



A Study on Data Packet Design of Damage Detection Sheet Using Embedded Board

Byung-Mo Kang¹, Byoung-Chan Jeon², In-Sik Hong³

¹*Collage of Hyangseol Sharing, Soonchunhyang University*

²*The College of Liberal Arts, Chungwoon University*

³*Department of Computer Science & Engineering, Soonchunhyang University*

ABSTRACT

This paper is the study on design of damage detection sheet data packet using embedded board. Due to the problem of economy of the measurement cost by distance of the current measuring equipment, most underground facility monitoring systems are in the state of only monitoring the main pipeline. Therefore, it is not economically feasible to apply a short branch line. In order to solve this problem, an embedded system is used for the miniaturization and low cost of the sensing device, and a system for detecting the leakage of the whole branch pipe by using the damage detection sheet is applied and operated. However, since it existing systems provides only simple leak information, there is a disadvantage that performance as a leak detection system can be degraded. In this paper, the data packet of the damage detection sheet is designed to improve the performance of the leak detection system using the existing embedded system and to provide the pipeline status information from the damage detection sheet. Then, the state of the node can be confirmed by using the designed data packet. System development environment has been built based on Arduino UNO board, RS 485 communication module and damage detection sheet's transfer data management database server was built.

© 2017 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Data packet, RS485, Damage detection sheet, Damage monitoring, Embedded board

ARTICLE INFO: Received 2 March 2017, Revised 4 April 2017, Accepted 7 April 2017.

*Corresponding author is with the Department of Computer Science & Engineering, SoonChunHyang University, 31538, 22 Soonchunhyang-ro, Sinchang-myeon,

Asan-si, Chungcheongnam-do, KOREA.
E-mail address: ishong@sch.ac.kr

1. 서 론

‘물’은 전 세계적으로 국가 또는 사회를 이루는 구성원들 간의 분쟁 요인으로 자주 발생한다. 그리고 수자원 자체로 생산재이자 소비재로 경제 및 산업 활동의 기반이 되고 있다. 최근 ‘물’을 이용한 수자원 산업이 새로운 성장 동력으로 부상하고 있으며, ‘물’ 수요의 증가로 물 관리를 위한 기술이 미래 산업의 블루골드(Blue Gold)로 자리 잡고 있다. 현재 이러한 물 산업은 기술 수용성이 높고 기술간 융합이 용이하여 선진국들은 이미 물 관리를 위하여 다양한 정책 들을 수립할 뿐만 아니라 정보통신 기술과의 융합을 통한 스마트 물 관리 시스템들의 구축과 연관된 물 관리 핵심기술의 확보를 위하여 연구개발에 주력하고 있다.

표 1. 최근 5년간 누수금액 (단위 : 억원)

Table 1. Leakage amount in recent 5 years (Unit:100million won)

구 분	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년
누수금액	5,181	5,011	4,959	5,116	5,100

특히, 국내는 <표 1>과 같이 노후화된 상수도관으로 누수가 많아 수자원 확보관리가 시급한 상황이며 <그림 1>에서 보는 바와 같이 상수도관에서 연각 약 3만 건의 사고가 발생하고 있다[1].

구 분	사고 건수 (건)	사고원인(건)					사고 복구비 (백만원)	건당 복구비 (백만원/건)
		계	시설 노후	자연 재해	타공사	기타		
계	151,313	154,313	134,693	29	16,391	152	196,606	6.59
2010년	34,778	37,778	31,678	3	3,068	11	38,318	1.10
2011년	35,117	35,117	31,224	8	3,827	28	40,960	1.17
2012년	29,342	29,342	25,964	5	3,351	22	43,935	1.50
2013년	26,166	26,166	22,838	3	3,284	41	35,682	1.36
2014년	25,910	25,910	22,989	10	2,861	50	37,711	1.46

자료 : 지방상수도시설 노후도 실태평가 및 정비사업 타당성조사 보고서(2015, 환경부)

그림 1. 상수도관 사고

Figure 1. Accident of Waterworks Pipe

누수는 누수손실 피해 뿐 아니라 도로함몰의 주요 원인으로 시민안전을 위협하는 요인이 되고 있다. 빈번한 상수도관 파손사고는 단수에 따른 막대한 경제적 손실을 초래하고, 최근 자주 발생하는 싱크홀(Sink Hole)은 <그림 2>와 같이 연결관에서 약 85% 발생하며, 이러한 싱크홀의 예방을 위한 방안을 국가차원에서 연구하고 있는 상태이다[2].

