

웹기반 SOC 시설물 재난피해복구지원시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of Web-Based Support System for Disaster Damage Recovery of SOC Facility

윤혁진(Hyuk-Jin Yoon)*, 이금탁(Keum-Tark Lee)**,
김주성(Joo-Sung Kim)***, 장태우(Tai-Woo Chang)****

초 록

자연재해로 인한 사회기반시설물 피해를 저감시키기 위해서는 피해발생 초기 대응 및 신속한 복구가 중요하나, 현재는 현장인력의 상황전파에 초점을 맞추고 있으며 긴급 복구를 수행하기 위한 기술적 지원은 부족한 실정이다. 본 논문에서는 피해상황에 적합한 복구 방법을 도출하여 효율적인 자원분배를 수행하기 위한 웹기반 재난피해복구지원시스템 및 신속한 복구 자원을 요청하기 위한 전자문서 개발에 대해 설명한다. 획득된 현장의 피해정보는 미리 구축된 피해복구 시나리오에 따라 적절한 피해복구 공중 및 공법을 도출하게 되며, 복구 수행을 위한 자원을 할당하여 전자문서를 거쳐 신속하게 해당 복구자원 지원을 요청하도록 하였다. 필요한 복구자원의 식별과 신속한 전파는 재해의 대응과 긴급복구에 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

ABSTRACT

To decrease the damage of infrastructure from the natural disaster, initial reaction and emergent recovery are important. But up to now emergent recovery has mainly focused on the situation notices owing to the lack of technical support. In this paper, we described a web-based support system for disaster damage recovery of facility and electronic documents for requesting support of recovery resources. Recovery methods are decided using the damage recovery scenarios based on the acquired damage information, and the allocated recovery resources information is delivered to the recovery resources owner using the electronic documents. This system could readily be used for disaster response and emergency recovery.

키워드 : 재난피해복구, 전자문서, 재해 대응

Disaster damage recovery, Electronic document, Disaster reaction

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(14SCIP-B065985-02)에 의해 수행되었습니다.

* Corresponding author, Korea Railroad Research Institute(scipio@krri.re.kr)

** PCN(ktle@pcninc.co.kr)

*** Mokpo Science University(mdbdutch5@gmail.com)

**** Department of Industrial & Management Engineering, Kyonggi University(keenbee@kgu.ac.kr)

Received: 2015-10-07, Review completed: 2015-11-05, Accepted: 2015-11-25

1. 서 론

전 세계적인 기상이변으로 인하여 해수면 온도가 상승하면서 태풍이 강력한 위력을 유지한 채 한반도를 통과하는 경우가 많아져, 이로 인한 피해가 급증하고 있다. 2002년 발생한 태풍 루사의 경우 5조 1천억 원의 재산피해를 발생시켜 역대 최대 재산피해를 가져왔으며, 1조원 이상의 재산피해를 가져온 태풍은 모두 1999년 이후에 발생한 태풍에 의한 것이었다. 태풍 등에 의한 피해발생시 이를 복구하기 위한 복구비는 피해액의 2배 정도가 소요되므로, 재해 발생시 피해복구 대응속도를 향상시키고 2차 피해 확산을 방지하여 복구비를 저감시킬 수 있도록 하는 연구가 필요하다. 특히 SOC 시설물의 손상 등은 초동대응이 느릴 경우 추가 유실, 붕괴 등의 위험이 발생할 가능성이 있어 체계적인 대응시스템의 마련이 요구된다.

국가재난관리 기능은 예방, 대비, 대응, 복구 단계로 나뉘며[9], 이 중 대응단계는 상황관리, 응급조치, 응급복구, 긴급구조구난 등을 수행하여, 재해재난 발생 현장을 중심으로 현장의 인명과 재산의 피해를 최소화시키기 위한 활동이다. 복구단계는 이재민 관리, 구호활동, 복구계획, 복구사업 등을 수행하여, 피해보상 및 시설물 복구 등 사회의 기능을 재해재난이 발생하기 이전의 상태로 환원시키는 활동이다. 대응 및 복구를 위한 기존 시스템들은 복구자원 DB를 단순 관리하고, 재해 종료 후 피해 정보를 입력하여 복구비를 산정하는 등 행정 프로세스를 간략화하기 위한 용도로 주로 사용되었다. 이는 재해 발생시 대응 및 긴급복구를 수행할 수 없고 복구자원을 신속하고 효율적으로 사용하기에 어려움을 가지고 있으나, 이

를 해결하기 위한 연구는 전무한 실정이다. 또한, 직관적이지 않은 사용자인터페이스(UI)로 구성되어 있어 피해정보를 신속하게 파악하기가 곤란하고, 전자문서에 의한 피해복구자원 소유 기관과의 연계 및 정보 공유가 부족하여 시스템의 활용이 미흡한 상황이다. 무역 업무를 처리하기 위하여 사용되기 시작한 전자문서는 웹과 XML 기술 등의 발전에 힘입어 기업간 거래[1], 건설산업[5] 등으로 활용된 바 있다. 시설물 재해정보관리[7] 및 재난피해정보 획득[13]을 위한 전자문서 구성을 위해 XML스키마가 연구된 바는 있으나, 피해 복구자원 지원 요청 측면에서 체계적으로 구성된 전자문서는 미흡한 상황이다.

