

BSPE  
99369-  
10926-  
2

BSPE99369-10926-2

무인

측정센서의

무선

원격제어

및

모니터링

시스템을

위한

연구기반

구축

한국해양과학기술원

무인 측정센서의 무선 원격제어  
및 모니터링 시스템을 위한  
연구기반 구축

Infrastructure Development for  
Wireless Remote Control and  
Monitoring System with Unmanned  
Measurement Sensor

2016. 3.

한국해양과학기술원

주 의  
(편집순서8)

(16 포인트 고딕체)

# 제 출 문

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 “무인 측정센서의 무선 원격제어 및 모니터링 시스템을 위한 연구기반 구축”과제의 최종보고서로 제출합니다.

2016. 3.

총괄연구책임자 : 최 우 열

참 여 연 구 원 : 박 혜 림

# 요 약 문

## I. 제 목

무인 측정센서의 무선 원격제어 및 모니터링 시스템을 위한 연구기반 구축

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 사용자가 접근하기 어려운 환경에 존재하는 무인 측정센서의 무선 원격제어 및 모니터링 시스템을 위한 연구기반 구축
- 다양한 해양 환경을 모니터링하기 위한 무인 측정센서들을 원격지에서 동작 제어 및 모니터링하기 위한 무선 시스템 연구환경 확보

## III. 연구개발의 내용 및 범위

- 무선 원격 모니터링 시스템 개발을 위한 연구 기자재 및 환경 구축
  - 실시간 원격 모니터링 시스템에 적합한 통신/네트워크 프로토콜 조사
  - 이종 센서의 안정적 관리를 위한 통합적 관리 임베디드 시스템 개발 환경 구축
  - 해양 환경에 적합한 센서 네트워크 및 실시간 통신을 위한 게이트웨이 시스템 연구환경 구축
- 무인 측정센서 원격 모니터링 운용 플랫폼 연구환경 구축 및 추후 연계과제 기반 마련
  - 측정센서 단말 개수, 네트워크 구성, 외부 간섭 등에 따른 환경 데이터 수집 기술 조사
  - 해양 지역에 배치한 무인 측정센서 단말의 정보 확인 및 스케줄을 조정할 수 있는 프로토콜 및 응용프로그램 인터페이스 (API) 연구환경 구축
  - 본 과제를 통해 구축되는 연구환경을 활용할 수 있는 추후 연계과제 연구 기반 구축

## IV. 연구개발결과

- 무선 네트워크 기술을 활용한 원격 모니터링 시스템에 필요한 연구환경 구축
- 무인 측정센서의 효과적인 측정정보 획득 및 제어를 위한 연구기술 확보

## V. 연구개발결과의 활용계획

- 구축된 연구환경을 기반으로 해저 환경 모니터링을 위한 무선 원격 시스템 개발에 활용
- 사용자가 접근하기 어려운 기타 해양 환경에 대해 원격 모니터링 센서 네트워크 운용 시스템 적용방안 마련

# 목 차

제 1 장 서론 -----	4
1.1. 연구개발의 목적 -----	4
1.2. 연구개발의 필요성 -----	4
제 2 장 국내외 기술개발 현황 -----	6
2.1. 국외 기술개발 현황 -----	6
2.2. 국내 기술개발 현황 -----	7
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 -----	8
3.1. 최종 연구목표 -----	8
3.2. 연구 수행내용 및 방법 -----	9
3.3. 연구 결과 -----	9
제 4장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도 -----	17
4.1. 연구개발 목표별 가중치 -----	17
4.2. 연구개발 달성도 -----	17
4.3. 연구의 대외기여도 -----	18
제 5 장 연구개발결과의 활용계획 -----	19
5.1. 기대성과 -----	19
5.2. 활용방안 -----	19

# 제 1 장 서론

## 1.1. 연구개발의 목적

현재 대부분의 해양 생태계의 환경 모니터링 시스템은 사용자가 직접 측정 장비들을 설치 및 구동을 하는 형태로 존재한다. 이러한 환경 상태를 모니터링하기 위한 측정 장소는 정보 취득 후 분석을 하는 실험실과는 멀리 떨어진 곳에 위치하는 경우가 많다. 또한, 사용자가 직접 측정을 하고 정보를 수집하기에는 접근하기 어려운 곳에 위치하는 경우도 있다. 이러한 경우 환경 모니터링을 위한 시간적, 경제적 비용이 크며, 실시간으로 정보를 취득 및 분석할 수 없는 상황이다.

