

환경시설 재난대응 전문가시스템 개발

최용준¹, 이주영¹, 이동섭², 이상호^{1*}
¹국민대학교 건설시스템공학과, ²(주)피에스글로벌

Development of Expert System to Manage the Disaster on Environmental Facility

Yongjun Choi¹, Juyoung Lee¹, Dongseop Lee², Sangho Lee^{1*}
¹Department of Civil Engineering, Kookmin University
²PSGlobal Inc

요약 환경시설은 시민생활과 도시기능 유지에 필수 불가결한 기본적인 시설로서, 다른 사회기반 시설과의 상호 의존성인 높을 뿐만 아니라 재난으로 기능이 마비될 경우 사회·경제 시스템의 기능에 큰 장애를 일으킬 수 있다. 그러나 전 세계적으로 자연재난 및 사회재난의 발생빈도와 강도가 증가하고 있으며, 우리나라도 재난 발생에 의한 피해가 지속적으로 발생하고 있다. 따라서, 본연구에서는 재난으로 인한 환경시설의 1차 피해와 2차 피해를 최소화할 수 있도록 체계적이고 신속한 의사결정과 대응업무를 지원하는 환경시설 전문가시스템을 개발하였다. 전문가시스템은 재난으로 인해 환경시설에 피해가 발생하면, 재난 상황 알림을 발생하고 이후 관리자가 최적 대응할 수 있도록 단계별 조치를 제안하고 현장 운영자에게는 임무 카드를 부여하여 각 단계별 조치가 적절하게 수행되게 하며 피해를 최소화하여 원활한 업무를 수행할 수 있도록 세부기능별로 모듈화하여 개발되었다. 환경시설 재난대응 전문가시스템은 정수처리장, 하수처리장 및 폐수처리장에 재난대응을 위해 적용될 수 있으며 환경시설의 피해를 최소화하고 복구비용 및 시간을 절감할 수 있으며, 환경시설의 운영 안정성과 안전성을 확보할 수 있다.

Abstract Environmental facilities are material establishments to maintain civic life and urban functions. If these facilities are paralyzed due to a disaster, they may cause major obstacles to the functioning of social and economic systems. Therefore, this study developed an expert system for environment facilities to support systematic and rapid decision-making during a disaster and mete out response tasks. Hence, the proposed system minimizes primary and secondary damages to the facilities caused by various disasters. Modularizing the detailed functions created the expert system that uses step-by-step measures to notify each disaster situation and optimally respond to obligated managers. The environmental facility's disaster response expert system reduces the recovery cost and shortens the recovery duration by minimizing damage to the environmental facilities. As a result, the operational stability and safety of the environmental facility are ensured.

Keywords : Disaster, Expert System, Environmental Facility, Disaster Management, Decision-Making

본 논문은 환경부의 재원으로 한국환경산업기술원(KEITI)의 연구과제(1485017847)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Sangho Lee(Kookmin University)

email: sanghlee@kookmin.ac.kr

Received January 20, 2022

Revised February 18, 2022

Accepted March 4, 2022

Published March 31, 2022

1. 서론

전 세계적으로 자연재난 및 사회재난의 발생빈도와 강도가 증가하고 있으며, 우리나라도 재난 발생에 의한 피해가 지속적으로 발생하고 있다[1-3]. 환경시설은 시민 생활과 도시기능 유지에 필수 불가결한 기본적인 시설로서 다른 사회기반시설과의 상호 의존성이 높을 뿐만 아니라 재난으로 인한 피해가 빨리 복구되지 않을 경우 사회·경제 시스템의 기능이 장기간 마비될 수 있다[4]. 재난으로 인하여 상수도 시설의 기능이 정지하였을 경우 사회적인 재난으로 이어질 수 있으며, 이와 연관된 산업 시설의 경우 가동중단 등으로 인한 막대한 피해가 발생할 수 있다. 또한, 재난으로 인하여 하·폐수 시설이 피해를 입고 다량의 오염물이 유출되는 경우 주변 생태계를 파괴하거나 상수원을 오염시킬 수 있으며, 이를 복원하는데 많은 비용과 시간이 소요된다[5-7].

국내에서는 집중호우, 태풍, 지진 등으로 인하여 상수도 등 환경시설물의 재난피해가 지속적으로 발생하고 있다. 2003년 9월 태풍 ‘매미’에 의해 전국의 상수도 시설이 피해를 입었으며, 대구시에서는 배수펌프장의 용량 한계와 작동정지로 하천 범람과 공장침수 등의 2차적인 피해가 발생하였다. 2006년 7월 17일에서 18일까지 강원지역에 내린 폭우로 인제군 내린천변에 자리잡은 고사취수장이 산사태로 시설물 외벽과 기계설비가 모두 쓸려 내려가는 피해를 입었으며, 2007년 9월 태풍 ‘나리’에

의하여 제주도에서는 정수처리 시설의 침수피해가 발생하였다. 그리고 2011년 중부지방 집중호우로 인해 상수도 시설과 하수도 시설 등이 피해를 입어 하수처리 장애와 상수도 공급의 어려움을 초래하였고, 2016년 10월 태풍 ‘차바’로 인하여 제주도에서는 유수암, 애월, 월산, 조천, 도련 등 5개 정수장이 한전선로 고장으로 정전되 단수가 발생하였다. 2017년 11월 포항 지진 발생으로 인하여 상수관로 누수가 45건이 발생하였고, 양덕 정수장과 유강 정수장, 약성 정수장이 피해를 입었으며, 장량 하수처리장과 흥해 하수처리장, 청하 농공단지 폐수처리장에서도 큰 피해 발생하였다.

위에 제시한 바와 같이 재난으로 인한 환경시설의 복구에 많은 비용과 시간이 투입되고 있으므로, 재난을 사전에 대비하고 재난피해를 최소화할 수 있는 방안 마련이 시급하다. 재해연보에 의하면 2016년부터 2020년까지 환경시설의 복구를 위하여 투입된 비용은 약 1,196억 원에 달한다. 재난에 의하여 기능이 정지된 상수도 시설이나 하·폐수시설로 인한

2차 피해와 이로 인한 경제적인 손실을 고려한다면 재난복구 비용은 훨씬 더 많을 것으로 예상된다. 따라서, 본 연구에서는 환경시설에 재난이 발생하였을 때 효과적이고 빠르게 대응하여 재난으로 인한 피해를 최소화하고 복구비용 및 시간을 절감할 수 있도록 하는 전문가시스템을 개발하고자 하였다.

