



USN 기반의 축제 방문객 위치 추적 시스템 및 홍수 예경보 시스템 구현

구자일·이세훈 (안하공업전문대학)

I. 축제 방문객 위치 추적 시스템

있다^[2].

축제 산업은 탄소 배출량 규제 제한을 받지 않으면서 수익을 극대화 할 수 있는 산업으로 다양한 문화 콘텐츠와 융합시켜 새로운 가치 창출의 대안으로 여겨지고 있다. 따라서 국내외적으로 다양하고 많은 축제가 도시나 지역의 브랜드 가치를 향상시키고 경제적 수입을 증대시키는 녹색 관광 산업으로 각광을 받고 있다^[1].

근래 우리나라의 경우 수 백 개가 넘는 축제가 거의 모든 시도 및 군 단위까지 지역적, 계절적, 문화적 특색에 맞게 개최하고 있다. 대부분의 축제 행사장은 넓은 장소이며, 전시물 및 가건물이 많은 특징이 있고, 최소 수십만 이상의 방문객을 찾고 있다고 보고되고 있으며, 어린이를 동반한 가족 단위의 방문객이 많다. 이러한 축제 산업에서 축제기간 동안 어린이 및 관람객을 대상으로 실시간 위치정보 서비스를 제공함으로써 관람객의 동선 파악은 물론 어린이 미아 방지 및 안전 사고에 즉각적으로 대응 할 수 있는 서비스를 제공하는 솔루션이 각광을 받고 있다. 또한 USN 기반환경, 방재 및 대기 정보 서비스를 비롯한 응용서비스를 제공할 수 있는 인프라로 활용 할 수

1. 위치추적시스템 요구사항

시스템의 특징으로, USN 기반의 로컬 네트워크를 구성하여 위치추적 데이터의 안정성 및 경제성이 뛰어나며, 향후 타시스템과 연계하여 다양한 서비스 구현이 가능해야 한다.

가. 운영경비가 적음

자체 USN 네트워크를 구성하여 서비스를 운영함으로써 이용료가 부과되지 않는데, 이는 소규모 자체 로컬네트워크를 구축하여 서비스함으로 인하여 사용료가 없으며, 향후 네트워크 확대 및 이전 시 쉽고 간편하게 설치 및 이전이 가능하여 경제적이다.

나. 신속하고 정확한 위치 확인

USN의 자체 알고리즘을 활용하여 신속하고 정확한 위치추적이 가능한데, 위치인식 알고리즘을 사용함으로써 신속하고 편리하게 위치추적이 가능하고 어린이 및 이용자들의 위치를 실시간

추적하여 응급사항 발생시 신속하게 위치추적이 가능하다.

다. 대규모 인원 동시 위치 추적가능

데이터 트래픽이 적어 대규모의 네트워크 구성 및 동시에 많은 인원 위치추적이 가능한데, 데이터 트래픽이 적어 동시에 많은 사람의 위치추적이 가능하고 안정적이고 효율적인 Multi-hop 및 Ad-hoc 기능구현으로 인하여 쉽고 편리한 설치 및 운영 가능하다.

라. 다양한 응용 서비스 가능

지역 기반의 자체 네트워크 구축을 통한 다양한 서비스 연계 및 추가 확대 서비스가 다양하다.

- 가로등, 환풍기, 입출입구등 제어
- 무인 카메라와 연계한 위치확인 서비스
- 비상 호출 및 경보 서비스

2. 위치추적 방법

위치 추적의 대표적인 방식으로 GPS와 이동통신망을 이용한 방식이 있으나 수신기나 휴대폰 단말기의 별도 장치가 있어야 하고 건물 내에서 사용될 수 없는 단점이 있다. 현재의 주된 위치확인 접근 방식은 거리나 각도 추정, 거리와 각도의 조합의 가지의 기본적인 연구로 나누어진다. 두 개의 노드간 거리를 재는 가장 인기 있는 방법은 다음과 같다^[3-5].

RSSI (Receive Signal Strength Indicator) 기술은 수신기에 잡힌 신호의 세기를 측정한다. 이미 알고 있는 송신출력을 기준으로 효과적인 전파 손실을 계산할 수 있다. 이론적이고 경험적인 여러 모델들이 이 전파 손실분을 계산하는데

사용되며 이 방법은 RF 신호를 위해 주로 사용된다. RSSI는 2차원 평면상에서 이동하는 객체의 위치를 추정하는 가장 보편적인 방법이며, 최소 3개 이상의 기준점에서 객체가 발생한 신호를 검출하여 수신한 신호 세기를 기반으로 위치 추정하는 방식이다. 이것은 고정된 라우터와 태그 사이에 어디에서 신호를 발신하는가에 따라 능동형과 수동형으로 구분한다.