본 과제는 현존하는 다양한 환경 모니터링 시스템의 취약점과 한계를 극복하기 위해, 무선 네트워크 기술을 활용한 실시간 원격 모니터링 시스템 연구환경을 구축한다. 많은 초기 설치비용이 필요한 유선 네트워크 기반과는 달리 무선 네트워크 기반의 원격 모니터링 시스템은 인프라 구축비용을 크게 절감할 수 있으며, 환경 변화에 따른 높은 확장성을 제공한다. 무인 측정센서들을 해당 장소에 한번만 설치하게 되면, 분석실험을 수행하는 실험실에서 원격지의 센서들을 실시간으로 동작하고 측정 정보를 취득할 수 있게 된다. 본 과제에서는 이러한 무선 네트워크 기반 원격 모니터링 시스템 구축에 필요한 고성능의 통신 테스트용 장비 및 알고리즘 개발용 소프트웨어를 구축한다. 구축된 연구장비들을 통해 후속 연계과제에 대한 기반을 마련하고, 원내 연구과제와의 협업을 제공할 수 있다.

## 1.2. 연구개발의 필요성

- 무인 측정센서를 위한 원격 제어 및 모니터링 시스템의 필요성
  - 무인 측정센서의 동작 제어 및 측정값의 효율적인 취득 기술이 미비함.
  - 사용자가 접근하기 어려운 환경에 존재하는 측정센서들을 원격으로 동작을 제어하고 측정값을 취득하는 시스템이 필요함.
  - 추가적인 통신 환경 구축에 대한 공간적/경제적인 비용을 최소화할 수 있는 무선 네트워크 기반 원격 제어 및 모니터링 시스템이 필요함.
  
- 실시간 모니터링 시스템을 위한 무선 데이터 전송 기술의 필요성

- 환경 모니터링을 위한 측정센서와 실시간으로 통신하기 위한 기술이 미비함.
- 급변하는 해양 환경에 신속하게 대처하고 정보를 취득하기 위해 실시간 무선 통신 시스템이 필요함.
- 즉각적인 센서 동작 제어 및 측정값 전달을 통해 환경변화 예측 및 대응의 정확도 향상이 가능함.

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 2.1. 국외 기술개발 현황

- 미국 Chemtrac Systems 社 - PM2500XRD Monitoring System & WebTRACTM 있음. Membrane Fouling Monitor (MFM)은 1um 수준의 미립 물질을 검출(particle counter 기반), 이를 바탕으로 Silt Density Index (SDI)를 측정하고, 과거 및 현재의 SDI 추이를 통해 파울링을 추정함. 온라인 검출이 가능하며, 웹 인터페이스를 제공함.



그림 1. 미국 Chemtrac Systems 社 - PM2500XRD Monitoring System & WebTRACTM

- 영국의 YSI Hydrodata사는 수질 모니터링 및 테스트를 위한 센서, 장비, 소프트웨어 등 다양한 플랫폼에 대하여 연구 개발하고 있으며, YSI water quality sonde or hydroSam 모니터링 시스템은 혼탁도, 염분비율 등을 측정하며 6500 개의 데이터를 소프트웨어를 통해 확인이 가능함. 그리고 영국 ROchemicalTM 사의 Silt Density Index (SDI) 시스템은 멤브레인의 상태 및 분석을 위한 솔루션을 세계 시장에 선보이고 있음.
- 미국의 Hach사는 Event Monitor™ Trigger System (EMTS), Water Distribution Monitoring Panel (WDMP) and astroTOC™ Total Organic Carbon Analyzer 등 상수관망 및 담수화 플랜트의 모니터링 시스템을 개발하였으며, 특히 RO 멤브레인의 오염 정도 및 생산수의 수질을 모니터링 하는 기술을 접목한 제품을 세계 시장에 선보이고 있음.

## 2.2. 국내 기술개발 현황

- 국내에 사례 중에는 (주)드림바이오스의 수질오염 무인원격 감시경보 시스템 (Phileco)이 있음. 수질 오염 무인원격 감시경보 시스템은 다양한 오염물질 발생원에서 오염물질을 배출하거나 방류할 때 대표적인 수질평가항목을 실시간으로 측정하고 수질의 정도에 따라 배출수를 채집하도록 하여 수질상태 및 시료상태에 관한 정보를 원격으로 중앙통제센터에 수신함으로써 수계로의 오염 배출원을 무인자동으로 감시하고 관리할 수 있음.
- (주) 한울옵티스의 무선 수질모니터링 시스템은 USN node와 결합된 무선 수질 센서와 USN Gateway, 통합 모니터링 시스템을 하천/지하수 하, 폐수처리장 수질을 측정하여 환경 및 오염도 상태를 분석하여 수질개선을 위한 지능형 서비스 제공을 위한 기반 솔루션임.



