

무선 센서 네트워크 기반 방파제 재난 방지 시스템 설계

Design of Breakwater Disaster Prevention System on Wireless Sensor Network

김운용*, 박석규*

Woon-Yong Kim*, Seok-Gyu Park*

요 약

지구 온난화 및 환경 파괴 등으로 인해 재난 발생 빈도가 높아지고, 피해 또한 가속화됨에 따라 실시간 환경 변화의 인식을 통한 재난 안전에 대한 요구가 증가하고 있다. 특히 국지적 기후 변화로 인한 피해가 높게 발생하고 있는 실정이다. 이에 지역적 재난 안전에 대한 대처 방안이 요구된다. 본 논문에서는 동해안의 해상 기상 악화로 사고발생 우려가 높아지고 있는 해안 방파제를 대상으로 무선 센서 기술을 통합하는 재해 안전 모니터링 시스템을 제시하고자 한다. 제시된 재난 안전 시스템은 실시간 원격지 상황 정보와 예측시스템을 통해 발생 가능한 위기상황을 파악하고 재해예방 및 피해를 감소시키는데 많은 도움을 제공할 수 있을 것이다.

Abstract

The requirements of disaster prevention have been constantly increasing on highly disaster frequency by Global warming and environmental destruction. The damage occur more highly ,especially when it's on the localized change of weather. It requires that we have methods of disaster prevention locally. In this paper, we design and implement a breakwater disaster prevention system integrated wireless sensor technique for the shore breakwater of East Sea that is raised anxiety about an accident occurrence due to stormy weather. The provided disaster prevention system perceive the seriousness of the situation that is chance of that happening by the information of realtime remote situation and a prediction system so that it could be of some help to reduce the damage of disaster and the cost of recovery.

Key words : Sensor Network, Disaster Prevention System, Breakwater, Web Services

I. 서 론

환경변화에 따른 기후 변화는 재난발생에 대한 빈도를 증가시키고 그 피해 규모 역시 대형화됨에 따라, 재난 안전에 대한 실시간 감시 시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 또한 BcN, RFID, 무선 인터넷 및 센서 기술의 고도화를 통한 이들 서비스들

의 통합은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 이끌고 있으며 Safe, Security, Smart (3S)를 지향하는 요소기술들이 중점 연구 개발되고 있다.

일반적으로 재해 감시 시스템의 목적은 원격지의 상태 정보의 검출과 재해 상황을 파악하고 미래의 변화를 예측한 후 인식된 상황에 대한 재난 대처를 목적으로 한다. 현재까지 재해 방재 관리 및 역할은 국

* 강원도립대학 디지털콘텐츠개발과(Dept. of Digital Contents Technique, Gangwon Provincial College)

· 제1저자 (First Author) : 김운용
· 투고일자 : 2009년 9월 9일
· 심사(수정)일자 : 2009년 9월 10일 (수정일자 : 2009년 10월 16일)
· 게재일자 : 2009년 10월 30일

가를 중심으로 이루어지고 있으며 지역 사회는 수동적인 관점으로 대치되고 있으며 특히 해상분야에 대한 재난 안전에 대한 대처가 미비한 실정이다. 그러나 재난 대비는 빠른 시간에 이루어져야하며 국지적 이상 기후 현상이 빈번하게 발생하는 시점에서 지역적 상황에 능동적으로 대처할 필요가 존재한다.

특히 동해안은 해상기상의 악화로 사고발생 우려가 높아지고 있으며 해안 방파제의 사고가 빈번하게 일어나고 있다. 동해지방해양경찰청 자료에 따르면 2005년 이후 3년 동안 강원도 동해안에서만 해안 방파제와 갯바위 등에서 2백여 건의 크고 작은 사고가 발생하고 있으며 21명이 숨지고 2명 실종, 13명이 중상을 입었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 동해안 지방 경찰서는 해역별 안전사고 발생우려가 높은 방파제를 선정해 집중관리하고 있다.

그러나 안전대응 수단으로 안전표시판, 안전웬스 설치, 구명안전장비 비치 등 안전시설 확충 수준에 머물고 있다. 또한 항포구 방파제 출입통제에 대한 처벌법률이 없는 관계로 안전관리가 어려움을 겪고 있다.