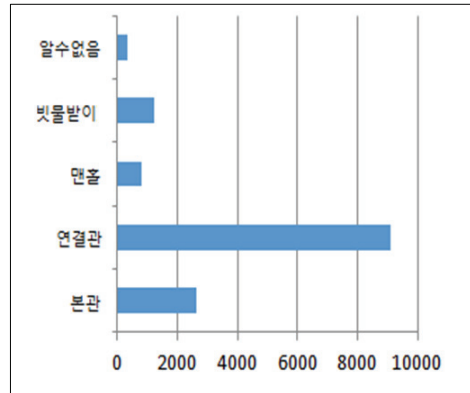


그림 2. 싱크홀 발생 위치

Figure 2. Occurrence position of Sink hole

싱크홀을 예방하기 위해서 누수탐지 및 예방을 위한 모니터링 시스템이 필요한 실정이다. 하지만 현재 다양한 모니터링 시스템 중 TDR과 누수감지관을 이용한 모니터링 시스템과 같이 Cloud, GPS, 스마트폰, VR 기술과 같은 IT 기술을 이용한 누수탐지 모니터링 시스템이 현장에서 운영되고는 있지만 이러한 시스템들은 대부분은 고가의 시스템들이다[3-8]. 그러므로 실제 비용문제로 인하여 현장 적용이 어려운 지자체들이 많이 있다. 이를 해결하기 위해서 저비용 고효율의 누수탐지 시스템의 요구가 증가하고 있고 이에 발맞춰 임베디드 보드를 이용한 저가형 누수탐지 시스템이 개발되어 현장 적용이 진행되고 있는 실정이다.

본 논문에서는 기존에 개발한 임베디드 보드와 파손감지 슈트를 이용한 누수탐지 시스템의 성능

을 개량하여 파손감지 슈트를 이용하여 상태정보를 전달할 수 있는 파손데이터 전송 패킷을 설계하였다[9].

2. 관련 연구

2.1 파손감지 슈트를 이용한 모니터링 시스템

파손감지 슈트(Sheet)는 부틸(Butyl)로 제작된 일정두께의 슈트사이애 두 가닥(Twisted Pair)의 도선을 <그림 5>와 같은 형상으로 삽입하여 제작한다. 지하시설물중 관망 상부에 부착할 경우 <그림 5>의 아래와 같은 형태로 설치된다.

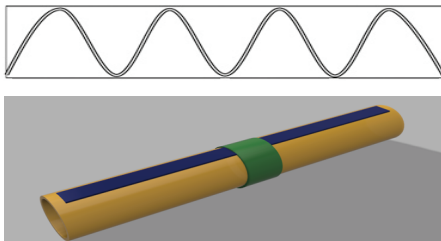


그림 5. 파손 감지 슈트
Figure 5. Breakage Detection Sheet

현재 이러한 파손감지 슈트를 이용하여 누수 및 파손 감지 모니터링을 시범운영하고 있는 상태이다[10]. 그러나 파손감지 슈트를 이용하는 누수 및 파손 탐지 기법은 간단히 누수감지 슈트의 이상 유무를 이용하여 모니터링을 하는 방식이다. 그러므로 이상 유무에 대한 자세한 정보를 제공받지 못하고 이상 발생시 모니터링 할 수 있는 노드의 개수가 제한적이라는 단점이 발생한다.