## 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

### 3.1. 최종 연구목표

- 무선 원격 모니터링 시스템 개발을 위한 연구 기자재 및 환경 구축
  - 실시간 원격 모니터링 시스템에 적합한 통신/네트워크 프로토콜 조사
  - 이종 센서의 안정적 관리를 위한 통합적 관리 임베디드 시스템 개발 환경 구축
  - 해양 환경에 적합한 센서 네트워크 및 실시간 통신을 위한 게이트웨이 시스템 연구환경 구축

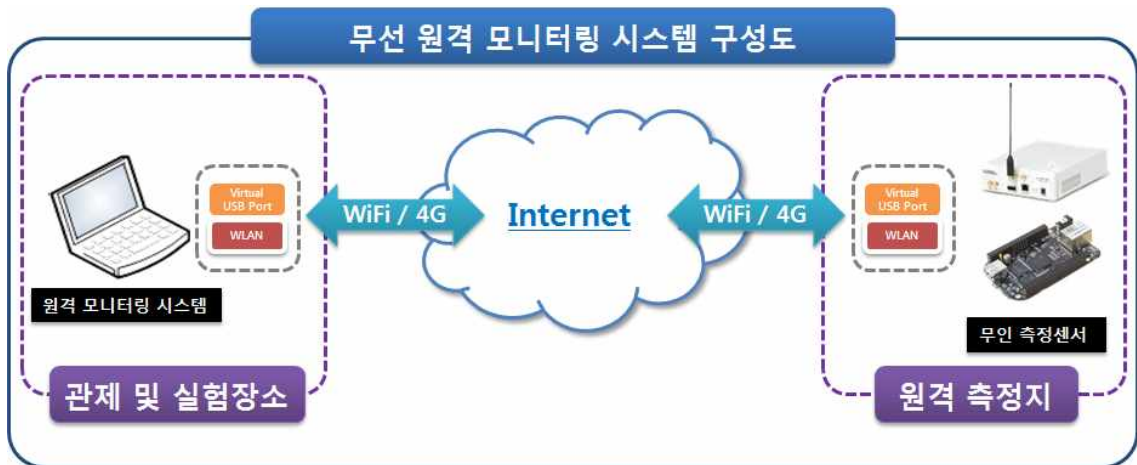


그림 2. 무선 원격 모니터링 시스템 구성도

- 무인 측정센서 원격 모니터링 운용 플랫폼 연구환경 구축 및 추후 연계과제 기반 마련
  - 측정센서 단말 개수, 네트워크 구성, 외부 간섭 등에 따른 환경 데이터 수집 기술 조사
  - 해양 지역에 배치한 무인 측정센서 단말의 정보 확인 및 스케줄을 조정할 수 있는 프로토콜 및 응용프로그램 인터페이스 (API) 연구환경 구축
  - 본 과제를 통해 구축되는 연구환경을 활용할 수 있는 추후 연계과제 연구 기반 구축

### 3.2. 연구 수행내용 및 방법

년차	연구의 수행내용	구체적인 수행방법(이론적·실험적 접근방법명 등)
1차	○ 무선 원격 모니터링 시스템 개발을 위한 연구 기자재 및 환경 구축	- 무선 통신 시스템 연구장비 구축을 통해 향후 원격 모니터링 시스템 연계과제의 연구환경을 조성함. - 후속과제에 대한 제안 가능성을 위해 지속적으로 활용이 가능한 연구 장비를 구축함.
(2015년)	○ 무인 측정센서 원격 모니터링 운용 플랫폼 연구환경 구축 및 추후 연계과제 기반 마련	- 특정 환경에 한정된 원격 모니터링 플랫폼이 아닌 다양한 환경에서 적용 가능한 확장형 플랫폼 연구환경을 구축함. - 다양한 통신환경에 대한 고려를 통해 환경적응형 통신 시스템 연구장비를 구축함.