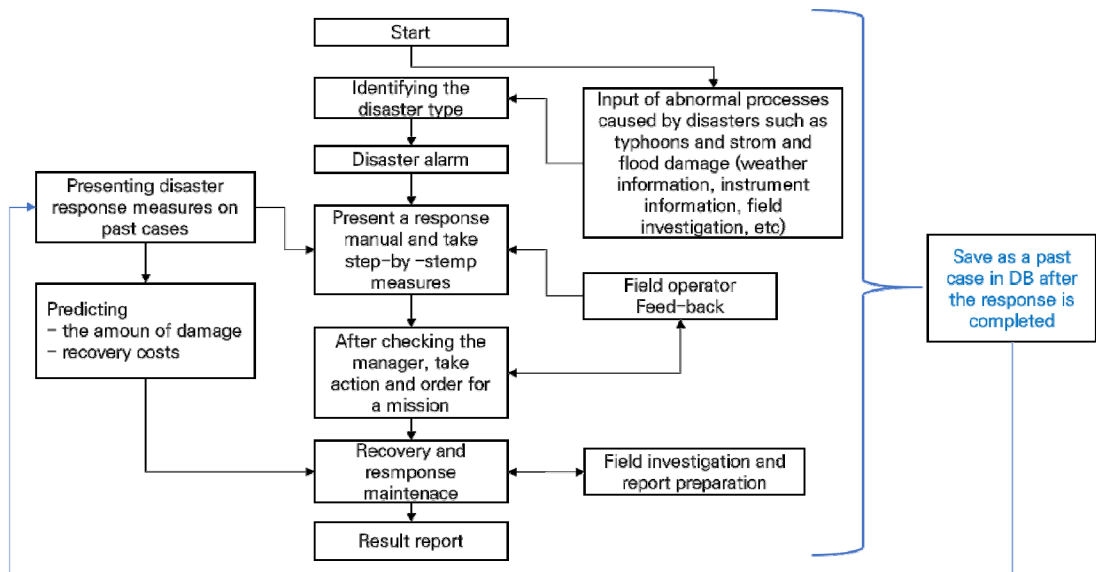


Fig. 1. Basic algorithm to establish the expert system of environmental facility disaster response

2. 환경시설 재난대응 전문가시스템 구축

알고리즘

전문가 시스템은 특정 분야 전문가의 지식 및 능력을 체계적으로 잘 조직하여 컴퓨터 시스템에 입력시켜 비전문가라도 전문가에 상응하는 능력을 발휘할 수 있도록 쉽고 빠르게 도움을 주는 의사결정 지원 시스템이라고 정의할 수 있다[8,9]. 본 연구에서는 환경시설을 환경오염방지시설, 하수도, 공공폐수처리시설, 가축분뇨 처리시설 및 공공처리시설, 재활용시설, 폐기물처리시설, 수도시설, 그 밖에 환경오염물질의 발생을 예방·저감하거나 오염된 환경을 복원하는 시설로 정의하였으며, 재난현장에서 임무를 직접 수행하는 기관의 행동조치 절차를 구체적으로 수록한 문서인 환경시설관련 재난/사고 행동매뉴얼을 정리하여 전문가시스템의 지식 데이터베이스에 적용하였다.

재난관리는 사전예방단계인 예방, 대비 그리고 사후수습단계인 대응 복구 총 4개의 단계로 구분된다. 본 연구를 통해 개발된 환경시설 재난대응 전문가시스템은 상황관리, 응급조치, 응급복구, 긴급구조구난 등을 수행하여, 재난 발생 현장을 중심으로 현장의 인명과 재산의 피해를 최소화시키기 위한 대응단계에 적용된다. Fig. 1에 나타난 것은 환경시설 재난대응 전문가 시스템 구축을 위한 기본 알고리즘이다.

재난으로 인해 환경시설에 이상이 발생하면 운영자료 분석, 현장조사 등을 통해 재난 형태가 파악되고, 재난 상황 알림이 발생한 이후 관리자가 대응할 수 있도록 단계별 조치를 제안하고 현장 운영자에게는 임무 카드를 부여하여 단계별 조치가 적절하게 수행 되었는지 여부를 파악하여 다음 단계로 넘어갈 수 있도록 하였으며, 대응 매뉴얼이 제시될 때 과거 사례도 같이 제공되어 의사결정의 적절성을 높일 수 있도록 하였다. 그리고 각각의 대응 사례들은 과거사례로 데이터베이스에 저장되어 다음 사례에 다시 적용되어 지속적으로 활용될 수 있도록 하였다.

3. 환경시설 재난대응 전문가시스템 개발

3.1 환경시설 재난대응 전문가시스템 설계

환경시설 전문가 시스템의 기본 구조는 Fig. 2에 나타난 바와 같다. 환경시설 재난대응 전문가시스템은 상황실에서 재난 상황 관리자에 의해 운영되는 소프트웨어로서 데스크탑 환경에서 구동되도록 개발하였다. 환경시설의 전체적인 재난 상황을 모니터링하고 재난대응 매뉴얼을 기반으로 한 의사결정 지원 알고리즘을 적용하여 재난상황에 대응할 수 있도록 소프트웨어를 구성하였다. 그리고, 안드로이드 기반의 스마트기기에서 운영될 수