이에 본 논문에서는 동해안의 해상 기술 악화로 사고 발생 우려가 높은 해안 방파제를 대상으로 무선 센서 기술을 통합하는 재해 안전 모니터링 시스템을 제시한다. 제안된 시스템은 지역적인 특성과 발생 빈도를 기반으로 재해발생 가능성을 예측하고 기상청의 동네일기 예보시스템과의 연계 및 관측지역의 국지적 상황 등을 고려한다. 이를 통해 재해 예방 및 피해 감소시킬 수 있을 것이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서 센서 기술 및 모니터링 시스템에 대한 관련 연구를 알아본다. 3장에서는 제안된 방파제 재난 방지 시스템 구조를 제시하고 4장에서 시스템 구현을 위한 프로토타입 결과를 보이고 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

무선 센서 기반의 모니터링 시스템은 의료, 홈 네트워크, 농작물, 산불 및 환경 감시등 다양한 분야에서 적용되고 있으며, 또한 센서네트워크의 관리 및 상황인식서비스 개념 등을 통한 접근방식에 대한 연

구들이 진행되고 있다. 먼저 공개 표준의 프레임워크를 제공하기 위한 노력으로 Sensor Web Enablement (SWE)는 웹을 통한 다양한 센서 타입 및 도로 및 다리 손상도, 홍수, 대기 오염 등 다양한 응용에 적합한 정보 서비스를 제공하기위한 시스템을 개발하고 있으며 이를 위한 표준 및 서비스에 대한 연구가 진행되고 있다[1]. 또한 모니터링 과정에서 환경의 변화에 따라 사용자에게 제공되는 서비스가 변화하는 상황 인식 서비스개념을 통해 사용자의 위치 및 적절한 센서 네트워크 활용을 위한 프로젝트 및 시스템 개발이 활발히 이루어지고 있다[2]. 또한 센서 네트워크 응용분야로 냉동 컨테이너를 활용한 운송기법을 통해 화물내의 식품 변질을 방지하는 시스템, 건축 구조물에 진동 및 외부 충격, 하중 등의 환경정보를 모니터링 하는 무선 센서 네트워크 기술을 통한 감시기법 등이 연구되었다[3-4]. 또한 영상 기반의 모니터링 기법으로 유무선 카메라로 입력 받은 영상 정보를 통해 객체추적 시스템 등에 많이 활용되고 있다[5-6]. 최근에는 무선 센서 네트워크와 영상 취득 장치를 통한 영상정보 기반의 연구로 Stanford University에서는 영상정보를 통한 이벤트 인지 및 디바이스의 위치 인식에 대한 연구 등이 진행되고 있으며 Atmega128L 8-bit마이크로 컨트롤러와 카메라 모듈을 이용한 오브젝트 탐지에 관한 연구들이 진행되었다[7-8]. 재난 예방과 안전을 위한 시스템 구조는 정확한 정보 수집과 이를 통한 분석과 적절한 시기의 대응이 핵심 기능으로 구성되어야한다. 센서정보와 영상정보의 결합은 데이터 수집과 동시에 상황인식을 가능케 함으로써 두 기능의 병행의 모니터링은 보다 효과적인 제어를 가능하게 할 수 있다.

본 논문에서는 방파제 안전 시스템을 구축하기 위해 상황 인식서비스 개념을 통해 영상과 센서정보를 활용하고 기상청 정보와 관할 관리처와의 유기적인 웹기반 제어시스템을 구축하여 재난 예방의 효율성을 증가시키고자 한다.

III. 무선 센서 네트워크 기반 방파제 재난 방지 시스템 설계

3-1 시스템 구성

방파제 재난 안전 시스템 구조는 다수의 무선 센서 네트워크 노드와 영상 정보 취득을 위한 카메라 모듈 그리고 상황 전파와 안내를 위한 경고 안내 시스템 및 모바일 서비스 시스템으로 구성된다. 또한 방파제 재난 안전 시스템은 기상청 서버와 지역 119 방재시스템과 웹서비스기반의 네트워크를 구성한다.