### 3.3. 연구 결과

#### 가. 원격 모니터링 시스템 기술 조사 결과

- 기존의 Serial Port의 경우 유선으로만 통신이 가능하며, 원격 수질 센서모듈과 연동 되는 6LowPAN 노드는 통신이 가능하지만, Android 기반 BeagleBone 시스템이나 원격 모니터링 장비의 경우에는 유선으로 통신이 불가능함. 따라서, 장거리 Serial 통신이 가능하게 하기 위해서 가상의 Virtual Serial Port를 이용하려 함. Virtual Serial Port를 이용하면, 먼 거리에 있는 장비들끼리도 동일한 방식의 Serial 통신을 하게 할 수 있음. Virtual Serial Port는 6LowPAN 기반의 무선 메시 네트워크에서 측정된 데이터를 BeagleBone 임베디드 시스템으로 전송시 필요하고, BeagleBone 임베디드 시스템에서 처리된 데이터를 3G 통신망을 통해 원격 모니터링 시스템으로 전송시에 필요함.
- Virtual Serial Port 프로토콜 중에 com2top를 활용하여 원거리 Serial Port 통신을 하려함. com2top는 TCP/IP 통신 방식을 Serial 통신 방식으로 전환

해주는 역할을 하고, Virtual Serial Port를 통해 기존의 인터넷 또는 무선 통신망을 이용하여 서로 다른 컴퓨터 및 측정장비 간에 serial 통신을 가능하게 함. 또한, Virtual Serial Port를 통해 기존의 Serial Port와 호환이 가능함.

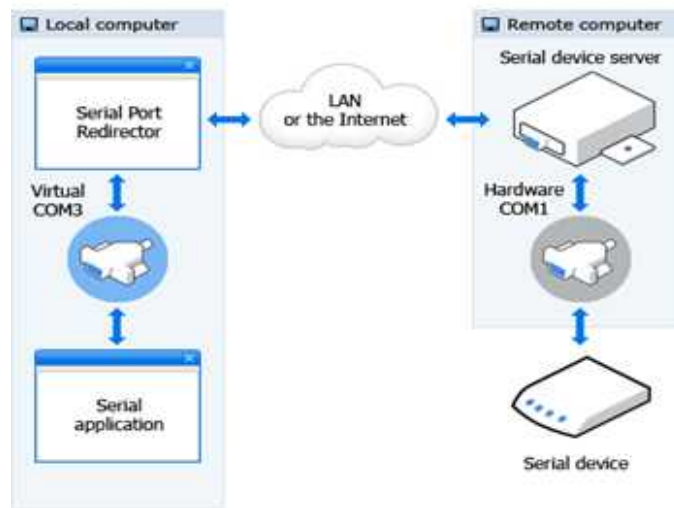


그림 3. com2tcp 구조

- 해양지역에서 데이터를 수집하고, 이를 전송하기 위하여 Android 기반 BeagleBone 임베디드 GateWay를 활용한 계층적 네트워크 구조를 이용해야 함. 수질 모니터링을 위한 무선 데이터 전송의 계층적 네트워크를 구성하기 위하여 Android 임베디드 시스템과 원격 센싱 시스템을 함께 활용해야함. 6LowPAN Device는 다른 지역의 6LowPAN Device와 함께 무선 통신을 통하여 Android 기반 BeagleBone 임베디드 Gateway 에 데이터를 전송하게 됨. Android 기반 BeagleBone 임베디드 Gateway는 취합된 정보들을 무선 3G망을 이용하여 원격 모니터링 장비에 전송하고, 다수 6LowPAN 센서 장비들 간의 중계 역할을 함. 6LowPAN Device는 6LowPAN 통신 기술을 활용한 장비로써, IPv6에 기반하고, 1Km 이상의 통신 거리를 이용함으로써 기존의 무선 메시 네트워크의 단거리 통신 거리를 커버할 수 있음.
- Android 기반 BeagleBone 임베디드 Gateway는 요즘 스마트폰에서 널리 이용되어 잘 알려진 AndroidOS를 탑재함으로써, 사용 비용이 저렴하며

Android 임베디드 장치가 소형이기에 설치 및 이동성이 편리함. Android 기반 BeagleBone 임베디드 Gateway에 이용될 무선 3G 망은 사설망을 이용하기 때문에, 통신이 원활하며, 장거리 통신에 용이함. 또한, 다양한 디바이스를 지원하기에 다른 모니터링 장비와의 호환이 잘되고, 여러 장비들과 통신을 할 수 있음. 원격 모니터링 시스템을 위해서 직접 수질을 측정하는 원격 센서모듈과 그 데이터를 수집하는 6LowPAN Device, 그리고 원격 모니터링 장비에 데이터를 전송하는 Android기반 임베디드 기반 BeagleBone Gateway는 계층적인 네트워크 구성을 통하여 안정적으로 데이터를 전달 할 수 있으며, 단계별 네트워크 구축을 통하여 네트워크 전체의 구성이나 각 기기의 역할을 쉽게 파악하는데 도움을 줄 수 있음. 또한 네트워크 확장 시에도 필요 기기 추가 후 상위 단계의 기기와 연동만 하면 되므로 확장이 용이함.

