

특집  
09

주행 중인 차량에서 이면 주차 차량의  
차간 거리 추정

목 차

- 1. 서 론
- 2. 스테레오 카메라를 이용한 거리 추정
- 3. 다시점 영상 획득에 의한 차간 거리 추정
- 4. 결 론

송 영 준  
(충북대학교)

1. 서 론

최근 차량 보급률이 증대하면서 점차 주차 공간의 부족이 심화되고 있다. 따라서 운전자들은 도로를 주행하면서 주차장의 부족을 극복하기 위해서나 잠깐 동안의 주차를 위해서 이면 주차를 시도하고 있다. 대개의 경우 이면 주차된 차량 사이에 주차하기 위해서는 이면 주차 차량들을 지나간 후에 차간 거리를 알 수 있게 된다. 주차하고자 하는 공간을 지나친 후 다시 후진하여 이면 주차해야 되어 후방에 차량이 바로 따라오는 경우에는 이면 주차를 포기해야 하는 상황이 발생한다. 따라서 이면 주차 차간 거리를 주행 중에 미리 추정할 수 있다면 비상등으로 후방 차량에게 양해를 구하고 이면 주차할 수 있을 것으로 예상할 수 있다.

보편적으로 차간 거리에 대한 연구는 도로 주행 중의 전방 차량과의 안전거리 확보를 위해 연구되어 왔다[1]. 초기에는 카메라로부터 입력 받은 노면 영상을 이용하여 차선을 추출하고, 차선을 기초로 레이더의 조사 각도를 조절하여, 상기 조절된 조사 각도로 조사된 레이저 빔의 반사파

를 이용하여 전방 차량과의 거리를 계산하였다 [2]. 또한 휴대용 단말기에 거리 탐지 회로를 공유하도록 구성함으로써, 차량 간의 송수신 주파수 응답 시간을 계산하여 차간 거리를 추정하고 있다[3]. 두 대의 디지털 카메라로 측정된 근거리 차량 스테레오 영상에서 시차를 구한 후 전방 차량의 거리를 검출하는 방법도 연구되어졌다[4]. 위의 방법들은 주행 중에 안전한 주행 거리 확보를 위한 전방에 있는 차량과의 거리를 추정하기 위한 방법이었다.

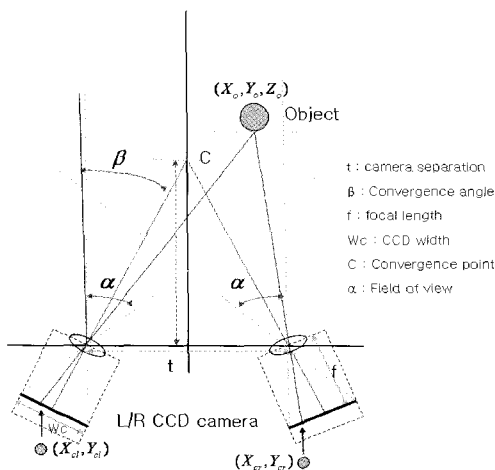
본고는 이면 주차된 차량 간의 간격을 추정하기 위한 방법으로, 3차원 영상에서 깊이 정보를 추출하는 것과 단안 영상에서 깊이 정보를 추출하는 방법을 응용하였다. 단안 영상에서 움직임 벡터를 이용한 영역의 깊이를 추정하는 방법 [5]은 카메라 이동에 의한 영상의 모든 점들의 움직임은 깊이 정보에 종속적이라는 사실에 기반을 두고, 전역 탐색 기법을 사용하여 획득한 움직임 벡터에서 카메라 회전과 배율에 대한 보상을 한다. 획득된 움직임 벡터를 분석하여 평균 깊이를 측정하고, 평균 깊이에 대한 상대적인 깊이를 구하고 있다. 본고는 이를 응용하여 이면 주차 차

량 간격 추정에 적용하여 보다 효율적으로 이면 주차할 수 있는 방안을 제시하였다.

본고에서는 스테레오 카메라를 이용한 거리 추정 방법에 대해 설명하고, 단일 카메라를 사용하여 다시점 영상 획득에 의한 차간 거리 추정에 대해 기술하고 마지막으로 결론 및 발전 방향에 관하여 고찰하였다.

## 2. 스테레오 카메라를 이용한 거리 추정

일반적으로 스테레오 카메라는 좌우 양안에 대응하는 2장의 영상을 획득하기 위해 한 대 또는 두 대의 카메라를 사용한다. 초기에는 카메라 한 대를 사용하여 좌 또는 우 영상을 획득하고, 카메라를 이동하여 우 또는 좌 영상을 획득하게 하는 순차식이 있으나 카메라가 발달함에 따라 현재는 많이 사용되지 않고 있다. 카메라 두 대를 사용하는 방식인 동시식은 다시 평행식과 교차식으로 나누어질 수 있으며, 평행식은 두 대의 카메라를 평행하게 배치하여 영상을 획득하는 방식이고 교차식은 좌우 카메라를 안쪽으로 회전하여 대상물에 대하여 초점을 맞춘 후 영상을 획득하는 방법이다.



