

Technical Report

## 효율적인 HNS 데이터 취득 시스템 설계

오진덕<sup>1</sup> · 최성환<sup>2,†</sup> · 김민섭<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(주)온더시스 대표이사

<sup>2</sup>(주)온더시스 시스템개발부 책임연구원

<sup>3</sup>(주)온더시스 기술영업부 부장

## Efficient HNS Data Acquisition System Design

Jinduck Oh<sup>1</sup>, Seonghwan Choi<sup>2,†</sup>, and Minseob Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Chief Executive Officer, Onthesys Inc. Daejeon 34025, Korea

<sup>2</sup>Developer in charge, System Development Department, Onthesys Inc. Daejeon 34025, Korea

<sup>3</sup>Department Manager, Technical Sales Department, Onthesys Inc. Daejeon 34025, Korea

### 요 약

우리나라에는 3면이 바다로 이루어져 있고 수많은 해양 시설이 자리 잡고 있으나 해양 시설에서 배출 중인 위험유해물질(HNS)에 대한 배출 관리 및 규제 시스템이 미비한 상황이고 위험유해물질(HNS) 관리를 위한 데이터를 효율적으로 수집 할 수 있는 시스템이 필요하며 위험유해물질(HNS) 관리하고 데이터를 효율적으로 수집 하기 위해 생물독성 감시 장치, LTE 통신망, RDBMS를 기반으로 데이터 취득 시스템을 설계하는데 있다. 현장 생물 독성 감시장치에서 생성되는 HNS 원시 데이터 등은 RTU(Remote Terminal Unit)이라고 불리는 장치에 저장되어 4G LTE망을 통해 HNS 수집 서버로 전송된다. 이렇게 취득된 HNS 원시 데이터들은 RDBMS 서버로 저장된다. 통신망은 1~5세대까지 무선 통신망 중에 4세대인 LTE 이동통신 서비스를 이용하여 시스템을 구성하였다. 이동통신의 최신 기술은 5G(5세대) 이지만 본 연구의 적용 현장은 해양 시설 위주로 대도시하고는 거리가 있고 현재 5세대 통신망이 서비스가 미제공된 지역들이 많아 4세대인 LTE 서비스를 선택하였다. 본 연구에서는 이 RDBMS를 활용하여 데이터 관리 및 데이터 품질 관리를 할 수 있도록 설계하였고 데이터 품질 관리 방안으로는 유효 범위 진단, 내적 일치성 진단, 공간성 진단 방식을 사용하여 데이터 품질 관리를 진행하였다.

**Abstract** – Although Korea has three sides of the sea and numerous offshore facilities are located, the emission management and regulatory system for HNS emitted from marine facilities is insufficient, and data for HNS management is not available efficiently. A system that can collect is required, and in order to manage HNS and efficiently collect data, we are designing a data acquisition system based on biotoxicity monitoring device, LTE communication network, and RDBMS. HNS raw data generated by the on-site biotoxicity monitoring device is stored in a device called RTU (Remote Terminal Unit) and transmitted to the HNS collection server through the 4G LTE network. The HNS raw data obtained in this way are stored in the RDBMS server. For the communication network, the system was constructed using the LTE mobile communication service, which is the 4th generation among the 1st to 5th generation wireless communication networks. Although the latest mobile communication technology is 5G, the field of application of this study is far from large cities, mainly marine facilities, and the 4G LTE service was selected because there are many areas where 5G communication networks are not currently provided. In this study, this RDBMS was used for data management and data quality management. As a data quality management method, data quality management was carried out using effective range diagnosis, internal correspondence diagnosis, and spatial diagnosis methods.

