

원격 오·폐수 처리 감시 장치 및 통합 환경 관리 시스템 개발

김우완 장상동 박정환 장은진⁰

경남대학교 컴퓨터공학부

{wukim, angong, milenia, ddac⁰}@zeus.kyungnam.ac.kr

Development of a Remote Monitoring and Management System for Sewage and Waste Water

Wu Woan Kim, Sang Dong Jang, Jung Hwan Park, Eun Jin Jang⁰

Division of Computer Science and Engineering, Kyungnam University

요 약

환경에 대한 관심이 매년 증가하는 가운데, 수질 관리를 필요로 하는 소규모 사업장에서는 보다 현실적인 환경감시 시스템을 필요로 하고 있다. 그래서 감시 시스템에 대한 새로운 모델 개발이 시급한 상황이다. 이를 위해서 본 논문에서는 기본 네트워크를 구성하고, 보다 간단하면서 유연성이 뛰어난 통신 프로토콜을 설계하고 구현하였다. 그리고 본 논문에서 구현한 통합 환경 관리 소프트웨어는 일반 PC를 기반으로 하고, 윈도우 GUI를 제공하기 때문에 사용자가 쉽고 편리하게 조작할 수 있다. 또한 다수의 센서 시스템과 실시간 데이터 통신을 통해, 특정 지역에 대한 수질 오염 여부 및 진행 상황을 보다 신속하게 제공한다.

1. 서 론

환경부는 4대 강을 중심으로 전국 하천 및 호수 등의 수질관리를 위해 수질 측정망 시스템을 운영하고 있으며, 이를 바탕으로 수질보전 정책수립을 아울러 하고 있다[1]. 수질 측정은 대부분 간단한 측정 장비와 시약을 이용한 현장 조사팀 운용으로 이루어지기 때문에 다양한 항목에 대한 조사가 이루어지기 어렵고, 시간과 비용이 많이 드는 등 어려움이 적지 않다.

또한 기존의 환경감시 시스템은 대부분 수입에 의존하고 있어서 설치 및 운용비용이 매우 높고, 유지 보수에 많은 어려움이 따른다. 그래서 소규모 사업장에서는 환경감시 시스템을 설치하고 운용하는 것이 현실적으로 어려우며, 오히려 기피하는 실정이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위하여 데이터 처리 및 전송 장치와 통합관리 소프트웨어를 순수 국산화함으로써 시스템의 가격을 낮추고, 설치율을 높일 수 있으며, 보다 광범위한 오·폐수 관리를 체계적이고 현실적으로 실현할 수 있다.

본 논문에서는 앞서 설명한 취지와 부합하도록 네트워크를 구성하고, 보다 간단하면서도 유연성이 뛰어난 감시 시나리오를 PC와 결합하기 위해 프로토콜을 설계하고 구현하여 윈도우 애플리케이션에 적용한다. 2장에서는 프로토콜 설계에 필요한 사항과 관련 기술들을 소개하고, 3장에서는 설계한 프로토콜을 설명하고, 4장에서는 시스템 구현 환경과 시스템에 탑재할 구현 소프트웨어를 항목별로 설명한다. 마지막으로, 5장에서는 결론을 맺고 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련 연구

본 논문에서 구현하고자하는 환경 관리 시스템은 센서 시스템과 RS-232C 전송매체를 이용한 통신방법을 사용한다[2]. 따라서 센서 시스템의 상태, 데이터의 송수신, 제어를 위한 적절한 통신 프로토콜이 필요하며[3]. 본 장에서는 프로토콜 설계와 센서 시스템에 관련된 임베디드 시스템에 대해 기술한다.

2.1 프로토콜

오·폐수 측정 센서 시스템을 고려한 프로토콜 설계에 있어서, 설계자는 몇 가지 주요 기능들을 고려해야한다[4]. 그것은 명확하게 정의된 서비스 인터페이스를 한 계층에서 제공하고, 하위 계층의 비트들을 프레임으로 재배치하며, 전송 에러를 처리하고, 송신기에서 송신된 데이터를 속도가 다른 수신기가 처리할 수 있도록 데이터 흐름을 조절해야 한다. 이들 기능들을 모두 만족하기 위해서, 패이로드 데이터를 캡슐화하고, 프로토콜 각 필드가 하는 일을 명확하게 규정하는 한편, 전송 포트에서 발견되는 에러 제어와 흐름 제어를 위한 기법들도 함께 포함되어야 한다[5][6].

