

침입감시용 분포형 광섬유센서 시스템

Distributed Fiber-Optic Sensor System for Intrusion

김인수, 양승국, 오상기, 박해수, 박재희*, 김요희
 한국전기연구원, 계명대학교*
 iskim@keri.re.kr

1. 서론

본 연구는 멀티모드 광섬유에서 각 모드들간의 간섭현상에 의해 생기는 스펙클 패턴이 광섬유의 외부에 물리적인 힘이 가해질 때 광섬유내에서 진행되는 각 모드들의 위상이 변화되어 스펙클 패턴이 변화하게 된다. 이러한 기본 원리를 바탕으로 침입감시용 분포형 광섬유센서 시스템을 설계하고자한다.

2. 시스템의 설계

전체적인 시스템의 구성은 그림 1과 같으며, 멀티모드 광섬유를 감시하고자 하는 곳에 설치(땅속 이나 울타리등 환경에 따라 달리 설치함)하며, 신호처리부에서 상태표시 및 경보음 발생이 가능하며 또한 RS-232C를 통하여 PC에 상황이 전달되도록 설계하였다.

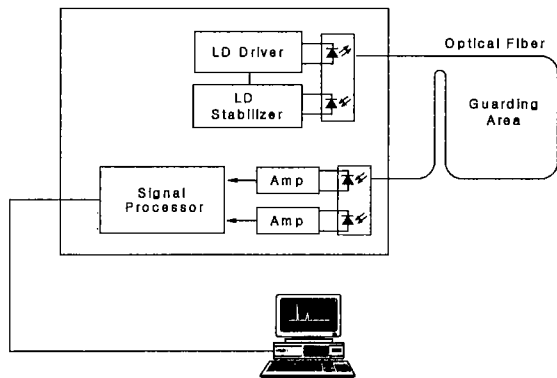


그림 1. 전체적인 시스템의 구성도

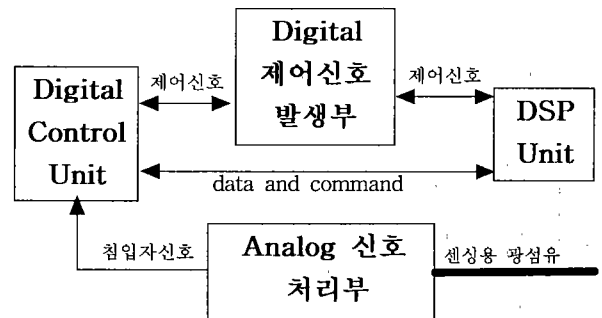


그림 2. 시스템 신호처리부의 block diagram

광원부와 수광부는 830nm의 LD와 PD를 사용하여 구성하였으며, 신호처리부의 블록도는 그림 2에 상술하였다. 신호처리부는 Analog 신호 처리부, Digital Control Unit (DCU), Digital 제어신호 발생부, DSP unit등으로 구성되어 있다. Analog 신호처리부는 광섬유센서에서 들어오는 광신호를 전자신호로 바꾸고 증폭 및 필터링을 하여 DCU로 보내준다 또한 센서 역할을 하고 있는 광섬유가 절단 되었을 시 감지할 수 있는 광섬유 절단 검출회로도 설계하여 구성하였다. DCU는 신호처리부 전체를 제어하고 Analog 신호처리부에서 들어온 신호를 digital 신호로 바꾸어서 DSP unit로 보내준다. 한편 Digital 제어신호 발생부는 DCU 와 DSP unit에 필요한 제어신호들을 만들고 DSP unit는 DCU에서 보내준 digital 신호를 분석하여 침입한 물체가 사람인지 차인지를 판단하는 것을 수행한다. DCU는 80196 μ P, DSP unit은 TMS320C31, Digital 제어신호 발생부는 FPGA로 설계하였다. 또한, Digital 제어신호 발생부는 40MHz clock 신호, 80196과 TMS320의 주소신호, read 및 write신호를 입력으로 새로운 read 및 write 신호, system clock 신호, chip select 신호, interrupt 신호를 발생한다. 그리고 인식프로그램은 DCU에서 보내주는 sample data들에 sliding window 방법을 적용하여 수행되도록 하였다. Time window의 크기는 70ms이고 새로운 sample이 한 개씩 window를 지나갈때마다 window 내에 있는 sample의 크기를

모두 더한값과 1.5V의 threshold voltage를 crossing 한 횟수, sample크기를 모두 더한값이 max가 되는 time 구간을 구한다. 그리고 max가 되는 time 구간을 찾아낸 후 window내에 있는 sample에 FFT를 취하여 신호의 spectrum을 구한다.