#### 나. 무선 센서 획득정보의 데이터 전송기술 조사 결과

- 해양 환경은 그 범위가 매우 넓기 때문에 해수가 오염되면 수질오염을 탐지하기 어려울 뿐만 아니라 이를 방지하기 위한 방법도 제한적이기 때문에, 해양 환경 지역에 적합한 통신/네트워크 시스템 파악이 필요함. 해수의 수질 모니터링을 하기 위해서는 적은양의 데이터가 실시간으로 처리되고, 오랜 시간동안 통신을 하기 때문에 저전력을 이용한 통신이 더욱 필요함. 또한, 데이터가 실시간으로 통신하면서도 정확도를 가지고 통신을 해야하기 때문에 몇 가지 무선통신/네트워크 시스템의 기술에 대한 파악이 필요함.
- 해양 환경의 모니터링을 위해 적용 가능한 무선 기술에는 IEEE 802.11 무선 랜 기술과 IEEE 802.15.1의 블루투스 기술, 그리고 지그비, 센서 네트워크 및 액티브 RFID에 사용되어져서 잘 알려진 IEEE 802.15.4의 근거리 저속 무선 기술 등이 있음. 어떠한 네트워크 프로토콜이 모니터링 통신을 하기 위해 적합한지 분석해야 함.
- 블루투스는 IEEE 802.15.1 규격을 사용하여 PANs(Personal Area Networks)의 산업 표준이고, 다양한 기기들이 안전하고 저렴한 비용으로 전 세계적으로 이용할 수 있는 무선 주파수를 이용해 서로 통신할 수 있게 할 수 있음.

블루투스는 ISM 대역인 2.45GHz를 사용하고, 버전 1.1과 1.2의 경우 속도가 723.1kbps에 달하며, 버전 2.0의 경우 EDR(Enhanced Data Rate)을 특징으로 하는데, 이를 통해 2.1Mbps의 속도를 낼 수 있음. 블루투스는 유선 USB를 대체하는 개념이며, 와이파이(Wi-Fi)는 이더넷(Ethernet)을 대체하는 개념임. 블루투스 네트워크는 ‘피코넷’이라는 조직을 기반으로 구성되며, 하나의 피코넷은 통신 초기화를 주도하는 하나의 마스터 디바이스와 최대 7개까지의 슬레이브 디바이스들로 이루어질 수 있음. 이로 인해 많은 노드 수를 필요로 하는 산업용 환경에는 부적합할 수 있음. 슬레이브 디바이스들은 피코넷 내에서 오직 마스터 디바이스와 통신이 가능함. 또한, 모든 블루투스 디바이스들은 동시에 4개까지의 피코넷에 속할 수 있으며, 마스터 역할을 여러 피코넷에 걸쳐서 할 수는 없음. 근거리의 케이블링을 대신할 수 있는 데이터 전송망으로 사용되어 질 수 있음.

- 저속 근거리 통신 기술/IEEE 802.15.4는 2003년 10월에 최종화 되었으며 무선 네트워크의 물리 계층과 MAC (Media Access Control) 계층의 특성을 정의함. IEEE 802.15.4 기술은 무선 센서와 제어장치를 위한 특수한 요구사항을 충족하기 위한 저비용, 저전력 무선 통신을 구현하기 위해서 나타남. 블루투스나 무선랜과 대조적으로, IEEE 802.15.4의 네트워크에 소속된 디바이스들은 빈번한 통신을 목적으로 하지 않으며, 적은 양의 데이터를 비교적 긴 시간을 두고 전송한다는 특징을 가짐. 데이터량은 작지만 많은 노드수가 필요하거나, 실시간 요구사항이 다소 낮은 경우의 산업용 환경에 고려해볼 수 있는 기술임. IEEE 802.15.4는 패킷 심볼 전송 비율을 매우 낮추어, (최대 62.5Ksymbols/s) 산업용 공장에서 발생할 수 있는 지연시간에 대처할 수 있도록 함.
- 무선랜/IEEE 802.11은 두 대 이상의 컴퓨터가 선 없이 연결한 상태로, 무선으로 된 로컬 영역 네트워크를 일컫음. 무선랜은 스프레드 분광이나 전자기파 기반의 OFDM 변조 기술을 사용하여 제한된 지역 안에 있는 기기끼리 서로 통신할 수 있게 만들어 주고, 이로써 사용자가 무선랜 지원 지역을 돌아다니며 네트워크에 접속할 수 있도록 함. IEEE 802.11 계열은 크게 a,b,g로

분류됨. IEEE 802.11.a의 경우 5GHz 주파수 대역을 사용하며 물리계층은 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)을 기본으로 함. IEEE 802.11b는 고속 확장 표준이며 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum)를 사용하며 따라서 2.4GHz 주파수 대역에서 동작한다. IEEE 802.11b의 확장 표준인 IEEE802.11g은 2.4GHz의 주파수 대역을 사용함. 블루투스나 802.15.4 표준과는 달리, 802.11 표준은 대용량 데이터 전송에 최적화 되어 있음. 이론적으로는 무선 랜 이동 디바이스만으로 Ad-hoc 네트워크의 구성이 가능하지만, AP (Access Point)를 통하여 모든 네트워크 구성 기기가 통신하는 구조가 가장 이상적인 설계방법이라고 할 수 있음.