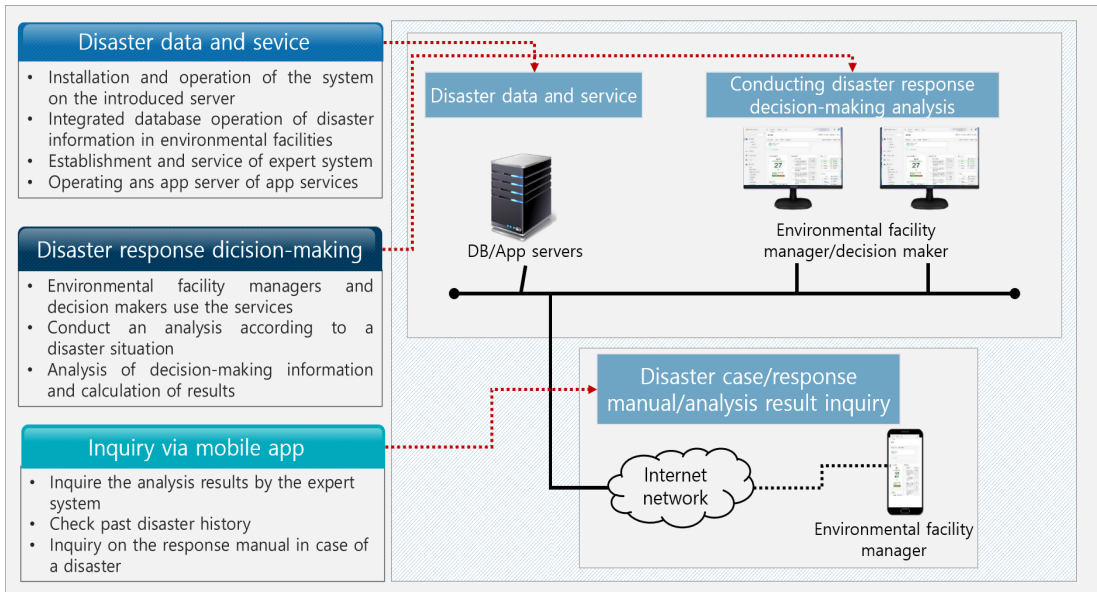


Fig. 2. Components of the environmental facility disaster response expert system

있는 환경시설 재난 대응 앱(APP)을 개발하여 환경시설 현장 담당자가 현장에서 재난 상황이 발생했을 경우 이를 상황실에 전송하고 상황 관리자에 의해 제시되는 대응 매뉴얼에 따라 대응업무를 수행하고 재난대응 업무 수행의 결과를 상황실로 전송하도록 하였다.

환경시설 재난대응 전문가시스템은 Fig. 3에 나타낸 바와 같이 기상정보수집, GIS연계, 화면UI, 앱서버, 의사결정지원, 재난사례, 업무지원, DB연계 모듈로 구성되어 있다. 서버에는 운영체제와 데이터베이스 프로그램, 앱

서버가 설치되어 운영되도록 구성하였으며, 재난상황 대응 의사결정 담당자는 네트워크로 연결된 별도의 컴퓨터에서 전문가시스템을 실행하며 이는 서버의 데이터베이스와 연결되어 클라이언트/서버 형태로 운영되도록 하였고, 재난상황 대응 앱은 현장 담당자가 가지고 있는 안드로이드 기반의 스마트기기에 내부 네트워크가 아닌 인터넷망을 통해서 서버와 통신을 수행하도록 구성하였다.

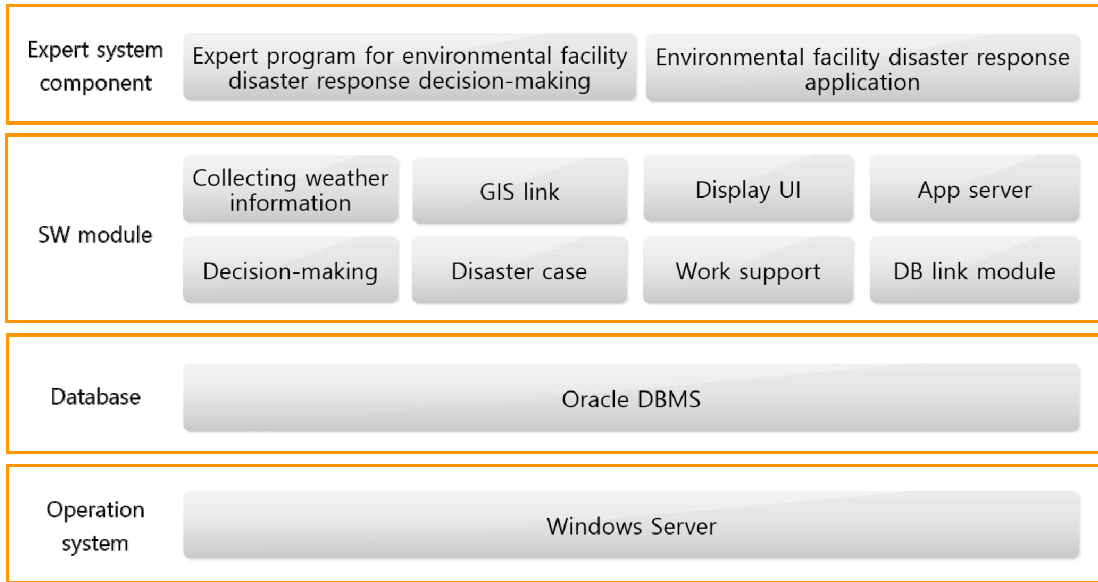


Fig. 3. Internal component of the environmental facility disaster response expert system

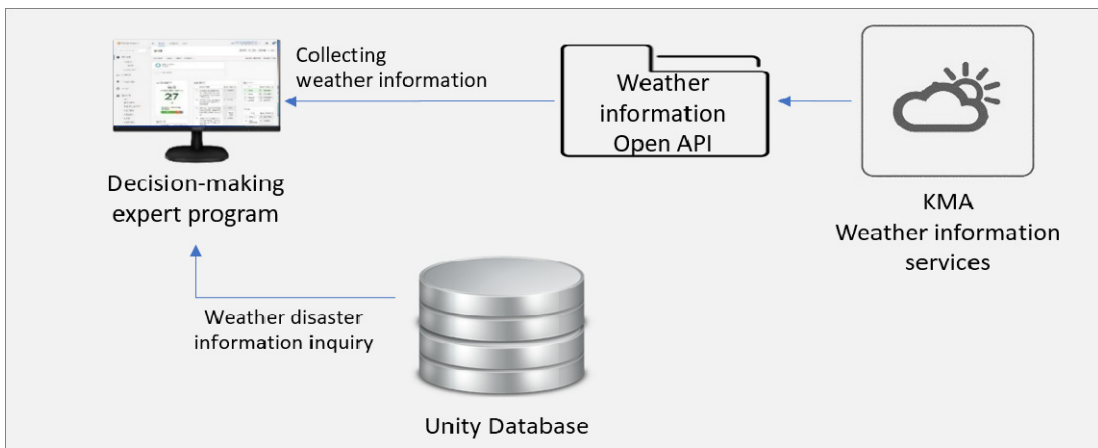


Fig. 4. Data flowchart of an weather information assemblage module

3.2 환경시설 재난대응 전문가시스템 세부 모듈 기능

3.2.1 기상정보 수집모듈

기상정보 수집 모듈은 Fig. 4에 나타난 바와 같이 OPEN API로 제공되는 기상 정보를 수집하여 Fig. 5에 나타난 바와 같이 환경시설 재난대응 전문가 시스템 화면에 기상 현황표출, 기상 특보현황 표출 및 재난상황 인지를 위한 데이터 수집의 기능을 수행한다. 실시간 기상 수치정보를 수집할 수 있는 OPEN API는 동네예보 서비스가 대표적이어서 동네예보 서비스에서는 '초단기 실황 조회', '초단기 예보 조회', '동네 예보 조회', '예보 버전 조회' 총 4가지 기능을 제공한다.

