

탐뷰 기반 주차 지원 시스템을 위한 영상처리

우병욱\*, 김영중\*, 김진형\*, 이광욱\*, 홍민선\*\*, 윤상문\*\*, 박남숙\*\*, 박건규\*\*, 고성제\*, 임도택\*  
 \*고려대학교 전기전자전파공학부  
 \*\*한국OMRON전자주식회사

Image processing for a top-view based parking assistance system

Byung-Wook Woo\*, Young-Joong Kim\*, Jin-Hyung Kim\*, Kwang-Wook Lee\*, Min-Sun Hong\*\*, Shang-Moon Yoon\*\*,  
 Nam-Sook Park\*\*, Geon-Kyu Park\*\*, Sung-Jea Ko\*, Myo-Taeg Lim\*  
 \*Department of Electrical Engineering, Korea University  
 \*\*OMRON Automotive Electronics Korea Co. Ltd.

**Abstract** - 탐뷰 기반 주차 지원 시스템 (Top-View Based Parking Assistance System)은 차량의 전자장치 기술과 영상 기반 제어 기술을 융합하여 운전자들의 판단 및 조작 실수로 인한 경제적 손실이나 운전자들의 주차에 대한 중압감을 해소한다. 본 논문에서는 이를 구현하기 위하여 차량의 전, 후, 좌, 우, 네 위치에 카메라를 장착하였고 각 카메라의 높이, 초점 거리, 렌즈의 종류와 자면에 대한 각 등을 공식화하여 영상-지면 좌표 모델을 개발하였다. 이를 바탕으로 추출된 영상을 확대, 축소, 회전, 조합 등의 영상처리를 이용하여 차량의 위에서 내려다보는 것과 같은 영상을 생성하는 알고리즘을 제안하고 VC++을 이용하여 소프트웨어 어플리케이션으로 개발하였다.

1. 서 론

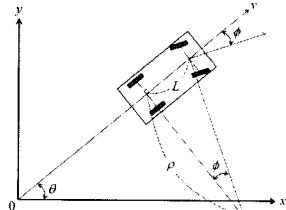
주차 작업은 차량의 위치와 근처 지형지물까지의 거리, 조향 각도와 차량의 예상 전로의 관계 등을 운전자의 감각에 의존하여 판단해야 하기 때문에 많은 주의를 요한다. 운전자의 순간적인 위치 판단 실수나 핸들 조작의 실수로 인해 다른 차량이나 장애물과 충돌을 일으킬 수 있으며 이로 인한 경제적 손실이나 운전자들의 주차에 대한 중압감을 해소하기 위해서는 주차 시에 정확한 차량의 위치와 근처 지형지물까지의 거리 판단을 통해 주차 위치까지의 가능 경로를 판단하고 핸들의 정확한 제어를 도울 수 있는 주차 지원 시스템이 필요하여 많은 연구가 진행되고 있다 [1-5]. 특히 본 연구진의 이전 연구 [3]에서는 주차 경로를 포함하는 후방 영상을 디스플레이하는 방법에 대한 연구를 다루었다. 또한 지능형 인지 기술인 신경망 이론을 바탕으로 차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 이러한 왜곡된 영상에 일치하도록 왜곡시키는 방법을 제안하였으며 이는 운전자에게 신뢰성 있으며 판독이 용이한 디스플레이를 가능하게 하였다.

최근에 차량의 전·후방 주차 시 운전자의 시각을 완전히 제거할 수 있는 탐뷰 시스템이 개발 되었다. 이는 차량의 전, 후, 좌, 우, 네 위치에 장착된 광각카메라를 이용하여 획득한 영상을 조합하여 차량의 위에서 내려다보는 것과 같은 영상을 제공하였다. 하지만 아직 각 위치의 영상 입력순서에 의한 영상 시차, 광각 카메라에 의한 영상 왜곡, 원근 투영 왜곡 및 움직이는 자동차에 의한 영상 번짐 등의 현상을 보정해 주어야하는 문제가 남아있다. 본 논문에서는 [3]에서 제안한 방법으로 운전자의 선택에 따라 후방 카메라 영상에 차량 폭 연장선 및 후진 예상 궤적을 오버레이하여 디스플레이하거나 탐뷰를 디스플레이하는 주차 지원 시스템을 개발하는 방법에 대하여 다룬다. 일반적으로 탐뷰를 위하여 차량의 전, 후, 좌, 우, 네 위치에 광각 카메라를 사용하여 영상을 획득한다. 획득된 영상은 각각 원근 투영 및 배럴 왜곡 되어 있으므로 각 영상을 [3]에서 제안한 알고리즘을 사용하여 보정한 후 네 영상을 조합하여 차량의 위쪽에서 보는 것과 같은 영상을 제공하는 시스템을 제안하다.

2. 본 론

2.1 차량 종류에 따른 동특성 모델

지면에서 차량의 위치를 정확히 파악하고 차량의 조향각과 속도를 통해 차량의 예상 궤적을 계산하기 위하여 <그림 1>과 같이 표현되는 동특성 모델을 기초로 새로운 동특성 방정식을 유도하면 다음과 같다.