본 논문에서는 SOC 시설물의 단순 피해 상황관리 및 복구비 산정이 아닌 피해상황에 가장 적합한 피해복구방법 도출과 신속한 복구자원 할당을 지원할 수 있는 웹기반 재난피해 복구지원시스템 및 복구자원 지원 요청 전자문서 구현 내용을 설명한다. 피해 발생시, 획득된 현장 피해 상황에 대한 영상 정보 및 재해피해 발생 보고 전자문서를 바탕으로 피해복구 시나리오에 따라 적절한 피해복구 공사의 종류(공종) 및 공사방법(공법)을 도출하며, 복구자원을 할당하도록 정보시스템을 개발하였다. 신속한 피해복구 의사결정을 위해서 시설물관리자 및 피해복구 관계기관이 신속하게 시스템에 접속하여 검토하고 수행할 수 있도록 웹기반으로 구축하였으며, GIS를 기반으로 하여 피해 상황 및 복구 자원정보를 직관적으로 인지할 수 있도록 하였고, 오픈API(Open API)를 통한 외부 기관과의 연계를 통하여 피해상황에 대한 다양한 정보를 수집하고, 종합재난 상황 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 또한,

복구자원 지원을 요청하는 전자문서를 복구자원 소유기관에 신속하게 전달하기 위한 XML 스키마를 설계하고 인터페이스를 개발하였다.

2. 기존 시스템 분석

재난 피해관리 및 대응자원 운용과 관련된 기존 시스템의 관리대상 정보를 파악하기 위하여 국내·외에서 운용중인 시스템을 분석하였다. 국내에서는 국민안전처의 국가재난관리시스템(NDMS)과 스마트 빅보드, 보건복지부의 통합응급의료정보시스템, 국토교통부의 시설물정보관리종합시스템, 환경부의 화학물질사고대응정보시스템 등이 운영되고 있다. 국외에서는 대만의 DSS(Decision Support System) for Typhoon, 미국 콜로라도의 Flood DSS 등이 있다.

각 시스템은 부처·기관의 기능별 요구특성에 따라 상황분석 위주와 복구지원 위주로 구분되어 구성되어 있다. CCTV 및 미디어 정보를 통하여 상황분석에 필요한 정보를 수집하고 있으며, 해당 지역의 SNS(Social Network Service) 정보 필터링을 통해 상황 분석력을 높이는 기술이 적용되고 있다. 피해복구지원에 필요한 대응자원은 기관별로 관리되고 있다. 대응자원의 위치 및 정보를 GIS 위에 표출하고, 다양한 검색조건을 통하여 조회 정확성을 향상시키거나 조회된 정보를 이메일로 전송할 수 있도록 하고 있다.

그러나 현재 시스템은 재해 발생시 피해 발생 정보를 단순 관리하는 구조로 되어 있고, 피해 상황에 대한 분석을 통한 복구자원의 효율적인 운영보다는 단순한 복구자원 관리와 피해 후 복구비 산정에 초점을 맞춰 개발되었고

운영되고 있다는 문제점이 있다. 또한 기관별 기능에 맞춰져 있어 SOC 시설물 피해에 대한 대응이 부족한 측면이 있다.

이러한 문제점들을 해결하기 위하여, 시설물 재난피해를 대상으로 중앙 정부와 시군구 지방자치단체에서 상이하게 사용하고 있는 피해복구 자원 분류체계를 일원화시켜 관리 효율을 높이기 위한 연구가 수행되었으며[10], 재난 상황시 복구계획을 수립하는데 사용할 수 있도록 통계적 기법을 활용하여 복구자원을 분류하고 [3], 복구자원의 투입 우선순위 선정을 위한 기준을 제시하는 연구가 수행된 바 있다[11].

또한, 피해발생정보를 전자문서를 통해 신속하게 전송·관리하고[13], 통합관리하기 위한 피해분류 및 DB 설계[14], 3차원 공간정보 기반의 피해정보 구현[2], 재해상황 종료 후 개선복구계획 수립기준에 관한 연구도 수행되었다[6].

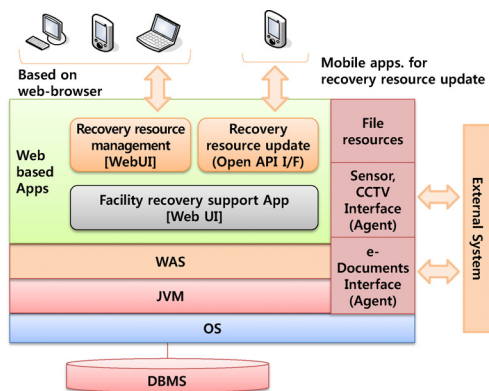
3. 재난피해복구지원시스템 설계

3.1 재난피해복구지원 시스템의 구조

본 논문에서 제안하는 재난피해복구지원 시스템의 구조를 <Figure 1>에 나타내었다.