본 연구에서는 네 가지 기능 중 '초단기 실황 조회' 기능을 통해 실시간 기상정보를 수집하였으며, 환경시설 운영 및 재난 인지/대응에 요구되는 기온, 1시간 강수량, 풍향, 풍속에 대한 정보를 선별적으로 수집되도록 하였다. 그리고 초단기 예보 조회 기능을 통해 6시간 기상예보를 이용하여 기상정보의 변화를 반영하고자 하였으며, 실시간 기상정보와 마찬가지로 기온, 1시간 강수량, 풍향, 풍속 정보를 선별적으로 수집하여 적용하였다. 기상 특보 정보는 '기상특보 목록 조회', '기상특보 통보문 조회', '기상정보 목록 조회', '기상정보문 조회' 등 총 10 가지 기능을 제공하나 기능의 응답 메시지의 특성을 고려하여 특보 종류, 강도 등이 모두 코드로 제공되는 '특보 코드 조회' 기능을 사용하여 지점, 발표시간, 특보 구

역 코드, 구역명, 특보 종류, 특보 강도, 특보 발표코드, 발표시 발표시간, 해제시 발표시간, 취소 구분 정보를 선별적으로 수집되도록 하였다.

지진정보의 경우 '지진 통보문 조회', '지진 통보문 목록조회', '지진해일 통보문 조회', '지진해일 통보문 목록조회' 총 4가지 기능을 제공하며, 본 연구에서는 해당 기능 중 지진 통보문 조회 기능을 사용하였으며 통보종류, 발표시간, 진앙시, 위도, 경도, 진앙 위치, 규모, 참고사항을 선별적으로 수집하여 전문가시스템의 기상정보 수집 모듈에 반영하였다.

3.2.2 GIS 연계 모듈

본 연구에서는 환경시설의 위치 파악과 환경시설 내부의 각 시설별 위치파악을 위해 GIS 연계 모듈을 개발하였다. GIS연계 모듈은 Fig. 6에 나타난 바와 같이 OPEN API로 제공되는 지도서비스를 사용하여 화면에 주변 환경을 표출하고, 환경시설 내부 시설물 지도를 중첩하여 표출하는 기능을 수행한다.

또한 본 연구에서는 국토교통부의 주관으로 서비스되고 있는 브이월드 서비스의 2D 영상지도를 OPEN API 서비스로 연계하여 사용하였다. 브이월드 지도 서비스는 GIS정보 기반의 신규 사업모델 또는 신규서비스를 구현하도록 하기 위해 국토교통부에서 제작한 지도서비스이며, OPEN API를 통해 여러 가지 지도 서비스의 사용이 가능한 특성이 있다.



Fig. 5. Weather information output screen of the expert system

Table 1. Collected articles and usages of weather information

| Service | Function | Collecting articles | Usage |
|------------------------|----------------------------------|---|---|
| Local forecast | Ultrashort actual state checking | <ul style="list-style-type: none"> • Temperature • 1 hour precipitation • Wind direction • Wind speed | <ul style="list-style-type: none"> • Purpose of recognizing a disaster in the environmental facility disaster response expert system <ul style="list-style-type: none"> - 1 hour precipitation • Purpose of operating environmental facility <ul style="list-style-type: none"> - Temperature, Wind direction/speed |
| | Ultrashort forecast checking | | |
| Weather special report | Special report code checking | <ul style="list-style-type: none"> • Point number • Announced time (year.month.time.) • Code of special report area • Area designation • Type of special report • Intensity of special report • Code of announced special report • Announced issue time • Lifted issue time • Revocation categorization | <ul style="list-style-type: none"> • Purpose of recognizing disaster and storing history in the environmental facility disaster response expert system |
| Earthquake information | Earthquake notice checking | <ul style="list-style-type: none"> • Type of report • Announced time • Occured time • Latitude • Longitude • Epicenter • Scale • Notes | <ul style="list-style-type: none"> • Purpose of recognizing disaster and storing history in the environmental facility disaster response expert system |

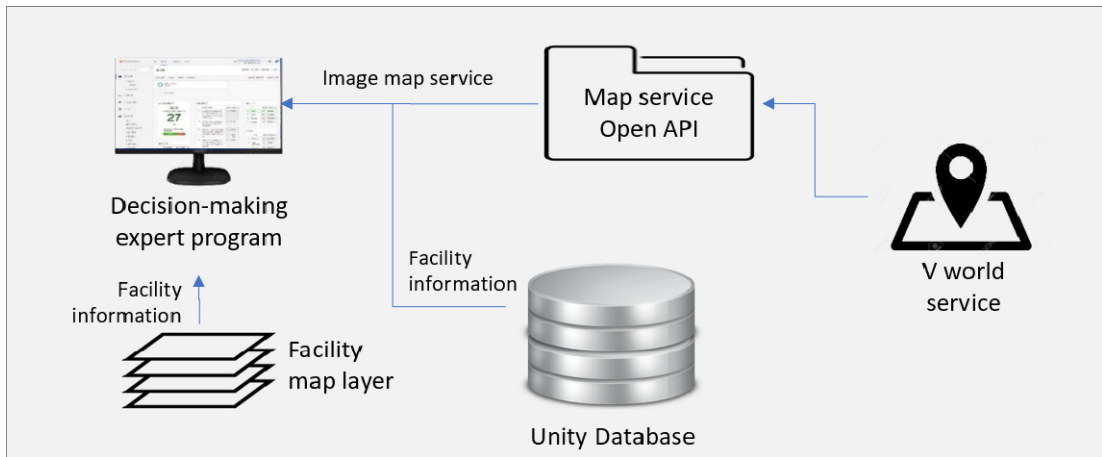


Fig. 6. Data flowchart of GIS link module

브이월드 서비스는 3D/2D 지도 서비스를 제공하고 있으며, 2D 서비스는 배경지도, 영상지도, 하이브리드 지도, Gray지도, Midnight지도의 사용이 가능하다. 본 연구에서는 Fig. 7에 나타낸 바와 같이 4가지 지도의 형태 중 시설물에 대한 인식성이 가장 좋은 영상지도를 전문가시스템과 연계하여 사용하였다.