**Keywords:** HNS(위험·유해물질), LTE communication network(LTE통신망), Monitoring(모니터링), Relational database(관계형데이터베이스)

<sup>†</sup>Corresponding author: hwan@onthesys.com

# 1. 서 론

## 1.1 연구배경

우리나라는 풍부한 해양 생태계를 가지고 있는 바다에 3면이 둘러싸여 있는 나라이며 그에 따라 수많은 해양 산업 시설을 가지고 있다. 이 수많은 해양 산업 시설에는 해양 유입 가능성이 높은 위험·유해물질(HNS : Hazardous & Noxious Substance)을 가지고 있지만 HNS 배출 관리에 대한 합리적 제도 미비 (HNS 전면 해양 배출 금지)로 사회적인 이슈 및 갈등이 발생하고 있고 이에 따라 산업계와 환경계의 요구를 합리적으로 충족시킬 수 있는 HNS 배출 관리 규제 마련이 필요하게 되었다.

HNS 배출 관리 규제 마련을 위해서는 각 해양 시설이나 해안가에 HNS 데이터 수집 및 모니터링 시스템이 필요하게 되었고 본 연구에서는 데이터 수집 장치인 RTU와 무선 통신망(4G)을 기반으로 하는 HNS 모니터링 시스템 모델을 제안하였다.

데이터 관측이란 해양 산업 시설에서 방출되는 HNS 물질을 생물 독성 감시장치를 이용하여 실시간으로 데이터를 취득 후 무선 통신망을 통해 수집 S/W에서 데이터 수집, 저장, 수집저장된 데이터를 기반으로 모니터링 시스템을 구축하며 안정적으로 운영함으로써 HNS에 대한 체계적인 관리 및 실시간 상태 분석, 예측을 목적으로 한다.

HNS 관측 시스템은 HNS 데이터 생성 및 취득 같은 처리 과정이 관여되는 시스템으로 좋은 데이터 품질을 유지하기 위해서는 현장에서 생성된 데이터들을 누락 및 지연없이 전송하는 것이 중요하다.

이 연구에서 우리가 제안할 시스템은 생물 독성 감시장치에서 취득한 HNS 데이터를 자체 RTU 프로토콜 및 4G 무선 통신망을

통해 HNS 실시간 데이터 수집 S/W로 전송하며 취득된 원시데이터를 RDBMS의 테이블에 1분마다 저장된다.

# 2. 개 요

## 2.1 HNS 관측 시스템 구성

HNS 관측 시스템 구성은 Fig. 1과 같다. 현장 생물 독성 감시장치에서 생성되는 HNS 원시 데이터 등은 RTU(Remote Terminal Unit)이라고 불리는 장치에 저장되어 4G LTE망을 통해 HNS 수집 서버로 전송된다. 이렇게 취득된 HNS 원시 데이터들은 RDBMS 서버로 저장된다.

## 2.2 실시간 HNS 관측 시스템 개요

HNS 관측 시스템은 LTE 통신망을 통하여 취득된 독성도, 온도, 발광량 같은 원시 데이터들을 RDBMS으로 구성된 데이터 베이스로 저장하는 시스템이다.

HNS 데이터의 생산은 생물 독성 감시 장치에서 10분마다 생성 되면 HNS 관측시스템에서는 10분 단위로 통신 호출하여 데이터 베이스에 시계열 방식으로 저장한다.

## 2.3 생물독성 감시장치 개요

HNS에 대한 데이터에 해양 기초 자료를 확보하기 위해 해양 시설 주변에 생물 독성 감시 장치를 운영하여 데이터를 수집한다.

발광 박테리아를 이용하여 HNS 데이터를 생성하는 생물 독성 감시장치는 독성도, 박테리아 공급실 온도, 반응조 시료 반응실 온도, REF 초기 발광량, SAM 초기 발광량, REF 반응후 발광량,

