-109, 2011

- [8] Jaewoong Cho, Woojung Choi, Jinyoung Kim, "Advanced Natural Disaster Damage Management with Web-GIS", proceedings of Korea Water Resources Association, pp. 808, 2013
- [9] Kyung-tae Kim, Ki-yong Kim, Dong-su Seong, Keon-bae Lee, "A Smart Care Surveillance System supporting Various CCTV Cameras", Journal of IKEEE, Vol.17, No.2, pp. 104-110, 2013
- [10] Tae Hoon Kim, Kye Hyun Kim, Gi Beom Nam, Jae Hyun Shim, Woo Jung Choi, Myung Hum, Cho, "Development of Natural Disaster Damage Investigation System using High Resolution Spatial Images", Journal of Korea Spatial Information System Society, v.12 no.1, pp. 57-65, 2010
- [11] Ji-Ho Han, Eun-Ae Park, Dong-Chul Park, Yunsik Lee, Soo-Young Min, "Active Selection of Label Data for Semi-Supervised Learning Algorithm", Journal of IKEEE, Vol.17, No.3, pp. 254-259, 2013
- [12] Tae-Ryong Park, "Implementation of Real time based Multi-object recognition algorithm", Journal of IKEEE, Vol.17, No.1, pp. 51-56, 2013
- [13] KISTEP, "National Science and Technology standard classification system", 2013
- [14] Open Geospatial Consortium Inc, "Sensor Model Language (SensorML) Implementation Specification", 2007

---

## BIOGRAPHY

---

### **Kwonyoung Yun** (Student Member)



2013 : BS degree in Computer Science & Engineering, Pusan National University.  
2013-present : MS course in Computer Science & Engineering, Pusan National University.

### **Jongkwon Son** (Student Member)



2013 : BS degree in Computer Science & Engineering, Pusan National University.  
2013-present : MS course in Computer Science & Engineering, Pusan National University.

### **Juhyeong Kim** (Student Member)



2013 : BS degree in Computer Education, Silla University.  
2013-present : MS course in Computer Science & Engineering, Pusan National University.

### **Joonho Kwon** (Member)



2001 : MS degree in Electrical Engineering and Computer Engineering, Seoul National University.  
2009 : PhD degree in Electrical Engineering and Computer Engineering, Seoul National University.  
2010- present : Professor, Pusan National University