제안된 시스템은 상황모니터링과 제어를 위한 방파제 제어 시스템 통합 모듈, 센서 데이터 수집 및 무선 통신을 위한 모듈, 영상정보 수집 및 객체인식 시스템 모듈, 수집된 정보를 분석하고 처리하여 재난 예측 및 판단을 담당하는 모듈, 기상청과 지역 재난 시스템과의 연동을 위한 웹서비스 모듈, 지역 재난 시스템과 연계한 비상 대응에 관한 모듈 및 상황 인식에 대한 모바일 서비스 모듈 등으로 구성된다. 그림 1은 각 서버들과의 연계 모델을 보여준다.



그림 1. 방파제 재난 방지 서비스 제공 흐름도
Fig 1. Service Flow for Breakwater Disaster Prevention System

방파제 재난 방지 시스템은 센서 네트워크에 연결된 해양관측에서 사용되는 센서(풍향, 풍속, 강수, 온도, 파고, 초음파)들과 영상 모듈, 모바일 디바이스와 방송 시스템들로 구성되며, 기상청 서버와 지역 119 방재 시스템 서버와의 협업구조를 웹서비스 기반으로 구축하고 분석된 방파제 환경 정보를 바탕으로 출입통제 및 재난 방지 모니터링 기능을 수행한다. 이를 위해 제안된 시스템은 센서 네트워크 환경의 버티컬 애플리케이션 영역에서 경쟁력을 가진 단거리 무선 통신기술인 저전력 ZigBee 송수신기를 센서와 결합하여 센서 네트워크를 구성하고 관리한다. ZigBee는 저렴한 가격으로 무선 송수신 회로를 구성

하고 250kbps, 1mW 미만의 송신 전력을 사용함으로써 같은 대역 내에 많은 노드를 수용할 수 있으며 네트워크를 스스로 구성할 수 있는 Ad-hoc Network 기능을 포함으로써 유지보수를 효과적으로 수행할 수 있게 한다. 또한 현재의 상황정보를 바탕으로 초음파 센서 기반의 출입관리를 자동화함으로써 재난 위험 지역으로부터 예방활동을 강화할 수 있게 한다. 그림 2는 시스템 구축에 필요한 구성요소와 관계를 보여주고 있다.

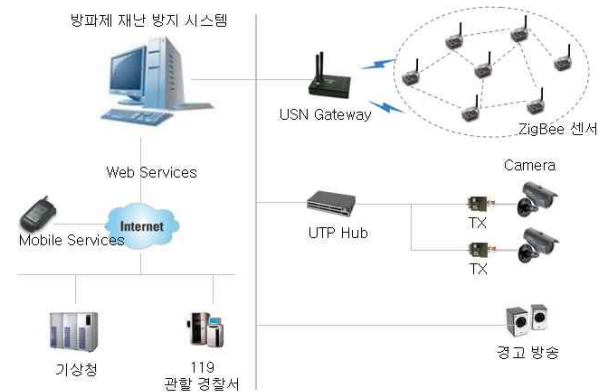


그림 2. 방파제 재난 방지 시스템 구성 요소
Fig 2. Elements of Breakwater Disaster Prevention System

방파제 재난 방지 시스템은 센서 정보와 영상 정보를 평가 분석 후 재난 발생 가능 예측을 통해 사전에 예방하는 시스템으로 지역적 해안 기후 및 환경에 적합한 평가 기준으로 수행되며 발생 가능성이 높은 상황에서 출입제한과 방송안내 시스템 가동 그리고 관할 방재 기관과의 통신라인의 구축을 통해 피해 예방 및 감시 활동을 강화한다.

3-2 방파제 재난 방지 S/W 설계

제시된 재난방지 시스템은 센서 네트워크를 기반으로 방파제 주변을 중심으로 설치된 풍속, 풍향, 파고, 강수량, 온도 등의 센서들을 통해 지역적 특성을 고려한 측정값을 얻고 이를 토대로 재해에 대한 현재 위험도를 파악하고 가까운 미래의 위험 상황을 평가할 수 있는 환경을 제공해야 한다. 이를 위해 재해 상황 분석을 위한 지식베이스를 구축하고 평가 원칙에 대한 규칙(Rule)을 설정이 요구된다. 규칙 정보와 지

식베이스를 통해 평가된 재난 위험 수준에 따라 방파제 재난 방지 시스템은 주민의 출입통제와 예방 및 대비를 위한 방송 안내 제공 및 위험지역 파악과 취약 지역에 대한 분석이 가능하다. 그림 3은 방파제 재난 방지를 위한 소프트웨어 시스템 구조를 보여준다.