표 1. 블루투스, IEEE 802.15.4, IEEE 802.11 기술의 비교

구분	블루투스	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11 a/b/g
통신거리	10(50m~100m)	10m	50m~100m
최대 전송데이터	723Kbit/s	125Kbit/s	30.6Mbit/s (Ethernet), 2.6Mbit/s (60bytes payload)
전력소모	낮음	매우 낮음	중간
주기성 데이터	있음(polling 알고리즘에 의존)	있음	DCF: 없음, PCF: 있음(jitter 포함), HCF: 있음
재전송	있음	있음	있음
FEC	구현가능	없음	없음
노드개수	8	2~65,000	.
주파수 대역	2.4GHz KSM	868MHz, 902-928MHz, 2.4GHz ISM	5-6GHz / 2.4GHz / 2.4GHz
물리 계층	FHSS/AFH	DSSS	OFDM / DSSS

- UWB (Ultra-wideband, UWB)는 기존의 스펙트럼에 비해 매우 넓은 대역에 걸쳐 낮은 전력으로 대용량의 정보를 전송하는 무선통신 기술을 말함. PC의 대용량 데이터를 프린터에 고속전송 및 인쇄, HDTV 동영상을 PC에 전송 및 저장할 수 있음. 3.1~10.6GHz대의 주파수 대역을 사용하면서 10m~1km의 전송거리를 보장하고, UWB는 지난 40여년간 미국 국방부에서 군사용 무선통신기술로 사용되다가, 미국 통신 주파수 관할 기관인 연방 통신 위원회 (FCC)가 최근 민간에 개방하면서 관심을 모으게 된 기술임. UWB는 1990년대까지 미국 국방부의 '블랙프로젝트' 레이더 기술에 적용돼 왔고, GHz폭의 주파수 대역을 사용, 초당 100~500M의 속도로 전송이 가능한 무선통신기술로 커다란 용량의 동영상을 떨림이나 버그없이 완벽하게 전송할 수 있고 전송거리도 블루투스의 100m에 비해 10배나 긴 1km에 달해 완벽한 홈 네트워크 시스템을 구현할 수 있게 되어 모든 디지털 가전의 선을 없앨 수 있게 한 기술임.
  
- 와이맥스 (WiMAX, Worldwide Interoperability for Microwave Access)는 점대점 연결에서 완전한 휴대형 접근에 이르기까지 다양한 방식으로 먼 거리를 걸쳐 무선으로 자료를 제공하는 것을 목표로 하는 통신 프로토콜임. WirelessMAN이라고도 불리는 IEEE 802.16 표준에 기반을 두고 있고, "와이맥스"라는 이름은 표준의 상호 운용성과 순응을 제고시키기 위해 와이맥스 포럼이 2001년 6월에 만든 것임. 이 포럼은 와이맥스를 "케이블, DSL의 대안으로서 라스트 마일(last mile)의 무선 광역 접근 전달을 가능하게 하는 표준 기반의 기술"로 설명하고 있으며, 대역폭과 접근성을 이용하여 다양한 플랫폼의 형태로 이용되어지고 있음.
  
- RFID/USN은 모든 사물에 부착된 RFID 또는 Sensing 기술을 초소형 무선 장치에 접목하여 상호 간의 네트워킹과 통신하여 실시간으로 정보를 획득, 처리, 활용하는 네트워크 시스템을 말함. RFID/USN에서는 사물의 이력정보 및 사물을 둘러싸고 변화하는 물리 환경계의 다양한 정보를 획득함으로써 생산성, 안정성 및 인간생활 수준의 고도화를 실현하고자 하고, RFID/USN은 먼저 인식정보를 제공하는 RFID를 중심으로 발전하고 이에 Sensing 기

능이 추가되어 이들 상호간의 네트워크가 구축되는 USN 형태로 발전됨.