웹기반 시스템으로 구성되며 크게 데이터베이스 관리 시스템(Database Management System, DBMS) 영역, 애플리케이션 영역, 인터페이스 영역으로 나뉜다. DBMS 영역은 시설물에 부착된 센서를 통한 계측데이터, CCTV 영상정보, 피해복구 공종 및 공법 정보, 복구자원 정보 등 각종 데이터를 저장하고, 재난피해 발생 보고와 복구자원 지원요청 전자문서 데이터를

보관하고 관리할 수 있는 영역이다. 어플리케이션 영역은 피해복구 시나리오를 바탕으로 재난피해복구지원시스템이 운영되는 영역이며, 웹기반 복구자원 관리 및 현행화 모듈을 포함한다. 인터페이스 영역은 국민안전처, 기상청, 시설관리공단, 지자체, 복구자원 소유기관 등 외부 시스템과 연계할 수 있는 영역이다.



〈Figure 1〉 Overall Architecture of the System in this Study

3.2 기능 설계

시스템 요구사항을 바탕으로 분석된 항목을 기능별로 분리하여 3계층화하였고, 기능 명세서를 작성하여 <Table 1>에 나타내었다. 1계층은 가장 상위 단계로 계정관리, 재난피해이력, 시설물, 피해분석, 긴급복구, 관리 기능으로 분류하였다.

계정관리는 시스템 사용자의 계정을 추가, 삭제, 변경, 조회하는 기능이며, 재난피해이력은 시설물에 대한 과거 피해상황을 누적하여 관리하는 기능이다. 시설물은 관리 대상 시설물, 피해분류, 피해개요의 2계층으로 세분화하였으며, 이들 중 피해분류 기능은 본 시스템에

서 관리하려고 하는 시설물의 최소분류인 부위분류 및 피해유형, 피해형태에 대한 코드정보를 관리한다. 피해분석은 피해발생보고 전자문서와 센서를 통한 계측정보, CCTV 영상정보를 바탕으로 피해상황을 통합 분석하여 피해를 판별하는 기능으로 설계하였다. 긴급복구는 피해분석정보를 바탕으로 피해복구 공법도출, 소요자원 산출, 복구 실행 기능으로 구성하였다. 복구실행은 복구자원 지원요청 전자문서를 통해 복구자원 소유기관에 지원을 요청하게 된다. 관리 기능은 피해복구 자원관리, 피해복구 공종관리, 복구자원 풀(pool) 관리의 2계층으로 세분화하여 긴급복구 기능에 사용되는 DB를 입력, 저장, 조회할 수 있도록 하였다.

3.3 데이터베이스 설계

앞서 설계된 기능을 구현하기 위해서는 데이터베이스의 설계가 필요하다. 기능에 따라 개체-관계를 도출하는 데이터 모델링을 수행한 후, 개체들의 속성을 정의하고 각 테이블을 정규화 형태로 구축하였다. 개체와 관계의 논리적 구조로부터 효율적으로 구현을 가능하게 하기 위하여 개체의 물리적 구조의 칼럼명과 데이터 타입을 정의한다. 피해 관련 개체와 복구 관련 개체를 구분하여 설계하였다. 속성을 생략하고 설계된 개체관계도(ERD, Entity Relationship Diagram)를 <Figure 2>에 나타내었다.

피해복구 세부공종 및 복구자원은 조달청 및 국토교통부에서 제시하고 있는 표준 명칭 및 코드를 사용함으로써 조달청과 연계하여 최신 데이터로 업데이트할 수 있도록 하였다. <Table 2>에 피해복구 세부공종과 복구자원의 DB 테이블 현황을 나타내었다.

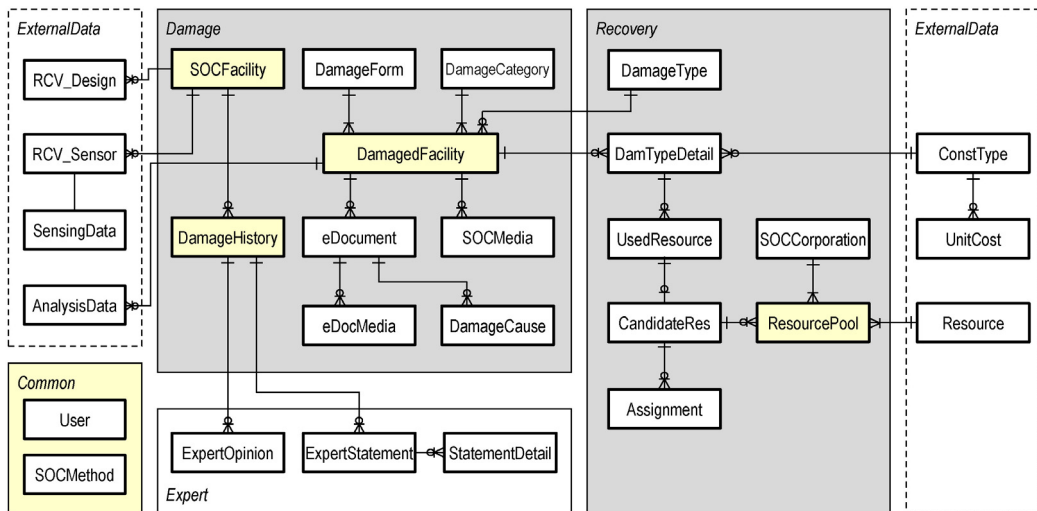
〈Table 1〉 Functional Specification of Facility Damage Recovery Support System