2.2 임베디드 보드

임베디드 보드들 중에서 아두이노(Arduino)는 OS 없이 프로그램만으로도 간단하게 구축된 전자 장치들을 이용하여 출력을 제어함으로써 환경과 상호작용이 가능한 기능을 제공 하는 임베디드 보드이다[11]. 또한 아두이노는 I2C 통신을 지원하며 확장성이 좋아서 제공받는 쉴드에 따라서 여러 가지 용도로 사용이 가능하다[12]. 이러한 아두이노 보드들 중에서 <그림 6>은 아두이노 우노 보드로서 가장 많이 사용되고 있는 보드이다. 아두이노는 마이크로컨트롤러를 기반으로 저비용, 오픈 소스 지원 등의 강점을 가지고 있다.

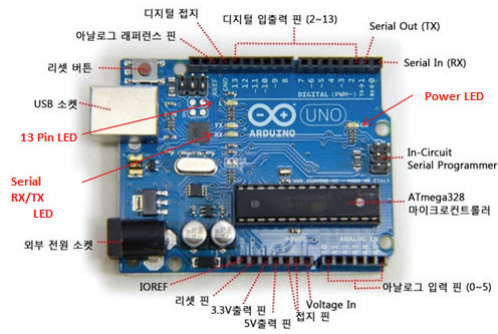


그림 6. 아두이노 우노
Figure 6. Arduino Uno

임베디드 보드간 통신은 RS 485 시리얼 통신을 이용하며 최대 1.2km 통신거리와 8대의 직렬 노드로 구성되어 진다[13,14]. 아두이노와 연동이 가능한 RS 485 모듈을 이용하여 통신이 가능한 시스템을 구성하였다[15-17].

3. 파손감지 슈트를 이용한 누수탐지 시스템의 구성

3.1 시스템의 구성

일정시간마다 첫 번째 노드에서 데이터 신호를

다음 노드로 전송하여 순차적으로 진행후 마지막 노드까지 데이터를 전달한다. 마지막 노드는 전송된 데이터 정보를 모니터링 서버로 전송하여 누수 및 파손 모니터링을 수행한다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 <그림 7>과 같이 기존의 시스템이 가지고 있는 정전과 같은 전원 공급 문제를 해결하기 위해서 태양광 및 보조 배터리를 이용한 보조 전원 공급 장치를 추가하고 현재 전원의 상태를 모니터링 할 수 있다.

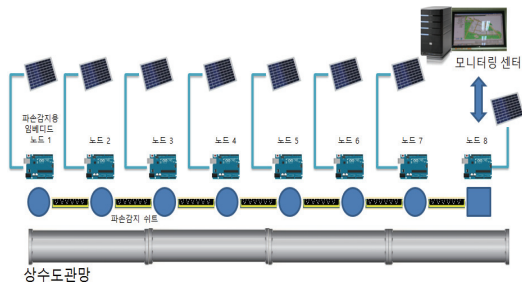


그림 7. 상수도 시설물 관리 시스템 구조
Figure 7. Structure of Waterworks Facilities Management System

3.2 데이터 전송용 패킷 설계

임베디드 보드인 아두이노와 연동하는 RS 485 모듈을 이용하여 누수감지 슈트의 데이터(이상 유무)를 전송할 수 있도록 이상 유무 정보 데이터를 전달할 수 있는 데이터 패킷의 설계가 필요하다. <표 2>는 기존의 데이터 패킷 방식과 제안한 데이터 패킷 방식을 비교하고 있다.

기존의 데이터는 정상 상태와 이상 발생 상태 정보만을 전송하지만 본 논문에서 제안하는 패킷은 RS 485 모듈을 이용하여 현재 노드의 이상 유무 정보와 노드의 퀄리티(Quality) 정보 그리고 노드를 운영하는 임베디드 보드의 전원을 공급하는 태양광 보조 배터리의 전압정보를 추가적으로 제공할 수 있도록 설계하였다.