- 무선 센서 네트워크 (WSN, wireless sensor network)는 센서를 네트워크로 구성한 것을 말함. 인간 중심 지향적이면서 장소에 구애받지 않고 언제 어디서나 컴퓨팅 환경에 접속할 수 있는 유비쿼터스 패러다임이 확대되면서 전세계적으로 활발하게 연구되고 있는 기술 중의 하나임. WSN 기술은 크게 RFID 등의 내용을 포함하고 있으며, 모든 사물에 적용되는 임베디드 무선 네트워크 기술임. 관련 소프트웨어 플랫폼으로는 TinyOS, Nano Qplus, Contiki, LiteOS, 등이 있으며, 다양한 표준과 프로토콜을 지원함. WSN 관련 표준으로는 IETF의 6LowPAN, ROLL, CoRE와 함께 ZigBee, Wireless HART, ISA 100 등이 있고, 지역 모니터링은 WSN의 흔한 응용 중 하나임. 지역 모니터링중에서 WSN는 모니터링이 필요한 지역에 배치되어 현상을 모니터링하고, 군사적인 응용으로는, 적군의 침입을 감지하는 시스템을 예로 들 수 있으며, 상업적인 응용으로는 가스나 오일 파이프라인의 지오펜싱 시스템을 구성할 수 있음.

다. 무선 원격 모니터링 시스템 성과 및 연구기반 구축 현황

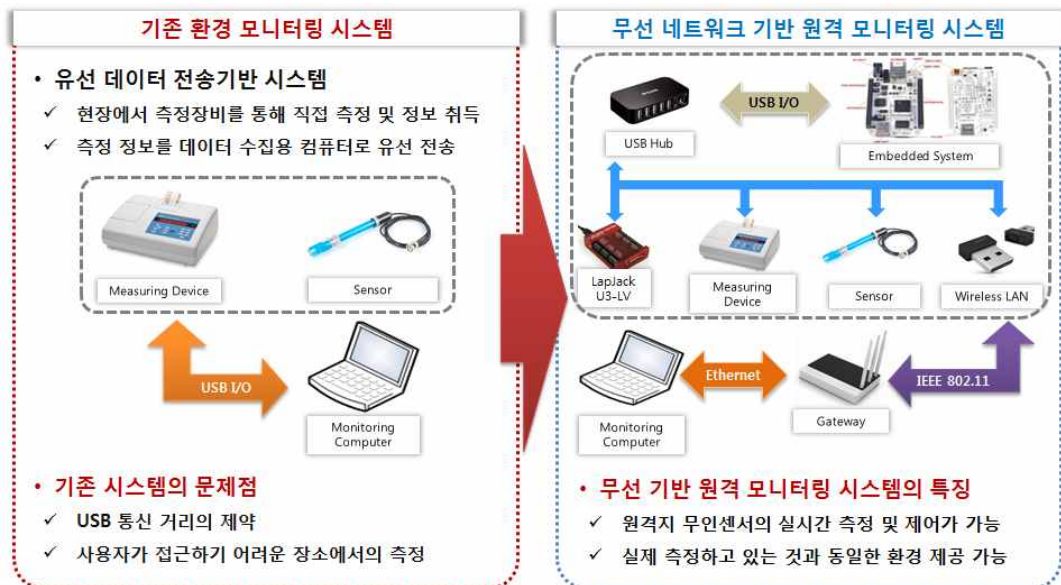


그림 4. 무선 원격 모니터링 시스템 연구기반 구성도



표 2. 목표 대비 연구기반 구축 달성도

구분	연구장비 세부 모델명	장비 구축 현황	목표 대비 구축 달성도
무선신호 분석 알고리즘 개발 및 통신 테스트 시스템	MATLAB + Toolbox	소프트웨어 1년 license 구축	100%
	LabVIEW Comm. Suite	소프트웨어 license 구축	100%
모니터링 데이터 수집 및 정보처리 시스템	CISCO SG90D-08	Gigabit 8포트 구축	100%
	NT900X3K-K78S	4대 구축	100%
측정센서 제어 및 무선 데이터 전송 시스템	Beaglebone Black	4대 구축	100%
	ipTIME N100mini	4대 구축	100%
	ipTIME UH305	3대 구축	150%
무선 신호 송수신 시스템	NI USRP-2922-GPS	4대 구축	100%