시간에 근거한 방법은 (ToA, TDoA) 는 도착 시간 (ToA)이나 시간차를 기록하는 방법이다. 전파시간은 거리로 계산 될 수 있고 알고 있는 신호의 전파를 기준으로 계산한다. 이 방법은 RF(Radio Frequency)와 음향, 적외선 및 초음파 같은 많은 다른 신호에 응용될 수 있다.

도착 각도 (AoA) 시스템은 수신된 전파가 이루는 각도를 측정하며 노드의 위치를 계산하기 위하여 간단한 기하학의 관계를 사용합니다.

거리와 각도를 조합한 것을 측정하는 방식으로 가장 자주 쓰는 대안은 다음의 방식이다. 가장 기본적인 직관적인 방법은 쌍곡선의 trilateration이라고 하는 방법이다. 이는 세 개의 노드가 교차하는 점을 계산함으로써 하나의 노드 위치를 찾아낸다.

거리 대신에 노드의 방향을 계산할 수 있을 때 AoA 방식에서처럼 삼각측량법이 사용된다. 이 경우, 노드의 위치는 싸인, 코사인 삼각 법칙을 사용함으로써 계산할 수 있다.

세 번째 방법은 최대가능도 추정법이다. 이는 두 지점의 측정된 거리와 추정 거리의 차를 최소화하여 노드 y의 위치를 추정하는 방법이다. 이 기술은 노이즈 거리 측량 집합으로부터 최소 평균 제곱 값을 (Minimum Mean Square Estimate: MMSE)을 구하기 위한 AHLoS의 기초로 사용하고 있다.

3. USN 기반 위치 추적 시스템

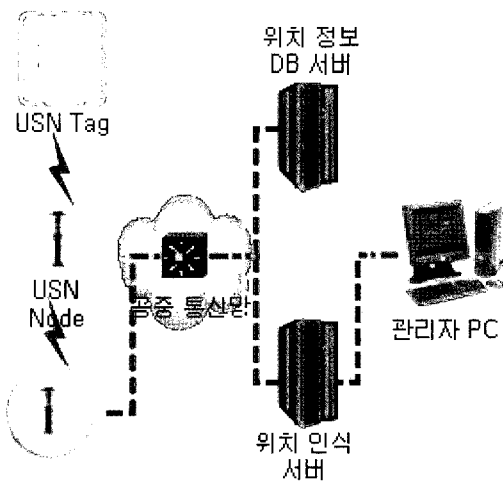
가. 시스템 개요

USN 기반의 로컬 네트워크를 구성하여 위치 추적 데이터의 안정성을 확보하고, 다양한 연계 서비스가 가능하도록 안정적이고 효율적인 위치 추적 서비스를 구축한다.

위치추적시스템은 기본적으로 액티브 태그, 네트워크 노드, 게이트웨이를 기반으로 구성되어 있으며, 시스템 운영을 위해 PC 및 관련 장비를 필요로 한다.

게이트웨이로부터 전송되는 센싱 데이터와 메타 데이터를 관리하고 상황을 인식하는 모듈을 내장한 미들웨어가 모니터링 시스템 전에 존재한다. 모니터링 시스템은 응용 분야에 따라 커스터마이징이 필요하며, 일반적인 어플리케이션이다.

액티브 태그는 RTLS 태그로 2.4G, 목걸이형태이며, 저전력 8bit 마이크로컨트롤러 ATmega 128L와 C2420 2.4GHz RF 모듈 채택하였다.



<그림 1> 시스템 구조
<Fig. 1> System Architecture

Multi-hop, Ad-hoc의 메시 네트워크 프로토콜을 적용하고, Watchdog 기능 내장으로 안정성 확보하였다. 노드와 양방향 통신으로 데이터 수집 뿐만 아니라 센싱 주기, 센서 종류 선택 등의 제어 기능을 갖는다. 통신 프로토콜 환경설정 기능으로 다양한 센서 접속 가능하다. 네트워크 노드 역시 액티브 태그와 같은 기능에 4 채널 입출력 포트를 내장하고, 게이트웨이와 양방향 통신으로 데이터 수집 뿐만 아니라 센싱 주기, 센서 종류 선택 등의 제어 기능을 포함한다.

게이트웨이는 32bit ARM7 프로세서와 CC 2420을 사용하며, WinCE 5.0 이상의 RTOS 내장으로 빠른 응답성과 높은 안전성 확보하고, Ethernet, Serial, JTAG, USB 포트를 제공한다. 10/100Mbps 이더넷 포트와 WLAN, CDMA, HSDPA 등 무선 통신 지원하며, RS232, RS485, CAN 등 유선 통신 지원도 지원한다. 동적 메타정보: 센서 노드 수, 센서 노드 잔여 전력량, 통신상태, 오류 유무 상태를 알 수 있다. 편리한 노드 추가 및 삭제 기능과 IP/Port 주소 설정 기능도 포함한다.