표 2. 기존 방식과 제안한 방식의 비교
Table 2. Compare Existing Method and Proposed Method

	기존 방식	제안한 방식
데이터 비트	8 비트	16 비트
노드 비트	4 비트	4 비트
이상 유무	전송가능	전송가능
노드 퀄리티	미제공	제공
노드전압	미제공	제공

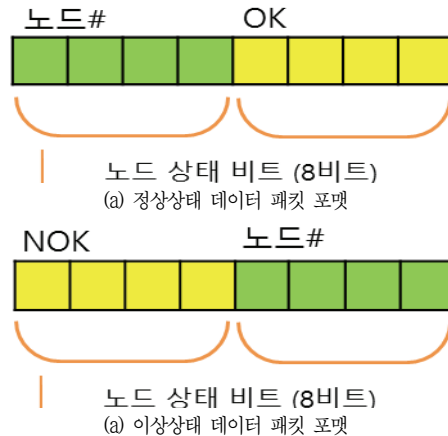


그림 8. 기존 전송용 데이터 패킷 포맷
Figure 8. Formats of Data Packets for Existing Transmissions

기존 방식인 <그림 8>에서 (a)는 정상상태시 전송하는 데이터 포맷을 나타내며, (b)는 이상상태 발생시 전송하는 데이터 포맷을 나타낸다. 기존의 8 비트 정보는 <그림 9>와 같이 20비트로 확장하여 많은 정보를 전송할 수 있도록 개선하였다.

기존의 8비트 전송용 데이터 패킷 설계시 노드 번호와 노드의 상태정보 중 상위 4비트는 노드 번호를 표시하고 하위 4비트는 노드의 상태값을 표시하도록 설계하였다. 그러나 20비트로 확장시 상위 8비트에 노드 번호와 상태 정보 그리고 노드 퀄리티 정보가 저장되고 하위 12비트에 노드 전압 정보(정수 8비트, 가수 4비트)를 저장한다.

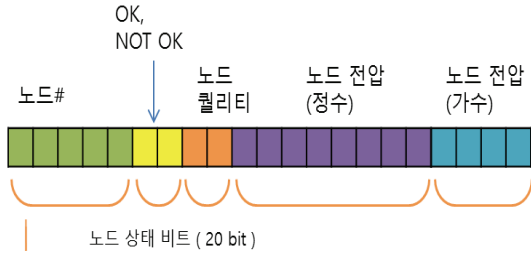


그림 9. 20비트로 확장한 전송용 데이터 패킷 포맷
Figure 9. Data Packet Format for Transmission Extended to 20 bits

<표 3>은 노드 번호 정보를 제공하는 상위 4비트의 값을 보여주고 있다.

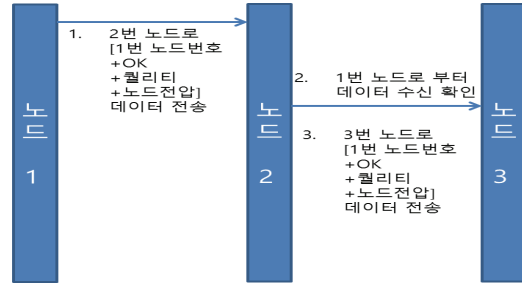
표 3. 노드별 상위 4 비트값
Table 3. Upper 4-bit Value per Node

노드 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
상위 4비트	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111

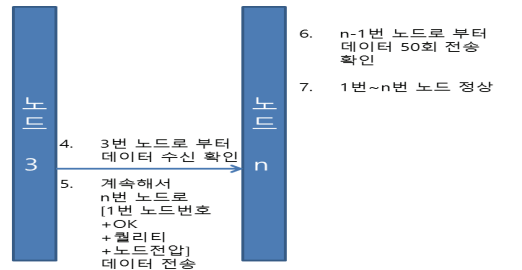
이와 같은 조건으로 구성된 데이터 전송에서 정상 데이터 전송의 알고리즘은 <그림 10>과 같고 이상이 발생 하였을 때 이상 유무 데이터를 전송 알고리즘은 <그림 11>과 같다.

노드의 상태값은 정상상태(OK)일때 이진수 $10_{(2)}$ 값을 가지고 이상상태(NOK)일 때 $11_{(2)}$ 값을 전송하도록 설정하였다. 노드 퀄리티는 A, B, C, F의 네 가지 상태로 구분하여 $00_{(2)}$, $01_{(2)}$, $10_{(2)}$, $11_{(2)}$ 값으로 설정하였다.

