

# 스테레오 카메라를 이용한 건널목 장애물검지장치

## A study of Detection Device using Stereo Camera in the Railway Crossing

\*조봉관\*

B. K. Cho

---

### ABSTRACT

Crossing is the place which train, car and pedestrian adjoin, and the weak place. Also, crash accident between train and large size car is possible to be serious. So, various crossing obstacle detection device was developed, and it contribute to reduce the crossing accident.

---

#### 1. 서론

건널목은 열차와 자동차, 보행자가 만나는 지점으로, 철도에 있어서 취약 개소중의 하나이다. 또한, 여기에서의 열차와 대형자동차의 충돌은 커다란 사고가 될 위험이 있다. 따라서, 건널목 장애물검지장치가 개발되어, 건널목의 사고감소에 공헌하고 있다.

일본은 본격적인 고령화사회를 맞이하여, 노인이 건널목을 이용할 기회도 늘어나고 있으며, 신체 장애자가 휠체어나 보행 보조의 배터리카 등으로 건널목을 이용하는 경우도 증가할 것으로 예상된다. 이와 같은 사회적 배경에서 건널목에서의 보행자나 이륜차의 체류도 검지할 수 있는 건널목 장애물검지장치의 개발이 요구되고 있다.

스테레오 카메라를 이용한 건널목 장애물검지장치는 보행자, 이륜차, 휠체어와 배터리카 등의 검지도 가능한 시스템이다. 본 논문에서는 종래의 건널목 장애물검지장치와 차세대형 건널목 장애물검지장치로써 기대되는 검지방법을 소개하고, 이것들의 검지 방법중에서 유효한 스테레오 카메라식 건널목 장애물검지장치에 대해, 그 원리와 장치의 구성, 현장시험에 대해 검토하였다.

#### 2. 기존의 건널목 장애물검지장치

현재 이용되고 있는 건널목 장애물검지장치의 대표적인 것은 광전식, 초음파식, 루프 코일식이다. 광전식은 레이저 또는 발광 다이오드를 사용하며 송수광기 사이에 물체가 검지되면 빛이 차폐되는 원리를 이용하여 장애물을 검지한다.

초음파식은 건널목 진출입구에 구조물을 설치하고 초음파를 이용하여, 초음파 반사시간의 변화에 의해 장애물을 검지한다.

루프 코일식은 건널목 아래에 부설한 코일의 인덕턴스 변화에 의해, 건널목을 통과하는 자동차(금속)를 검지한다. 각 검지방법의 개략도를 그림1에 표시하였다. 이륜차나 보행자의 검지를 목표로 할 경우, 이와 같은 장애물검지장치의 센서간격을 조밀하게 하거나, 센서감도를 올려 대응하는 것도 고려할 수 있지만, 센서의 설치 갯수가 막대해지면 경제성이 떨어지며 구현이 곤란하다.

---

\* 한국철도기술연구원, 철도통신연구그룹, 선임연구원, 정회원

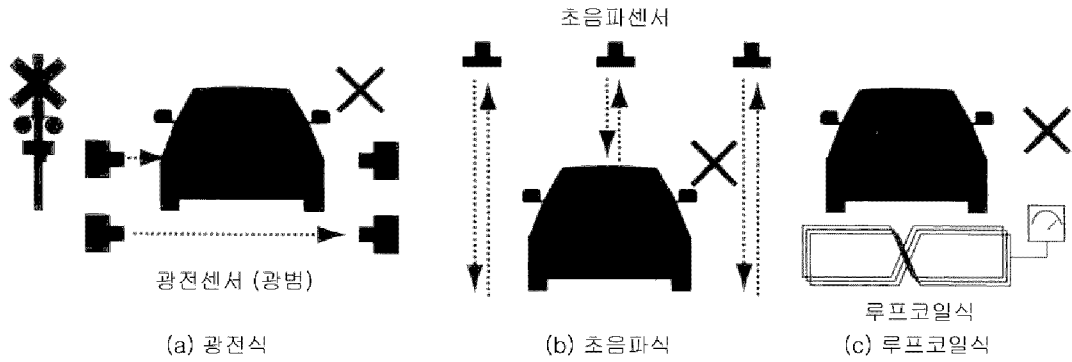


그림 1 기존의 건널목 장애물검지장치

### 3. 스테레오 카메라 방식

스테레오 카메라 방식은 비교적 넓은 검지영역을 포함하고 있으며 직접적으로 기계 구동을 사용하지 않기 때문에, 유지보수측면에서 유리한 차세대의 건널목 장애물검지장치로써 기대되는 방식이다.