나. USN 기반의 RSSI 위치추적

- 실내에서는 공간을 작은 Zone으로 나누어 개체가 존재하는 Zone의 위치를 인식하여 현재 위치를 추정하는 방법과 RSSI 방식을 병행하는 하이브리드 방식으로 위치 추정
- 단일 모듈로 실외와 실내를 서로 최적화된 방식을 적용하여 위치 정밀도 향상

다. 장치기간의 인식거리

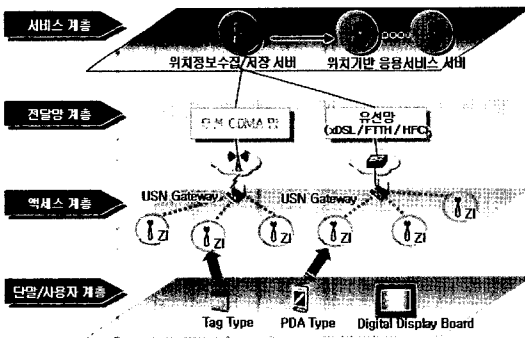
위치인식 태그가 정확한 위치추적을 위해서는 네트워크 노드당 60M 이내의 거리를 유지하면

5M 이내의 최적 위치를 추적 할 수 있다.

- 안정적이고 정확한 위치추적을 위해서는 60M 마다 하나의 네트워크를 설치할 경우 5M 이내의 오차를 보장하여, 그 이상일 경우 오차 범위가 점점 커짐
- Tag 위치 데이터의 안정적인 전달을 위한 Gateway는 7홉~10홉 이내의 네트워크를 구성하는 것이 최적의 메쉬 네트워크 환경을 구축 할 수 있음
- Gateway는 네트워크 노드에서 들어오는 위치정보 Date를 WiFi(메쉬) 네트워크를 통해 서버로 전달

라. USN 메쉬 네트워크 기술

- 간섭 회피 및 저전력 기술 : 무선랜(WiFi), 블루투스, 지그비 등의 무선 2.4 GHz 대역의 무선 기기와의 혼선 및 간섭 회피 기술이 적용되며, 실제 시스템 구축시 통신 안정성 확보를 위해 필수적인 기술이다.
- 대규모 네트워크 연계 기술 : 네트워크 프로토콜 기술, 대규모 네트워크 관리 기술, 저전력 기술이 포함되며, 응용 서비스로 위치



〈그림 2〉 시스템의 계층적 구조

〈Fig. 2〉 Hierarchical Architecture of System

추적, 원격제어, 물류시스템, 환경모니터링, u-City, 시설물관리 등이 가능하다.

- 네트워크 구성 방안 : 안정적인 네트워크를 위해 Ad-hoc, Multi-hop 및 Mesh 네트워크로 구성하여 위치정보 데이터의 안정성 확보 및 추가 서비스 구축에 활용한다.

마. 미들웨어 소프트웨어 기능

위치추적시스템 USN 미들웨어는 USN 모니터링 기본기능 제공외에 위치추적 기능, 네트워크 관리 기능 등이 포함되어 있다.

(1) 센싱 데이터 관리 기능

센싱정보 캐싱 기능과 로그 데이터 자동 저장 기능, 센서 데이터 관리를 위한 다양한 DB 지원 기능이다.

(2) 메타정보 관리 기능

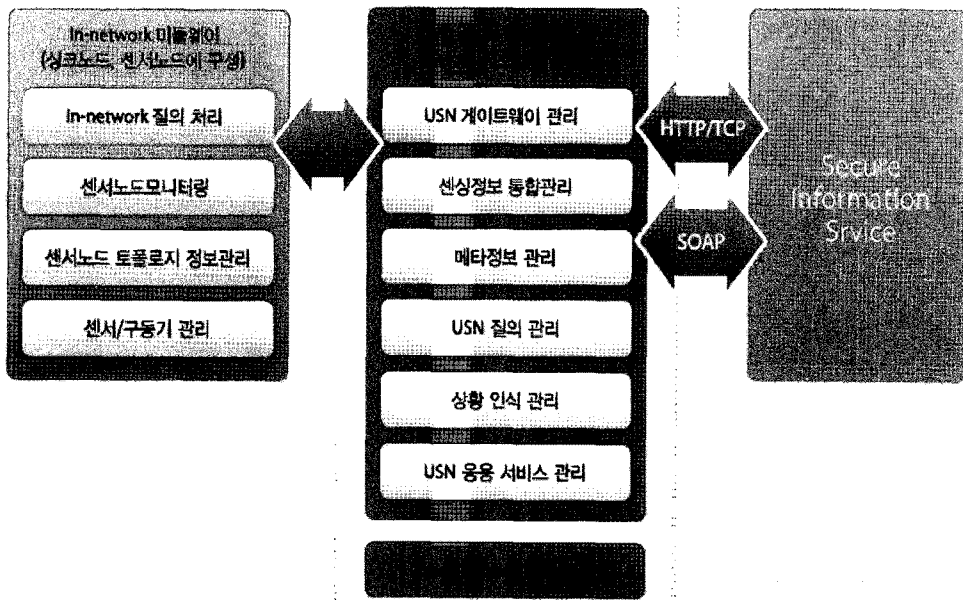
- 정적 메타 정보 : 센서네트워크 이름, 정보종류, 구동기 종류, 노드 위치
- 동적 메타 정보 : 센서 노드수, 센서 노드, 잔여 전력량, 통신 상태, 오류 유무 상태
- 편리한 노드 추가 및 삭제 기능

