

신경망을 이용한 주차 지원 디스플레이의 왜곡

김 영중*, 권 구락*, 윤 상문**, 홍 민선**, 고 성제*, 임 요택*
 *고려대학교 전기전자전파공학부
 **한국 OMRON 전자 주식회사

Distorting Method of Paking Assistance Display Using Neural Networks

Young-Joong Kim*, Goo-Rak Kwon*, Shang-Moon Yun**, Min-Sun Hong**, Sung-Jea Ko*, Myo-Taeg Lim*
 *Department of Electrical Engineering, Korea University
 **OMRON Automotive Electronics Korea Co. Ltd.

Abstract - 주차 지원 디스플레이를 위하여 차량 적소에 설치된 카메라는 일반적으로 넓은 시야 확보를 위하여 광각 렌즈를 사용하며 이에 따라 입력되는 영상은 Barrel 왜곡되어 디스플레이 되므로 예상궤적을 바로 오버레이 하여 디스플레이하면 운전자의 판독이 용이하지 못하게 된다. 본 논문에서는 운전자의 주차 지원을 위한 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 왜곡된 영상 입력에 일치하도록 왜곡시키기 위하여 인공 신경망 기술을 이용한 새로운 왜곡 방법을 제안한다. 제안하는 방법을 이용하여 왜곡시킨 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 Barrel 왜곡된 영상 입력과 오버레이 하여 운전자에게 신뢰성이 있으며 판독이 용이한 디스플레이를 제공한다.

이하기 위하여서는 먼저 차량에 설치된 카메라의 시야거리에 따른 원근 투영 왜곡 모델을 구하여야하며 이를 위하여 원근 투시법을 이용한 원근 투영 모델을 제안한다. 또한 제안하는 원근 투시법을 이용한 원근 투영 모델에 따라 왜곡된 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 Barrel 왜곡된 입력 영상에 일치하도록 왜곡시키기 위하여서는 먼저 차량에 설치되는 카메라의 종류 및 광각 렌즈의 종류에 따른 Barrel 왜곡 모델을 구하여야하며 이를 위하여 인공신경망 기술을 이용한 Barrel 왜곡 모델을 제안한다.

1. 서 론

주차 작업은 차량의 위치와 근처 지형지물까지의 거리, 조향 각도와 차량의 예상 진로의 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 거리의 판단을 통해 주차 위치까지의 가능 경로를 판단하고 핸들의 정확한 제어를 도울 수 있는 주차 지원 시스템이 필요하다[1, 2]. 기존의 연구들은 다양한 방법의 주차 경로 생성에 관한 연구가 증가 되어왔으며 주차를 위한 공간 인식 분야에서는 레이저 스캐너, 초음파 센서, 영상을 이용하여 공간을 인식하였다. 또한 생성된 경로를 따라가는 제어 분야의 연구도 수행되었다[3-8].

종래의 주차 지원 시스템은 전방 및 후방의 초음파 센서를 이용하여 물체를 감지하는데 주차 시에 아무런 문제가 없는 물체나 센서의 측정 반경에 벗어나 있는 물체에 대하여 오판하는 문제가 빈번히 발생한다. 이러한 종래의 문제점을 해결하고자 차량의 후방에 카메라를 설치하여 후진 시 운전자에게 후방영상을 제공하여 주차 시 참고도록 하는 기술이 보급되고 있다. 하지만 아직 초음파 센서나 후방 카메라 등을 채용한 주차 지원 시스템들은 단지 전후방의 물체를 감지하여 경보하여 주거나 후방의 화면만을 제공함으로써 운전자에게 주차에 필요한 주차공간으로 안내하는 기능이 아직 실현되지 않고 있다.

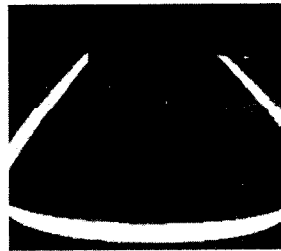
본 논문은 생성된 주차 경로를 포함하는 후방 영상을 디스플레이하는 방법에 대한 연구를 다룬다. 종래에는 차량에 카메라를 장착하여 차량 후방의 상황을 모니터에 표시함으로써 운전자에게 차량 후방의 상황을 쉽게 인식하게 하여 사고를 미연에 방지할 수 있도록 자동차의 영상 촬영 장치가 제안되었다. 보다 발전된 장치로서 차량 후방 적소에 설치된 영상입력부에 의해 차량의 후방 영상과 예상 궤적 판단부에 의한 차량의 예상궤적을 오버레이 하여 디스플레이하는 차량의 후방 주차 모니터링 장치가 제안되었다. 하지만 일반적으로 차량 후방에 설치되는 카메라는 넓은 시야 확보를 위하여 광각 렌즈를 사용하며 이에 따라 입력되는 영상은 Barrel 왜곡되어 디스플레이 되므로 예상궤적을 바로 오버레이 하여 디스플레이 하면 운전자의 판독이 용이하지 못하게 된다[9-12]. 본 논문에서는 지능형 인지 기술인 신경망 이론을 바탕으로 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 이러한 왜곡된 영상에 일치하도록 왜곡시키는 방법을 제안한다. 이는 운전자에게 신뢰성 있으며 판독이 용이한 디스플레이를 가능하게 한다.