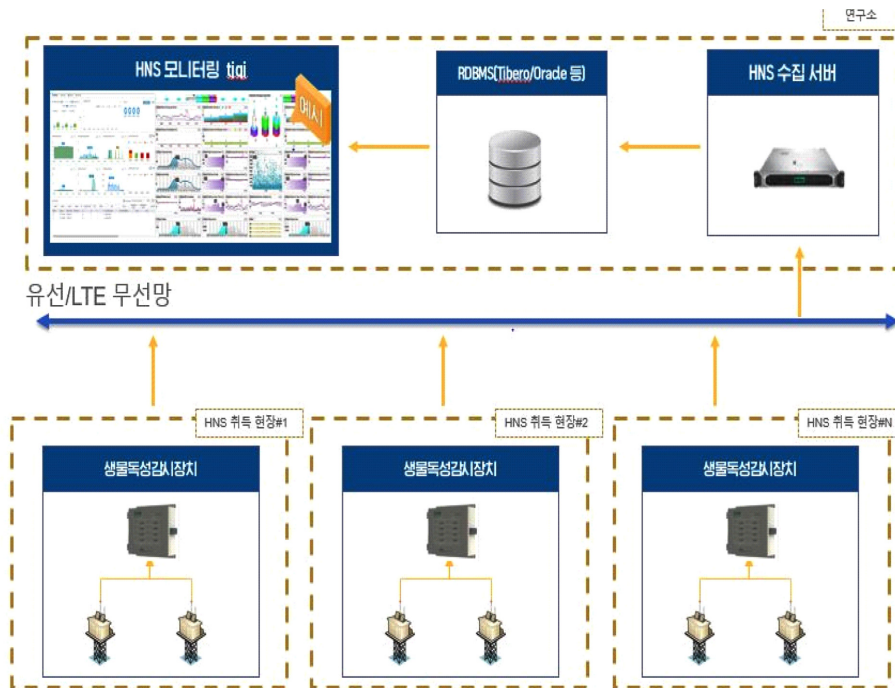


Fig. 1. HNS observation system configuration.

**Table 1.** Biototoxicity monitoring device generated data list

코드 No.	명칭	단위
TOXI#	독성도 (Tox Index)	%
BATH#	배양조 박테리아 공급실	℃
REAC#	반응조 시료 반응실	℃
FREF#	REF 초기 발광량	상수
FSAM#	SAM 초기 발광량	상수
LREF#	REF 반응 후 발광량	상수
LSAM#	SAM 반응 후 발광량	상수
CFAC#	보정계수 (CF)	상수
COND#	시료 전도도	ms/cm
RANG#	측정 범위 (-99.9 ~ +99.9)	%

**Table 2.** Biototoxicity monitoring device equipment specification (plan)

구분	내용
제어 및 지시부	
LCD	10.1 INCH (1280×800)
Touch Type	Capacitive Touch Sensor
CPU	1.2GHZ QUAD-CORE ARM CORTEX-A53
GPU	DUAL CORE VIDEOCORE IV MULTIMEDIA CO-PROCESSOR
LAN	802.11 b/g/n Wireless LAN
Power	POWER DC 5V-12V
사용환경 및 외형	
작동 온도	15.00~35.00℃
동작 습도	습도 80% 미만
전원 공급	AC 230V / 50~60 Hz
소비 전력	1.0 kW
외형	
크기	1600×600 × 500(HXDXW), 판별형 공기 냉각 순환 장치 제외
중량	60 kgs

SAM 반응후 발광량 등의 항목으로 구성되어 있다.

**2.4 무선 통신망 개요**

무선 통신망은 이동성을 보장하는 통신으로서 무선을 이용하여 언제 어디서나 정보를 제공하는 목적을 가지고 있다.

이동통신은 1세대 1983년 음성서비스만 가능한 아날로그 통신 방식으로 서비스가 시작되었다. 북유럽, 영국, 프랑스 등에서 사용한 TACD(Total Access Communication System), RC2000(Radicon

2000)과 미국 At&T에서 시작하여 한국에서 사용한 AMPS (Advanced Mobile Phone Service) 방식이 있다.

디지털 무선 전송 방식으로 되어 있는 2세대 이동통신은 유럽에서 사용된 비동기식 시분할 접속 방식(TDMA)와 미국에서 사용된 동기식 코드 분할 접속 방식(CDMA)이 있다. 퀄컴에서 제안된 CDMA 방식은 1993년 미국 전자 공업 협회에서 IS-95로 표준화되었다 (Bang[2015]).