2.2 임베디드 시스템

일반 컴퓨터 시스템과 달리, 실시간 시스템(임베디드)은 동작의 정확성이 논리적 정확성뿐만 아니라 시간적 정확성에도 크게 좌우된다. 이러한 시스템의 전형적인 예로서 제어시스템을 들 수 있다. 이것은 감지장치로부터 입력을 받아들여 이를 정해진 시간 내에 처리하여 작동장치로 출력하며, 극히 작은 시간적 오차를 허용할 뿐이다. 실시간 시스템의 응용 분야로는 핵발전소의 제어, 공정 제어, 병원의 감시 장치, 항공기 제어, 무기 체계,

* 본 논문은 2004년 정보통신부 정보통신기초기술연구과제의 연구비 지원에 의한 수행 결과임

우주선의 운항 및 유도 등의 분야를 들 수 있다. 실시간 시스템에 존재하는 시간 제약 조건은 종료시간으로 주어진다. 종료시간은 경성(hard) 종료시간, 연성(soft) 종료시간, 준경성(firm) 종료시간 이렇게 세 가지로 분류된다 [7]. 본 시스템은 연성 실시간 처리 시스템 형태로 트랜잭션의 문제는 각 센서 시스템과의 문제로 전체 트랜잭션의 문제는 발생하지 않는다.

3. 프로토콜 설계

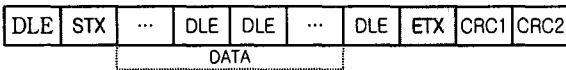


그림 1 프레임 포맷

본 논문에서는 별도의 네트워크 계층을 두고 있지 않기 때문에 패킷과 프레임은 동일한 의미로 사용한다. 모든 프레임은 프레임의 시작과 끝을 나타내는 STX, ETX 제어 바이트를 갖는다. 이들 제어 바이트 사이에 놓이는 데이터는 S(Sender)와 R(Receiver) 그리고 각각의 명령 또는 응답 프레임에서 요구하는 여러 바이트들을 갖는다. 또한 수신 측에서 그것을 분석하는 과정에서 데이터와 제어 바이트를 구분할 수 있도록 프레임을 구성할 때, DLE 바이트를 각각의 제어 바이트 앞에 사용한다. 추가적으로 송신 측에서 보내는 데이터 내부의 우발적 DLE 바이트를 구분하기 위해 바이트 채우기 기법을 사용하고, 수신 측에서의 데이터 유효성 검사를 위해 여러 비트에서 에러가 동시에 발생하는 Burst Error를 고려하여 CRC(Cyclic Redundancy Check)-16 방법을 사용한다.

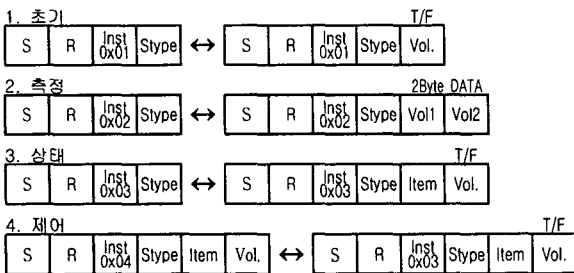


그림 2 명령, 응답 프레임

그림 2는 센서 시스템과 통합 환경 관리 시스템 간에 이루어지는 통신 프로토콜이다. 프레임의 데이터 부분은 임의의 유동적인 n 바이트 크기를 갖는다. 이것은 'Inst.' 필드를 통해 각 명령 또는 응답 프레임에서 필요로 하는 필드의 종류와 개수를 테이블 자료 형태로 미리 정의하여 사용한다. 이 필드와 함께 모든 프레임의 데이터는 3가지 공통 필드를 갖는다. 이들은 'S', 'R', 'Stype' 필드이며, 각각 프레임의 출발지와 목적지 그리고 각 센서 시스템이 갖고 있는 하나 이상의 센서 장비들을 나타낸다. 또한 본 시스템은 하나의 관제 센터와 센서 시스템 다수로 이루어지며, 각각의 센서 시스템은 0~31 사이의 고유 ID를 갖는다.

4. 시스템 구현

통합 환경 관리 시스템은 하나 이상의 센서 시스템과 실시간 통신을 통해 각 센서 시스템이 측정한 수질 관련 데이터를 수집하고, 분석하여 데이터베이스화한다. 이를 위해 시스템은 주기적으로 센서 시스템의 상태를 수집하는 별도의 처리 과정을 거친다. 특히, 시스템 구현에 있어 사용성을 극대화하기 위해 일반 PC 시스템을 사용하였으며, 관제 소프트웨어는 윈도우 GUI 프로그램을 이용하여 대중성을 고려하였다.