2. 본 론

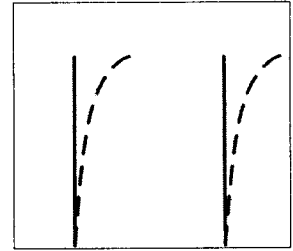
2.1 주차 지원 디스플레이

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 <그림 1>과 같이 Barrel 왜곡되며 시야 거리에 따른 원근 투영 왜곡되어 디스플레이 된다. 따라서 <그림 2>와 같이 구해진 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 바로 오버레이 하여 디스플레이하면 운전자의 판독이 용이하지 못하게 된다.

차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적은 <그림 2>와 같이 초기에 시야거리가 무한대인 영상으로 구해진다. 이를 입력 영상에 오버레이 하여 디스플레



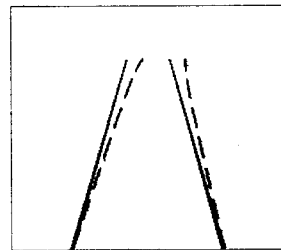
<그림 1> 왜곡된 주차 지원 디스플레이



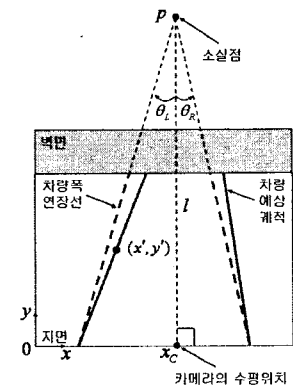
<그림 2> 차량쪽 연장선 (—) 및 차량의 예상 궤적 (---)

2.2 원근 투시법을 이용한 왜곡 방법

최초에 구해지는 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적은 <그림 2>와 같이 시야거리가 무한대인 왜곡되지 않은 영상이지만 일반적으로 카메라는 종류에 따라 고유한 시야거리를 갖기 때문에 입력되는 영상은 <그림 3>과 같이 원근 투영된 영상으로 표현된다. 따라서 <그림 2>와 같이 구해진 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적을 원근 투영하기 위하여 <그림 4>와 같은 모델을 제안한다.



<그림 3> 원근 투시법에 의하여 왜곡된 차량쪽 연장선 (—) 및 차량의 예상 궤적 (---)



<그림 4> 원근 투시법에 의한 차량쪽 연장선 및 차량의 예상 궤적의 왜곡 모델

카메라의 종류에 따른 고유한 시야거리 l 이 주어지면 삼각함수 공식에 의하여 원영상의 모든 점 (x, y) 들을 식 (1)과 (2)를 통하여 (x', y') 으로 원근 투영된다.

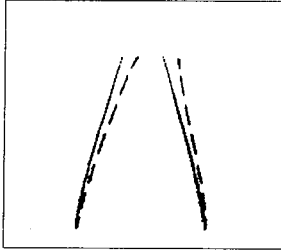
$$x' = \begin{cases} x + y \tan(\theta_r) & \text{for } x < x_c \\ x & \text{for } x = x_c \\ x - y \tan(\theta_r) & \text{for } x > x_c \end{cases} \quad (1)$$

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

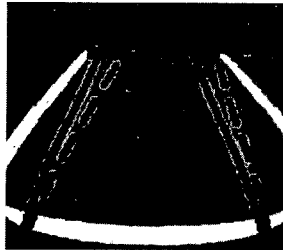
여기서 위첨자(')는 원근 투영된 변수를 의미하며 시야거리는 카메라로 얻어지는 영상으로부터 어렵지 않게 측정이 가능하다.

2.3 인공신경망 기술을 이용한 Barrel 왜곡 방법

원근 투시법을 통하여 변환된 차량폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 원근 투영은 일반 렌즈를 사용하여 얻어지는 영상으로 Barrel 왜곡은 고려되지 않은 영상이지만 일반적으로 차량 후방에 설치되는 카메라는 넓은 시야 확보를 위하여 광각 렌즈를 사용하며 이에 따라 입력되는 영상은 <그림 5>와 같이 Barrel 왜곡된 영상으로 표현된다.



