

Rod pipe의 센서 정보 전송기술

윤언호*, 이상락**, 최한고*
*금오공과대학교 전자공학과
**케이에스엠(주)

gn99021@naver.com, hl5ntr@unitel.co.kr, hgchoi@kumoh.ac.kr

Sensor Information Transmission Technology of Rod Pipe

Eon-Ho Yun*, Sang-Rak Lee**, Han-Go Choi*

*Dept. of Electronic Eng., Kumoh National Institute of Technology

**Dept. of KSM Co., Ltd.

요 약

광산 분야 등의 채굴을 위한 천공 과정에서 현재 진행 중인 천공 위치의 실시간 측정이 요구되는데 이를 위해 드릴 후면에 부착된 센서 정보를 로드 파이프를 통해 지상으로 전송할 수 있는 통신방식을 제안하였다. 드릴 후면에 장착된 센서에서 검출된 신호는 송신부에서 변조를 통해 로드 파이프로 전송하고, 수신부에서는 이에 대응되는 복조 과정을 통해 센서 데이터를 추출하였다. 제안된 방법의 검증에 위해 설계된 장치를 사용하여 실험을 수행하였으며, 실험 결과 제안된 방법에 의한 데이터 송수신이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

였으며 실험 결과 정상적으로 데이터 전송이 가능함을 확인하였다.

1. 서론

광산 분야 개발에서는 원하는 방향으로 천공하기 위해서는 드릴 부분의 실시간 데이터 전송이 요구된다. 실시간 데이터 전송을 수행하기에는 지하와 지상 간의 데이터 전송이므로 무선 통신에 어려움이 존재하며, 케이블을 통한 데이터 전송을 수행하기에는 천공 과정에서 케이블의 손상 및 케이블 비용이 초래된다.

현재 광산 분야에서 사용되는 데이터 전송 방식은 천공 수행 후 드릴 후면에 센서 장치를 장착하고 천공을 수행한 후 센서 장치를 지표면으로 올려서 센서 장치를 분리한 뒤 장치에 기록된 데이터를 기반으로 어느 방향으로 진행되었는지와 어느 정도 깊이까지 천공되었는지 확인하고, 만약 천공 진행 방향이나 깊이가 만족하지 못하면 다시 천공 작업을 수행하여 원하는 목표까지 천공을 수행한다.

천공 과정에서의 이러한 문제를 해결하기 위해서는 케이블을 사용하지 않고 실시간으로 데이터를 전송하는 통신 방법이 요구되므로, 본 연구에서는 천공에 사용되는 드릴 부분에 부착된 센서 정보를 로드 파이프를 통해 실시간으로 지상으로 전송할 수 있는 통신방식을 제안하였다. 통신 검증을 위해 제안된 방식을 구현한 장치를 사용하여 실험을 수행하

2. 제안된 통신방식 및 장치 설계

연구 초기에는 AM 기반의 로드 파이프 데이터 전송을 실험하였는데, 데이터를 아날로그 변조 방식을 이용하여 로드 파이프를 통해 직접 전송 시 데이터가 디지털 신호이므로 대역폭이 넓어 잡음에 약하여 수신부에서의 신호 검출이 안정되지 못하게 된다. 따라서 데이터를 디지털 변조를 통해 일차적으로 주파수 대역폭을 감소시킨 후 아날로그 변조 방식을 통해 데이터를 전송하는 방식을 사용하였다.

본 연구에서 사용한 PSK31 변조는 다른 디지털 변조 방식에 비해 상대적으로 좁은 대역폭을 갖는 방식으로써 전송속도가 떨어지지만, 대역폭이 좁아서 잡음에 강하여 수신 측에서의 데이터 검출 정확도가 높다[1]. 천공 시 드릴 부분에서 지상까지 전송해야 하는 정보가 많지 않고 일정 시간마다 데이터를 전송할 수 있어야 하므로, 천공 수행 시에는 전송 속도보다는 전송 정확도가 더 요구되므로 PSK31 변조 방식이 로드 파이프를 통한 데이터 전송방식에 적합한 것으로 판단하였다.

본 연구에서는 데이터를 PSK31로 먼저 변조한 후 아날로그 방식인 AM 변조를 수행하였다. 그림 1

은 송신부와 수신부 블록도이며, 송신부와 수신부를 별개로 설계하였다. DSP 프로세서에서는 센서 데이터 획득 및 PSK31의 변조 기능과 복조 기능을 코딩하였으며, PSK31 복조 시 사용되는 FIR filter와 같은 디지털 필터의 라이브러리가 있는 DSP 프로세서를 이용하여 빠른 신호 처리가 가능하도록 하였다.