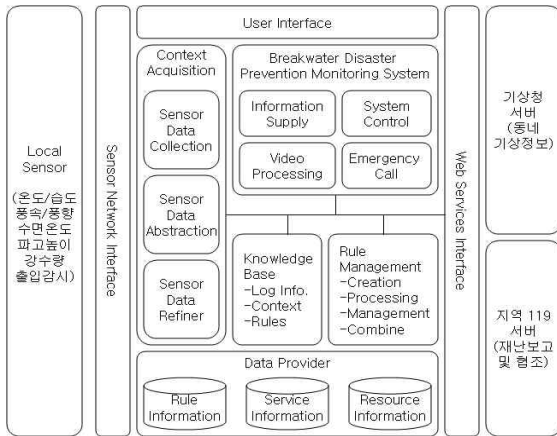


그림 3. 방파제 시스템을 위한 소프트웨어 구조
Fig 3. Software Architecture of Breakwater Monitoring System

제안된 소프트웨어 아키텍처는 크게 지역 방파제 주변에 구축된 센서들의 네트워크와 기상청과 지역 119서버와의 커뮤니케이션을 제공하기 위한 웹서비스 기반의 인터페이스로 구성되며, 수집된 정보 및 서비스와 자원에 대한 데이터베이스, 센서 데이터 수집 및 처리 부분, 센서 정보의 분석을 통한 재해에 대한 위험도 평가 및 추정을 목적으로 제공하는 지식베이스 및 규칙관리자 그리고 재난 방지를 위한 모니터링 시스템으로 구성된다. 소프트웨어 아키텍처의 구성요소와 특징은 다음과 같다.

Sensor Network Interface

ZigBee를 기반으로 각각의 센서모듈들의 정보를 받아들여 정보수집기로 제공하기 위한 인터페이스로 해안에서 발생 가능한 위험요소 인 강수, 풍속, 파고 등의 정보를 전달한다.

Context Acquisition

센서 네트워크 인터페이스를 통해 전달된 센서 저어를 획득하는 과정으로 Sensor Data Collection,

Sensor Data Abstraction, Sensor Data Refinder 모듈로 구성되며 데이터 수집을 통해 들어온 정보는 필요한 정보만을 정제하고 추상화와 일반화 과정을 거쳐 지식베이스의 서비스 정보 데이터베이스에 저장된다.

Data Provider

방파제 시스템을 위한 데이터베이스 구성은 Rule Information, Service Information, Resource Information 부분으로 구성되며 Rule Information은 위험도 평가에 대한 규칙 데이터 정보를 관리하며, Service Information부분은 로컬 센서를 통해 수집된 정보를 유지 관리한다. 또한 Resource Information에서는 분포된 센서의 종류 및 공간적 특성과 데이터 전달 형식 등의 정보를 유지 관리한다.

Web Services Interface

웹서비스 인터페이스 부는 기상청 서버 및 지역 119시스템과 제안된 재난 예방 시스템과의 서비스 공유 및 통신채널을 제공하며 XML기반의 약 결합 모델로 상황변화에 따른 빠른 대처를 제공한다.

Rule Management

규칙관리자는 위험 분석을 위한 가이드라인을 제공하고 센서 데이터의 처리를 통한 상황을 분석하고 추론하여 위험 상황을 인식한다. 위험 상황 발생 시 모니터링 시스템의 시스템 제어를 통한 출입관리와 비상시스템 가동을 통한 지역 방재 기관과의 통신라인을 형성하고 재난에 대비한다.

Knowledge Base

지식베이스는 수집된 센서정보 및 기상청 정보 등을 분석하고 규칙 관리자에서 제공되는 규칙정보를 바탕으로 현재 상황을 인지하고 서비스 관리자에 정보를 제공한다.

Breakwater Disaster Prevention Monitoring System

방파제 재난 방지 모니터링 시스템 모듈은 시스템 상황에 대한 전반적인 모니터링과 출입통제와 같은 시스템 제어 그리고 비상 상황 인식에 대한 비상 대응 방송 시스템 가동 및 비디오 판독을 통한 객체 인

식 기능을 담당하는 모듈로 구성된다.