4.1 구현 환경 및 처리

표 1 시스템 구축환경

항 목	명 세
PC System	펜티엄 4 이상
Network	RS-232C(시리얼 통신)
OS	Windows 2000
DataBase	MS-SQL
Language	Visual Language(Visual Basic)

소프트웨어 구현에 따른 시스템 환경은 표 1과 같으며, 관제 소프트웨어는 비주얼 언어를 이용한 이벤트 드리븐 방식으로 처리된다. 이는 보다 확고한 윈도우 GUI를 구축할 수 있게 한다.

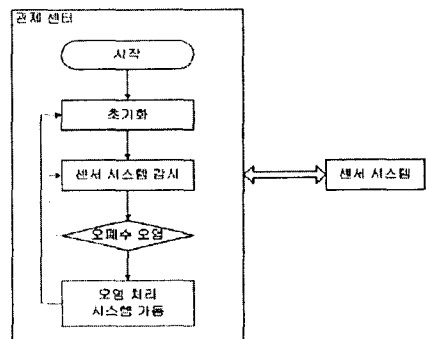


그림 3 통합 환경 관리 시스템 처리 순서도

본 시스템의 처리 순서는 그림 3과 같다. 통합 환경 관리 시스템은 하나 이상의 센서 시스템과 연결할 수 있도록 설계되었으며, 센서 시스템을 구별하는 1바이트 식별자를 통해 최대 255대와 연결할 수 있는 환경을 제공한다. 하지만, 시스템의 전반적인 성능을 고려할 때 센서 시스템의 개수 N은 8, 16, 32로 한다.

각 센서 시스템의 통신 제어기는 RS-232c 직렬통신 방식을 통하여 9600bps의 속도로 연결되며, 관제 시스템으로부터 받은 명령 프레임에 해당하는 응답 패킷을 구성한 뒤 동일한 환경 조건으로 송신한다. 수신 측에서의 프레임 수신은 인터럽트 방식을 이용하여 수신 프레임의 손실을 최소화 한다.

4.2 프레임 처리

시스템에 의한 데이터 송·수신은 데이터와 이를 처리하기 위한 각종 제어 바이트를 포함한 일련의 프레임으로 구성된다. 그림 4와 같이 송신 측에서 프레임을 구성하는 이러한 과정은 캡슐화로 설명되며, 수신 측에서의 패킷 처리는 디캡슐화로 처리된다.

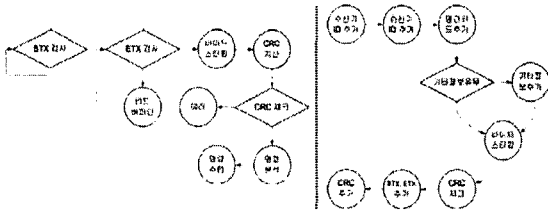


그림 4 프레임의 캡슐화, 디캡슐화

4.3 GUI 관제 소프트웨어

관제 소프트웨어는 크게 3부분으로 나뉜다. 센서 시스템에 대한 제어 부분, 수신 데이터를 처리해서 보여주는 실시간 현황판, 그리고 데이터베이스를 이용한 통계분석. 무엇보다 본 소프트웨어는 사용자 입장에서 보다 쉬운 인터페이스를 위해 윈도우즈의 비주얼한 환경을 제공한다.