Classification			Functional specification
Depth1	Depth2	Depth3	
ID management			User ID management
Damage history			Inquiry of the damage history
Facility	Target facility		Information management of target facility
	Damage classification	Facility part classification	Facility part classification code supply
		Damage type	Damage type code supply
		Damage shape	Damage shape code supply
	Damage summary		Damage status and situation information
Damage analysis	Information management	Electronic document	Acquisition of electronic document to acquire the damage information
		sensor information	Acquisition of sensor information
	United analysis	Damage discrimination	Damage analysis using several acquired data (e-document, sensor, CCTV)
Emergency recovery	Recovery method extraction		Recovery method extraction suitable for damage status
	Required recovery resource	Recovery resource calculation	Recovery resource calculation to conduct the recovery method
		Candidated recovery resource evaluation	Evaluation of candidated recovery resources
		Optimized allocation	Allocation of the recovery resources with the evaluation result
	Recovery activation	Experts review investigation	Establishment of recovery action plan through experts review
Management	Recovery resource		Recovery resource management
	Recovery work and method		Recovery method management
	Mapping management		Resource owner and candidated resource mapping

복구자원은 관리하는 복구자원 pool 테이블과, 선정된 복구공법에 따라 필요한 후보자원 도출정보 테이블, 그리고 현장 투입 우선순위 등에 따른 할당정보 테이블을 별도로 갖도록 데이터베이스를 설계하였다.

3.4 전자문서 설계

복구자원 지원요청을 위한 전자문서는 복구자원 할당에 의한 결과를 복구자원 소유기관에 신속히 전달하기 위한 문서로 한국전자거



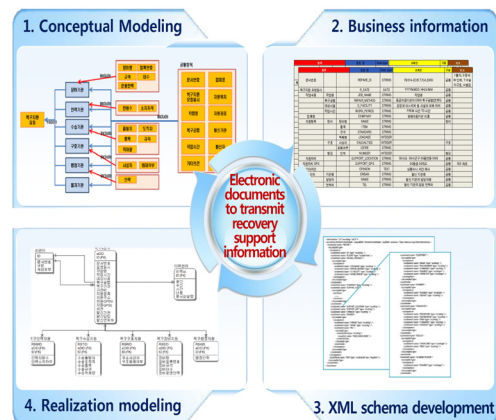
〈Figure 2〉 ER Diagram of the System

〈Table 2〉 Disaster Damage Recovery Method and Resource DB Table

Logical table	Physical table	main item
Recovery method	National standard code_method	method type, method classification code, level, method name, method details
Recovery method subsection	National standard code_method subsection	method type, method description, specification, unit, recovery supplies code, details, standardization
Recovery resource pool	National standard code_resource	resource type, classification No., level, classification name, details

래진흥원의 XML 전자문서 개발지침[8]에 맞춰 개발하였다. 〈Figure 3〉에 보인 바와 같이 개념적 모델링, 비즈니스 정보, XML 스키마 개발, 구현 모델 설계의 순으로 수행하였다.

피해복구자원 할당 정보에 따라 작성된 문서의 비즈니스 정보개체의 데이터 타입을 스프레드시트를 기반으로 정의하고, UML 다이어그램(속성, 관계차수, 관계속성 등)으로 표현한 후, 스프레드시트 단계에서 개발된 항목을 XML 스키마로 매핑하였다. 〈Figure 4〉는 복구자원 지원요청 정보 전달을 위하여 개발된 XML 스키마이다.