3.2.3 의사결정 지원 모듈

의사결정 지원 모듈은 재난 상황 관리자가 사전에 구축된 재난 대응 매뉴얼에 따라 일련의 재난 대응 절차를 수행할 수 있도록 하는 기능을 수행한다. Fig. 8에 나타낸 바와 같이 의사결정 지원을 수행하기 위해 필요한 데이터는 통합 데이터베이스에 저장되어 있으며, 재난정보 코드, 재난대응 매뉴얼, 재난 이력과 관련된 데이터를 조회하고 의사결정 과정의 결과를 데이터베이스에 저장할 수 있도록 모듈을 구성하였다.



Fig. 7. GIS data output screen of an environmental facility(sewage treatment)

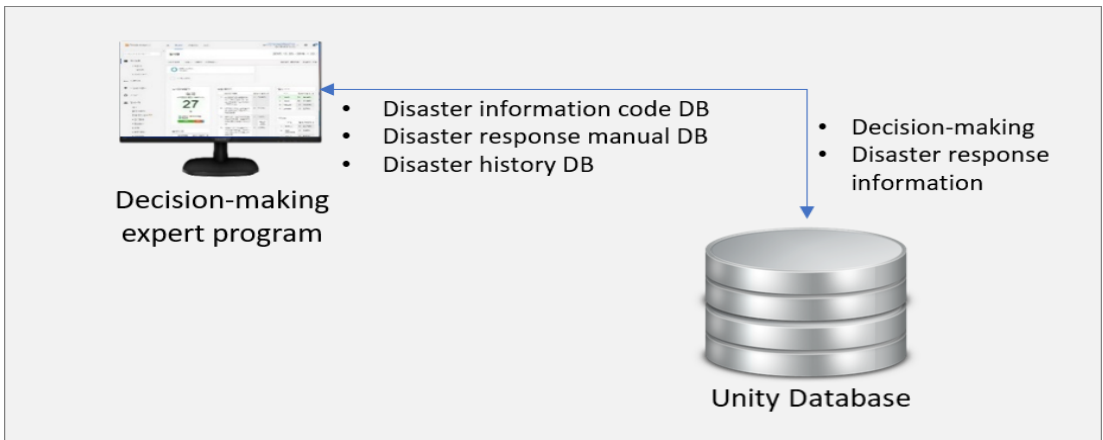


Fig. 8. Data flowchart of the decision-making module

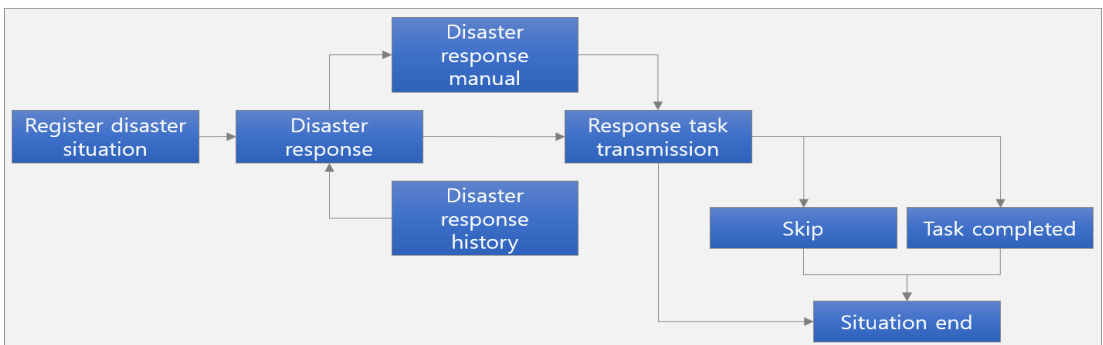


Fig. 9. The decision-making process to take action against a disaster

의사결정 지원 모듈에서는 재난상황이 발생하고 전문가시스템에 등록된 이후에 재난 상황의 종류에 맞추어 재난대응 업무를 수행하는 프로세스를 정의하고 이를 프로그램으로 구현하여 재난상황 관리자 및 담당자가 일련의 재난대응 절차를 수행하도록 하였다. 최초 재난상황이 발생하면 상황을 인지한 인지가가 재난상황을 전파하고 이를 시스템에 등록한다. 재난상황 등록시 전문가시스템 또는 재난대응 앱을 통해 재난 상황을 등록하고, 이후에 재난이 발생한 장소, 재난상황 항목, 재난 상황값을 입력하여 재난 상황을 등록한다. 재난상황이 등록되면 전문가시스템 화면에 알람창이 열리고 재난등록시 입력된 정보를 표시한다. 재난상황 관리자는 알람 내용을 확인하고 재난대응 절차를 수행할 것인지를 결정하고 대응

절차를 수행하지 않을 경우 닫기 기능을 통해 재난상황을 종료시키며, 대응절차를 수행할 경우 재난대응 기능을 통해 재난상황에 대한 대응 절차를 진행한다. 재난대응의 절차는 재난대응 매뉴얼에서 정의된 절차에 따라 수행되도록 의사결정 모듈을 개발하였으며, 등록된 재난 상황에 따라서 각각의 재난대응 매뉴얼로 대응절차가 진행된다. 재난대응 이력은 과거 환경시설에서 동일한 재난상황이 발생하였을 경우 이를 사용자에게 제시하여 재난대응 이력을 참고하여 현재의 재난대응을 수행하도록 정보를 제공한다. 재난대응 절차에 따라 실질적인 대응 업무를 수행하는 담당자는 상황실이 아닌 현장에 위치하게 되며 재난대응 앱을 통해 재난상황과 재난대응 매뉴얼에 대한 정보를 제공받는다. 현장 담당자는 재난대응



Fig. 10. Display of the disaster response process



Fig. 11. Editing step display of the disaster response manual

앱을 통해 전송된 재난대응 임무에 따라 현장에서 실제적인 재난대응 업무를 완료하면 수행완료 기능을 통해 할당된 업무가 완료되었음을 상황실에 위치한 전문가시스템으로 전송한다. 경우에 따라서 해당업무를 수행하지 않고 건너뛰기 해야 할 경우도 있으며, 현재의 상태에서 재난상황이 종료되어 등록된 재난상황 대응을 종료할 경우가 발생할 수 있기 때문에 건너뛰기 기능과 상황종료 기능을 추가하였다. 의사결정 지원 모듈의 핵심 기능은 Fig. 9와 Fig. 10에 나타낸 바와 같이 재난상황에 따른 재난대응 매뉴얼을 조회하고 그에 따라 재난대응업무 수행에 대한 상황관리 기능을 구현하는 것이다.