(3) 센서 네트워크의 이질성 추상화 지원

- 다양한 사양의 센서 네트워크 및 센서 노드 사양에 대한 독립성 보장
- 다양한 토폴로지 지원 : Star, Hibrid-star, Mesh
- 신뢰성이 향상된 Multi-hop Mesh Networking

(4) 상황 인식 기능

센싱데이터 통합 분석 기능, 새로운 상황정보



〈그림 3〉 미들웨어 소프트웨어 구성

〈Fig. 3〉 Middleware Software Configuration

생성 기능, 강력한 통계 및 데이터 관리 기능, 일일, 주간, 월간, 연간 보고서 자동 저장 및 출력 기능

(5) 다양한 제어 기능

- Multi-Site, Multi-group 지원
- Remote Control 및 network Monitoring 지원

(6) 기타 기능

- 센서데이터 암호화 보안 기능
- 센서 노드 S/W 모듈 갱신 기능
- 위치정보 추출 및 제공
- 응용을 위한 위치 데이터 처리 인터페이스 제공
- 미들웨어 컴포넌트의 아키텍처 지원

바. 모니터링 S/W

위치추적시스템은 응급 호출 및 미야발생시 운영센터 모니터링시스템을 통하여, 비상 응급 경보 및 실시간 위치를 파악 할 수 있는 응급체계를 구축한다. 통합모니터링시스템은 손쉬운 사용자 인터페이스 채택으로 운용/저장/관리 등을 단독 구성하여 인터페이스의 단순화를 지향하였으며, 관리자 및 운영자의 기능을 분할하여 운영의 편의성을 구축한다.

피보호자 위치 및 현황 파악을 쉽게 할 수 있도록 지도 및 관내 현황도면을 최대한 활용한다.

또한 도시축전 전시장 내의 키오스크 및 미디어보드를 연계하여 효율적이고 다양한 편리 기능을 제공하여 사용자로 하여금 자유롭고 편리하게 운영을 할 수 있게 구성한다.

S/W 구성은 다음과 같다.

(1) 기본 프로그램

회원 가입 및 Tag 대여/반납, 위치별 지도 및 상황지도 제공이다.

(2) 통합 모니터링 프로그램 기능

- 메인 화면
 - 위치 추적대상자의 현재 상태 및 위치 열람
 - 실시간 모니터링 및 응급 위치 추적 기능
 - 이미지 Map 및 CCTV와 연동하여 위치 추적
- 현장 및 이동 상태 확인
- 과거 위치정보 조회
- 이용자 및 시간별 위치 통계 조회

(3) 네트워크 및 통신 프로그램

- 네트워크 노드 설치 및 변경 기능
- 위치별 네트워크 노드 연결 상태 확인
- 위치별 수신기 현재 상태 확인 : 고장, 수리, 정상, 교체등

4. 결론

축제 행사장 등 대규모의 사람들이 움직이는 환경에서 방문객의 위치를 정확히 추적할 수 있는 위치 추적 시스템을 설계하였다. 방문객은 목걸이 형태의 2.4GHz 대의 액티브 태그를 갖고 실내 및 실외의 행사장을 돌아다니며, 고정된 라우터를 통해 위치 정보를 RSSI 로 계산하게 된다. 네트워크는 안정성을 위해 Ad-hoc, Multi-hop 및 Mesh 네트워크로 구성하였다 게이트웨이를 통해 들어온 정보는 USN 미들웨어를 통해 위치추적, 네트워크 관리, 상황인식 정보로 가공되어 통합모니터링시스템으로 전송된다. 모니터링 시스템은 사용자 인터페이스를 단순화하여 쉽게 사용 할 수 있으며 이후 새로운 서비스의

추가를 위해 개방적 구조로 설계하였다.

II. 홍수 예경보 시스템 구현

최근 지구온난화, 엘니뇨 및 라니냐 등의 지구 환경 변화에 따른 기후변화의 영향으로 지구상의 많은 지역에서 집중호우가 발생하고 있으며 우리나라도 예외 없이 매년 되풀이되고 있다. 특히, 우리나라 하천 특징은 지형이 좁고 경사가 급하기 때문에 동일한 지역 내에서 반복적으로 내리는 국지성 집중호우에 의하여 단시간 내에 하천의 수위가 급격히 상승할 가능성이 매우 높으며 이로 인한 홍수가 빈번히 발생하여 인명과 재산상의 피해를 초래하고 있다^[6~7].