(그림 1) 교차식 스테레오 카메라 시스템

(그림 1)은 공간상에 물체가 위치해 있을 경우, 교차식 구조를 가진 CCD 카메라가 대상 물체에 대하여 영상을 획득하는 시스템을 표현한 것이다[6]. (그림 1)에서 알 수 있듯이, 두 대의 CCD 카메라를 사용하여 하나의 물체에 대해 좌우 각각의 영상을 획득할 수 있다.

물체가  $(X_o, Y_o, Z_o)$  좌표상에 위치해 있다고 가정할 경우, 먼저 좌측 CCD 카메라로 물체에 대한 영상을 획득할 때, 물체에 대한 CCD 상의 좌표  $(X_{cl}, Y_{cl})$ 는 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$X_{cl} = f \tan(\tan^{-1}(\frac{t+2X_o}{2Z_o}) - \beta),$$

$$Y_{cl} = \frac{Y_o f}{Z_o \cos \beta + (X_o + \frac{t}{2}) \sin \beta} \quad (1)$$

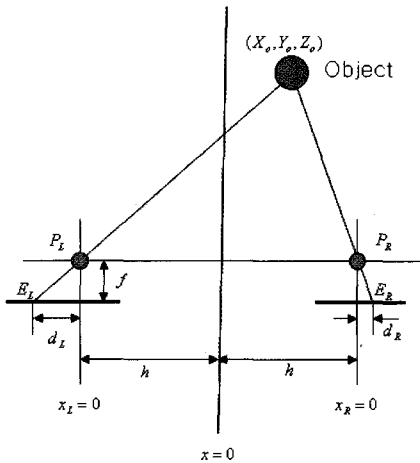
마찬가지로, 우측 CCD 카메라로 물체를 획득할 경우, CCD상의 좌표  $(X_{cr}, Y_{cr})$ 는 다음의 식 (2)로 나타낼 수 있다.

$$X_{cr} = -f \tan(\tan^{-1}(\frac{t-2X_o}{2Z_o}) - \beta),$$

$$Y_{cr} = \frac{Y_o f}{Z_o \cos \beta - (X_o - \frac{t}{2}) \sin \beta} \quad (2)$$

여기에서, f는 카메라의 초점거리, t는 카메라 렌즈 사이의 거리, β는 카메라의 수렴각을 뜻한다[3]. 위의 식 (1)과 (2)를 통하여 물체의 깊이 정보를 계산할 수 있다.

교차식의 방법은 카메라 보정 및 초점에 따른 각도 계산의 어려움이 있다. 이에 일반적인 모델링에 의해 깊이 정보를 계산할 수 있는 평행식 카메라를 사용하여 기하학적인 구조로 분석한다. (그림 2)는 평행식 스테레오 카메라 시스템으로서 광축은 서로 평행하고, 두 대의 카메라의 초점 거리  $f_c$ 는 서로 같다.



(그림 2) 평행식 스테레오 카메라 시스템

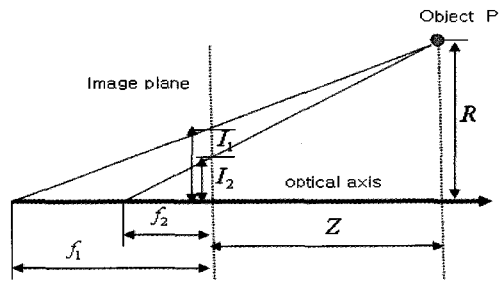
좌측과 우측의 양안 거리는  $2h$ 라 하였을 때, 대상 물체의 좌표인  $(X_o, Y_o, Z_o)$ 에 대한 거리는 다음 식 (3)과 같다. 여기서  $E_L$ 과  $E_R$ 은 대상 물체  $(X_o, Y_o, Z_o)$ 로부터 투영된 좌표점을 의미하며, 실제 렌즈로부터 물체 획득되는 초점까지의 가로 방향 거리가  $d_L$ 과  $d_R$ 일 때, 물체의 깊이 정보인  $Z$ 는 식 (3)과 같이 표현된다[5]. 여기서 분모는 정합된 두 영상 화소간의 시차를 의미한다.

$$Z = \frac{2hf}{d_R - d_L} \quad (3)$$

### 3. 다시점 영상 획득에 의한 차간 거리 추정

단일 카메라에 의한 영상 모델을 살펴보면, 카메라의 움직임에 의해 거리가 다른 여러 장의 영상을 획득하게 된다. 이는 카메라에 있어서 초점 거리의 변화와 이에 따른 영상 평면, 그리고 시각 축에 의한 거리를 통해 물체의 거리를 추정할 수 있다. 카메라의 움직임 변수는 상, 하, 좌, 우, 전, 후 등으로 많이 있지만 차량에서의 촬영에 의한 영상 획득이라고 가정하여, 고정 위치에서 전방으로만 이동하는 국부 움직임에 국한된다.

