

GIS환경의 실시간 자연재해정보를 연계한 재해고장분석시스템 개발

안연식*

요약

지구 환경의 문제에 따른 기상의 변화가 주요 이슈가 제기되고 매년 각종 재해로 인한 사회적 손실이 발생되고 있다. 이와 함께 각종 재해로 인해서 전력수송망 또한 자연 환경에 그대로 노출되어 기상, 재해의 영향으로 고장요인이 증가하고 있다. 전력설비의 이상 발생시 정전 사태로 이어져, 생산 설비, 국민생활에 심각한 타격을 줄 수 있다. 따라서 이러한 자연의 영향과 재해로부터 전력설비를 보호하고 안정적으로 전력을 공급하기 위한 시스템의 필요성이 대두하게 되었다. 본 연구에서는 기상의 변화와 재해의 영향을 파악하고, 자연기상정보의 데이터화와 실시간 관측시스템을 연결하는 재해고장 분석시스템의 개발 과정과 결과를 기술한다. 개발과정에서는 개발방법론을 따라서 대내외적으로 운영되는 시스템과 실시간적으로 전송하고, 지리정보(Feature)화 하여 수치지도상에서 GIS 응용분석 기술을 적용하도록 분석함으로써, 취약설비 추출과 효율적인 설비 관리를 위한 기법을 제시하고 있다. 또한 재해고장분석시스템 구축 결과, 설비 고장의 최소화, 설비 운영업무 효율성 제고, 과학적인 중기보강 계획 자료 제공, 투자비용 절감과 전력 공급서비스 품질향상은 물론 다양한 현장 업무 지원이 가능함을 보여주고 있다.

Real-time Natural Disaster Failure Analysis Information System Development using GIS Environment

Yeon S. Ahn*

Abstract

Earth's environment issues are introduced recently and every year the social loss have been occurred by the impact of various disaster. This kind of disaster and weather problems are the increasing reason of electricity transmission network equipment's failures because of exposing by the natural environment. The emergency and abnormal status of electricity equipment make the power outage of manufacturing plant and discomfort of people's lives. So, to protect the electricity equipment from the natural disasters and to supply the power to customer as stable, the supporting systems are required. In this paper, the research results are described the development process and the outcomes of the real-time natural disaster failure analysis information system including the describing about the impact of disaster and weather change, making the natural weather information, and linking the realtime monitoring system. As of development process, according to application development methodology, techniques are enumerated including the real time interface with related systems, the analysing the geographic information on the digital map using GIS application technology to extract the malfunction equipment potentially and to manage the equipments efficiently. Through this system makes remarkable performance it minimize the failures of the equipments, the increasing the efficiency of the equipment operation, the support of scientific information related on the mid-term enhancement plan, the savings on equipment investment, the quality upgrading of electricity supply, and the various supports in the field.

Keywords : 전력설비, 송변전, GIS, 낙뢰시스템, 자연재해방지

※ 제일저자(First Author) : 안연식

접수일:2009년 12월 06일, 완료일:2009년 12월 30일

* 경원대학교 경영학과 부교수

ahndreo@kyungwon.ac.kr

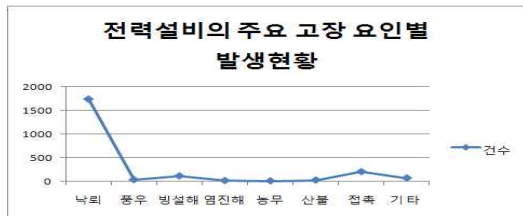
■ 본 연구는 2009년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

1. 서론

지구 환경의 문제에 따른 기상의 변화가 주요 이슈화 되고 한반도를 온도 상승과 매년 발생 하는 자연재해의 영향으로 사회적 손실은 점차

증가하고 있다. 국가 산업의 동맥이라고 할 수 있는 전력수송망 또한 자연 환경에 그대로 노출되어 점차 심각해지는 기상, 재해의 영향으로 고장요인이 증가하고 있는데, 전력설비의 이상으로 야기되는 정전 사태는 생산설비, 국민생활에 심각한 지장을 줄 수 있다.

본 논문에서는 이러한 자연의 영향과 재해로부터 전력설비를 보호하고 안정적으로 전력을 공급하기 위한 대응 시스템의 필요성을 논한다. 또한 기상 변화와 재해로부터 전력 설비에 어떠한 영향을 받게 되는지 살펴보고, 자연기상정보의 데이터화와 실시간 관측시스템을 연결하는 재해 고장분석시스템의 개발과정을 설명한다. 즉, 공공기관에 제공되는 방법론에 따라 요구분석 및 설계단계에서는 UML도구를 사용하여 사용자의 요구사항을 가시화한다. 시스템 설계에서는 기존에 구축 운영되는 시스템과 실시간으로 정보의 연계, 정보를 지리정보(Geographic Information System)화하여 수치지도상에서 GIS 응용분석 기술의 적용을 검토하며 취약설비 추출과 효율적인 설비 관리를 기법을 반영한다. 마지막으로 재해고장시스템 구축 결과를 평가하며, 기대 효과 및 향후 본 시스템의 발전 방향을 제시하여 장기적인 전력설비의 보호와 안정적인 전력 공급 역할을 담당하도록 한다.



(그림 1) 전력 설비별 주요 고장 요인

2. 기상변화 및 재해와 전력설비 관리

(그림 1)은 2000년부터 2008년까지의 전력설비 고장의 주요 원인을 분석한 그래프로써 인적 요인에 의한 사고보다는 낙뢰, 풍우, 빙설해, 염진해, 농무, 산불 등에 의한 고장이 전체의 95% 이상을 차지하고 있어 전력 고장의 주요 원인이 자연적인 현상에 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있다[1, 11].