<그림 1> 차량의 동특성 모델

본 논문에서 제안하는 차량의 기본 동특성 방정식은 다음과 같다.

$$\dot{x} = v \cos\theta \quad (1)$$

$$\dot{y} = v \sin\theta \quad (2)$$

$$\dot{\theta} = \frac{v}{L} \tan\phi \quad (3)$$

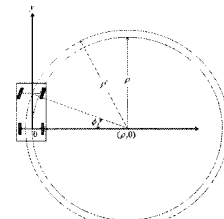
여기서,  $v$ 는 속도변수,  $\phi$ 는 조향각,  $\theta$ 는 방위각,  $L$ 는 바퀴축간 거리,  $\rho$ 는 곡률반경이다. 또한 차량의 곡률반경은 다음과 같이 구해진다.

$$\rho = \frac{L}{\tan\phi} \quad (4)$$

이러한 동특성 방정식을 토대로 구하고자 하는 차량의 예상 궤적은 곡률반경을 이용하여 차량의 모든 점에 대한 예상궤적  $\rho'$ 은 다음 식으로 부터 구할 수 있다.

$$\rho' = \frac{L}{\sin\phi} \quad (5)$$

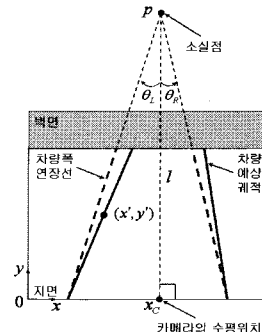
<그림 2>는 차량의 예상 궤적의 도식이다.



<그림 2> 차량의 예상 궤적

2.2 원근 투시법을 이용한 왜곡 보정

최초에 구해지는 차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적은 시야거리가 무한대인 왜곡되지 않은 영상이지만 일반적으로 카메라는 종류에 따라 고유한 시야거리를 갖기 때문에 입력되는 영상은 원근 투영된 영상으로 표현된다. 따라서 구해진 차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 원근 투영하기 위하여 <그림 3>과 같은 모델을 제안한다.



<그림 3> 원근 투시법에 의한 차량 폭 연장선 및 차량의 예상궤적의 왜곡 모델

카메라의 종류에 따른 고유한 시야거리  $l$ 이 주어지면 삼각함수공식에 의하여 원영상의 모든 점  $(x, y)$ 들을 식 (1)과 (2)를 통하여  $(x', y')$ 으로 원

근 투영된다.

$$x' = \begin{cases} x + y \tan(\theta_l) & \text{for } x < x_c \\ x & \text{for } x = x_c \\ x - y \tan(\theta_r) & \text{for } x > x_c \end{cases} \quad (1)$$

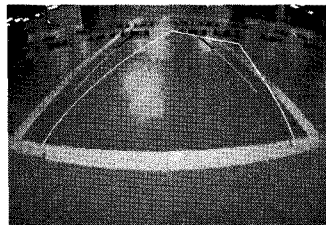
$$y' = y \quad (2)$$

여기서 위첨자(')는 원근 투영된 변수를 의미하며 시야거리는 카메라로 얻어지는 영상으로부터 어렵지 않게 측정이 가능하다.

### 2.3 후방 주차지원 디스플레이

본 논문에서 다루는 주차 지원 시스템은 차량 후방 적소에 설치된 카메라에 의해 차량의 후방 영상과 예상 궤적 판단부에 의한 차량의 예상 궤적을 오버레이 하여 디스플레이하는 장치이다. 일반적으로 차량 후방에 설치되는 카메라는 넓은 시야 확보를 위하여 광각 렌즈를 사용하며 이에 따라 입력되는 영상은 배럴 왜곡되며 시야 거리에 따라 원근 투영되어 디스플레이 된다. 따라서 구해진 차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 바로 오버레이 하여 디스플레이하면 운전자의 관독이 용이하지 못하게 된다.

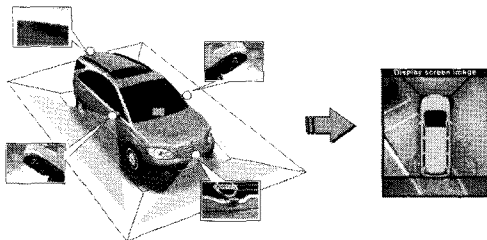
차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적은 초기에 시야거리가 무한대인 영상으로 구해진다. 이를 입력 영상에 오버레이 하여 디스플레이하기 위해서는 먼저 차량에 설치된 카메라의 시야거리에 따른 원근 투영 왜곡 모델을 구하여야하며 이를 위하여 앞에서 제안한 원근 투시법을 이용한다. 또한 제안하는 원근 투시법을 이용한 원근 투영 모델에 따라 왜곡된 차량 폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 배럴 왜곡된 입력 영상에 일치하도록 왜곡시키기 위하여서는 먼저 차량에 설치되는 카메라의 종류 및 광각 렌즈의 종류에 따른 배럴 왜곡 모델을 구하여야하며 이를 위하여 [3]에서 제안한 인공 신경망 기술을 이용한 배럴 왜곡 모델을 사용한다. 이와 같은 방법으로 개발 결과인 차량 폭 연장선 및 후진 예상 궤적을 오버레이한 디스플레이는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 후방 주차지원 디스플레이