〈Figure 3〉 Development Process of the Electronic Documents

<pre> <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?> <xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" elementFormDefault="qualified"> <xs:element name="REPAIR"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="ID" type="xs:string" /> <xs:element name="R_DATE" type="xs:dateTime" /> <xs:element name="COMPANY" type="xs:string" /> <xs:element name="REPAIR_CONTENTS"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="JOB_NAME" type="xs:string" /> <xs:element name="REPAIR_METHOD" type="xs:string" /> <xs:element name="D_FACILITY" type="xs:string" /> <xs:element name="WORK_PERIOD" type="xs:string" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> <xs:element name="SUPPORT_ITEM"> <xs:complexType> <xs:choice> <xs:element name="EQUIPMENT"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="NAME" type="xs:string" /> <xs:element name="REG_NUMBER" type="xs:string" /> <xs:element name="STANDARD" type="xs:string" /> <xs:element name="NUMBER" type="xs:integer" /> <xs:element name="OPERATOR" type="xs:integer" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> <xs:element name="WORKER"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="NUMBER" type="xs:integer" /> <xs:element name="LICENSE" type="xs:string" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> <xs:element name="TRANSPORT"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="DEPARTURE" type="xs:string" /> <xs:element name="DESTINATION" type="xs:string" /> <xs:element name="ITEM" type="xs:string" /> <xs:element name="STANDARD" type="xs:string" /> <xs:element name="LOADAGE" type="xs:integer" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> <xs:element name="RESCUE"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="CASUALTIES" type="xs:string" /> <xs:element name="FIRES" type="xs:string" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> <xs:element name="ADMINISTRATION"> <xs:complexType> <xs:sequence> <xs:element name="NUMBER" type="xs:integer" /> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> </xs:choice> </xs:complexType> </xs:element> </xs:sequence> </xs:complexType> </xs:element> </xs:schema> </pre>	<pre> <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?> <REPAIR VER="1.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:noNamespaceSchemaLocation="RepairEDOC.xsd"> <ID>R2014-E001</ID> <R_DATE>2014-04-01 16:00</R_DATE> <REPAIR_CONTENTS> <JOB_NAME>고령보 유실복구</JOB_NAME> <REPAIR_METHOD>마대쌓기</REPAIR_METHOD> <D_FACILITY>고령보 20M</D_FACILITY> <WORK_PERIOD>FROM 16:00 TO 18:00</WORK_PERIOD> </REPAIR_CONTENTS> <COMPANY>OO부대</COMPANY> <SUPPORT_ITEM> <EQUIPMENT> <NAME>볼도저</NAME> <REGI_NUMBER>R2012-001</REGI_NUMBER> <STANDARD>OOO</STANDARD> <NUMBER>2</NUMBER> <OPERATOR>2</OPERATOR> </EQUIPMENT> <ISUPPORT_ITEM> <SUPPORT_LOCATION>달성군 다사읍 죽곡리</SUPPORT_LOCATION> <SUPPORT_GPS>35.384N 128.36E</SUPPORT_GPS> <OPINION>고령보 20M지점에서 제방 및 사면 유실이 일어났습니다. 신속하게 피해복구 부탁드립니다.</OPINION> </ISUPPORT_ITEM> <SENDER> <ORGAN>피해복구 의사결정시스템</ORGAN> <NAME>홍길동</NAME> <TEL>007-0007-0000</TEL> </SENDER> </SUPPORT_ITEM> </REPAIR> </pre>
--	--

〈Figure 4〉 XML Schema to Transmit Recovery Resource Demand Information

복구자원 지원요청에 사용되는 엘리먼트로는 문서번호, 일시, 업체명, 작업명, 작업내용, 지원위치, 지원항목, 기타의견, 접근로 취약지점, 복구지역, 발신처로 설정하였다. 작업내용(REPAIR_CONTENTS)은 작업시간, 대상시설, 복구공법으로 세분화하였고, 지원위치에는 주소와 GIS 정보도 같이 표기하여 정확한 위치를 전송할 수 있도록 하였다. 〈Figure 4〉 ① 부분의 지원항목(SUPPORT_ITEM)은 소요되는 복구자원의 종류(장비, 인력, 물량, 수송, 구호, 행정)에 따라서 다르게 되나, 개발된 XML 스키마는 코드화된 복구자원을 구분하여 동시에 사용할 수 있도록 설계하였다.

임의의 복구공법에 대한 복구자원 할당 작업을 수행하였고, 복구자원 지원요청 정보를 전송할 XML파일을 〈Figure 4〉의 XML 스키마를 참조하여 〈Figure 5〉와 같이 생성하였다.

(a) XML document to request recovery equipment

```

<SUPPORT_ITEM>
  <WORKER>
    <NUMBER>10</NUMBER>
    <LICENSE>없음</LICENSE>
  </WORKER>
</SUPPORT_ITEM>

```

(b) Part of document to request manpower

```

<SUPPORT_ITEM>
  <TRANSPORT>
    <DEPARTURE>OO부대</DEPARTURE>
    <DESTINATION>고령보</DESTINATION>
    <ITEM>마대 및 인력</ITEM>
    <STANDARD>OOO</STANDARD>
    <LOADAGE>100</LOADAGE>
  </TRANSPORT>
</SUPPORT_ITEM>

```

(c) Part of document to request transportation

```

<SUPPORT_ITEM>
  <RESCUE>
    <CASUALTIES>3</CASUALTIES>
    <ISFIRE>NO</ISFIRE>
  </RESCUE>
</SUPPORT_ITEM>

```

(d) Part of document to request emergency aid

```

<COMPANY>대구지방 수자원공사</COMPANY>
<SUPPORT_ITEM>
  <ADMINISTRATION>
    <NUMBER>2</NUMBER>
  </ADMINISTRATION>
</SUPPORT_ITEM>

```

(e) Part of document to request administration support

〈Figure 5〉 XML Document to Request Recovery Resource Support

장비(a) 지원요청에 대한 전체 문서와 인력(b), 수송(c), 구호(d), 행정(e) 지원요청에 대한 문서 해당부분을 예시하였다.

개발된 XML 스키마를 이용하여 복구자원 할당에 의한 정보가 복구자원 지원요청 전자문서로의 전환을 원활히 이룰 수 있었으며, 복구자원 지원정보 전달 인터페이스를 통해 복구자원 지원요청 네트워크를 설계할 수 있었다.