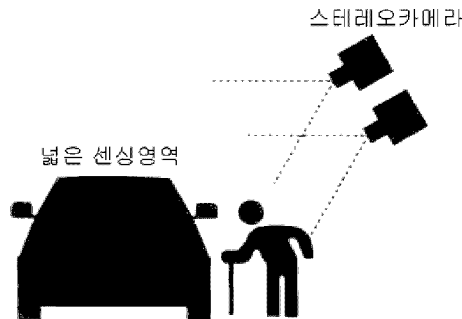


그림 2 스테레오 카메라식 장애물검지장치

#### 3.1 스테레오 카메라방식의 원리

그림 3과 같이, 1개의 대상물을 2대의 카메라로 촬영하면, 각각의 카메라에는 대상물의 위치가 어긋나게 촬영된다. 집점 거리가  $f$ 인 2대의 카메라를 수평방향으로 기선 길이  $b$ 만큼 이격시키고, 양쪽 카메라의 광축과 화면의 세로축을 평행하게, 그리고 화면의 가로축을 일치하도록 배치하면, 식(1)과 같이 시차  $d$ 에서, 카메라와 물체와의 거리  $z$ 를 구할 수 있다.

$$z = \frac{bf}{d} = \frac{bf}{x_r - x_l} \quad (1)$$

이와 같은 삼각 측량의 원리는 측정 기준이 되는 pole의 1점에 대해서만 거리를 구하지만, 스테레오 카메라에서는 화상전면에 걸쳐 거리를 구할 수 있다. 이러한 처리에서는 대상물의 3차원 형상이 얻어진다.

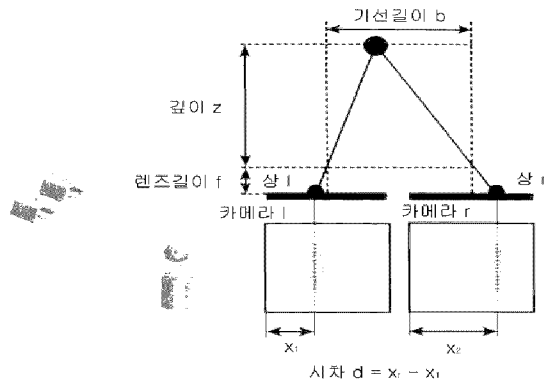


그림 3 스테레오 카메라방식의 원리

### 3.2 스테레오 화상처리

인간이 양쪽 눈에 비춰지는 화상간의 어긋남을 지각할 때, 각각의 화상에서 동일한 점을 추출하여 시차를 산출한다. 화상처리에서는 이러한 처리를 그림 4(a), (b)와 같이 좌우카메라의 화상  $f_l$ ,  $f_r$ 의 부분화상  $f_{sl}$ ,  $f_{sr}$ 의 유사성 평가를 수행하여 실현한다. 유사성을 나타내는 척도로는 유사성과 각종 거리가 있는데, 여기에서는 시티블록거리라 불리는 식(2)를 적용하고 있다.