전문가 시스템에 적용된 환경시설 재난대응 매뉴얼은 Fig. 10과 Fig. 11에 나타낸 바와 같이 재난상황의 처음

부터 끝까지 전체 절차를 정의하고 있기 때문에 사용자에게 따라서 그리고 환경시설의 특성에 따라서 적용되지 않아도 되는 재난대응 절차가 존재할 수 있다. 재난대응 매뉴얼을 편집하여 제외할 수 있는 재난대응 항목은 개별 환경시설에 적합하도록 재난대응 매뉴얼을 새롭게 구성하여 적용할 수 있도록 개발하였다. 또한, 재난대응 마법사 기능을 통해 재난상황에 따라서, 환경시설에서 운영중인 공정에 따라서 대응해야 하는 매뉴얼의 항목이 다를 수 있기 때문에 표준으로 정의된 재난대응 매뉴얼 리스트에서 항목별로 적용할 대응 매뉴얼을 선택하여 사용하도록 구성되어 있다.



Fig. 12. Display of the disaster response wizard function

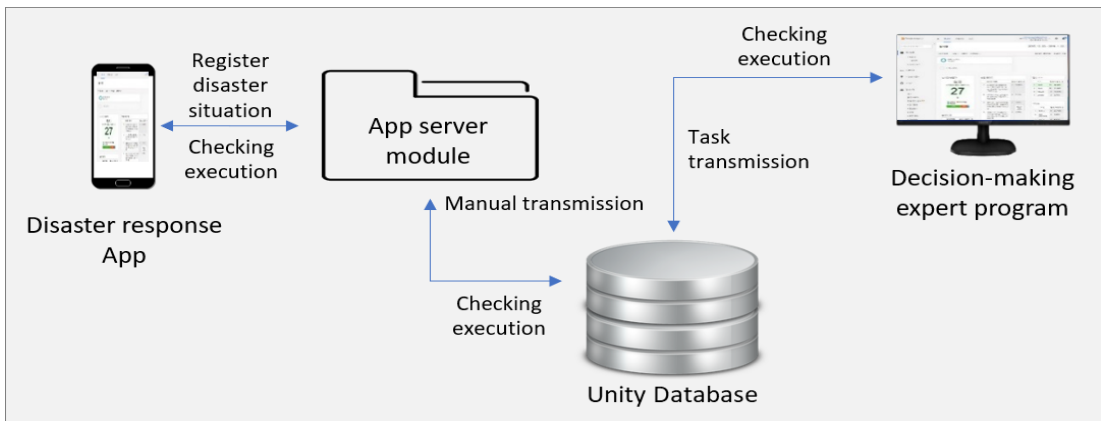


Fig. 13. Data flowchart of the app server module

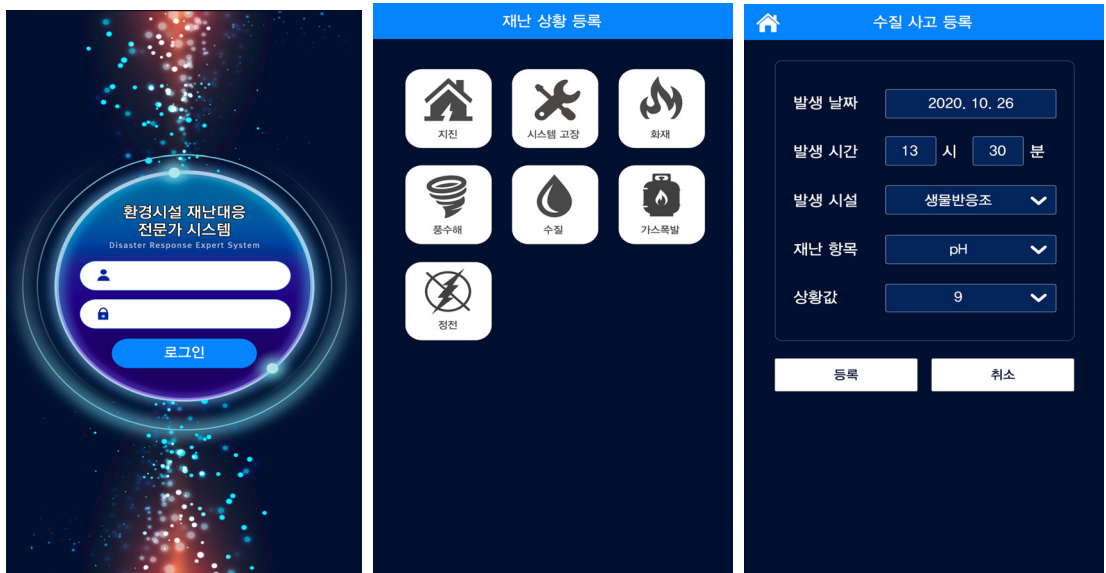


Fig. 14. Display of the disaster response application

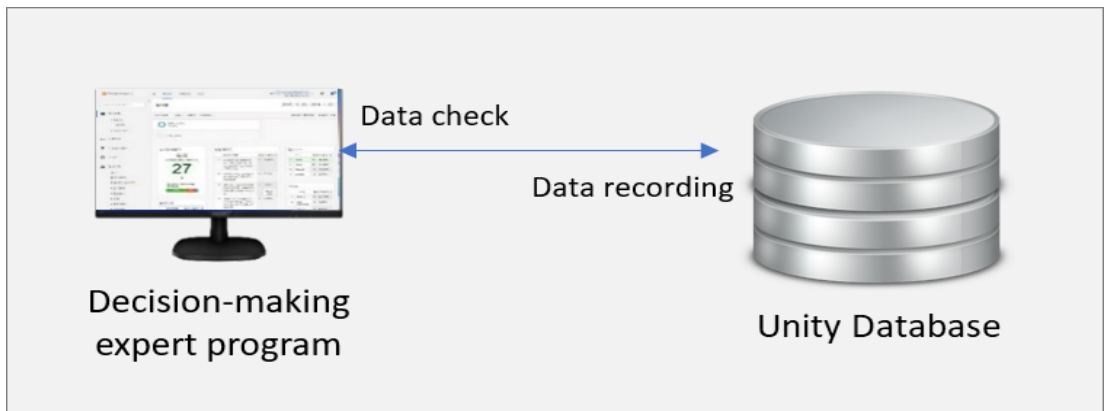


Fig. 15. Data flowchart of database link module

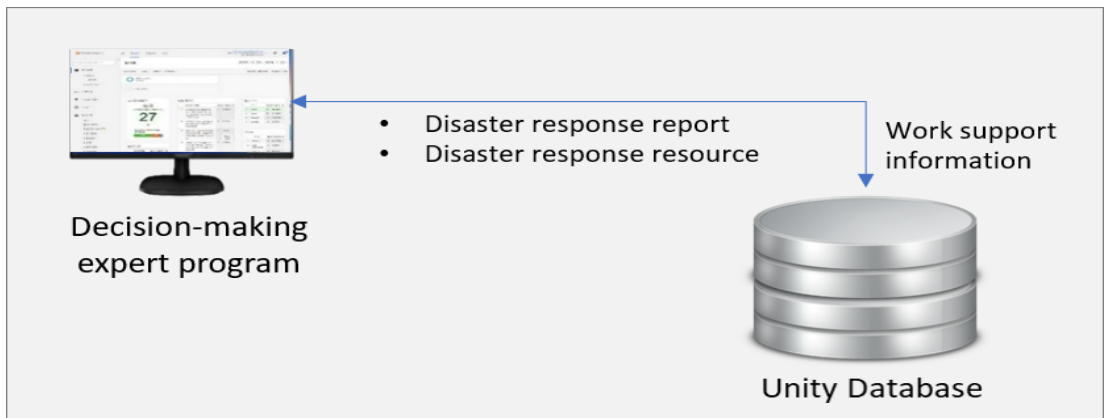


Fig. 16. Data flowchart of task supporting module

3.2.4 앱 서버 모듈

앱서버 모듈은 Fig. 13에 나타난 바와 같이 서버에 설치된 재난정보 데이터베이스와 스마트기기의 재난상황 앱(Fig. 14)과의 연계를 수행한다.

앱에서 입력된 정보를 인터넷을 통해 서버로 전송하면 앱서버가 전송된 정보를 데이터베이스에 저장하는 역할을 수행한다.

의사결정 전문가 프로그램에서 임무 전송 명령을 수행하면 앱서버가 인식하여 해당 대응업무 담당자에게 대응 매뉴얼 정보를 전달하고, 현장 담당자가 재난대응업무 수행 완료시 결과를 서버로 전송하면 결과 정보를 데이터베이스에 저장한다. 앱 서버 모듈은 데이터베이스와 앱상의 정보를 중계하는 역할을 수행하는 것을 목적으로 하여 서버에 설치되어 운영된다. 앱 서버 모듈은 전문가 시스템과 별도로 운영되며 별도의 장비에서 운영도 가능하나 데이터베이스와의 연결이 항상 유지되어야 하기 때문에 네트워크 환경이 필수적으로 구성되어 있어야 한다.