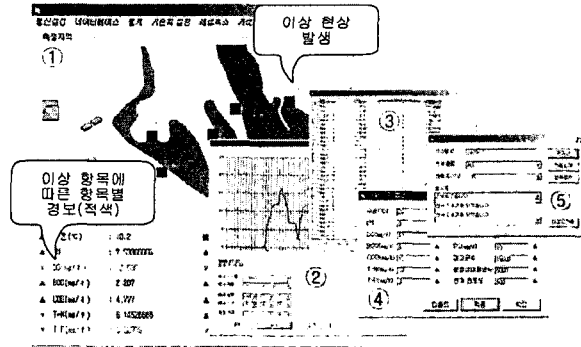


그림 5 통합 환경 관리 소프트웨어

그림 5는 통합 환경 관리 소프트웨어의 몇몇 윈도우를 보여주고 있다. ①은 시스템의 전체 화면이다. 가운데 지도는 오염 예상 지역 및 센서 시스템이 설치된 장소를 표시하고, 각 센서 시스템을 식별하기 위한 식별자와 오염이 발생했을 때, 오염 여부를 알리는 알람 서비스를 별도로 제공한다. 또한 실시간 현황판을 하단부에 두고 있어 오염원에 대한 이상여부를 보다 쉽게 파악할 수 있도록 했다. ②, ③은 데이터베이스를 이용한 데이터 분석 윈도우이다. 후자는 쿼리문을 이용한 직접적인 데이터 분석 방법이고, 전자는 "썬은선 그래프"를 이용한 보다 그래픽한 환경으로 센서 시스템별 시간에 따른 통계 분석 방법을 제공한다. ④는 감시 항목들에 대한 상한, 하한 기준값을 설정하는 윈도우이다. ⑤는 센서 시스템의 센서 장비에 대한 상태 및 데이터 전송과 관련된 제어를 위한 설정 윈도우이다.

5. 결 론

무차별적인 성장 위주의 잘못된 정부 정책과 개인의 인식부족으로 인해, 우리의 환경은 그동안 지속적으로 악화되어왔다. 그것은 더욱 나아가 생물의 생존을 위협하고 있는 실정이다. 현 시점에서 우리의 역할은 환경을 감시 감독하여 더 이상의 환경 악화를 막고, 환경 보호에 혼신을 기우는 것이다. 이러한 맥락에서 본 논문은 수자원에서 오·폐수 관리 감독을 위한 센서 시스템 및 관제 시스템을 구현하였다.

이미 개발된 센서를 적극 활용하여 센서 시스템을 구성하였고, 센서 시스템은 센서 전반에 관한 상태 정보와 센서로부터 얻은 측정값들을 관제 센터로 안전하게 전달하는 역할을 수행한다. 이와 함께 관제 센터는 사용성과 보급률을 고려하여 보다 친숙한 일반 PC 시스템에 GUI 관제 소프트웨어를 탑재하였다. 뿐만 아니라 본 논문에서는 이들 두 전송 장비 사이에서 이루어지는 통신을 위해 간단하면서도 강력한 통신 프로토콜을 설계하였다.

앞으로 이들은 소규모 사업장에서 광범위하게 사용될 것이며, 결과적으로 작업장에서 일하는 직원이나 지역 주민들에게 보다 나은 환경을 제공하게 될 것이다. 또한 향후 연구 과제로써 오염 측정 지역의 유동성을 고려한 무선 통신측정 시스템과 관련 프로토콜 그리고 관제 시스템에서의 종합적인 통계로 인해 알람 서비스 시스템에 대한 연구가 추가로 이루어질 때 보다 체계적인 환경 감시 시스템이 완성될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] "2004수질측정망고시(환경부고시 제2004-3호)," 환경부.
- [2] Brooke, N., Herklot, T., "Choosing and implementing a serial data interface," *Electron. Eng. (UK)*, 68권, 834호, 9쪽.
- [3] 이상권, "폐쇄구역내 환경 감시장치 개발연구," *한국자원공학회지*, 37권, 4호, 7쪽, 2000.
- [4] CLARK, D.D., "The Design Philosophy of the DARPA Internet Protocols," *Proc. SIGCOMM'88 Conf.*, ACM, 1988.
- [5] O'HARA. B. and PETRICK. A., "802.11 Handbook: A Designer's Companion," *New York: IEEE Press*, 1999.
- [6] CARLSON. J., "PPP Design, Implementation and Debugging, 2nd ed.," *Boston: Addison-Wesley*, 2001.
- [7] 신현식, 김태웅, "실시간 시스템의 개관," *정보처리학회지*, 제5권 4호, pp.2-11. 1998. 7.
- [8] 이상협, "원격 제어를 위한 임베디드 네트워크 시스템," *대한전기학회*, 2000권, 3쪽, 2001.
- [9] 노승환, "임베디드 시스템을 이용한 원격지 제어," *한국통신학회, 종합학술발표논문집 (추계) 2001*, 24권, 2001.
- [10] Johns, Gregory, W., "RS232 직렬 인터페이스에 대한 이해," *Electronic servicing & technology*, 14권, 6호, 21쪽, 1994.
- [11] 최지용, "하천 및 호소수 수질관리를 위한 자동측정망의 설계," *한국수자원학회*, 29권, 2호, 12쪽, 1996.