Information Supply 모듈은 Knowledge Base 모듈을 통해 인식된 센서 및 기상 정보를 사용자에게 제공하고 현재 상황을 모니터링 할 수 있는 환경을 제공한다. System Control 모듈은 Rule Management에서 평가된 위험 수준에 대한 적절한 대응을 시스템에 요구하여 사용자들의 출입통제를 관리한다. Video Processing 모듈은 방파제 주변에 설치된 감시 카메라를 통해 수집된 영상정보를 판독하여 객체를 식별하고 사용자에게 정보를 제공할 뿐만 아니라 객체 인식을 통해 위험상황 발생 시 신속하게 대응하고 Emergency Call 모듈을 통해 지역 119 서버와 통신채널 설정 및 위급신호를 전달하여 피해를 최소화할 수 있도록 한다. 그림 4는 방파제 재난 방지 시스템 처리과정을 보여준다.

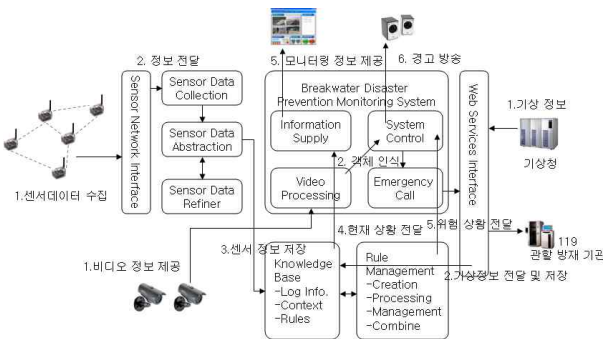


그림 4. 방파제 재난 방지 시스템 처리 과정
Fig 4. Work Flows of Breakwater Monitoring System

방파제 재난 방지 시스템 처리과정은 먼저 센서 데이터 및 비디오 정보 그리고 기상청에서 전달된 정보를 수집하는데서 시작한다. 이때 센서 데이터는 정제와 추상화를 거치고 기상정보와 함께 지식베이스에 전달되고 저장된다. 수집된 정보는 지식 베이스에서 현재 상황 정보를 분석하여 모니터에 현재 정보를 전달한다. 이때 규칙관리자는 지식베이스로부터 수집된 정보를 바탕으로 위험 요인에 대한 분석 및 평가를 통해 위험 요소와 가까운 미래를 예측한 후 위험이 우려될 경우 System Control 모듈에 위험 상황을 통지한다. System Control은 Video Processing을 통해 실시간적으로 비디오 정보를 판독하고 만약 위험상황에서 출입자가 발생 시 경고방송을 시작한다. 또한 출입자가 위험상황에 노출 시 119 관할 방재 기관 서

버에 위험사실을 통보하고 통신 채널을 할당한다. 또한 관할 담당자의 모바일 단말기를 통해 현재 상황과 위험 상황을 통보함으로써 신속한 대처를 수행할 수 있도록 한다.

IV. 무선 센서 네트워크 기반 방파제 재난 방지 시스템 프로토타입 구현

이장에서는 제시된 방파제 재난 방지 시스템의 프로토타입 구현 사항들에 대해 기술한다. 제시된 방파제 재난 방지 시스템 프로토타입은 강릉의 주문진 항 방파제를 대상으로 구성하였으며 ZigBee 센서 네트워크 환경에서 비디오 정보와 방송 시스템 그리고 출입통제를 목적으로 구현하였다. 그림 5는 제시된 방파제 재난 방지 시스템 인터페이스를 보여준다.