예를 들면 $0011010XXXXXXXX_{(2)}$ (X값은 노드의 전압 값으로 8비트의 정수값과 4비트의 가수값을 가짐)값을 수신하였을 경우 ‘노드번호 정보 + 상태 정보 + 퀄리티 정보 + 노드전압 정보’로 $0011_{(2)}$ 번(3번) 노드의 상태는 $10_{(2)}$ 값인 정상(OK)상태임을 알려준다.

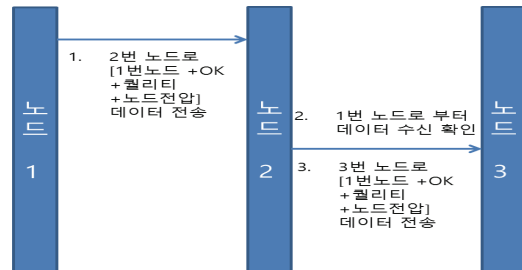


(a) 1번 노드에서 3번 노드까지 정상 전송

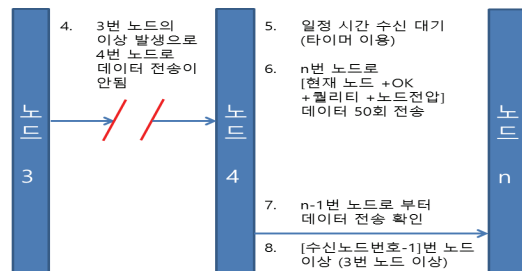


(b) 3번 노드에서 n번 노드까지 정상 전송

그림 10. 이상 데이터 전송 알고리즘
Figure 10. Abnormal Data Transmission Algorithm



(a) 1번 노드에서 3번 노드까지 정상 전송



(b) 3번 노드 이상으로 4번 노드에서 n번 노드까지 이상 정보 전송

그림 11. 이상 데이터 전송 알고리즘
Figure 11. Abnormal Data Transmission Algorithm

만약 이상이 발생한 경우 패킷의 포맷을 이상상태 코드인 11₍₂₎값을 전송하는데 0011₍₂₎번 노드에 이상(NOK)이 발생 하였다면 기존방식처럼 패킷의 순서를 바꾸지 않고, 이진수 00111111XXXXXXXX₍₂₎의 형태로 값을 수신한다. 이렇게 기존 방식처럼 패킷의 순서를 바꾸지 않아도 이상 상태값인 11₍₂₎과 노드 품질값인 11₍₂₎을 이용하여 1111₍₂₎값을 전송하기 때문에 기존 8비트 방식과 같이 이상 상태 값을 수신하는 것과 같은 기능을 수행하도록 설계하였다. 추후 시스템의 테스트를 위하여 초기 데이터 포맷은 아래와 같이 설정하여 사용하기로 한다.

OK 코드 값 : node(4bit) + 10₍₂₎
 NOK 코드 값 : node(4bit) + 11₍₂₎

4. 데이터 패킷 전송 테스트

4.1 임베디드 보드를 위한 데이터 패킷의 전송 테스트

RS 485 모듈이 사용할 수 있도록 제작한 이상유무 데이터 패킷이 연결된 임베디드 보드로 전송이 되는지 확인이 필요하다. 이를 위해서 간단하게 임베디드 보드와 누수감지 스위트 대응으로 감지도선을 사용하여 테스트를 수행하며 설계한 패킷이 정상적으로 전송되는지 간단하게 임베디드 보드를 연결하여 테스트를 진행한다.

<그림 12>는 패킷 전송 테스트를 위해 제작한 시스템을 보여주고 있다. 임의로 도선을 끊어서 정상상태의 패킷 데이터와 이상상태의 패킷 데이터가 전송되는지를 알아본다. 설계한 데이터 전송용 패킷의 전송 테스트를 진행하였다. 테스트는 정상 작동과 이상 작동의 상태를 모두 테스트 하였다.