3세대 이동통신은 2000년 이후 인터넷의 확산, 스마트폰 출현 등으로 고속의 데이터 서비스를 원하는 사용자의 요구로 인하여 등장하였다. 이를 구현하기 위해서 음성과 데이터를 구분하여 데이터 전송 속도를 높이기 위해 EVDO(Evolution Data Only) Rev A/B 방식, HSDPS(High Speed Downlink Packet Access), HSUPA(High Speed Uplink Packet Access), HSPA(High Speed Packet Access) 등 다양한 기술이 개발되었다.

4세대 이동 통신 서비스에서는 정지 상태에서는 1Gbps, 60 km 이상 고속 이동 시에는 100 Mbps이상의 속도를 목표로 하였다. 해당 속도 조건을 만족하는 방식은 ITU에서 표준화 하여 발전하고 있는 IMT-Advance 기술만을 지칭해야 하나, Mobile WiMAX 서비스를 넓은 의미로 4세대로 정의하고 상용화 하였다.

비동기식 전송 방식으로는 TDMA(Time Division Multiple Access), WCDMA(Wideband CDMA)의 다중 전송 방식을 사용하였고, 동기식 전송 방식으로는 CDMA(Code Division Multiple Access)의 다중 접속 방식을 사용하였다. TDMA는 다중 접속 방식으로 시간 축을 이용하는 방식을 사용하고 있고 WCDMA와 CDMA는 코드 분할 방식으로 가입자별로 코드를 부여하여 다중 접속하는 방식이다. LTE 서비스는 다중 접속 방식으로 OFDMA (Orthogonal FDMA)라는 다중 접속 방식을 사용하고 있다. LTE 서비스는 후방 호환성을 고려하지 않고 새로운 서비스 망으로 구현하였다. 후방 호환성이란 이전 이동통신 방식의 장비와 서비스를 변경없이 사용할 수 있다는 것을 의미하는데, 기존 3세대 이동 통신망의 경우 후방 호환성을 가지고 있어서, 1, 2세대의 서비스와 단말기를 모두 지원할 수 있었다. 서비스의 연속성을 위해서 별도의 게이트웨이 장비를 제공하여 호처리 과정에서 다른 서비스 장비와의 핸드오프 및 호처리를 지원하고 있으나, LTE 서비스는 기본적으로 LTE 망에서만 제공하고 이전 통신망과의 호환성을 고려하지는 않고 있다.

5세대(Generation)는 5G로 불리며 기존 4G(LTE)의 주파수와 안테나를 업그레이드한 차세대 통신 기술로, ‘초고속’, ‘저지연’, ‘초

**Table 3.** Comparison of 4G VS 5G Frequency Characteristics

구분	4G	5G
대역	850 MHz, 900 MHz, 1.8 GHz, 2.1 GHz, 2.6 GHz	3.5GHz, 28GHz
폭	20 MHz 이하	6 GHz 이하 대역 - 100 MHz 이하 6 GHz 초과 대역 - 400 MHz 이하
회절률	높음. 장애물 회피 용이(커버리지 넓음)	낮음. 장애물 회피 어려움(커버리지 좁음)
직진성	낮음(정보량 및 속도 낮음)	높음(정보량 및 속도 높음)
이용방식	FDD*(주파수 분할방식)	TDD**(시분할 방식)

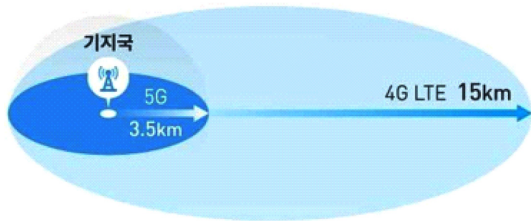


Fig. 2. Comparison of 4G VS 5G Frequency Characteristics.

연결'을 특징으로 한다(Plenty of sunshine [2021]).