낙뢰는 눈에 보이지는 않지만 기상조건이 좋은 상태에서도 빈번히 발생할 수 있으며, 낙뢰가

직격으로 첩탑을 치는 경우에는 화재, 선로 단락, 전력공급의 중단 등을 초래 할 수 있어 송전 첩탑에 보호 설비가 설치되어 있어야 한다. 또한 첩탑을 구성하는 애자, 금구류에도 손상을 초래하여 잠재적인 고장사고의 위험을 안고 있다[13]. 첩탑에 뇌격을 받은 경우에는 상시 점검을 통해 뇌격에 의한 설비에 영향을 받았는지 파악을 하게 되며, 낙뢰시스템으로부터 수집된 낙뢰 정보에 기반하여 발생일시와 위치, 뇌격크기 등을 고려하여 근접 첩탑을 식별하고 첩탑의 주요 부위를 점검한다.

빙설해에 의한 위험 요인 또한 동계 기간 동안 폭설이나 강우에 의해 저온 상태에서 녹고 어는 상태를 반복하여 하단 선로와의 횡진에 의한 접촉이 발생하여 선로 고장 사고의 원인이 될 수 있으며, 염진해는 바닷가 주변의 설치된 송전설비의 경우 재질이 철로(첩탑) 이루어져 있어 소금에 의한 부식으로 고장의 원인이 되기도 한다. 이러한 자연 기상요인에 의한 설비의 잠재적인 위험요인은 사고가 발생하기 전에 사전에 발견하기는 어렵다. 산불은 매년 3월에서 5월, 10월에서 12월 사이에 집중적으로 발생하고 있으며[2], 2003년 강원도에서 발생한 산불에 의하여 낙산사 소실과 주변 송전 선로에 영향을 미쳤다. 산불발생에 의해 송전선로의 단전이 발생하는 경우 도시 단위의 정전이 불가피 할 수도 있다.

풍속에 의한 첩탑의 영향을 나타내는 주요 지표는 <표 1>과 같으며 이러한 강풍에 의한 위험 요인을 사전에 대비하기 위하여 지속적으로 풍속의 강약을 데이터[3]로 누적하여 관리함으로써 풍속의 세기 변화에 따른 기존 취약 첩탑의 보강과 신규 첩탑의 건설시 최대 강풍에 견딜 수 있는 첩탑을 설계하게 된다.

<표 1> 풍속의 정도에 따른 자연 현상

풍속(㎞/h)	현상
10	우산을 받고 있으면 우산이 고장난다.
15	허술한 간판이 날아간다.
20	바람을 향해 몸을 30도 정도 굽지 않으면서 있을 수 없고, 보행도 어렵다.
25	지붕의 기와가 날아간다.
30	목조 가옥이 무너진다.
35	열차가 넘어진다.
40	작은 물들이 날다.
50	가옥이 많이 무너진다.
60	첩탑이 휘다. 피해가 막심하다.

위와 같은 요인에 의하여 지진, 풍속, 고온, 열해, 태풍 등의 실시간적 데이터 취득과 분석관리가 필요하며 신규 시스템을 구축하기 보다 전문적으로 데이터를 수집하고 관리하는 기관간 데이터 공유 및 인터넷에서 판매되고 있는 정보를 활용함으로써 보다 신뢰성 있는 데이터를 하여 시스템을 구축 할 수 있다[10]. 또한 기존 운영 중인 전력설비관리 관련 시스템을 상호 연결하여 자연재해로 발생하는 위험 요인에 효율적으로 대처 할 수 있는 시스템을 개발 할 수 있으며, <표 2>에서는 참조사례를 소개하고 있다.

3. GIS기반 자연재해분석 시스템 구축

3.1 관련 시스템 및 사용자 요구정의

3.1.1. 관련 GIS 구축 현황

중앙정부, 지자체, 공공기관 등에서 수치지도, 주제도 등 지도 제작이 이루어지고 있고, 국가 GIS 도입은 국토해양부 등을 중심으로 관련 사업이 <표 2>와 같이 추진완료 또는 추진중에 있다.

<표 2> 국가 GIS 응용사업 부문 구축 현황[15]

사 업 명		주관기관
지하	도로와 상하수도 전산화사업	국토해양부
	국토건설지반정보 DB 구축사업	국토해양부
	광산지리정보시스템 구축사업	지식경제부
	국가광물자원지리정보망 구축사업	지식경제부
	항만지하시설물 GIS DB 구축사업	국토해양부
수자원	지하수정보관리체계 구축사업	국토해양부
	농촌용수물관리 정보화사업	농림수산식품부
문화재	하천지도 전산화사업	국토해양부
	문화재지리정보활용체계 구축사업	문화재청
환경	자연환경종합 GIS-DB 구축사업	환경부
	국토환경성평가지도 유지·관리사업	환경부
	인공위성 영상자료를 이용한 중분류 토지피복도 갱신	환경부
	국가환경평가지원시스템 구축사업	환경부
농업	개발제한구역 정보화사업	국토해양부
	농지정보화사업	농림수산식품부
	농촌어메니타자원도 구축사업	농촌진흥청
산림	GIS기반 농업환경정보시스템 구축사업	농촌진흥청
	산림지리정보시스템 구축 국가공간정보체계 구축을 위한 산림입지도 제작사업	산림청
해양	연안관리정보시스템 구축사업	국토해양부
	전자해도 제작사업	국토해양부
	종합해양정보시스템(TOIS) 구축사업	국토해양부
	연안해역해저정보 조사사업	국토해양부
	연안해양정보실시간제공시스템 구축사업	국토해양부
해양안전심판 관리시스템사업	국토해양부	
관광	다국어관광전자지도서비스	문화체육관광부

사 업 명		주관기관
교통	관광지식정보시스템 운영사업	문화체육관광부
	국가교통수요조사 및 DB 구축사업	국토해양부
기타	국토정보센터 통합 및 운영사업	국토해양부
	국토해양재단정보체계사업	국토해양부
	영상정보시스템 유지관리사업	국토해양부