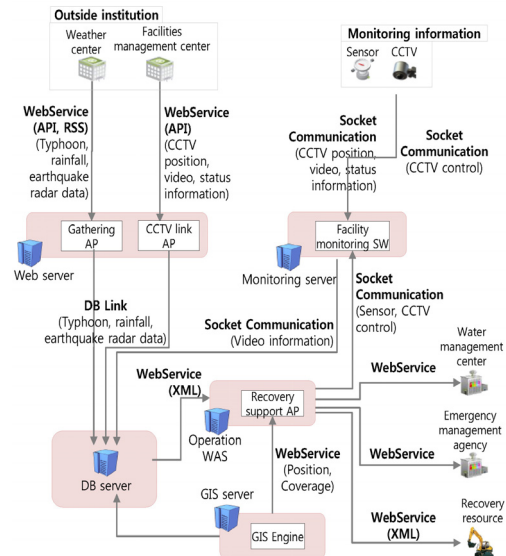
4. 재난피해복구지원시스템 구현

4.1 재난피해복구지원 네트워크

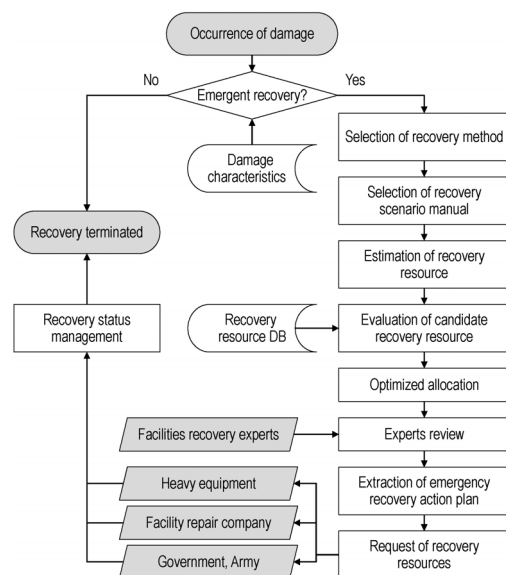
재난피해 복구지원 네트워크는 기상청, 시설관리공단 등 외부기관 정보 수집용 웹서버, 센서 데이터와 CCTV 정보 모니터링 서버/정보전달 인터페이스, 3차원 공간정보 구현을 위한 GIS 서버, 재난피해복구지원 프로그램, 복구자원 소유기관으로의 지원 요청 정보 전달 인터페이스로 구성되며, 내·외부 연계 구성도를 <Figure 6>에 나타내었다. 기상정보 및 시설물 상태정보는 API를 통해 시스템 웹서버로 연계될 수 있도록 하였고, 복구자원 소유기관으로의 지원요청은 전자문서를 통해 이루어질 수 있도록 구현하였다.

앞서 <Table 1>에 설계된 기능을 구현하기 위한 전체적인 시스템의 프로세스를 <Figure 7>에 표시하였다. 재해 발생 이후 시설물 재해 특성표를 기준으로 사용하여 복구대상 여부를 판단하게 되고, 복구 공종 및 공법 도출, 소요 자원 산출, 후보자원 도출 및 평가, 할당, 전문가 검토, 복구 실행계획 도출, 복구자원 지원 요청, 복구상황 관리 등의 프로세스를 거쳐 복

구가 완료되도록 프로세스를 설정하였다.



<Figure 6> Network Composition of Facility Disaster Damage Recovery Support System



<Figure 7> Process flow of Facility Disaster Damage Recovery Support System

4.2 구현환경 및 시스템 동작

위 설계를 바탕으로 Microsoft Windows 환경에서 시스템을 구현하고 동작을 확인하였다. 프로그래밍은 JDK1.6을, 데이터베이스 구축은 Oracle 10g를 사용하였다. UI 구현을 위하여 개발 툴은 Spring 3.1.1, DB 툴은 Oracle SQL Developer 4.1.0.18, WAS는 Tomcat 6.0을 사용하였다. UI는 다음과 같이 크게 5부분으로 구성되며, <Figure 8>에 부분별 구성을 나타내었다.

- (a) 시스템 명, 현재 시스템 프로세스 진행 위치, 계정 정보를 제공하는 부분
- (b) 메뉴로 <Table 1>에 나타난 기능을 선택하여 동작시키는 부분
- (c) GIS 정보에 추가되는 기능으로 피해시설정보, 전문가의견, 기상정보, 복구프로세스, 위험도 지도 표시

- (d) GIS를 기반으로 해당 정보를 표출
- (e) 데이터 목록 및 정보를 테이블로 표시

피해가 발생한 이후 안전점검 및 정밀안전진단세부지침 D등급 이상인 경우로 복구대상을 한정하였다. 피해복구 시나리오[12]를 기반으로 시설물 대중소 분류별 복구공사기준과 환경조건에 따라 피해발생 부위별(예, 다기능보-본체-가동보)로 피해복구 공종 및 공법이 도출되도록 하였다. 환경기준(유속, 온도, 풍속 등), 피해형태(균열, 침하, 파손, 세굴 등)와 긴급공사판정기준(두께, 면적, 각변위 등)에 따라 공종 및 공법을 도출하였다.