최대 다운로드 속도가 20Gbps, 최저 다운로드 속도는 100Mbps 인 이동통신 기술로 1 km<sup>2</sup> 반경 안의 100만개 기기에 사물 인터넷 (IoT) 서비스 제공이 가능한 고대역주파수(밀리미터파-mmWave, 28GHz)를 사용한다(Kind Mimi Dad[2019]).

본 연구에서는 1~5세대까지 무선 통신망 중에 4세대인 LTE 이동통신 서비스를 이용하여 시스템을 구성하였다.

이동통신의 최신 기술은 5G 5세대 이지만 5세대는 분산 구조형의 개방형으로 설계되어 주파수 대역을 여러 분야로 쪼개 분산 적용할 수 있는'네트워크 슬라이싱'기능이 구현되어 기지국 단위에서도 데이터를 처리하기 때문에 기존 4G보다 개인정보 해킹 위험성이 높고 기지국 구축 유무에 따라 서비스 품질이 달라지고 기지국이 구축된 대도시 위주로 서비스가 되고 있다. 하지만 본 연구의 적용 현장은 해양 시설 위주로 대도시와 거리가 있고 현재 5세대 통신망 서비스 미제공 지역들이 많아 4세대인 LTE 서비스를 선택하였다.

### 3. 시스템 구성

#### 3.1 LTE 통신망 구성

LTE 통신망은 아래 Fig. 3과 같은 장치들로 구성되어 있다.

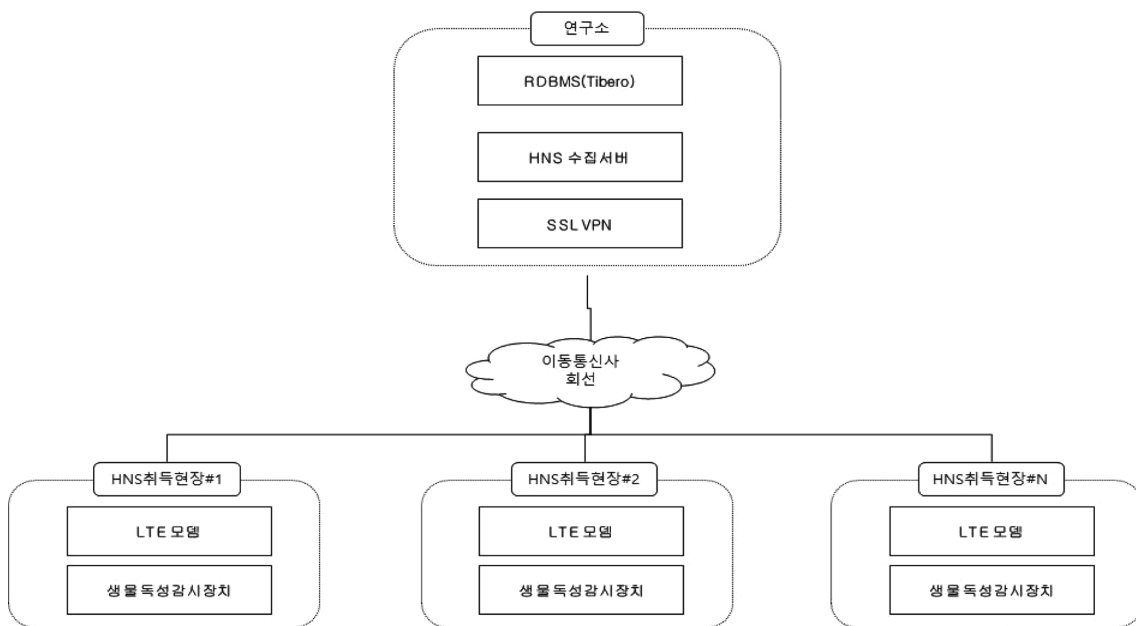


Fig. 3. LTE network equipment configuration.



Fig. 4. SSL VPN Device Appearance.