정부에서는 이와 같은 피해를 경감하기 위해서 홍수 조절용 다목적 댐 건설과 저지대 하천 주변 배수장 설치 등의 구조적인 방법과 강수량, 수위 등의 정보를 활용하여 홍수를 사전에 예측할 수 있는 홍수 예경보 시스템과 같은 비구조적 대처 방안을 병행하여 추진하고 있다^[6~8].

현재 사용되는 홍수 예경보 시스템은 대부분 강우-유출 모델로서 강우 관측치를 모델의 입력치로 요구하므로 실시간 홍수 예측 모델로서는 부적절하다. 왜냐하면 실제 대부분의 경우 강우량이 관측될 때 돌발홍수에 대한 예보를 하기 위해서는 시간이 매우 촉박하기 때문이다. 따라서 전국에 산재해 있는 배수장 주변의 하천 및 배수로의 수위를 모니터링 하여 현지 상황 정보를 활용한다면 보다 정확한 홍수 예경보가 가능할 것이다^[8~9].

따라서 본 연구에서는 배수장의 수위를 모니터링 하여 배수펌프 및 수문을 조절하는데 보다 정확한 정보를 제공하고 통계적 접근을 통한 체계적 관리를 하여 경제적이면서도 효율적인 유

비쿼터스 센서 네트워크에 기반 한 한국형 홍수 예경보 시스템을 설계 및 구현한다.

1. 국외 동향

전 세계적으로 이 분야에 가장 선진 기술을 보유한 국가는 미국으로 장기간에 걸쳐 꾸준한 연구개발이 수행되고 있다. 최근 미국의 NWS(National Weather Service)에서는 WFO(Weather Forecast Offices), RFC(River Forecast Center)와 공동으로 차세대 통합 홍수관리를 목적으로 선진개념의 웹기반 하천예보 및 수문예측을 위한 시스템을 개발하였으며, 이를 선진수문예측서비스(Advanced Hydrologic Prediction Services, AHPS)라고 한다^[5].

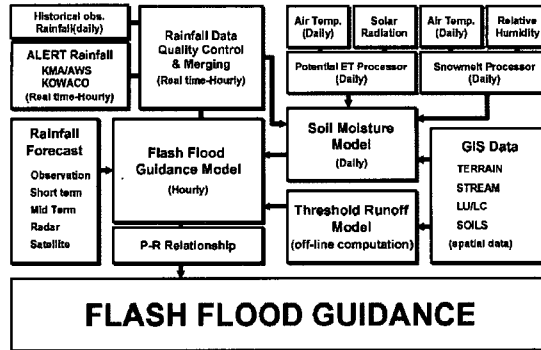
이 프로그램은 선진 홍수예측시스템을 현재 하천에 적용하고 NWS와 홍수관리 관련 기관과의 자료 교류를 활성화하며, 효율적인 하천홍수 예경보 서비스를 제공하는데 있다. 이는 2003년 개발이 완료되어 미국 내 13개 하천예보센터와 121개 기상예보국의 시스템에 동시에 가동되고 있다. 이는 통합적인 하천홍수 예경보로서 좀 더 정확한 하천유량 예측과 홍수경보, 홍수 및 가뭄의 대비시간 확보, 그리고 하천관리자에게 보다 풍부하고 정확한 의사결정정보의 제공에 목적이 있다.

미국에서 AHPS는 1993년에 발생한 중서부 Des Moines 유역의 중요한 홍수 분석을 수행하는 과정에서 성공적으로 개발되어 2001년에는 적용 유역을 확대하였으며, 신기술을 이용하여 보다 선진화된 시스템을 개발하였다. AHPS에 의해 생성되는 가장 기본적인 자료는 하천에서의 수위 실측 및 예측 자료로서 이는 홍수 예경보 발령 및 대피 등에 직접 사용되고 있다. 또한

하천홍수 예경보에 신뢰도 개념을 도입하여 보다 정량적인 홍수자료를 생성하고 있으며, 대표적으로 확률홍수(probability flood occurrence) 개념 및 하천 GIS 정보를 유기적으로 연계하여 다음과 같은 하천 홍수를 관리하기 위한 신개념의 자료들을 생성하고 있다. 즉, (a) 약한 홍수, 중간 홍수, 강한 홍수가 하천 기준수위를 초과할 확률, (b) 임의 하천수위 및 유량을 초과할 확률, (c) 예측 지점 주위의 도로, 철도 및 지형지물, 홍수 연혁, 예측 범람지도 등으로 여기서 약한 홍수(minor flooding)는 홍수피해는 거의 없으나 주의를 요하는 홍수, 중간 홍수(moderate flooding)는 하천이 범람하여 간선 도로를 점유하는 홍수로서 고지대로의 대피가 요구되는 홍수, 그리고 강한 홍수(major flooding)는 하천이 범람하여 주요 도로가 침수하고 막대한 재산 피해가 예측되는 경우로서 주민의 대피 계획이 필수적인 홍수로 분류되어 정의되며, 홍수예측을 3개로 구분하여(홍수위 이하, 홍수위 임박, 그리고 홍수위 이상) 하천모식도상에서 보여주는 등 홍수 예경보의 기준으로 사용되고 있다.