$$C = \sum_i \sum_j |f_{sr}(i, j) - f_{sl}(i, j)| \quad (2)$$

단,  $i, j$  는 부분화상의 세로, 가로 위치

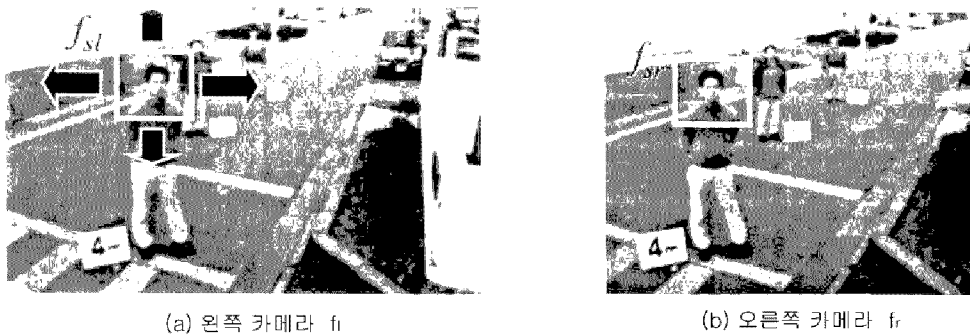


그림 4 카메라의 원래 화상

부분화상의 크기를 여기에서는  $4 \times 4$  화소로 하고,  $f_{sr}$  에 대해 평가함수  $C$ 가 최소가 되는  $f_{sl}$  을 탐색범위에서 찾아 대응하는 부분을 찾는다. 이 때 휘도의 변화가 적은 부분화상끼리는 어디에서나 유사성이 높기 때문에, 이와 같은 부분화상은 비교대상에서 제외한다. 화상처리에서는 모든 면에 걸쳐 대응점을 찾는 것이 아니라, 화상 휘도의 변화가 현저한 부분에서만 대응점을 찾아, 3차원 형상 데이터를 얻는다.

그림 4(a), (b)에서 계산한 3차원 데이터인 거리 화상을 그림 5에 표시하였다. 여기에서 밝은 부분은 카메라에서 거리가 짧고, 어두운 부분은 카메라에서 거리가 멀다는 것을 나타낸다. 거리를 계산할 수 없는 부분에 대해서는 검정으로 표시하고 있다. 그림 6은 계산한 3차원 형상 데이터를 조감도로 출력한 것이다.



그림 5 좌우 화상으로 계산한 거리화상

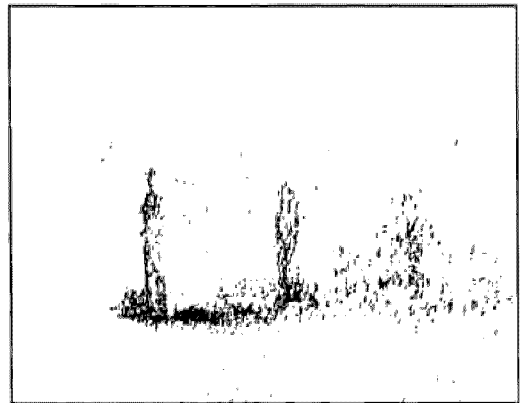


그림 6 3차원 형상의 조감도

### 3.3 시스템 구성

장치를 검증하기 위해 시제품 제작하여 복선 건물목에 설치하였다. 두 쌍의 스테레오 카메라를 사용하여 한 쌍의 스테레오 카메라 시야 각은 좌우  $43.1^\circ$ , 상하  $34.2^\circ$  로, 두 쌍에 좌우  $81.6^\circ$ , 상하  $34.2^\circ$  가 되어, 폭 6m, 연장 10m의 건물목을 감시할 수 있다. 센서부분의 내부 구성은 그림 7과 같으며 스테레오 카메라의 취득데이터에서 장애물을 검지하는 알고리즘은 그림 8과 같이 구현하였다. 스테레오 카메라 후단의 화상 처리부에서는 각 카메라에서 입력한 화상에 대해 광축 보정을 실시하고, 시차를 계산하고 3차원 형상을 산출한다. 검지된 3차원 형상과 기존의 형상을 대조하여, 장애물을 판정한다.