단일 카메라로 물체의 거리를 추정하기 위해서는 카메라를 움직여 2장 이상의 영상을 획득하여야 한다[7]. (그림 3)에서 보여 주듯이 초점 거리  $f_1$ 에서 영상  $I_1$ 을 찍고, 다음에 초점 거리  $f_2$ 에서 두 번째 영상  $I_2$ 를 찍는다. 여기에서,  $Z$  값은 카메라의 영상 평면과 물체 P 사이의 시각 축 상의 거리이며,  $R$ 은 카메라 시각 축과 물체 P 사이의 거리이며 식 (4)와 (5)에 의해서 구해진다.



(그림 3) 단일 카메라를 통한 거리 추정

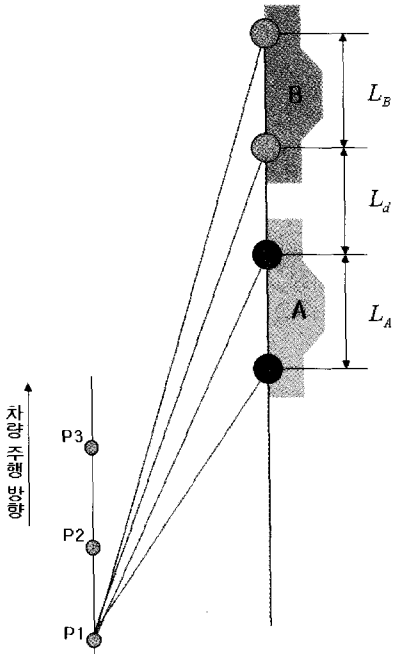
$$Z = \frac{f_1 f_2 (r_2 - r_1)}{f_2 r_1 - f_1 r_2} \quad (4)$$

$$R = \frac{r_1 r_2 (f_2 - f_1)}{f_2 r_1 - f_1 r_2} \quad (5)$$

여기서  $f_i$ 는 영상 평면  $I_i$ 의 초점 거리이며,  $P_i$ 는 초점 거리  $f_i$ 에서의 물체 P의 투사점  $(x_i, y_i)$ 이며,  $r_i$ 는 시각 축과 투사점  $P_i$  사이의 거리인  $r_i = \sqrt{|x_i|^2 + |y_i|^2}$ 이다. 그러나 이 방법은 초점 거리를 알아야 하며, 시각 축과 투사점 사이의 거리를 계산하여야 한다.

본고에서는 다시점 영상 획득을 위해서 이면 주차 차량의 앞/뒤 타이어의 거리(차축 거리)를 기본 거리로 삼아서 이동 거리를 추정한다. 차량에 있어서 앞 타이어와 뒤 타이어의 거리는 차종에 따라서 자가용의 경우 경차가 아닌 이상 평균적으로 약 2.7m 정도로 일정하다. 이를 활용하여 주행 중인 차량이 이면 주차 차량 사이에 주차가

될 수 있는지를 판단할 수 있도록 오차가 포함된 차간 거리를 구할 수 있다. (그림 4)는 다시점(P1, P2, P3)에서 차량 타이어 간격에 따른 차량 간격 측정 방법을 보여주고 있다.



(그림 4) 다시점에서 차량 타이어 간격에 따른 차량 간격 측정

주행 중인 차량은 이면 주차 차량을 지나가기 전인 P1, P2, P3 지점에서 이면 주차 차량에 대한 영상을 획득하여  $L_A$ ,  $L_B$ ,  $L_d$ 를 아래의 식에 의해 각각 구한다. 여기서 적용되는 보통 승용차의 경우 차축의 실제 거리는 2.7 ~ 3.0 m이다. 본고에서는 일반적으로 소형 승용차 기준인 2.7m로 계산하기를 권고한다. A 차량과 B 차량의 간격을 구하기 위해서는 획득된 영상에서 구해지는  $L_A$ ,  $L_B$ 를 사용하여 차간 거리인  $L_d$ 를 구하게 된다. 먼저 A 차량의 차축 거리인  $L_A$ 에 의해서 차간 거리  $L_d$ 의 실제 거리( $D_A$ )를 식 (6)에 의해서 구할 수 있고  $L_B$ 에 의해서 차간 거리  $L_d$ 의 실제 거리( $D_B$ )를 구하면 식 (7)과 같다.