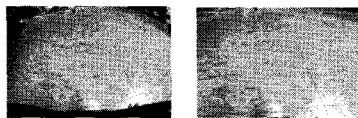
### 2.4 탐부 시스템을 위한 영상처리

차량의 전, 후, 좌, 우, 네 위치에서 획득된 영상을 이용하여 위에서 내려다보는 것과 같은 영상을 생성하고 차량 주변의 모든 상황을 감지하고 주차를 보조하는 탐부 기반 주차 지원 시스템의 기본 개념은 <그림 5>와 같다.

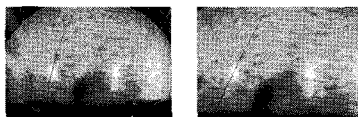


<그림 5> 탐부 기반 주차 지원 시스템의 개념도

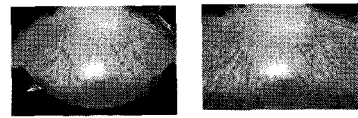
보다 직관적인 시각을 제공하기 위하여 앞에서 제안한 원근 투영 왜곡 보정 방법과 [3]에서 제안한 배럴 왜곡 보정 알고리즘을 사용하여 획득된 결과는 <그림 6>과 같다.



a. 전방 원 영상      b. 전방 영상의 보정



a. 후방 원 영상      b. 후방 영상의 보정



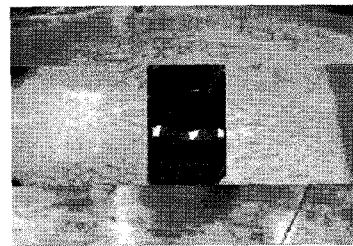
a. 좌방 원 영상      b. 좌방 영상의 보정



a. 우방 원 영상      b. 우방 영상의 보정

<그림 6> 네 영상의 보정 결과

<그림 6>과 같은 보정된 네 위치에서의 영상들을 이용하여 위에서 내려다보는 것과 같이 구현된 탐부 영상은 <그림 7>과 같다. 이는 입력 영상의 왜곡된 주차선의 위치 및 모양을 복원된 영상으로 디스플레이하여 운전자의 관독이 용이하다. 개발된 차량 동특성 및 영상 좌표 모델을 이용하여 현재의 차량의 조향각과 속도에 따른 예상 궤적을 디스플레이에 업데이트하여 운전자의 주차 작업을 지원하는 시스템의 기반이 될 것이다.



<그림 7> 구현된 탐부 영상

## 3. 결 론

탐부 기반 주차 지원 시스템을 구현하기 위하여 차량의 전, 후, 좌, 우, 네 위치에 카메라를 장착하였고 각 카메라의 높이, 초점거리, 렌즈의 종류와 지면에 대한 각 등을 공식화하여 영상-지면 좌표 모델을 개발하였다. 이를 바탕으로 추출된 영상을 확대, 축소, 회전, 조합 등의 영상처리를 이용하여 차량의 위에서 내려다보는 것과 같은 영상을 생성하는 알고리즘을 제안하고 VC++를 이용하여 소프트웨어 어플리케이션으로 개발하였다. 이는 차량 동특성 모델과 융합하여 차량의 조향각과 속도에 따른 예상 궤적을 디스플레이에 업데이트하여 운전자의 주차 작업을 지원하는 시스템의 기반이 될 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 한국OMRON전장주식회사의 지원을 통하여 연구되었기에 본 연구진은 깊은 감사를 표합니다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 박정술 외, "지능형 자동 주차 지원 시스템의 구현", 한국신호처리·시스템학회, pp. 182-190, 2005
- [2] 서종일 외, "주차 지원 시스템을 위한 파노라마 디스플레이", 정보 및 제어학술대회, pp. 417-418, 2007
- [3] 김영중 외, "신경망을 이용한 주차 지원 디스플레이의 왜곡", 정보 및 제어학술대회, pp. 409-410, 2007
- [4] 이창재 외, "영상기반 자동조향 주차지원시스템", 한국자동차공학회, pp. 1411-1416, 2006
- [5] H. G. Jung, "3D vision system for the recognition of free parking site location", IJAT Vol.7 pp. 361-367, 2006
- [6] Fintzel, K., Bendahan, R., Vestri, C., Bougnoux, S., Yamamoto, S. and Kakinami, T., "3D vision system for vehicles". Proc. IEEE Intelligent Vehicle Symp., pp. 174-179, 2003
- [7] Gavrilu, D. M., Franke, U., Woehler, C. and Goerzig, S., "Real-time vision for intelligent vehicles", IEEE Instrumentation & Measurement Magazine 4, 2, 22-27, 2001
- [8] David A. Forsyth and Jean Ponce, "Computer Vision A Modern Approach", Prentice Hall, 2003
- [9] R. Hartley and A. Zisserman, "Multiple View Geometry in computer vision", Cambridge press, 2003