2. 국내 동향

국내에서는 평창강 유역을 대상으로 미세유역 한계유출량을 산정하기 위해 ArcView/Avenue를 이용한 GUI(Graphic User Interface) 시스템을 개발하였으며^[11], 덕천강 유역을 대상으로 지형기후학적 단위유량도 기법을 이용하여 한계유출량을 산정하고 돌발홍수 발생에 필요한 돌발 홍수 기준우량을 산정하였으나, 이들 연구는 국내 소규모 하천유역의 제한된 사례연구였다^[12]. 또한 한강유역의 한계유출량을 계산하여 국외사례와 비교연구를 수행하였다^[13].



〈그림 4〉 홍수 예경보 시스템의 기본 개념과 컴포넌트

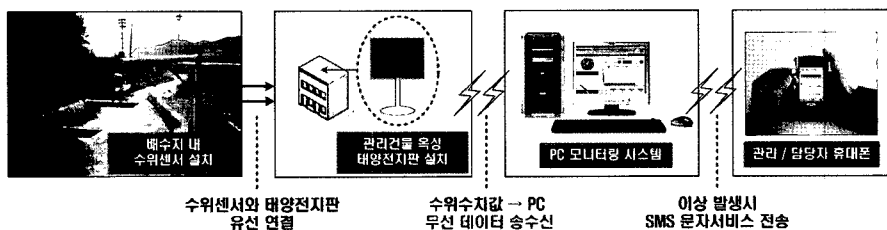
〈Fig. 4〉 Basic concept and components for flash flood forecast system

3. USN 기반 홍수 예경보 시스템

현재 각 지방의 하천 주변에 무수히 많은 배수장이 있으며 하천 수위 및 강수량에 따라 수문과 배수펌프에 의하여 수위를 관리하고 있다. 하지만 수위 감시 자체가 체계적이지 못하여 집중호우 같은 현상에 대처하기 어렵다. 대부분의 배수장은 수위 계측을 눈금자 또는 센서 자체 표시를 이용하여 관리자가 시각적으로 확인하고 있으며 원격지에서 수위계측은 불가능하다. 특히, 배수장 인근 지역에 국지적인 집중호우에 의한 급격한 수위 상승에 대해서는 속수무책이라 일기예보에만 의존하여 수위를 조절하는 편이다. 또한 배수장 개별적으로 수위를 관리하고 그 결과를 중앙에 통보하는 시스템으로 되어 있어 통합 운

영 시스템이 필수적이다.

이에 하천 주변의 배수장의 수위를 관측하여 홍수를 예경보하는 시스템을 설계 및 구현한다. 경상남도의 마산배수장, 칠산배수장에 무선으로 수위 감시가 가능한 USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반의 홍수 예경보 시스템을 구축하였으며 이 정보를 활용하여 수문 및 배수펌프를 가동케 하여 효율적인 수위관리가 이루어졌을 뿐만 아니라 홍수 예경보에도 효과적으로 활용하였다. 〈그림 5〉는 배수장에 설치된 원격 수위 감시 시스템 구성도이다. 그림에서 알 수 있듯이 수위의 변화가 생기면 모니터링 시스템에서 알람 경보하며 관리자에게 휴대폰 문자 메시지를 전달하여 관리자 부재시에도 위기 상황 대처가 가능하도록 하였다.