3.2.5 데이터베이스 연계 모듈

데이터베이스 연계 모듈은 Fig. 15에 나타난 바와 같이 환경시설 재난대응 전문가시스템의 데이터 조회 및 기록을 수행하는 역할을 담당한다. 시스템에서 수행되는 기능과 앱서버를 통해 수행되는 기능들이 데이터베이스 연계 모듈을 통해 상호 연결되어 통합 구동된다. 연계 대상인 데이터베이스는 서버에 구축된 통합 데이터베이스로서 항상 네트워크 환경이 구성되어 있어야 한다.

3.2.6 업무지원 모듈

업무지원 모듈은 Fig. 16와 Fig. 17에 나타난 바와 같이 재난대응 업무를 수행하기 위해 필요한 기능을 제공하는 것을 목적으로 하며 재난대응 절차의 최종 단계인 보고서 관리 기능과 재난대응에 필요한 대응자원의 관리 기능을 제공한다.

보고서 관리 기능은 보고서 리스트에서 작성하고자 하는 재난대응 상황을 선택하고 보고서 내용을 입력 저장하며, 추후 수정이 가능하도록 개발하였다. 대응자원 관리 기능은 대응자원 목록에서 대응자원의 위치, 용도, 담당자 등의 속성정보를 입력, 수정하여 재난 대응 과정에서 필요한 대응자원의 위치와 수량을 담당자에게 신속하게 제공해 줄 수 있는 정보를 관리하도록 개발하였다.

3.2.7 재난사례 모듈

기존 재난사례 데이터베이스를 기반으로 등록된 재난 사례에 대한 정보 조회와 조건 검색을 수행하여 조건 검색에 의해 조회되는 재난 사례들에 대한 통계 정보를 산출하여 표, 그래프로 표시하는 역할을 담당한다. Fig. 18에 나타난 바와 같이 재난상황별 조회조건, 발생기간별 조회조건 등을 통해 환경시설에서 발생한 재난 사례들의 상황별 통계, 피해액에 대한 통계 등을 조회할 수 있도록 개발하였다.

3.2.8 재난대응 알고리즘 모듈

재난대응 알고리즘 모듈은 환경시설별로 다른 상황과 공정을 고려하여 재난담당 관리자가 직접 재난대응 알고



Fig. 17. Display of task supporting module



Fig. 18. Display of disaster case module



Fig. 19. Display of disaster response algorithm module

리즘을 생성, 수정하여 사용할 수 있다. 시스템에 기본 탑재된 표준 알고리즘을 사용자가 수정하여 사용할 수 있고, 신규로 생성하여 새로운 재난대응 알고리즘을 개발하여 재난대응 업무에 적용할 수 있도록 개발하였다.