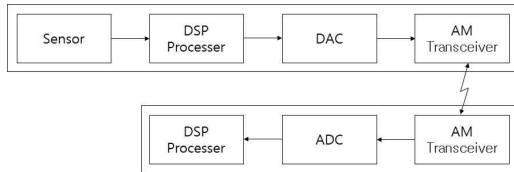


그림 1. 송신부와 수신부 블록도

변조 시 DAC 기능을 통해 AM 모듈로 전송하였으며, 출력 조정을 위해 가변 저항을 두어 출력을 조정할 수 있게끔 개발하였다. 그림 2는 PSK31 변조 파형을 보여주고 있다. 수신부의 경우 가변 저항을 통해 수신 신호 크기를 조정할 수 있도록 설계하였다.

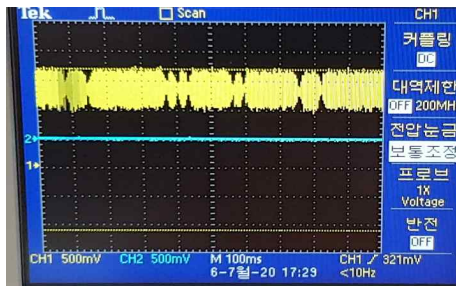


그림 2. PSK31 변조 파형

3. 실험 및 데이터 송수신 동작 검증

로드 파이프를 통해 센서 데이터가 정상적으로 전송되는지를 확인하기 위해 그림 3과 같은 데이터 전송 실험장치를 구성하였다.

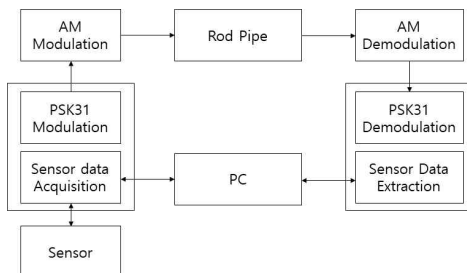


그림 3. 데이터 송수신 블록도

PSK31 변복조와 센서 데이터 획득 및 검출은 개

발된 PSK31 보드를 사용하였고, AM 변복조는 AM 송수신기를 사용하였다. 로드 파이프는 현장에서 사용하는 파이프를 여러 개 연결하여 실험하였다.

로드 파이프를 통한 데이터 전송 정확도를 확인하기 위해서 송신부에서 시리얼 통신을 사용하였으며, 센서 데이터를 읽은 후 PSK31 변조를 수행함과 동시에 동일 데이터를 시리얼 통신을 통해 유선으로 PC에 데이터 전달하도록 하였다. 수신부에서는 복조 과정을 통해서 데이터를 검출함과 동시에 검출된 데이터를 송신부와 마찬가지로 시리얼 통신을 통해 PC로 전달하였다. PC에서는 송신된 센서 데이터와 수신된 센서 데이터를 서로 비교하여 전송 정확도를 측정하였다.

실험실에서 약 9[m]의 드릴 파이프를 통한 데이터 전송 정확도를 조사하였다. 실험은 4번에 걸쳐 서로 다른 시간에 500번씩 실험하여 외부환경에 대한 간섭을 확인할 수 있도록 하였으며, 전체 2,000번 송수신 데이터를 비교하였다. 데이터 비교는 데이터 중 적어도 한 개의 데이터에 대해 일치하지 않을 경우 실패로 판정하였다. 실험 결과 100%의 전송 정확도를 보여주었으며 산업현장에서의 적용 가능성을 조사하기 위해 장거리로 연결된 로드 파이프에 대한 전송 정확도를 측정하기 위해 추후 현장에서 실험을 수행할 예정이다.

4. 결론

천공 과정에서 사용하는 드릴 파이프를 통해 센서 데이터의 실시간 전송방식을 제안하고 실험을 통해서 데이터 송수신 동작을 검증하였다. 제안된 방법은 지하에서 검출된 센서 데이터를 지상으로 전송이 요구되는 광산 및 지열 에너지 채굴, 지하수 천공 등에도 적용 가능할 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 2019년도 중소벤처기업부의 기술개발사업 지원에 의한 연구임[S2781065]

참고문헌

- [1] 이대령, 박근성, 김기문. PSK31 통신방식을 활용한 MF/HF대역 무선 디지털 어업정보통신망 구현에 관한 연구. 한국정보통신학회논문지, 14(6), 1365-1374. (2010).