그 외 에도 소방방재청, 산림청, 한국전력공사, 수자원공사 등에서 GIS시스템을 개발하여 활용하고 있으나 시스템 특성을 파악하기에는 어려움이 있으며, 인터넷에 제공되는 국가수자원관리 종합정보시스템(<http://www.wamis.go.kr>)의 ‘자연재해’ 메뉴를 살펴보면 홍수, 지진, 가뭄에 대한 현황 보고서 정보를 입력하여 관리하고 있고 국립산림과학원의 산불위험예보시스템(<http://for-estfire.go.kr>)에서는 봄철, 가을철 산불 다량 발생 시기에 온도, 날씨, 건조도등을 고려하여 산불 발생위험을 지역별로 예보하고 있다. 자연재해와 관련한 GIS 현황은 <표 3>과 같다. 그러나 GIS 기술과 자연재해 정보를 결합하여 활용하는 경우는 사례는 발견하기 어려웠으며, 본 논문에서는 대내외 시스템간 연계와 실시간적 수집 데이터의 위치 데이터 변환/결합하여 고급 GIS 분석기법을 통해 현업 부서의 요구사항을 구현을 목표로 하였다.

<표 3> 주요 기상, 재해 정보 시스템 현황

종 류	관리기관	참조 시스템	비 고
지진	기상청	http://www.kma.go.kr	78년~현재
	지진연구센터	http://quake.kigamre.kr	95년~현재
풍속	케이웨더	http://www.kweather.co.kr	풍속, 풍향 센서
	한국전력	풍속관리 시스템	
강우	케이웨더	http://www.kweather.co.kr	
직설	케이웨더	http://www.kweather.co.kr	
산불	산림항공관리본부	http://www.fao.go.kr	
	산림청	http://sanfire.forest.go.kr/	
태풍	기상청	http://www.kma.go.kr	
열해	한국전력	송변전지리정보시스템	오순도
낙뢰	한국전력	http://kldnet.kepri.re.kr	낙뢰 센서
고장	한국전력	정전고장정보시스템	고장이력
전력설비	한국전력	송변전지리정보시스템	설비정보

3.1.2. 사용자 요구 정의

기상변화와 주요 자연 재해요인에 의하여 발생하는 전력 설비의 고장 정보를 관리하고 설비 보장을 통해 미연에 사고를 예방을 목적으로 한 시스템개발을 위하여, 사용자 요구 사항을 도출하였는데, 이를 <표 4>에서는 기능 요구와 비기능 요구사항으로 정리하였다.

<표 4> GIS기반의 자연재해 고장시스템 사용자 요구사항

구분	주요 요구 사항
기능	<ul style="list-style-type: none"> ○최소 10년간의 고장정보의 DB화와 검색 ○통계정보생성:고장원인(낙뢰, 폭우)별 분석 ○산불정보의 실시간 SMS 전송 ○산불발생지역 중심의 중요 전력 설비 추출 / 문자 ○분산된 시스템간 연계 통합 UI제공 ○문자 중심의 텍스트 정보에서 그래픽정보로의 변화 ○설비영향을 다중 요인에 의해 영향 분석 ○고장정보 연계, 기상, 태풍, 실시간 재해(산불), 지진, 풍속 정보 취득
비기능	<ul style="list-style-type: none"> ○어려운 GIS시스템의 일반사용자 사용 설계 ○정형화되고 일관된 색상, 아이콘 배치 ○연계정보의 통합화면에서 처리 ○1/25,000, 1/10,000그리드로 표현 ○초기 접속 속도의 향상 ○GIS 분석시 1분 이내 결과 생성 ○원시 데이터의 입력 정확도 유지 ○분석데이터의 정확성 검증 확인 필요

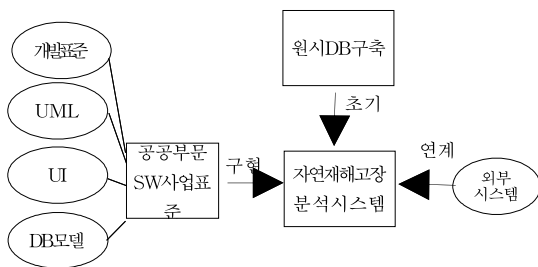
3.2 재해고장분석시스템 개발 프레임워크

사용자 요구사항의 도출과 명세화를 위한 객체지향도구인 UML을 사용하며, 표준지침[4]에 따라 사용자 인터페이스(UI)의 설계와 각종 기상, 재해정보, 시스템 연계에 따른 데이터 모델을 설계하였으며, 초기 설비 관리 운영에 필요한 초기 DB를 별도로 구축하여 프로젝트 종료 후 시스템운용이 가능토록 DB구축을 병행하여 수행하였다. 주요 과정을 (그림 2)에 표시하였다.

3.3 공공부문 SW 사업 표준 프로세스의 적용

3.3.1. 공공부문개발방법론의 적용

본 시스템 개발은 <표 5>에서와 같이 표준 개발 프로세스를 근간으로 하여 설계→코딩 및 단위시험→통합 시험 및 설치 프로세스를 따라 시스템 초기 개발 방향에 따른 표준화 작업을 선행하였으며, 세부 태스크에서는 프로젝트 특성에 따라 약간의 조정이 이루어졌다.