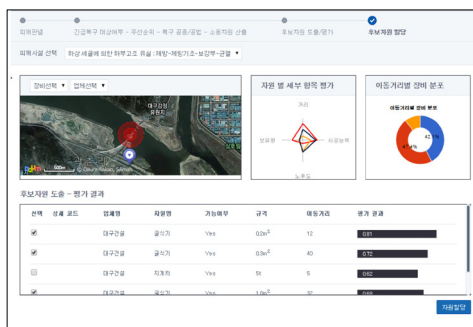
예시로 낙동강 강정고령보 및 사문진교에 피해가 발생했을 때를 가정하여 시스템 동작 내용을 설명한다. 먼저 시설물의 피해신고가 접수되었을 때 <Figure 8>과 같이 시설별로 피해현황



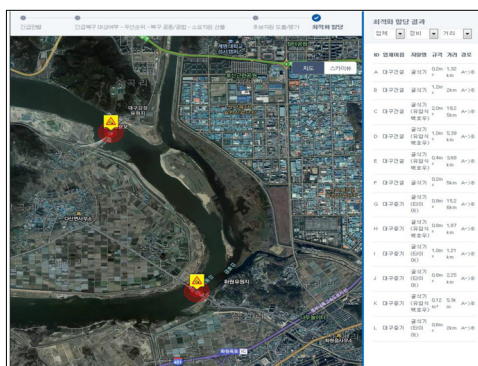
<Figure 8> A Screen-Shot of the System



(a) Damage recovery method extraction



(b) Candidated recovery resource evaluation

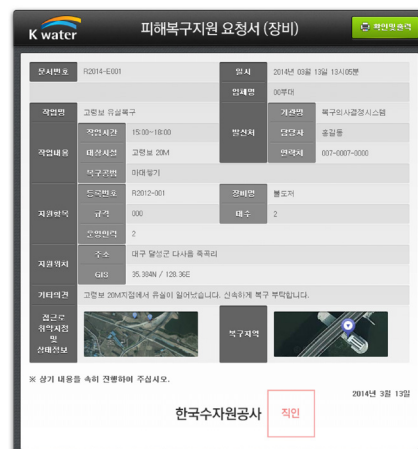


(c) Optimized allocation of recovery resource

〈Figure 9〉 Screen-Shots of the
System for Recovery
Resource Management

을 파악할 수 있다. <Figure 9>의 화면에 나타난 바와 같이 피해복구를 위한 공중 및 공법의 도출(a), 공법을 수행하기 위한 후보자원의 도출과 평가(b), 복구자원을 할당(c)하는 기능을 구현하여 피해복구를 지원할 수 있게 된다. 복구자원의 평가 및 할당과 해당기관에 대한 요청은 다음과 같은 프로세스에 따라 실행된다.

피해복구 공법을 수행하기 위한 후보자원 중 이동거리, 보유량, 시공능력, 노후도의 4가지 기준을 가지고 복구자원을 평가하여, 가장 적합한 복구자원을 선정하고 피해복구 현장으로 할당하게 된다[4]. 최적화 할당 결과에 따라 할당 결과인 업체명, 자원명, 규격, 거리, 이동경로를 표시하게 된다. 복구자원을 선택하면 화면 왼쪽의 GIS 맵 위에 이동경로가 표시되도록 하였다. 제3장에서 개발내용을 설명한 전자문서를 이용하여 복구자원 소유기관에 해당 복구자원의 지원을 요청할 수 있다. 지원요청 기능을 실행하면 <Figure 10>과 같은 화면이



〈Figure 10〉 A Screen-SHOT of the System to Request the Support of the Recovery Equipment

팝업창으로 도출되며, 화면 우측상단에 구현된 출력 기능을 실행하여 복구자원 지원 요청서도 인쇄할 수 있도록 하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 SOC 시설물의 재해 발생시 신속한 피해복구가 이루어질 수 있도록 하는 웹기반 재난피해복구지원시스템에 대해 설명하였다. 국내외에서 운용중인 재난 피해관리 및 대응자원 운용과 관련된 기존 시스템 분석을 통하여 복구실행계획 도출 및 복구자원 지원 요청에 관한 문제점을 도출하였고, 이를 해결하기 위한 선행연구들을 조사하였다. 제안 시스템은 DBMS, Application, Interface 영역으로 구성된다. 피해상황을 파악하고 피해복구 공종과 공법을 도출하여 자원할당을 수행하기 위한 기능을 3계층으로 상세 분류하였으며, 이를 구현하기 위한 데이터베이스를 설계하였다. 복구자원 할당 이후 복구자원 소유기관에 복구자원 지원을 신속하게 요청하기 위한 전자문서도 설계하였다. Windows 환경에서 재난 피해복구지원 네트워크를 구현하고 동작을 확인하였다.

개발된 시스템은 정확한 피해상황을 바탕으로 최적의 피해복구 실행계획을 수립하고 복구자원을 할당하여 신속하게 피해복구 자원을 요청하여 복구가 수행되도록 하는데 용이하게 사용될 수 있을 것이라고 판단된다. 본 논문에서 설명한 시스템을 활용함으로써 재난피해발생시 신속한 초기 대응으로 피해확산을 방지하는데 도움을 줄 것이라고 기대된다.