$$D_A = \frac{L_d \times 2.7}{L_A} \quad (6)$$

$$D_B = \frac{L_d \times 2.7}{L_B} \quad (7)$$

이때, 영상이 획득되는 시점의 시야각에 의해 차축 거리의 비는 오차가 발생할 소지가 많다. 따라서 이러한 오차를 줄이기 위해 A 차량에 의해 구한 차간 거리와 B 차량에 의해 구해진 차간 거리의 평균값으로 실제 거리를 식 (8)과 같이 구하게 된다. 이와 같은 방법으로 P2, P3 지점에 대해서도 실제 거리인  $D_{P2}$ ,  $D_{P3}$ 를 구하고 3개 값의 평균값을 실제 거리 값으로 추정한다.

$$D_{P1} = \frac{D_A \times D_B}{2} \quad (8)$$

#### 4. 결론

앞에서 언급한바와 같이 국내에서는 차량이 증가하고, 주차 공간의 부족으로 이면 주차가 노면 도로에서 행해지고 있다. 주행 중인 차량에서 이면 주차 차량의 간격을 알고자 할 경우, 특별한 RF 센서 또는 카메라의 장착이 필요하다. RF 센서의 경우 각 차량마다 부착하여 서로간의 송수신으로서 위치를 알 수 있으나, 아직까지 상용화되지는 않고 있으며 응용범위가 한정적이라 할 수 있다. 카메라를 부착하는 것은 장애물 검지나 주행 중에 앞차와의 차간 거리 확보를 통한 안전 운전, 그리고 차량 사고에 따른 동영상 기록 장치 등으로 활용될 수 있다.

따라서 자동차에 카메라를 부착하는 경우에 한해서 이면 주차된 차량의 차간 거리를 구하는 것은 유용한 응용 서비스로서 활용될 수 있다. 2대의 카메라가 아닌 1대의 카메라에 의해 획득된

차량 영상을 대상으로 이면 주차 차간 거리를 계산할 수 있다. 또한 자동차의 제원에 의한 비율로서 주차 공간의 유무를 미리 알게 되어서 이면 주차 공간을 벗어나지 않은 상태에서 주행 중의 후방 차량에 대해 미리 주차함을 알려 줄 수 있다.

이렇듯, 차량 시스템에 카메라를 추가하여, 이면 주차 차량의 차간거리를 자동 감지하는 지능형 시스템의 기능을 확보할 수 있다. 자동차 관련 기술은 점차 기계 분야에서 전자 장치 분야의 비중이 커지고 있으며 이에 따른 새로운 부가 서비스를 요구하고 있다. 이에 3차원 영상 깊이 정보 추출 기술 및 카메라에 의한 영상 처리 기술을 응용하여 이면 주차 차량의 차간 거리 추정과 같이 실생활에 접목하는 기술을 개발하고 자동차의 기능을 점차 지능형 시스템으로 발전시켜 갈 수 있을 것으로 기대한다.

### 참고문헌

[1] 남궁문, “도로상의 관측 차두 간격 정보에 의한 차간 거리 인지 추정법”, 환경건설논문집, 제 5집, pp.37-44, 1995.

[2] 정혁진, “차간거리 측정 방법”, 한국특허청, 2005.

[3] 이승우, “차량 거리 탐지 장치 및 방법”, 한국특허청, 2003.

[4] 양석주, 백중환, “스테레오 영상에서 웨이블릿을 이용한 거리 정보 검출”, 한국신호처리 추계학술대회논문집, 제 1권, 제 2호, pp.77-80, 2000.

[5] 손정만, 박영민, 윤영우, “단안 영상에서 움직임 벡터를 이용한 영역의 깊이 추정”, 신호처리/시스템 학회논문집, 제 5권, 제 2호, pp.96-105, 2004.

[6] 이승우, 송영준, 김남, “3차원 입체영상에서 양선형 보간법을 이용한 키스톤 왜곡 보정”, “한국콘텐츠학회 추계종합학술대회”, 제 4권, 제 2호, pp.524-527, 2006.

[7] 황은섭, “양안 줌 방식을 이용한 거리 정보 추정”, 충북대학교 석사학위논문, 2007.

### 저자약력



송 영 준

1994년 충북대학교 정보통신공학과(학사)  
 1996년 충북대학교 정보통신공학과(석사)  
 2004년 충북대학교 정보통신공학과(박사)  
 1996년~1998년 LG전자 PC연구실 주임연구원  
 1998년~2000년 하이닉스반도체 개발 1팀 주임연구원  
 2000년~2003년 한국전자통신연구원 홈네트워크팀  
 선임연구원  
 2004년~2005년 (주)프리즘테크 입체영상기술팀 선임연구원  
 2006년~현재 충북대학교 BIT연구중심대학육성사업단 초빙  
 조교수  
 관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨터비전, 멀티미디어  
 이 메 일 : songyjorg@dreamwiz.com