(그림 2) 재해고장분석 시스템 개발 개념도

<표 5> 재해고장분석시스템 개발 프로세스

태스크	부 태스크	주요 산출물
1.사업 계획	1.2.1 사업관리시스템 구축	공정표
	1.2.2 사업 관리 계획 수립	사업수행계획서
2.설계	2.1 시스템 구조설계	시스템구조설계기술서
	2.2 소프트웨어 구조설계	소프트웨어 구조 설계 기술서
	2.2.1 소프트웨어 구조 정의	
	2.2.2 인터페이스 설계	인터페이스설계기술서
	2.2.3 데이터베이스 설계	(데이터베이스기술서
	2.2.4 사용자 문서 개발	사용자문서(초기)
	2.2.5 소프트웨어 통합시험 요구사항정의 및 계획 작성	
	2.2.6 소프트웨어 구조설계 검토 및 평가	
	2.3 소프트웨어 상세설계	
	2.3.1 소프트웨어 구성요소 상세설계	소프트웨어설계기술서
	2.3.2 인터페이스 상세설계	인터페이스설계기술서
	2.3.3 데이터베이스 상세설계	데이터베이스설계기술서
3.프로 그램 작성	2.3.4 사용자 문서 갱신	사용자 문서(갱신)
	2.3.5 소프트웨어 단위시험 요구사항정의 및 계획갱신	
	2.3.6 소프트웨어 통합시험 요구사항정의 및 계획갱신	
	3.1 소프트웨어 코딩 및 단위 시험	
	3.1.1 단위 소프트웨어 코딩 및 데이터베이스 개발	
	3.1.2 단위 소프트웨어 및 데이터베이스 시험절차/자료준비	
	3.1.3 사용자 문서 갱신	
	3.1.4 소프트웨어 통합시험 요구사항정의 및 계획갱신	
	3.1.5 소프트웨어 코드 및 단위 시험 결과 검토	
	4.1 소프트웨어 통합	
	4.1.1 소프트웨어 통합계획 작성	소프트웨어 통합시험계획서
	4.1.2 소프트웨어 통합 및 시험	통합시험결과보고서
	4.1.4 소프트웨어 자격시험	시험절차서 (소프트웨어자격시험)
	4.2 소프트웨어 자격시험	시험결과보고서 (소프트웨어자격시험)
	4.3 시스템 통합	시스템시험결과보고서, 시스템자격시험절차서
4.4 시스템 자격시험	시험결과보고서 (시스템자격시험)	
4.5 소프트웨어 설치	소프트웨어설치계획서	
4.6 소프트웨어 인수지원	시험결과보고서 (인수시험)	

시스템 표준 내용으로는 프로그램, DB, 지리 정보 DB 등의 명명규칙을 정의하여 개발과정에서의 일관성 확보 및 효과적인 유지보수 작업을 지원한다.

또한 시스템 아키텍처를 정의하기 위해 각 단위시스템별 주요 기능을 구체화하며, 시스템 개념도, 하드웨어 및 소프트웨어 구성을 명시하여 전체 개발 공정에 대한 계획을 수립하였으며, 변경

사항을 최소화하고 요구사항관리, 일정관리, 자원투입을 계획에 따라 체계적으로 수행하였다.

3.3.2. 요구 기능 분석 및 UML도구의 활용

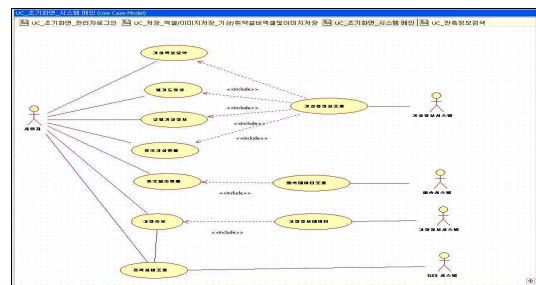
사용자 요구사항을 (그림 3)에서와 같은 현행 프로세스로 구체화 하고, 이를 시스템화하기 위하여 기상정보의 연동, 자체 시스템에서 취득되는 데이터의 저장과 검색, 과거 고장정보의 전력설비와의 연계를 통한 고장분석 및 기상/재해/고장 등의 현황 정보의 그래프 표출을 위한 통계현황 및 그래프 생성 기능과 텍스트 중심의 좌표를 수치지도상의 피쳐(feature)로 표시하기 위한 피쳐생성 기능 등이 요구되었으며, 개략적인 요구 기능을 정리하면 <표 6>과 같다.

해당 요구 사항의 시스템화 하기 위하여 UML 도구를 사용하여 개발 초기에 요구사항 정의서에 의해 유스케이스(UseCase)다이아그램 및 명세서를 작성하고, 사용자의 면담 및 반복적인 정제 작업을 통하여 후속 시퀀스(Sequence) 및 클래스 다이어그램(Class Diagram)을 작성하였다.

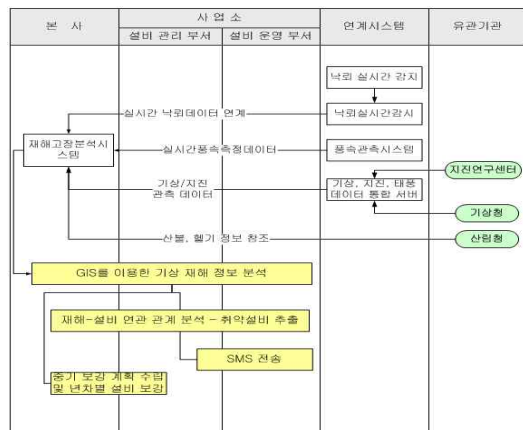
유스케이스 다이어그램 및 명세서를 이용하여 UML 행위 다이어그램인 시퀀스 다이어그램을 유스케이스별로 작성하고, 세부적인 객체와 액터 간의 상호 작용을 (그림 4)와 같이 도식화하여 비즈니스 기능의 처리 프로세스를 가시화하며 사용자와 개발자 간의 이해 차이를 최소화 하여 사용자가 요구하는 프로세스를 반영하여 시스템을 구현하였다.