모두 더한 sample의 크기가 5000이하이면 noise로 판단하고 threshold voltage를 crossing 한 횟수가 4회이상, 모두 더한 sample의 크기가 18,000이상, 신호의 spectrum에서 0Hz-100Hz 사이의 크기 변화가 smooth한 경우, 위의 조건중 2개 이상이면 차량이고 아니면 사람으로 판단하도록 설계하였다.

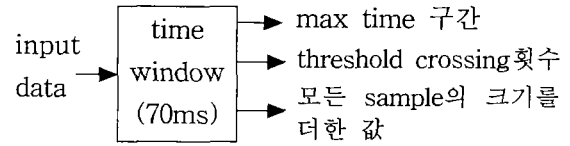


그림 3. Sliding window

3. 실험 및 결과

실험은 500m의 광섬유중 약 40m를 5cm의 땅속에 매설하였고 나머지 광섬유는 주변 바람이나 온도변화에 의한 영향을 줄이기 위하여 나무box안에 내장하였다. 이런 환경에서 사람과 차량을 이용하여 실험을 수행하였다. 사람에 의한 광섬유 센서의 응답은 그림 4에 나타내었고, 차량에 의한 광섬유 센서의 응답은 그림 5에 나타내었다. 그림 4와 5로부터 사람과 차량에 의한 광섬유센서의 응답 특성이 차이가 남을 알 수 있다. 사람에 의한 광섬유센서의 응답은 70ms의 시간 동안 단순히 신호의 크기가 증가하다가 감소하고 차량의 경우는 70ms동안 여러번 fluctuation을 나타내었으며 또한 짧은 시간내에 앞바퀴와 뒤바퀴가 지나갈 때 2번의 신호응답 파형곡선이 나타난다.

T
E

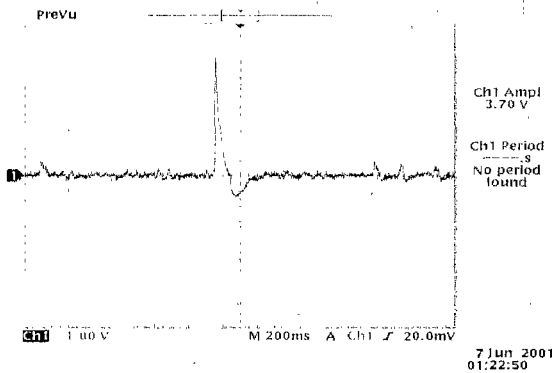


그림 4. 사람이 감지되었을 때의 신호파형

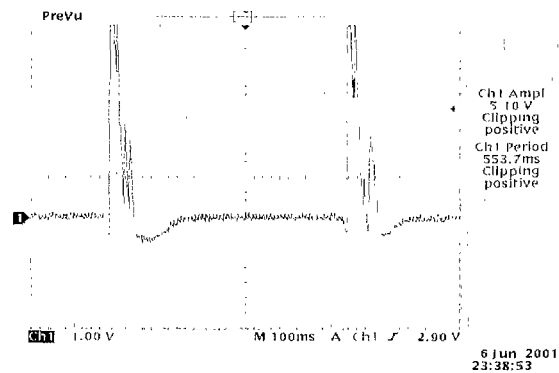


그림 5. 차량이 감지되었을 때의 신호파형

위와 같이 센싱용 광섬유에 의해 얻어지는 파형들을 DCU의 A/D변환기를 통하여 DSP unit로 전달 되면 그림 3에 나타낸 인식프로그램을 통하여 침입여부가 100% 감지되었으며, 침입된 물체가 사람인지 차량인지를 구별하는 인식률은 현재 90%의 변별력을 얻었다.

4. 결론

본 논문에서는 멀티모드 광섬유를 센서로 사용하여, 스펙클 패턴을 이용한 센서시스템을 구성하였고, 침입여부와 어떤 종류의 침입물체인지를 DSP를 사용하여 구성하고 실험한 결과 감지능력에 탁월한 결과를 얻었으며 또한 변별력은 아직 완벽하지는 않으나 그 가능성을 파악하였으며, 앞으로 계속 식별알고리즘을 보완해 나간다면 변별력 또한 완벽한 시스템이 되리라 확신하게 되었다.

참고

본 연구는 민군겸용기술사업의 연구비 지원으로 수행되고 있는 연구과제의 일부 결과임.