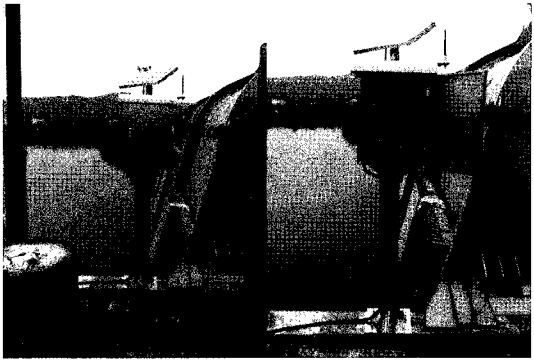


〈그림 5〉 시스템 구성도

〈Fig. 5〉 Systems Configuration

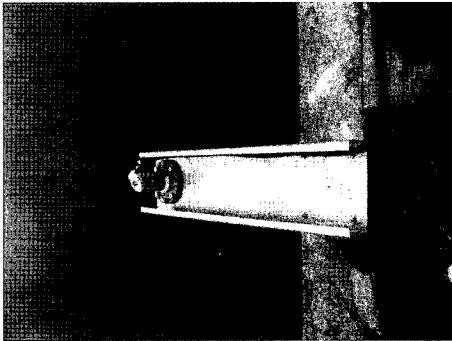
<그림 6>은 칠산 배수장에 설치된 무선 수위 감시 센서이며 <그림 7>은 마산 배수장에 설치된 모습이다. 수위 측정은 초음파에 의하여 이루어지며 측정된 수위는 매 10초마다 모니터링 시스템으로 전달된다. USN 기반의 무선 수위 센서로서 배선/배관 공사 없이 어디에나 설치가 용이하며 시공비도 경제적이다.

수위 센서 노드(Node)는 애드혹(Ad-hoc) 네트워크 기능을 가지고 있어 자체적으로 네트워크를 형성하여 노드 간 통신 장애시에 자동적



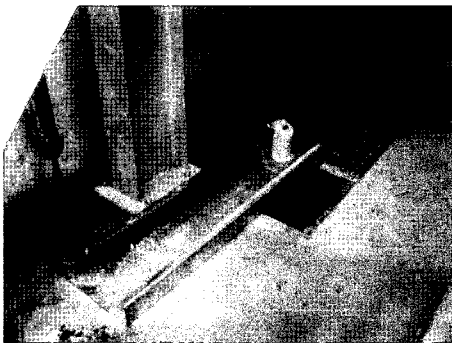
<그림 8> 센서 함체와 태양광 충전회로

<Fig. 8> Sensor box and sunlight charging circuit



<그림 6> 칠산 배수장 초음파 센서

<Fig. 6> Ultrasonic sensor at Chilsan Drainage District



<그림 7> 마산 배수장 초음파 센서

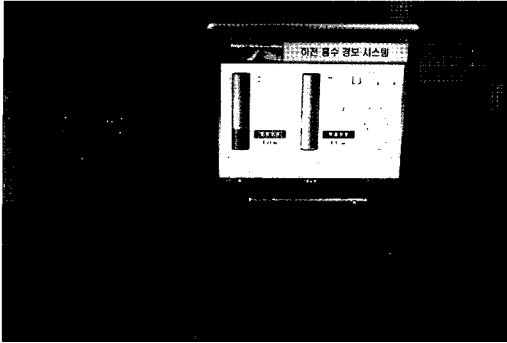
<Fig. 7> Ultrasonic sensor at Masan Drainage District

으로 경로 변경을 하게 된다. 또한 인근 상류 지역에도 수위 센서를 설치하여 배수장의 수위뿐만 아니라 상류 지역에 국지적인 집중호우가 발생하였을 때에도 대비하였다.

<그림 8>은 센서와 연결된 함체 사진으로 센서에 전원을 공급하여 준다. 함체는 센서 노드, 배터리, 충전회로, 안테나, 태양광 패널로 구성되어 있다. 따라서 센서와 함체만 설치하면 별도의 전원 없이도 수위 측정 및 무선 네트워크가 가능하다. 함체 외관은 부식을 방지하기 위하여 스테인레스로 되어 있으며 비바람에도 견딜 수 있도록 방수처리가 되어 있다. 또한 안테나에는 낙뢰 차단기가 내장되어 있어 낙뢰에 맞을 경우 자동으로 시스템과 분리되어 시스템을 보호할 수 있도록 설계되어 있다.

<그림 9>는 원격 모니터링 시스템을 보여 주고 있으며 사용자가 쉽게 상황을 이해할 수 있도록 그래픽으로 수위를 표현하여 주고 있다.

또한 원격 모니터링 시스템은 자체 경보뿐만 아니라 관리자 부재시에도 대처할 수 있도록 미리 지정하여 둔 휴대폰 번호로 긴급 상황에 대한 문자 메시지 서비스를 제공한다. 원격 모니터링



〈그림 9〉 원격 모니터링 시스템

〈Fig. 9〉 Remote Monitoring System

시스템은 현재의 수위, 배수펌프 가동상태, 수문 상태, 운영자 정보 등을 중앙 통합 관리 시스템으로 주기적으로 전송하여 통합 관리 시스템에서는 각 배수장의 수위 변화를 현장감 있게 실시간으로 파악할 수 있다.

〈표 1〉은 칠산 배수장과 마산 배수장에서 발생한 위험상황에 대한 통계 분석 데이터로서 대부분의 위험 상태가 7월에 발생하고 있음을 알 수 있다.

또한 근방에 위치한 두 배수장을 비교하여 볼 때에 마산 배수장에 비하여 칠산 배수장의 경보 상황이 더 많았던 이유는 칠산 배수장이 마산 배수장에 비하여 더 저지대에 위치하여 있어 비가 그친 후에도 고지대로부터의 유입이 많아서 배수장의 수위가 계속 높은 상태를 유지하였기 때문이다.