References

- [1] Ahn, K. L., Kim, H., and Park, C., "A Supporting System for Developing Standard B2B Electronic Documents Based on UN/CEFACT Submission Forms," Journal of Society for e-Business Studies, Vol. 11, No. 4, pp. 49-66, 2006.
- [2] Cho, M. H., Seo, J. T., Lee, C. Y., and Park, Y. J., "The Realization of Disaster Information using Virtual Simulation based on 3D Spatial Information," Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 11, No. 5, pp. 175-183, 2011.
- [3] Han, S., Hwang, G., Choe, S., and Park, J., "A Study on Classifying Algorithm of Disaster Recovery Resources Using Statistical Method," Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 14, No. 1, pp. 49-58, 2014.
- [4] Han, S., Hwang, G., Choe, S., and Park, J., "A Study on the effective disaster resources assessment and allocation for emergency response," International Journal of Engineering and Technical Research, Vol. 2, No. 12, pp. 221-226, 2014.
- [5] Jeong, S. Y., Choi, W. S., Ok, H., and Kim, S. J., "The Study on the Application of Electronic Document Standards to construction CALS/EC," 2003 Proceedings on a conference of the Society for e-Business Studies, 2003.
- [6] Jung, W. Y., Jung, S. M., Choi, H. K., and

- Lee, S. M., "A Study of Recovery Standards and Post-Evaluation Method for Long Term Community Preventive Recovery Plan," *Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 9, No. 2, pp. 31-37, 2009.
- [7] Kang, L. S., Moon, H. S., and Park, S. Y., "Procedural Model of XML Schema Framework for Digitalizing Disaster Information Management for Construction Facility," *Korean journal of construction engineering and management*, Vol. 7, No. 3, pp. 56-64, 2006.
- [8] Korea Institute for Electronic Commerce, *Development Guidelines of XML Electronic Documents (v.3.5)*, 2009.
- [9] Kwon, G.-J., "A Study on the Roles of Local Disaster Response Organizations," *The Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol. 9, No. 5, pp. 39-46, 2009.
- [10] Lee, C. H., Jung, W. Y., Lee, C. Y., and Kang, B. H., "Study on the Classification of the Disaster Prevention Resources for Effective Disaster Management," *Journal of the Korean Society of Disaster Information*, Vol. 9, No. 2, pp. 153-163, 2013.
- [11] Lee, S. B., Park, M. S., and Lee, H. S., "Research on the Priority of Resource Allocation for Disaster Restoration Planning of Facilities," *Architectural Institute of Korea*, Vol. 33, No. 1, pp. 555-556, 2013.
- [12] Yoon, H. J., Han, S. J., and Jung, J. H., "A Study on Scenarios for Derivation of Emergency Recovery Method of Waterfront Structures," *International Journal of Engineering Research And Management*, Vol. 2, No. 3, pp. 1-5, 2015.
- [13] Yoon, H. J., Kim, J. S., Park J. J., and Chang, T. W., "Development of Electronic Documents and Management System for Transfer of Disaster Damage and Recovery Information," *The Journal of Society for e-Business Studies*, Vol. 20, No. 2, pp. 15-26, 2015.
- [14] Yun, K., Son, J., Kim, J., and Kwon, J., "Design and Implementation of Damage Information System for Integrated Management of Waterfront Structures," *Journal of IKEEE*, Vol. 18, No. 1, pp. 45-56, 2014.

저 자 소 개



윤혁진
2000년
2002년
2006년
2006년~현재
관심분야

(E-mail: scipio@krri.re.kr)
한국항공대학교 항공기계공학과 (학사)
한국과학기술원 기계공학과 (석사)
한국과학기술연구원 기계공학과 (박사)
한국철도기술연구원 선임연구원
IT 융복합 시설물 방재 기술, 철도시설물 안전방재기술



이금탁
1997년
1999년
1999년
2000년~현재
관심분야

(E-mail: ktleee@pcninc.co.kr)
성균관대학교 기계설계학과 (학사)
성균관대학교 대학원 기계설계학과 (석사)
㈜지오피아 기술개발팀 팀장
㈜피씨엔 기술이사
IoT(사물인터넷), 웹서비스/SOA, 빅데이터



김주성
2003년
2005년
2009년
2015년
2015년~현재
관심분야

(E-mail: mdbdutch5@gmail.com)
인하대학교 통계학과 (학사)
인하대학교 정보통신공학 (석사)
인하대학교 정보통신공학 (박사수료)
트라이언소프트 차장
목포과학대학교 전산실장
데이터베이스, DRM, 바이오인포매틱스, 데이터마이닝, 빅데이터



장태우
1995년
1997년
2004년
2002년~2007년
2007년~현재
관심분야

(E-mail: keenbee@kgu.ac.kr)
서울대학교 산업공학과 (학사)
서울대학교 산업공학과 (석사)
서울대학교 산업공학과 (박사)
한국전자통신연구원 연구원/선임연구원
경기대학교 산업경영공학과 부교수
시스템분석, 정보시스템, 우편/물류/SCM