<표 6> 재해고장분석 시스템 구현 기능

구 분	내 용
기상정보검색	○ 기상정보검색 ○ 재해정보검색 ○ 분포도생성및출력
관측정보검색	○ 풍속관측정보 ○ 낙뢰정보
GIS이용설비분석	○ 관리대상설비검색 ○ 행정구역/설비 검색
고장정보	○ 고장정보검색 ○ 상세고장정보검색
통계현황 및 그래프	○ 재해현황 ○ 기상현황 ○ 그래프출력
GIS피쳐(Feature)및 연계	○ GIS 피쳐(Feature)생성 및 외부시스템연계



(그림 4) 내부 기능과 외부 시스템 연계 사용사례 다이어그램(use case diagram)

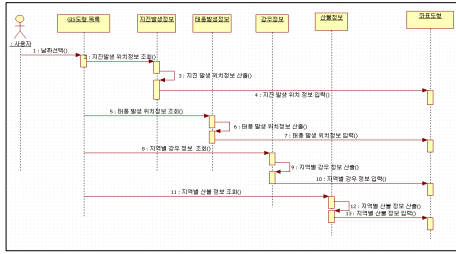


(그림 3) 재해고장분석 시스템 주체별 활용 프로세스

3.3.3. 하드웨어 및 소프트웨어 구성

<표 7>과 같이 통합서버에 데이터베이스서버를 설치하여 클라이언트 서버 환경에서 원활히 동작하도록 구성하였으며, 기존 지리정보기반의 설비관리 시스템과 연동되도록 하드웨어 아키텍처와 소프트웨어 아키텍처의 호환성을 유지하였다.

GIS가 원활하게 동작하고 설비검색과 분석을 처리하기 위해서 네트워크 대역폭의 확장과 클라이언트단의 고속의 중앙처리장치(쿼드코어)와 3GB 이상의 메모리 등 고사양의 하드웨어를 채용하였다. 서버측에는 데이터의 공유와 병행접근에 의한 데이터의 일관성과 무결성을 보장하며, 클라이언트단에서 비즈니스 분석 모듈과 지리정보 위치 피쳐생성의 기능을 수행하는 구조이다. 데이터 가공과 비즈니스 분석을 위해 클라이언트에서 고성능을 요구하며, 서버단에서는 데이터의 검색 파싱처리, 공간분석 결과 제공, 그리고 데이터의 접근통제의 기능을 수행한다.



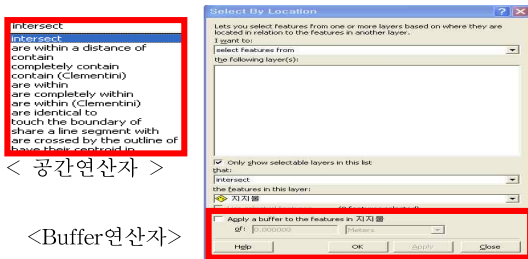
(그림 5) 텍스트 정보에 의한 피쳐(Feature) 생성 시퀀스 다이어그램

<표 7> 서버 및 클라이언트 구동 환경

구분	규격	수량
Server 및 DB서버	CPU : 1.2GHz * 4 RAM : 8GB DBMS : Oracle 9i GIS Tool : ArcSDE 9.1	1
Client 구동환경	CPU : 2.4GHz 이상 RAM : 2GB 이상 HDD : 30GB 이상 DBMS : Oracle 9i Client GIS Tool : ArcGIS 9.1(ArcEditor), ArcGIS SpatialAnalyst Java version 1.4.2 이상	*
통신 방식	클라이언트 서버 방식	
개발 언어	VisualBasic , Java	

3.3.4. GIS 적용 분석 기법의 원리

전국에 산재한 전력설비의 관리와 GIS의 구현을 위해 효과적인 분석기법을 적용해야 한다[12, 14]. 주요 기법은 <표 8>에 요약되었다, 우선 기존 텍스트 데이터를 벡터데이터의 피쳐로 변환하는 (그림 5)와 같은 시퀀스 다이어그램에 표현된 순서로 위치정보를 만들고, 지리정보 분석을 하기 위하여 그리드셀(grid cell)을 생성, (그림 6)과 같은 공간조인(spatial join)기능을 이용하여 상세 속성정보를 연결하고 공간정보 레이어피쳐(layer feature) 객체를 이용하여 버퍼링(buffering), 교차(intersection), 포함(contain) 등의 공간연산자를 활용한다[5].



(그림 6) ArcMap "위치에 의한 공간 검색" 화면

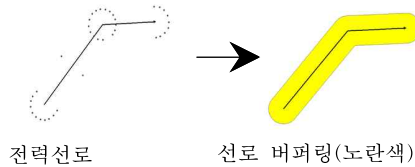
① 전국 그리드셀의 생성

전국을 일정한 크기의 셀로 생성하여 분석시 활용하고자 한반도 남쪽을 1/25,000, 1/10,000 축척으로 균등하게 분할하여 그리드셀을 생성하였으며, 1/5,000 1/1,000의 경우에는 셀의 수량이 너무 많고 전국 단위의 분석에서는 적합하지 않았다.

② 버퍼링(Buffering)

전력 설비 레이어 중에서 포인트(point)설비, 선(line)설비의 경우 (그림 7)과 같이 중심점을 기준으로 노란색의 버퍼 영역을 생성하여 주요 위험 요인의 검색에 활용할 수 있다.

또한 태풍경로, 지진발생지점, 최대강풍지점을 기준으로 하여 집중관리대상설비를 검색하여 설비 이상여부를 점검하는 곳에 사용 한다.



<그림 7> 전력설비 레이어 표현 예시

③ 공간 조인(Spatial Join)

피쳐레이어(feature layer)중에서 포인트와 포인트설비간, 포인트와 라인설비, 폴리곤(polygon) 설비간의 공간적 위치 특성을 고려하여 조인피쳐와 타겟피쳐를 지정하고 조인연산을 지정하여 공간조인을 수행한다. 특정 조건을 만족하는 항목을 찾아내는 기능으로 지진, 산불, 태풍, 고장발생의 영향을 받는 지역을 추출하는데 이용하였다.

④ IDW(Inverse Distance Weighted)

값을 가지는 다수의 분산된 위치에 있는 점들을 이용하여 포인트레이어 사이에 위치한 지역에 특정값을 부여하는 보간법(interpolation)의 하나로 76개 기상관측 지점의 기온, 풍속, 강수, 강설량 값을 이용하여 그리드셀에 특성값을 부여하였다.