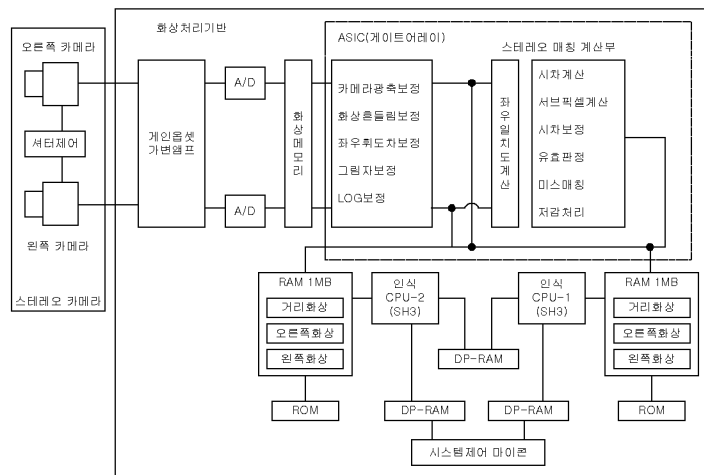


그림 7 스테레오 카메라장치의 내부 구성

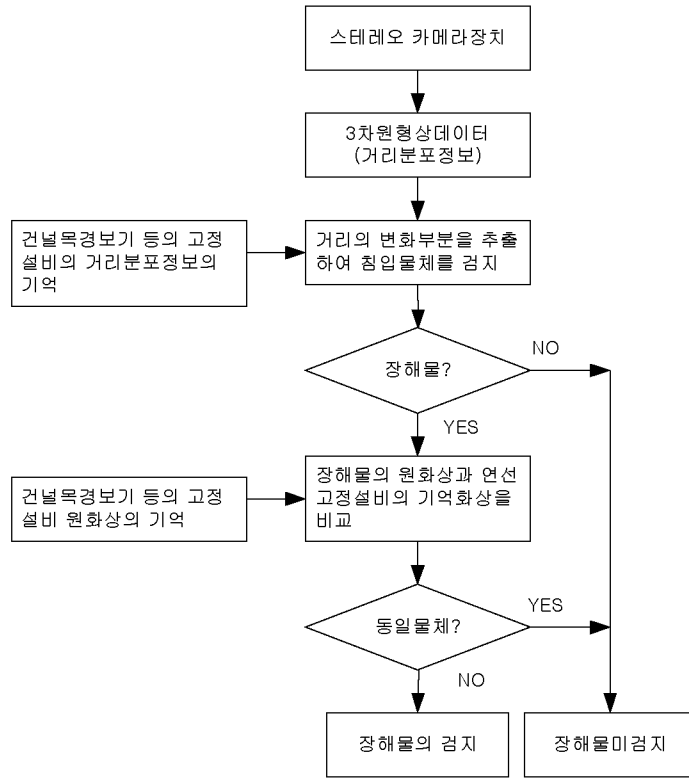


그림 8 장애물검지의 알고리즘



그림 9 검지영역 범위

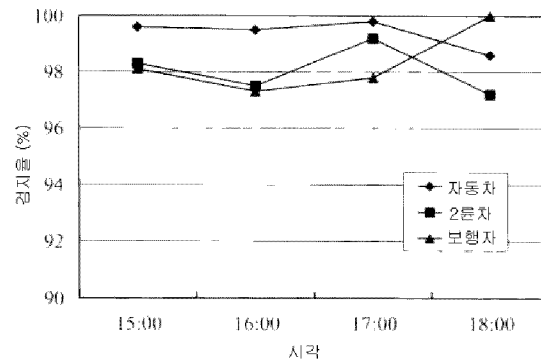


그림 10 자동차·이륜차·보행자의 검지결과비교

#### 4. 결론

스테레오 카메라를 이용한 건널목 장애물검지장치는, 종래의 건널목 장애물검지장치가 검지대상으로 하던 대형 자동차뿐만 아니라, 이륜차나 보행자를 정확히 검지할 수 있다. 그러나, 호우, 강설시 비나 눈으로 인한 장애물 과잉검지 현상에 대한 대책이 필요하다.

#### 참고문헌

- 1) 佐藤和敏 외, “초음파를 이용한 건널목 장애물검지장치”, 총연보고, Vol.8, No.7, pp.37~42, 1994
- 2) 渡辺 郁夫 외, “화상처리에 의한 건널목내의 물체검지”, 총연보고, Vol.7, No.11, pp.33~38, 1993
- 3) 太田 勝 외, “스테레오 카메라를 이용한 건널목 장애물 검지시스템의 개발”, 철도사이버네틱스, No.623, 2002
- 4) 高荷 洗 외, “스테레오 화상처리에 의한 건널목 장애물 검출”, 철도사이버네틱스, No.622, 2002
- 5) 조봉관, “새로운 건널목 장애물 검지장치 개발 동향”, 철도기술정보, Vol.15, 2003