데이터는 한 노드에서 다른 노드로 데이터를 여

러번 반복 전송한다. 이렇게 반복 전송하는 이유는 데이터 전송시 잡음으로 인한 데이터 유실을 막기 위해서 반복 전송을 수행하도록 설정하였다.

기존의 8비트 데이터 전송방식은 이상이 발생한 노드 번호와 이상 상태만 전송하여 여러개의 노드에서 이상이 발생시 첫 번째 발생한 노드의 정보만 전송된다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해서 노드 품질값을 이용하여 처리하는데 데이터의 품질은 반복 전송하는 데이터를 분석하여 비트 값의 누락 없이 전송되는 비율로 품질을 결정하였다. 누락되는 값이 많아져서 품질값이 낮게 나올수록 해당 노드에서 이상이 발생할 확률이 높다는 것을 알 수 있다.

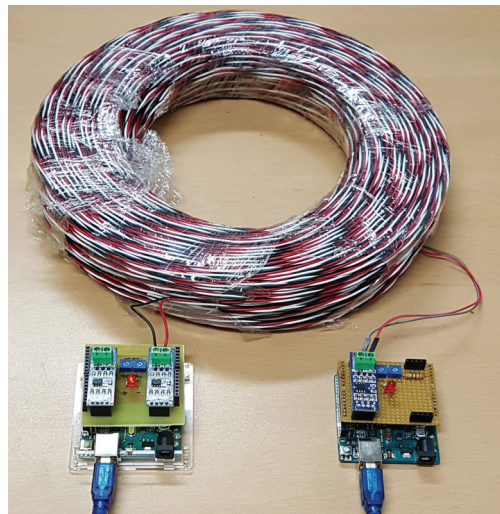


그림 12. 임베디드 보드간의 패킷 전송 테스트
 Figure 12. Packet Transmission Test between Embedded Boards

테스트 수행시 정상 작동 경우 전송 과정은 다음과 같다.

- ① 1번 노드에서 1번 노드값(0001₍₂₎), 정상 상태값(10₍₂₎), 노드 품질값(00₍₂₎), 노드 전압값(XXXXXXXX₍₂₎)을 2번 노드로 전송한다.

- ② 2번 노드는 1번 노드로부터 데이터를 수신하면 3번 노드로 수신한 데이터를 전송한다.
- ③ 다음 노드들도 같은 방식으로 마지막 노드까지 데이터값을 전송한다.
- ④ 마지막 8번 노드에 1번 노드에서 전송한 값이 수신되면 모든 노드의 상태가 정상 상태임을 알 수 있게 된다.

만약 이상이 발생 하였을 때의 전송과정은 다음과 같다. (예 : 3번 노드에서 발생했을 경우)

- ① 1번 노드에서 1번 노드값(0001₍₂₎), 정상 상태값(10₍₂₎), 노드 퀄리티값(00₍₂₎), 노드 전압값(XXXXXXXX₍₂₎)을 2번 노드로 전송한다.
- ② 2번 노드는 1번 노드로부터 데이터를 수신하면 3번 노드로 수신한 데이터를 전송한다.
- ③ 3번 노드에서 2번 노드에서 전송한 데이터를 수신하여 4번 노드로 전송해야 하는데 3번 노드에 이상 발생으로 전송이 안되면 타이머 기능을 이용하여 미리 설정 해놓은 시간이 지난후 3번 노드에서 4번 노드로 4번 노드의 번호인 0100₍₂₎, 이상상태값인 11₍₂₎, 퀄리티값 11₍₂₎을 연결한 01001111XXXXXXXX₍₂₎ 값을 4번 노드로 전송한다.
- ④ 다음 노드들도 같은 방식으로 마지막 노드까지 값을 전송한다.
- ⑤ 마지막 8번 노드에 4번 노드에서 전송한 값이 수신되면 앞선 노드인 3번 노드의 상태가 이상 상태임을 알 수 있게 된다.