## 제 4장 연구개발목표 달성도 및 대외기여도

### 4.1. 연구개발 목표별 가중치

성과목표	세부목표	평가지표 (핵심성과 스펙)	검증방법	가중치 (%)
무선 모니터링 시스템 연구환경 구축 (80%)	원격 모니터링 시스템용 통신/네트워크 프로토콜 조사	조사 자료	동향조사 내용 및 연구결과 검증	10%
	통합적 관리 임베디드 시스템 개발 환경 구축	구축 여부	연구환경 구축을 위한 연구장비 검증	35%
	센서 네트워크 및 게이트웨이 시스템 연구환경 구축	구축 여부	연구환경 구축을 위한 연구장비 검증	35%
모니터링 정보 전송 연구기술 확보 (20%)	센서 환경 데이터 수집 기술 조사	조사 자료	동향조사 내용 및 연구결과 검증	5%
	프로토콜 및 응용프로그램 인터페이스 (API) 연구환경 구축	구축 여부	연구환경 구축을 위한 연구장비 검증	10%
	추후 연계과제 연구 기반 구축	구축 여부	연구환경 구축을 위한 연구장비 검증	5%

### 4.2. 연구개발 달성도

총 연구기간내 년차별 연구내용 대비 달성율(%)				
년차	연구성과	진척율		성취도 (정상, 부진)
		년차별 계획대비	총연구 기간대비	
1차년 (2015년)	무선 원격 모니터링 시스템 개발을 위한 연구 기자재 및 환경 구축	100	100	정상
	무인 측정센서 원격 모니터링 운용 플랫폼 연 구환경 구축 및 추후 연계과제 기반 마련	100	100	

### 4.3. 연구의 대외기여도

- 무선 네트워크 기반 원격 모니터링 시스템 개발을 위한 연구기반 마련
  - 본 과제는 무선 네트워크 기술을 활용한 실시간 원격 모니터링 시스템 연구환경 구축을 목표로 하는 과제으로써, 다양한 무선 통신 기술 및 모니터링 기술에 대한 연구동향 조사와 무선 네트워크 모니터링 시스템을 위한 연구기반 구축을 성공적으로 수행함.
  
- 향후 연계과제의 확장 가능성을 고려한 연구개발 환경 확보
  - 다양한 IoT 융합형 연계과제를 위한 연구환경 구축을 위해, 연구환경 구축 시 다양한 확장가능성을 염두하여 개발 장비들을 구축하고 향후 연계과제에서 활용이 가능하도록 API를 제공함.
  
- 기관내의 IoT기술과의 융합이 필요한 타 과제와의 연계 가능성 확보에 중점 부여
  - 구축된 연구환경을 기반으로 무선 통신 기술 및 모니터링 기술이 필요한 타 연구과제들과 유연하게 연구 협업이 가능하도록 전체 시스템이 구축됨.
  
- 본 과제를 통해 구축된 연구환경을 기반으로 후속과제 발굴 가능성 확보
  - 구축된 연구환경은 장비 간에 유기적으로 연동이 되어 있으며, 향후 연계과제들의 다양한 환경들을 즉각 반영하여 적용할 수 있도록 구성됨.

## 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

### 5.1. 기대성과

#### □ 기술적 측면

- 신속하게 해양 환경 상황에 대한 결과를 획득함으로써 실시간 정보의 업데이트가 가능한 무인 측정센서 네트워크와 모니터링 시스템을 구축할 수 있음.
- 대부분의 환경 모니터링 측정센서들은 사람이 쉽게 접근하기 어려운 곳에 위치하기 때문에 측정 정보를 효율적으로 수집 및 가공할 수 있는 시스템을 구축 가능함.

#### □ 경제적 측면

- 다양한 해양 환경에 대한 원격 모니터링 시스템은 적용범위가 무한하며 사용자의 직접 접근 없이 실시간으로 측정정보를 취득할 수 있으므로 시간적, 경제적으로 비용절감이 가능함.
- 유선망의 추가적 설치 없이 무선 네트워크 기술을 활용한 모니터링 시스템은 초기 설치비용의 절감을 극대화 할 수 있음.

### 5.2. 활용방안

#### □ 구축된 연구환경을 기반으로 후속 연계과제 발굴

- 본 과제를 통해 구축된 무선 네트워크 기반 원격 모니터링 시스템은 후속 연계과제의 기반을 제공함.
- 연구환경 구축 과정을 통해 차기 연구과제의 다양한 응용분야들을 발굴할 수 있음.

#### □ 다양한 원격 모니터링 시스템의 성능 평가를 위한 테스트베드 제공

- 타 원격 제어 및 모니터링 시스템들의 성능 평가를 위한 연구환경을 제공할 수 있음.
- 개발된 모니터링 시스템의 성능 분석을 통해 보다 향상된 모니터링 플랫폼

기술을 제공 가능함.

## 뒷 면

### 주 의

1. 이 보고서는 한국해양과학기술원에서 수행한 기본연구사업의 연구결과보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국해양과학기술원에서 수행한 기본연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안됩니다.