HNS 데이터 수집 현장은 HNS데이터를 생성하는 생물 독성 감시장치와 이동통신사 회선과 연결할 수 있는 LTE 모뎀으로 구성되어 있으며 연구소에는 이동통신사 회선과 연결된 가상사설망(SSL VPN) 장비와 데이터를 호출하는 S/W가 구축된 HNS 수집 서버, 호출된 데이터를 저장하는 RDBMS 서버로 구성되어 있다.

위에서 소개된 장비 중 연구소에 설치될 가상사설망(VPN) 장비로써 최종 적용하였으며, 수집 관측국의 LTE 모뎀으로부터 수신한 자료를 복호화하여 수집 관측시스템 서버로 전송하고, 수집 관측소 시스템 서버에서 현장 관측국의 4G LTE 모뎀으로 송신할 자료를 암호화 할 수 있도록 암호화 및 복호화 기능을 가지고 있다.

HNS현장 적용될 4G LTE 모뎀 장비는 크게 3가지 기능으로 가지고 있다(Table 5 참조).

첫째, 현장 생물 독성 감시장치에서 계측된 HNS 자료를 실시간 HSN 수집 S/W의 요청에 의하여 연구소로 전송할 수 있는 4G LTE 단말기 기능과 둘째 연구소의 VPN 장비와 접속하여 네트워크를 구성하고 VPN에서 사용하는 암호화 알고리즘을 적용한 암호화 모듈을 통하여 HNS 자료를 암호화하여 송신하고, 수신된 데이터는 복호화 하는 기능, 마지막으로 현장의 생물 독성 감시 장치와 접속하기 위한 다양한 인터페이스 제공 기능이다(Fig. 5, Table 5 참고).

#### 3.2 실시간 HNS 수집 S/W 구성

HNS 수집 S/W를 운영 할 수 있도록 HNS 수집 S/W가 설치되는 서

**Table 4.** Control Station VPN Equipment Specifications

구분	상세 내용	
주요사항	모델	SecuwaySSL U V2.0(시큐위즈)
	CPU	2.0GHz
	Main 메모리	8GB
	하드디스크	2TB
	인터페이스	1000TX × 6Port
	동시접속자	30 user licence
	보안인증	EAL4
일반사항	>> VPN은 4G모뎀으로부터 수신한 데이터를 복호화하여 T/M서버로 전송하고, T/M서버에서 4G모뎀으로 송신할 데이터를 암호화 >> 4G 모뎀에 적용될 수 있는 암호화 모듈 지원 >> 로그/시스템 전송(Syslog) 등을 지원하여 장기간의 로그도 손실없이 저장 가능	



**Fig. 5.** RTU IO module.

**Table 5.** 4G LTE Modem Specifications

구분	상세 사항
CPU	marvell 88F2681/2.1GHz
RAM	512M
통신	Ethernet 1Prot (100M)
	RS-232C 1ch
Console	RS-232C(RJ45)
인터페이스	LED 8ea PWR, STA, ALM, CON, TX, RX)
안테나	외장안테나 1ch
공급전원	DC24V (평균 5W/최대 7W)
외형크기	108 * 38 * 90 mm
사용온도	0 ~ 55℃
냉각방식	자연공냉식
장착	DIN Rail 장착
DI/DO	DI3점, DO4점

**Table 6.** Real-time HNS collection server specifications

구분	상세 사항
운영체제	MicroSoft Windows 2019 Server
하드웨어 환경	CPU : Intel xeon 8Core CPU 이상
	Memory : 16GB 이상
	HDD : 500GB 이상
네트워크 환경	유선 : TCP/IP
데이터 베이스 환경	Tibero DB 5.0
소프트웨어 환경	OS : Windows 2008 Server 이상 FrameWork : NET FrameWork V4.X이상
보안 환경	사내 보안망(TCP/IP 보안 통신)

**Table 7.** Database Server Specifications

구분	상세 사항
운영체제	MicroSoft Windows 2019 Server
하드웨어 환경	CPU : Intel xeon 8Core CPU 이상
	Memory : 16GB 이상
	HDD : 500GB 이상
네트워크 환경	유선 : TCP/IP
	무선 : CDMA, KT유선망(DSU)
소프트웨어 환경	OS : Windows 2008 Server 이상 FrameWork : NET FrameWork V4.X이상
보안 환경	사내 보안망(TCP/IP 보안 통신)

머와 RDBMS를 설치할 수 있는 서버로 구성되어 있다. 두 서버의 상세 사항은 Table 6, Table 7과 같다.