⑤ 클래스브레이크 렌더링(Classbreaks Rendering)

기상, 풍속, 지진 등의 속성 정보 값에 분포되어 있는 데이터의 산포도를 이용하여 등급을 설정하고, 등급별로 사용자가 색상을 커스터마이징

하여 지도에 표시하는 기능으로 기상재해요소별 분포도, 고장위험 분포도 생성에 이용하였다.

<표 8> 자연재해 요인별 GIS 분석 기법

구분	격자 생성	포인트 피쳐				광역 기상	전력 설비
		지진	낙뢰	산불	태풍		
GIS기법 적용	그리드 셀	버퍼 공간조인	버퍼 공간조인	버퍼 공간조인	버퍼 공간조인	IDW	공간조인
분석기준	셀번호	진도	전류(A)	피해범위 (ha)	풍속 (m/s)	기온, 풍속, 적설	고장 요인

4. 자연재해 분석시스템 결과 및 활용

4.1 실시간 재해고장분석시스템 구현

실시간 자연재해정보를 이용하여 구현된 본 시스템은 기본적인 GIS시스템이 가지는 수치지도, 기타 분석기능 외에도 외부 연계(지진, 산불, 기상(풍속포함, 해일)와 내부(낙뢰, 풍속, 고장정보) 연계, 문자정보의 위치화 등을 수용하고 있다. 또한 기존 시스템과의 주요 공통점 및 차이점을 정리하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 기존 GIS와 본 시스템의 비교

구분	재해고장분석시스템	기존 GIS
공통점	- 수치지도기반(기본도, 지적도) 운영 - CS, WEB 환경 서비스 - 대용량 데이터 통합 운영 - 인터넷 중심 활용 - 업무 관리 위한 용도 - 설비, 업무 관리 효율성 향상 지원	
정보 흐름	외부망에서 내부망으로	내부
정보 표현 형식	좌표(포인트, 면, 라인) 기반	문자, 통계 중심
정보 갱신주기	실시간(즉시 혹은 10여분간격), 발생즉시	인적, 업데이트, 필요시
데이터취득 방법	자동 : 기초 센서 데이터 수동 : 고장정보 입력	운영, 사업종료 후 보고서, 년감, 백서 등에서 입수
데이터 정확도	높음(센서 기계장치에 의존)	휴먼 입력 환경 의존
시스템연계	재해요인 일 방향 연동 (결과를 외부에 일부 제공)	단순 자료 취합
분석 기법	그리드(Grid)분석, 다중그리드 분석, 공간조인, IDW, 클래스 랜더링 등 혼합 및 기존 분석 기법 포함	버퍼링(Buffering), tracing, intersection, Contain 등
분석접근법	단일, 다중 항목 위치변화, 통계변화	단일 항목, 히스토리, 변화 그래프
분석 결과 활용	동적, 사용자 분석 패턴에 따른 다양한 분석 및 분석결과 공유	정적, 고정된 틀 활용 Stand Alone
위험 예측	- 위험등급, 위험군별 대상설비 알림 - 취약지역, 재해다발지역 표시	불가 (일부 수작업에 의해 표현)
활용성	사고예방, 취약지역관리, 중장기 설비관리계획/보강계획,	설비운영, 관리

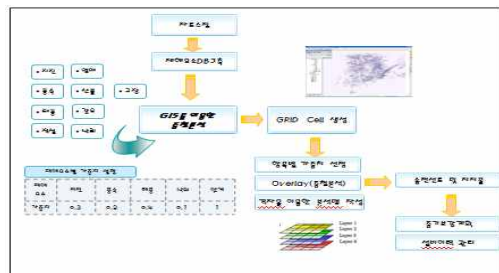
(그림 8)에서 보는 바와 같이 재해고장 분석

시스템은 크게 상단의 메인 메뉴 지도툴바, 레이아웃, 맵 디스플레이, 검색 화면, 주요 자연재해정보와 고장정보의 검색 결과를 출력하는 정보 화면 등을 활용할 수 있다. 주요한 GIS분석을 위해서는 메인 메뉴에서 자연재해 대상을 선택하여 분석과 분포도를 작성하게 된다.



(그림 8) 재해고장분석시스템 초기 화면

또한 (그림 9)와 같이 데이터 생성과 공간분석 연산자를 이용하여 분석하여, 사용자가 편리하게 이해하도록 하였다. 전체 분석 활용 프로세스는 자료 수집에서 원시데이터베이스구축, 피쳐 생성, 그리드셀을 기준으로 적설, 강우, 온도, 풍속, 지진 등의 정보를 그리드셀과 공간 조인 등의 GIS기법을 사용하여 다양한 분포도와 해당 지역 셀내의 관리 설비현황을 추출하여 보강할 수 있다.

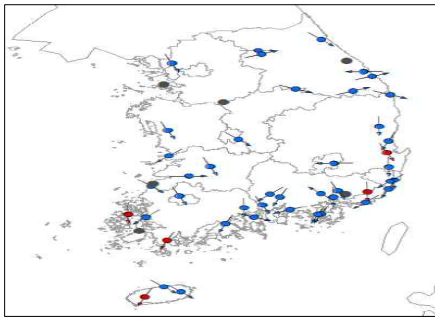


(그림 9) 재해고장 분석 가중치 설정 및 생성 절차

4.2 실시간 재해고장 분석 프로세스

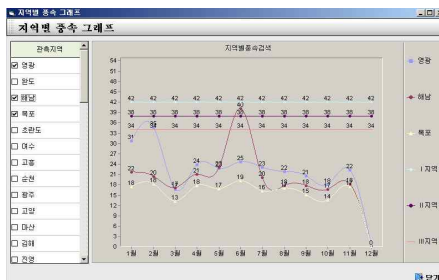
지진, 염해, 풍속, 산불, 태풍, 강우, 적설, 낙뢰, 강수, 온도변화 등 전력설비에 단순한 영향에서 복합적인 영향을 줄 수 있는데, 전국에 걸쳐 골고루 설치된 첩탐센서에 의해 수집되는 풍

속 정보에 의해 실시간적 풍속과 방향을 모니터링하여 강풍에 의한 요인과 누적된 풍속, 풍향 데이터를 정밀 분석함으로써 전력설비 신설 공사시 철탑의 적정 강도를 예상 하여 설계 할 수 있으며[6], 월별, 계절별 취약시기를 예측하여 해당 전력설비의 순시하여 위해 요소, 보강여부 등을 결정하여 안정적 전력 설비관리를 할 수 있다.