<그림 13>은 3번 노드에서 이상이 있을 때의 모니터링 결과 화면을 보여주고 있다. 퀄리티 정보를 이용하여 각각의 노드의 상태를 미리 예방 할 수도 있다. 또한 전압 정보를 이용하여 노드용 보조 전원의 상태 확인하여 노드 점검시 좀더 편하게 유지보수를 할 수 있다는 장점이 있다.

상태	퀄리티	전압	중전류	가용시간	날짜 시간
1번 지점					
정상	A	10.5 V	■■■■	약 2시간	2016-02-13 06:13:50
2번 지점					
정상	C	11.5 V	■■■■	약 3시간	2016-02-13 06:13:50
3번 지점					
파손	F	11.9 V	■■■■	약 4시간	2016-02-13 06:13:50
4번 지점					
정상	B	10.1 V	■■■■	약 2시간	2016-02-13 06:13:50
5번 지점					
정상	A	12.8 V	■■■■	약 6시간	2016-02-13 06:13:50
6번 지점					
정상	A	9.3 V	■■■■	약 1시간	2016-02-13 06:13:50
7번 지점					
정상	B	10.9 V	■■■■	약 3시간	2016-02-13 06:13:50

그림 13. 모니터링 결과
Figure 13. Result of Monitoring

5. 결 론

본 논문에서 제안한 데이터 패킷은 기존의 데이터 패킷과의 가장 큰 차이점은 다음과 같다. 기존의 시스템은 단순히 노드의 이상상태만 확인이 가능하였으나 제안한 시스템은 퀄리티 값을 이용하여 노드의 상태를 확인 할 수 있으므로 추후 발생할 수 있는 이상 유무를 미리 예측할 수 있는 장점이 있다. 소규모 지역에서 모니터링이 가능하므로 관망의 지선관로에도 적용이 가능하고 설치를 위해서 보조 전원 공급 장치를 활용하기 때문에 따로 전기공사가 필요 없으며, 또한 전기 공사 비용의 감소로 인한 경제성 또한 장점으로 볼 수 있다. 추후 검사하는 노드의 방향을 단방향에서 양방향으로 적용한다면 여러 노드의 이상 유무를 보다 쉽게 검출 할 수 있을 것이다. 또한 데이터 패킷의 비트 수를 지금의 8비트와 제안한 20비트에서 24비트 또는 32비트로 확장하여 다양한 데이터를 전송한다면 이상 유무 검사시보다 많은 정보를 제공받아서 유지보수에 보다 많은 도움이 될 것이라고 생각된다.

References

- [1] *Local waterworks facility old condition evaluation and maintenance business feasibility study report*, Ministry of Environment, 2015.
- [2] *Report on the occurrence location of road sink hole*, The Seoul Institute, 2014.
- [3] <http://www.wacon.co.kr/>, Dec. 2016.
- [4] B-G. Choi, and C-J. Lee, *Developing management system for urban facilities based on ubiquitous*, Journal of the Korean society for geo-spatial information system, Vol. 15, No. 1, pp. 61-66, 2007.
- [5] B-M. Kang, H-D. Lee, and I-S. Hong, *The development of effective database model for pipe network management monitoring program*, Journal of Korean Society for Internet Information, Vol. 9, No. 4, pp. 157-166, 2008.
- [6] I-S. Kim, *A study on the development of field management system for underground utility using self-levelling marker and DGPS*, Korean Journal of Geomatics, Vol. 27, No. 6, pp. 733-739, 2009.
- [7] J-T. Park, and I-S. Hong, *A study on underground facility monitoring application using smart phone based on android*, Proceedings of The Korea Multimedia Society Conference, Vol. 13, No. 2, pp. 261-264, 2010.
- [8] B-M. Kang, and I-S. Hong, *The development of real-time field information warning system for underground facility using google cloud message*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems, Vol. 9, No. 2, pp. 279-286, 2014.
- [9] J-S. Oh, and I-S. Hong, *A study on development underground facility monitoring system using embedded and near wireless communication technology*, Proceedings of the 19th KKITS Spring Conference, Vol. 10, No. 1, pp. 12-15, 2016.
- [10] <http://www.wistco.co.kr/>, Dec. 2016.
- [11] <http://www.arduino.cc/>, Jan. 2016.
- [12] <http://www.instructables.com/id/I2C-between-Arduinos/>, Feb. 2016.
- [13] S. Ambekar, *RS-485 network for embedded systems*, CIRCUIT CELLAR, Vol. 158, pp. 12-23, 2003.
- [14] M. Wang, *A new communication method based on RS-485 interface*, CONTROL AND AUTOMATION, No. 155, pp. 220-222, 2006.
- [15] <https://arduino-info.wikispaces.com/RS485-Modules>, Jan. 2016.
- [16] <https://arduino-info.wikispaces.com/SoftwareSerialRS485Example>, Jan. 2016.
- [17] <https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/rs-485-module-shield-tutorial-for-arduino-raspberry-pi-intel-galileo/>, Feb. 2016.