### 3.3 데이터 관리

DBMS는 DataBase Management System으로 데이터베이스를 관리하는 시스템이다. 그 중 관계형 데이터베이스 시스템은 테이블 기반의 DBMS으로 테이블-컬럼 형태의 데이터 저장 및 테이블, 테이블 간의 연관관계를 이용해 필요한 정보를 구하는 방식이다.

본 연구에서는 이 RDBMS를 활용하여 데이터 관리 및 데이터 품질 관리를 할 수 있도록 설계하였다.

데이터 품질 관리 방안으로는 유효 범위 진단, 내적 일치성 진단, 공간성 진단 방식을 사용하여 데이터 품질 관리를 진행하였다.

유효 범위 진단 방안이란 각 데이터들이 정상적인 데이터인지 판단할 수 있는 유효값 기준을 세분화하여 관측데이터의 품질을 진단하는 방식으로 우리나라 기온을 측정시 일반적인 유효 범위인 -30~40℃ 이외의 데이터가 들어올 경우 유효 데이터가 아니라고 판단할 수 있고, 이 범위 이내라 해도 여름에 -20℃ 같은 데이터가 들어오면 이상 데이터라 판단할 수 있다. 이런 케이스를 세분화하여 데이터 유효값을 지정하여 관측 데이터 품질을 진단할 수 있다.

내적 일치성 진단이란 측정하는 데이터들의 상관 관계를 고려하여 판단하는 것으로 비가 와서 강수량 데이터가 측정되는 상황에서 습도같은 데이터가 낮게 나올 경우 이상 데이터로 판단하는 방식이다.