4. 결론

환경시설은 시민생활과 도시기능 유지에 필수 불가결한 기본적인 시설로서, 재난으로 기능이 마비될 경우 사회경제 시스템의 기능에 큰 장애를 일으킬 수 있다. 따라서 환경시설에는 재난 대응을 위한 문서화된 매뉴얼이 마련되어 있다. 그렇지만, 실제 상황에서 주어진 매뉴얼

대로 수행하는 것은 쉬운 일이 아니며, 관리자는 필요한 조치를 취하는 과정에서 당황하기 쉽다. 또한, 관리자의 보직이 주기적으로 변경되기도 하므로 재난 대응의 전문성이 결여되기도 한다. 게다가 주어진 매뉴얼대로 수행한다고 하더라도 매뉴얼 자체가 구체적이지 못하여 실제 상황과 동떨어진 경우가 많다. 결국 재난 발생시 신속한 대응을 하지 못해 골든타임을 놓치고, 그로 인한 피해가 더욱 커지는 상황이 발생하게 된다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하고자 환경시설에 재난이 발생하였을 때 효과적이고 빠르게 대응하여 피해를 최소화하여 복구비용 및 복구시간을 줄일 수 있는 전문가 시스템을 개발하였다. 환경시설 재난대응 전문가 시스템은 기상정보 수집 모듈, GIS 연계 모듈, 화면 UI 모듈, 웹서버 모

들, 의사결정지원 모듈, 재난사례 모듈, 업무지원 모듈, DB 연계 모듈로 구성되어 있으며, 재난으로 인해 환경시설에 피해가 발생하면, 재난 상황 알림을 발생하고 이후 관리자가 최적 대응할 수 있도록 단계별 조치를 제안하고 현장 운영자에게는 임무 카드를 부여하여 각 단계별 조치가 적절하게 수행되게 하여 피해를 최소화하여 원활한 업무를 수행할 수 있도록 개발되었다. 환경시설 재난대응 전문가시스템은 현재 강릉에 위치한 하수처리장과 제주도에 위치한 폐수처리장에 시범적용을 위한 준비를 진행하고 있다. 향후, 현장 적용을 통해 전문가시스템의 기능을 개선하고 성능 검증을 진행할 계획이다.

본 연구를 통해 개발된 환경시설 재난대응 전문가시스템의 적용을 통해 정수장 및 하수처리장의 건물 자체 및 관련 기기장치의 오작동 및 파손 등 손상 관련 피해인 1차 피해와 기능의 상실 및 오염물질의 유출 등에 따른 상하수도 사용자 및 관련 산업에의 피해, 생태계 피해인 2차 피해를 줄일 수 있을 것이다. 또한, 과거사례가 충분히 수집된 후에는 이를 활용하여 대응단계뿐 아니라 예방단계에도 전문가시스템이 적용되어 환경시설의 재난 피해를 크게 줄일 수 있을 것이다.

References

- [1] Centre for Research on the Epidemiology of Disaster - CRED. The international disasters database [Internet]. Centre for Research on the Epidemiology of Disaster - CRED, c2019 [cited 2021 November 11]. Available From: <https://www.emdat.be/> (accessed Nov. 11, 2021)
- [2] M.N.I. Sarker, M. Wu, G.M. Alam, R.C. Shouse, "Livelihood Vulnerability of Riverine-island Dwellers in the Face of Natural Disaster in Bangladesh", *Sustainability*, 11, 1623, Mar. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11061623>
- [3] Ministry of the Interior and Safety, Disaster Chronological List, Technical Report, Ministry of the Interior and Safety, Korea, pp.773-785
- [4] Korea Environmental Industry & Technology Institute, Planning & Research report on the project to prevent disasters on the environmental facilities and develop optimal operating technology, Technical report, Ministry of Environment, Korea, pp.2-5
- [5] Korea Environmental Industry & Technology Institute, Korea Environment Corporation, Technical report, Final report on the development and utilization of an integrated system for asset management of water supply facilities, Ministry of Environment, Korea, pp.74-75

DOI: <https://doi.org/10.23000/TRKO201700018003>

- [6] Do-Geun Yu, Dong-Hwi Jeong, Du-Seon Gang, Jung-Hun Kim, "Optimal pipeline design program to enhance the reliability of earthquake disasters in water supply facilities-REVAS.NET_Design", *Water and future*, Vol.49 No.4, Apr. 2016.
- [7] Gyeonggi Research Institute, Research report on the introduction of an ICT technology-based water disaster management system, Technical report, Gyeonggi Research Institute, Korea, pp.39-44.
- [8] P. Hendriks, "Why share knowledge? The influence of ict on the motivation for knowledge sharing", *Knowledge and Process Management*, 6:91-100, Jun. 1999. DOI:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1441\(199906\)6:2<91::AID-KPM54>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1441(199906)6:2<91::AID-KPM54>3.0.CO;2-M)
- [9] V. Oleshchuk, R. Fensli, "Remote patient monitoring within a future 5G infrastructure", *Wireless Personal Communications*, 57:431-439, Apr. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11277-010-0078-5>

최 용 준(Yongjun Choi)

[정회원]



- 2013년 2월 : UST 건설환경공학과 (건설환경공학석사)
- 2013년 2월 : UST 건설환경공학과 (건설환경공학석사)
- 2013년 2월 ~ 2016년 7월 : 경남대학교 연구팀장
- 2016년 9월 ~ 현재 : 국민대학교 연구교수

<관심분야>

막여과 공정, 모델링, 재난대응시스템

이 주 영(Juyoung Lee)

[정회원]



- 2018년 2월 : 국민대학교 건설시스템공학과 (건설시스템공학석사)
- 2020년 2월 : 국민대학교 건설시스템공학과 (환경공학석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 환경공학 박사과정

<관심분야>

막여과 공정, 모델링, 하폐수재이용, 방재

이 동 섭(Dongseop Lee)

[정회원]



- 2004년 4월 : Wakato Univ.
컴퓨터공학과 (컴퓨터공학학사)
- 2007년 4월 ~ 2009년 10월 :
(주)엔위즈 부장
- 2009년 10월 ~ 2015년 2월 :
(주)수로텍 연구소장
- 2015년 9월 ~ 현재 : (주)피에스글
로벌 대표이사

<관심분야>

방재, 상하수도, 수자원, 계측수집/모니터링/제어

이 상 호(Sangho Lee)

[정회원]



- 1999년 2월 : 서울대학교 공업화
학과 (공업화학박사)
- 1999년 3월 ~ 2003년 3월 :
Northwester Univ. Senior
Researcher
- 2003년 4월 ~ 2011년 2월 : 한국
건설기술연구원 책임연구위원
- 2011년 3월 ~ 현재 : 국민대학교 교수

<관심분야>

막여과 공정, 모델링, 재난대응시스템