(그림 10) 전국 관측 철탑별 위치와 풍속 방향

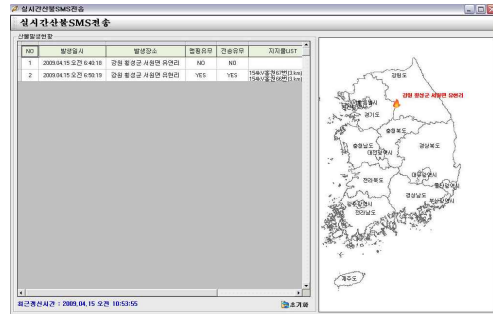
전국에서 고루 분포된 철탑에서 10분 간격으로 관측된 풍속 데이터를 저장하고 풍속의 영향도를 허용 최대값에서 약 80% 이상이 되었을 경우에는 (그림 10)에서와 같이 철탑을 빨간색 원으로 표시하여, 강풍에 따른 중점관리 대상이며 주변의 철탑의 점검이 필요하다는 것을 표시하고 있다. 또한 (그림 11)에서는 연간 풍속변화의 변화를 표현하였다.



(그림 11) 지역별 풍속센서에 의해 한계치 설정

산불의 경우에는 산림청에서 제공하는 산불예보시스템[7]을 자동으로 모니터링하고, 산불이 발생된 해당 행정구역명칭(법정동)을 입수하여

(그림 12)에서와 같이 전국 법정동 경계 레이어에 산불 발생지점을 표시하고 관리 사업소 담당자에게 SMS를 즉시 전송하게 되며, 사업소 담당자는 산불 발생지역으로부터 관내 전력설비의 근거리 설비를 파악하여 산불 진화, 예방에 신속하게 투입할 수 있다.



(그림 12) 실시간 산불 정보의 SMS 전송

다중 요인에 의한 재해고장분석 풍속, 산불 등의 다양한 위험 요인 정보에 따른 정도를 가중치로 표현하여 0에서 1사이의 값을 설정하여 다중 위험도에 따른 전국의 전력 설비를 대상으로 하여 위험 등급을 분석하게 된다.



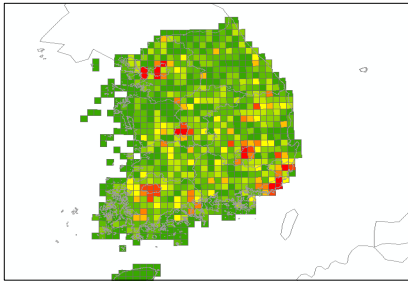
(그림 13) 통합 분석을 위한 재해요인별 가중치 설정

위와 같은 값을 설정하여 그리드셀을 생성하면 1/25,000 혹은 1/10,000 축척의 셀내에 가중치 값이 표현되며, 위험도가 높은 경우 빨간색으로부터 설비관리에 안정적인 경우는 녹색으로 하여 9단계로 나누어 등급을 표현한다. 셀중에서 하나를 선택하여 세부 정보를 조회하게 되는 경우 (그림 13)과 같이 태풍 영향 횟수, 지진발생 건수, 산불, 낙뢰, 강수량, 적설량, 최대풍속, 평균 풍속의 정보를 알 수 있다.

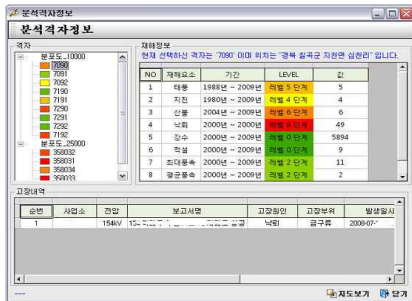
또한 해당 셀이 위치하는 행정구역명을 표시하고, 고장 내역을 통해 과거 전력설비의 고장현황을 쉽게 확인하고, 현재 운영중인 전력 설비

정보의 조회와 데이터베이스 테이블 간의 조인(join)을 통하여 중기보강 계획, 보강 실적 등을 조회 할 수 있어 누락 설비, 향후 보강 계획 등을 일관성 있게 관리 할 수 있다.

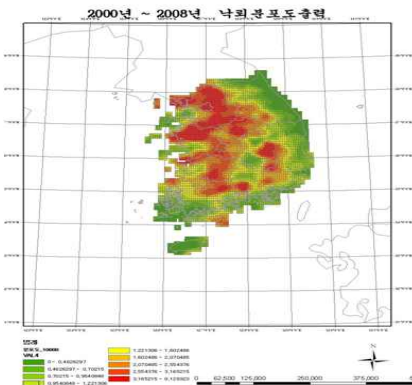
이외에도 설비 고장의 가장 큰 원인이 되는 낙뢰 정보[8]의 누적 분포도를 (그림 14)와 같이 생성 할 수 있다. 그리고 각 그리드 셀 내부의 상세 정보는 (그림 15)로 재해요인, 등급, 해당 관리 설비를 검색할 수 있다.