공간성 진단 방식은 한 지역에 여러 대의 관측 장비를 가지고 판

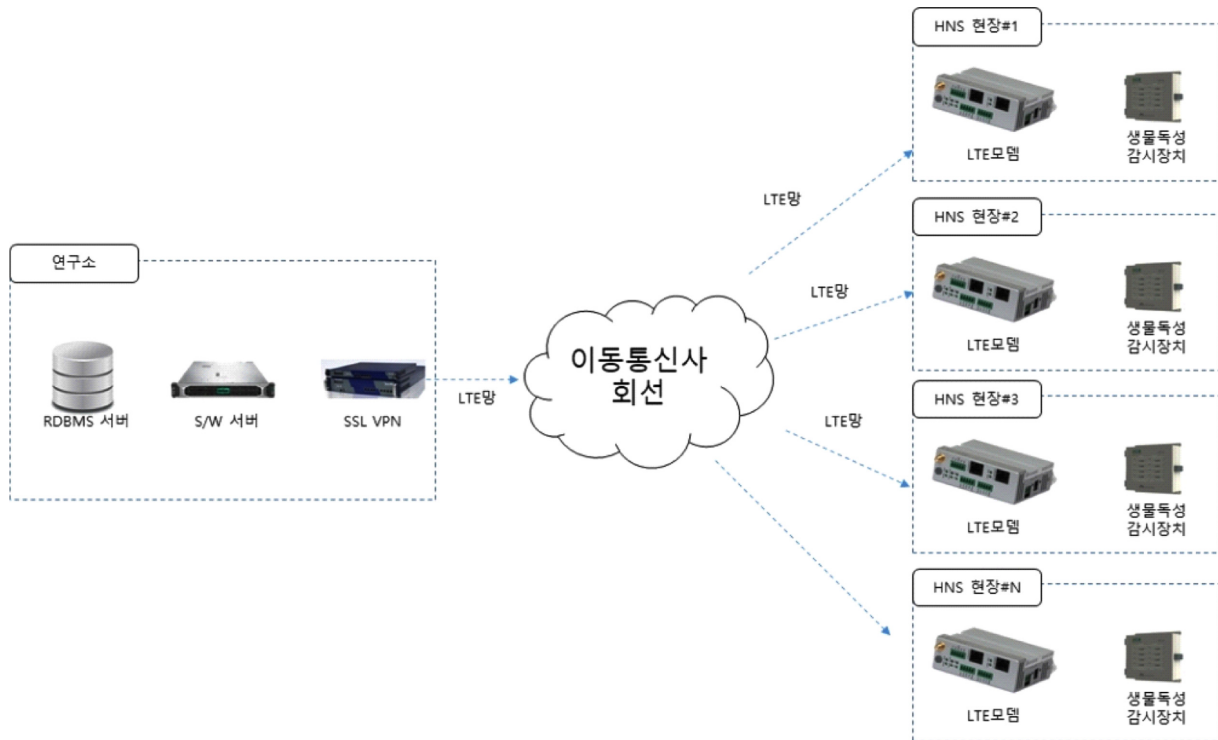


Fig. 6. Network configuration between laboratory and field monitoring device.

단하는 것으로 한 계측기에서 측정된 데이터를 다른 관측 장비의 데이터와 비교하여 데이터 품질을 판단하는 방식이다.

이러한 데이터 품질관리 방식을 통하여 데이터 품질 관리를 할 수 있다.

### 3.4 HNS 데이터 취득 시스템 구현

LTE 이동통신망이 적용된 시스템이 구현된 구성은 Fig. 6 같이 각 HNS 수집 현장의 HNS 데이터를 생성하는 생물 독성 감시장치와 취득된 데이터를 연구소와 통신을 할 수 있도록 이동통신사 회선과 연결할 수 있는 LTE 모뎀으로 이루어졌고 연구소에는 이동통신사 회선과 연결된 가상사설망(VPN) 장비와 데이터를 호출하는 실시간 HNS 수집 S/W가 설치되어 있는 서버, 호출된 데이터를 저장하는 RDBMS로 구성된다.

## 4. 결 론

90년대 이후 급격한 발전을 이룬 통신 기술 및 데이터 처리 기술을 통해 주요 해양환경 요소의 변화를 효과적으로 모니터링하고 분석한 정보를 수용자에게 제공하나, 해양 생태계 분야에 대한 관리시스템 개발 부분은 상대적으로 보편화 되어 있지 않은 상태이고, 적조나 어류자원 활용 등 특정한 목적별 개발이 중심을 이루고 있다.

본 연구는 무선 통신망 기술 및 RDBMS의 데이터 처리 기술을 통하여 위험·유해물질(HNS : Hazardous & Noxious Substance)에 대한 신뢰성 높은 데이터를 생성 및 수집하여 HNS의 모니터링 시

스템 구현시 품질 좋은 분석 데이터 제공을 가능하도록 시스템을 설계하였다.

## 후 기

이 논문은 2022년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(20210660, 해양산업시설 배출 위험유해물질 영향평가 및 관리기술 개발).

## References

- [1] Bang, S.C., 2015, Development and core technology of mobile communication, Information & communications magazine v.32 no.9 special issue, 13-26.
- [2] Kind Mimi Dad, Five fatal disadvantages of 5G, <https://whatis-marketing.tistory.com/96> 2019 (Access 2019.6.16.)
- [3] Plenty of sunshine, 1G 2G 3G 4G 5G Generation Classification of Mobile Communication, <https://post.naver.com/viewer/post-view.nhn?volumeNo=30972753&memberNo=4428762> 2021 (accessed 2021.03.17.)

Received 6 October 2022

Revised 2 November 2022

Accepted 7 November 2022