그림 5. 시스템 인터페이스
Fig 5. The Interface of the System

무선 센서 네트워크를 기반으로 하는 방파제 재난 방지 시스템 인터페이스 구조는 사용자 입장에서 단순성을 제공하기위해 방파제 상황 정보에 대한 비디오 정보와 실시간 기상상황 정보를 제공하는 형태로 구성된다. 또한 시스템에 구축된 센서들의 현재 상태 정보 및 기기들의 작동 유무를 확인할 수 있도록 하며 비상상황에서 관할경찰서나 119와의 직접적인 통신라인을 제공한다. 센서정보의 분석 및 평가, 위험 상황 분석 및 위험 상황 발생 시 대처 방법 등은 시스

템 차원에서 자동화 과정으로 진행될 수 있도록 구성하고 필요시 시스템 및 센서 정보를 모니터링 할 수 있는 구조로 구성하였다. 방파제 관리 시 관리자의 필수기능만으로 간소화함으로써 불필요한 동작을 줄이고 재난 예방 및 대비기능에 초점을 두고 있다. 또한 시스템 관리자는 재난 발생의 위험요소 판별 규칙 생성 및 관리 기능을 제공하며 필요시 다양한 센서들을 추가함으로써 지역적인 특징에 적합한 시스템을 구축한다.

V. 결 론

해안 지역의 안전사고는 이상 기온 현상 및 지구 온난화의 가속화로 그 피해가 가중되고 있다. 특히 해양사고는 국지적인 폭우나 강풍, 너울성파도등으로 많은 피해를 주고 있으며 방파제는 재난 발생의 주요 근거지로 인식되고 있다. 이에 본 논문에서는 무선 센서 네트워크를 기반으로 방파제 재난 방지 시스템을 제안하였다. 제시된 논문은 기존의 센서 활용 수준을 정보의 집계나 연산 수준에서 현재 상황 파악과 미래의 발생 가능한 위험 수준을 파악하여 대응할 수 있도록 하였다. 또한 재난 발생 상황의 예측과 더불어 능동적인 대처 방안으로 출입통제 및 경고방송 그리고 모바일 통보 과정 및 웹서비스 기반 기관 서버와의 협력구조를 형성하였다. 제시된 방파제 재난 방지 시스템은 실시간 상황 정보와 예측시스템을 통해 발생 가능한 위기상황을 파악함으로써 재해예방 및 재난 피해를 감소시키는데 많은 도움을 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Mike Botts, "Sensor Web Enablement", <http://www.opengeospatial.org/press>, August 17, 2005
- [2] Andy Harter, Andy Hopper, Pete Steggle, Andy Ward, Paul Webster, "The Anatomy of a Context-Aware Application", *Mobile Computing and Networking*, 2002

- [3] 이기욱,김정어,"무선 센서 네트워크를 이용한 냉동 컨테이너 모니터링 시스템 설계" *한국컴퓨터정보학회*, 12권,5호, 2007
- [4] 임화정,이좌형,박충명,정인범,"무선 센서 네트워크 기반의 구조물 안전감시 시스템", *한국해양정보통신학회*, 12권,2호,2007
- [5] 이형봉,정의민,박래정,문정호,정태윤, "USN을 이용한 스키장 사각지역 감시 시스템" *한국정보처리학회*제16-D권 제2호, 2009
- [6] 서창수, 이철희, "Zigbex를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템", 한백전자, 2007
- [7] 4-Wireless Sensor Networks Laboratory, Stanford University, "WiSNAP - Wireless Image Sensor Network Application Platform", <http://wsnl.stanford.edu/wisnap/contents.html>
- [8] Mohammad Rahimi, Rick Baer, Obimdinachi I. Iroezi, Juan C. Garcia, Jay Warrior, Deborah Estrin, Mani Servastava, "Cyclops: in situ image sensing and interpretation in wireless sensor networks", *Proceeding of the 3rd international conference on Embedded networked sensor systems*, 2005

김 운 용 (金云龍)



1999년 2월 : 광운대학교 전자계산학과 (이학석사)
 2003년 2월 : 광운대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
 2006년 3월~현재 : 강원도립대학 디지털콘텐츠개발과 교수
 관심분야 : OOP, 분산 컴퓨팅, 웹2.0, 웹서비스, 임베디드 소프트웨어

박 석 규 (朴石圭)



1992년 2월 : 경남대학교 컴퓨터공학과 (석사)
 2005년 2월 : 경상대학교 컴퓨터학과 (박사)
 2001년 3월 ~ 현재 : 강원도립대학 디지털콘텐츠개발과 교수
 관심분야 : 소프트웨어 신뢰성, 시스템 분석 및 설계, 멀티미디어