〈표 1〉 경보 발생일 분석

〈Table 1〉 Analysis of Warning days

구분	경보 발생일		합계
	칠산배수장	마산 배수장	
7월	11	9	20
8월	3	2	5
합계	14	11	25

〈표 2〉 칠산 배수장 수위 경보 결과

〈Table 2〉 Warning result of water level at Chilsan Drainage

일자	수위 측정값	위험수위	상태
2008-07-15	3.33	1.8	위험상황
2008-07-16	3.33	1.8	위험상황
2008-07-17	3.5	1.8	위험상황
2008-07-18	3.51	1.8	위험상황
2008-07-19	3.49	1.8	위험상황
2008-07-20	3.49	1.8	위험상황
2008-07-21	3.43	1.8	위험상황
2008-07-28	1.95	1.8	경계상황
2008-08-19	1.96	1.8	경계상황
2008-08-20	1.83	1.8	경계상황

〈표 3〉 마산 배수장 수위 경보 결과

〈Table 3〉 Warning result of water level at Masan Drainage

일자	수위 측정값	위험수위	상태
2008-07-15	4.17	1.8	위험상황
2008-07-16	4.34	1.8	위험상황
2008-07-17	4.51	1.8	위험상황
2008-07-19	3.86	1.8	위험상황
2008-07-21	4.2	1.8	위험상황
2008-07-28	1.91	1.8	경계상황
2008-08-19	1.94	1.8	경계상황
2008-08-20	1.85	1.8	경계상황

4. 결론

그간 호우시에 단순히 배수펌프만 가동하던 시스템에서 탈피하여 통계 자료에 의한 체계적인 관리가 가능하게 되었으며 수기로 작성하던 보고서를 자동 생성, 출력, 전송이 가능하게 되어 호우시에 전국의 배수장 및 하천의 수위를 실시간 정밀하게 파악할 수 있게 되어 조기 경보 및 재난 상황에 대한 대처가 가능하게 되었다. 또한 관리자 부재시에 상황 대처가 불가능했던 점도 개선하였으며 향후 배수펌프 및 수문과도 연계된다면 배수장 무인화도 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 서태양 외, 세계화 시대의 지역 축제 경영, 기문사, 2008.5.

[2] 인천세계도시축전, <http://www.incheonfair.org/>

[3] 정경권, 박현식, 최우승, “무선 센서 네트워크를 이용한 RSSI 기반의 실내 위치 추적 시스템,” 한국컴퓨터정보학회논문지, 제13권, 제7호, 67-73쪽, 2008년7월.

[4] Ajay Malik, RTLS For Dummies, For Dummies, 2009.03.01.

[5] C.Alippi, G. Vanini, “A RSSI-based and calibrated centralized localization technique for wireless sensor networks,” Pervasive Computing and Communication Workshops, pp.1-5, 2006.

[6] 이범희, 도시 홍수 예경보 시스템의 특징과 구성방향에 관하여, 한국수자원학회, Vol.39, No.1, 2006.01.

[7] 정창삼, 기상정보를 활용한 미국의 하천운영 사례, 한국수자원학회, Vol.41, No.11, 2008.11.

[8] 한건연, 도시홍수 예경보 및 침수 예측기술, 한국수자원학회, Vol.37, No.5, 2004.9.

[9] 최규현, 통합홍수예보시스템과 홍수예보기술, 한국수자원학회, Vol.39, No.9, 2006.9.

[10] <http://www.nws.noaa.gov/ahps/>

[11] 김운태 외, 평창강 유역을 대상으로 미세유역 한계유출량, (2002).

[12] 신현석 외, 덕천강 유역을 대상으로 지형기후학적 단위유량도 기법을 이용하여 한계유출량을 산정, 2004.

[13] 김진훈, 배덕효, 대유역인 한강유역의 한

계유출량을 계산, 2008.

[14] USN 기반 축제 방문객 위치 추적 시스템, 한국컴퓨터정보학회 하계학술발표대회 논문집 제17권 제1호, 2009.7.

[15] USN 기반 홍수 예경보 시스템, 한국컴퓨터정보학회 하계학술발표대회 논문집 제17권 제1호, 2009.7.

저자소개



구 자 일

1991년 인하대학교 전자 공학과 (공학사)
 1993년 인하대학교 전자 공학과 (공학석사)
 1999년 인하대학교 전자공학과 (공학박사)
 2006년~현재 인하공업전문대학 디지털 전자과 교수



이 세 훈

1985년 인하대학교 전자계산학과
 1987년 인하대학교 전자계산학과(이학석사)
 1996년 인하대학교 전자계산학과(공학박사)
 1993년 3월~현재 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과 교수