임베디드 보드를 이용한 파손감지셔트의 데이터패킷 설계에 관한 연구

강병모¹, 전병찬², 홍인식³

¹순천향대학교 향설나눔대학

²청운대학교 교양학부

³순천향대학교 컴퓨터공학과

요 약

본 논문은 임베디드 보드를 이용한 파손감지슈트의 데이터패킷 설계에 관한 연구이다. 현재 측정장비의 거리별 측정비용에 대한 경제성의 문제로 대부분의 지하시설물 모니터링 시스템은 메인관로의 모니터링만을 수행하고 있는 상태이다. 그러므로 짧은 지선관로 부분에는 경제적으로 맞지 않아서 적용을 못하고 있는 실정이다. 이를 해결하기 위해서 감지장치의 소형화 및 저비용화를 위하여 임베디드 시스템을 채용하고 파손감지 슈트를 이용하여 지선관로 전체의 누수를 감지하는 시스템을 적용하여 운용중에 있다. 그러나 기존 시스템들은 단순한 누수정보만 제공하기 때문에 누수감지 시스템으로서 성능이 떨어질 수 있는 단점이 생긴다. 이에 본 논문에서는 기존에 개발한 임베디드 시스템을 이용한 누수감지 시스템의 성능을 개선하여 파손감지 슈트로부터 관로의 상태 정보를 제공할 수 있도록 파손감지 슈트의 데이터 패킷을 설계한다. 그리고, 설계한 데이터 패킷을 이용하여 노드의 상태를 확인 할 수 있다. 개발 환경은 아두이노 우노에서 구동하고, RS 485 모듈을 사용하고, 파손감지 슈트의 전송 데이터 관리 서버를 구축하였다.

감사의 글

본 연구는 환경부 “차세대 에코이노베이션 기술개발사업 (2016002130003)”으로 지원 받은 과제입니다.



Byung Mo Kang received the M.S. the Ph.D. in the Department of Computer Science & Engineering from SoonChunHyang University in South Korea in 1998 and 2005, respectively. He has been working as a adjunct professor at SoonChunHyang University in South Korea since 2007. His research interests include AR Technology, GIS, Embedded System and IT Convergence Technology.

E-mail address: bmkang@sch.ac.kr



Byoung Chan Jeon received an M.S. in the Department of Computer Science & Engineering from SuWon University in South Korea in 1994 and Ph.D. in the Department of Computer Science & Engineering from SoonChunHyang University in South Korea in 2002, respectively. He has been a professor at ChungWoon University in South Korea since 2005. His research interests include Computer Structure, Network, Home Network and IT Mobile Technology.

E-mail address: jbc66@chungwoon.ac.kr



In Sik Hong received an M.S. and Ph.D. in the Department of Electronic Engineering from HanYang University in South Korea, in 1981 and 1988, respectively. He was senior researcher at Frontier Research Program for Water Resources from 2002 to 2011. He has been a professor at SoonChunHyang University in South Korea since 1991. His research interests include AR Technology, GIS, Embedded System and IT Convergence Technology.

E-mail address: ishong@sch.ac.kr