(그림 14) 가중치값에 의한 지역별 위험 등급



(그림 15) 그리드셀내부의 다중 위험도와 누적치

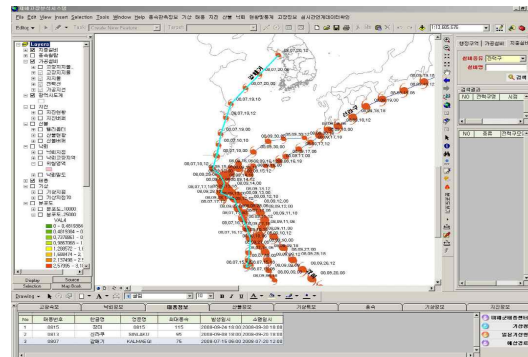


(그림 16) 최근 8년간 낙뢰 누적 분포도

또한 (그림 1)에서와 같이 낙뢰 빈도가 높은 지역과 계절별 월별 데이터를 연도별로 분석, 관리하여 낙뢰 고장을 사전에 예방하기 위한 낙뢰 소산장치 등을 설치할 수 있으며, 실시간 낙뢰 정보를 관리함으로써 첩탑의 부수 자재 등을 점검하여 향후 예상되는 고장 사고를 미연에 방지하도록 지원한다.

그리고 (그림 17)에서와 같이, 7~8월에 집중되는 태풍의 과거 경로[9]를 피쳐화시켜 태풍 이동 경로별 영향 설비와 다년간 태풍과 동반되는, 낙뢰, 강우, 강풍 등의 정보를 조합하여 태풍의 영향에 다수 노출된 전력 설비를 자동 분석함으로써 분석 시간의 단축과 과학적인 분석기법에 의한 취약 설비를 추출하여 적정 보수 및 예방 활동을 지원한다.

그밖에도 각종 데이터의 누적 관리와 데이터 통합 연계를 위한 맵핑 테이블, 테이블 데이터간의 표준 작업등을 수행하고, 초기 기상정보는 약 5년, 재해정보 등은 10년치 이상의 DB구축을 수행하였다.



(그림 17) 태풍 경로의 Feature화 및 근접 설비 추출

5. 재해고장분석 시스템 구축 효과 및 운영 방향

본 논문에서는 자연기상정보와 재해, 고장정보, 센서망 등에서 수집된 정보를 이용하여 전력 설비의 안정적인 운영과 대규모 자연재해 발생으로부터 예상되는 영향을 분석하여 취약전력설비에 대한 예방 및 대응 체계를 구성하여 효율적인 설비 운영이 가능하며, 본 시스템 개발을 통해 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

첫째. 자연환경에 노출된 설비 집중관리로 고장 최소화, 둘째 고장정보와 자연재해 정보 연계 활용으로 설비운영업무 효율성 제고, 셋째 취약 설비 보강을 위한 과학적인 중기보강계획 수립 근거 자료 제공, 넷째 선진화된 투자계획 수립으로 비용 절감 효과, 다섯째 중점 설비 관리로 광역 정전 예방하며 고품질 신뢰 전력 공급을 통하여 궁극적으로 대국민 전력공급 서비스 품질 향상을 기할 수 있으며, 보다 정확하고 신뢰성 있는 시스템으로 거듭나기 위해서는 실시간 데이터의 지속적인 누적 관리와 사무실내에서 뿐만 아니라 현장 전력설비 보수 등의 현장 사용자에 모바일 환경에서 본 시스템을 사용할 수 있는 기능과 유비쿼터스 환경으로의 이동과 RFID, 센서기술이 아주 빠르게 발전하고 있어, 다양한 현장의 변화요인 등을 수집과 활용할 수 있도록 실시간 센서 또는 RFID, 고속네트워크망을 연동함으로써 고신뢰도의 즉시성을 제공할 수 있으며, 국내의 스마트 그리드사업과도 접목하여 다양하게 전개되는 위험 요인을 관리 할 수 있는 시스템으로 고도화될 수 있을 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] 김홍균, 김경석, 재해(환경)을 고려한 송전 운영기술 확보 방안 , 한국전력공사, May 2007
 [2] 산림청, 산불정보시스템 <http://sanfire.forest.go.kr/>
 [3] 기상청, 기상정보서비스, <http://www.kweather.co.kr/>
 [4] 행정안전부, 행정안전부고시 제2006-39호, 소프트웨어사업 관리감독에 관한 일반기준: 개발프로세스 기준, 2006.
 [5] ArcGIS Desktop Help
 [6] 풍속시스템 <http://anemo.hq>
 [7] 국립산림과학원, 산불예보시스템, <http://forestfire.kfri.go.kr>
 [8] 한국전력공사, 낙뢰시스템(KDLNET), 한국전력공사 전력연구원
 [9] 태풍연구소, 태풍, <http://www.typhoon.or.kr>
 [10] 유재용, 권준희, 지방자치단체의 GIS 디지털 콘텐츠의 활용, 디지털콘텐츠학회지, Vol. 1, No. 1, 2005, pp. 35-40
 [11] D .K. Singh, R. P. Singh and A. K. Kamra, The Electrical Environment of the Earth's Atmosphere: A Review, Space Science Reviews, Vol. 113, No.

3/4, pp. 375-408, 2004
 [12] A. Nagaraja Sekhar, K. S. Rajan, and Amit Jain, Spatial Informatics and Geographical Information Systems: Tools to Transform Electric Power and Energy Systems, International Institute Of Information Technology. February, 2009
 [13] Thomas F. Garrity, Shaping the Future of Global Energy Delivery, IEEE power & energy magazine, september/october, pp. 26-30, 2003,
 [14] Jacek Malczewski, GIS-based Land-use Suitability Analysis: A Critical Overview, Progress in Planning Vol. 62 pp. 3 - 65, 2004.
 [15] 국토해양부, 2009년도 국가지리정보체계 시행계획, 2009. 2

안연식

2002년 : 국민대학교 대학원(정보관리학 박사)
 1989년 : 연세대학교 대학원 (공학석사)
 1982년 : 전북대학교 이과대학 (이학사)
 1981년~1992년: 한국전력공사 정보처리처 과장
 1992년~1996년: 한전KDN(주) 컨설팅사업부 부장
 1996년~현 재: 경원대학교 경영학과 부교수
 관심분야 : 정보시스템 평가 및 감리, 기술경영, 신제품개발 등