<그림 5> Barrel 왜곡된 차량폭 연장선 (—) 및 차량의 예상 궤적 (---)



<그림 6> 차량폭 연장선 (—) 및 차량의 예상 궤적 (---)과 오버레이된 입력 영상

본 논문에서는 원근 투영된 차량폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 Barrel 왜곡하기 위하여 다음과 같은 Barrel 왜곡 모델을 제안한다. 원영상의 중심을 (x', y'_c) 라 하면 원영상의 모든 점 (x', y') 들은 다음 모델에 의하여 Barrel 왜곡된다. 먼저 원영상의 중심 (x', y'_c) 으로부터 점 (x', y') 까지의 거리 d' 를 다음 식 (3)를 통하여 구한다.

$$d = \sqrt{(x' - x'_c)^2 + (y' - y'_c)^2} \quad (3)$$

구해진 거리 d' 는 식 (4)에 의하여 Barrel 왜곡된 거리 d'' 로 변환된다.

$$d'' = d + a_1 d^2 + a_2 d^3 + \dots + a_{n-1} d^n \quad (4)$$

원영상의 모든 점 (x', y') 들을 식 (5)와 (6)을 통하여 (x'', y'') 으로 Barrel 왜곡되며 그림 7과 같은 최종의 변환 영상을 얻는다.

$$x'' = x'_c + d'' \cos \rho \quad (5)$$

$$y'' = y'_c + d'' \sin \rho \quad (6)$$

여기서 위첨자(')는 Barrel 왜곡된 변수를 의미하고 (x'', y'') 은 Barrel 왜곡된 영상의 중심으로써 광각 카메라로부터 얻어지는 Barrel 왜곡된 영상의 중심과 오버레이 하여 디스플레이할 영상의 중심이며 ρ 는 식 (7)을 통하여 구해진다.

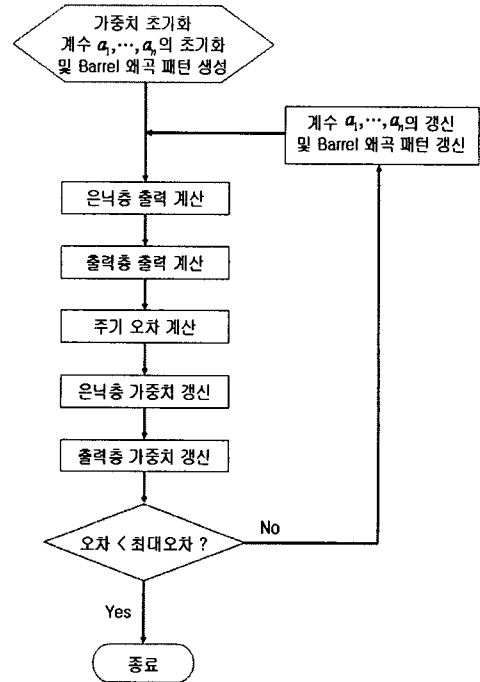
$$\rho = \tan^{-1} \left(\frac{y' - y'_c}{x' - x'_c} \right) \quad (7)$$

식 (4)의 첨자 n 은 다항식의 차수로써 경험적으로 적절한 값으로 결정되어야 하며 계수 a_1, a_2, \dots, a_{n-1} 의 정확한 값을 구하는 것은 매우 어려운 문제로 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있는 중이다. 본 논문에서는 인공신경망 기술을 이용하여 Barrel 왜곡의 패턴을 구하는 <그림 7>과 같은 알고리즘을 제안한다.

제안하는 인공신경망 기술을 이용한 Barrel 왜곡 패턴 인식 알고리즘에 의하여 왜곡된 차량폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 입력 영상에 오버레이 하여 디스플레이한 결과는 <그림 6>과 같다. <그림 6>에서 알 수 있듯이 운전자는 비록 영상은 왜곡되었으나 보다 신뢰도 있는 정보를 제공 받을 수 있게 된다.

3. 결 론

본 논문에서는 운전자의 바른 주차를 보조하기 위하여 판독이 용이한 주차 지원 디스플레이 방법을 제안하였다. 이는 차량 후방 적소에 설치된 카메라의 특성에 따라 왜곡된 입력 영상과 일치하도록 차량폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 원근 투영하고 Barrel 왜곡시키는 방법이다. 원근 투시법을 이용한 간단한 왜곡 방법과 인공 신경망 기술을 이용한 새로운 왜곡 방법을 제안하였다. 제안하는 방법을 이용하여 왜곡시킨 차량폭 연장선 및 차량의 예상 궤적을 Barrel 왜곡된 영상 입력과 오버레이 하여 운전자에게 신뢰성이 있으며 판독이 용이한 디스플레이를 제공하였다.



<그림 7> 인공신경망 기술을 이용한 Barrel 왜곡 패턴 인식 알고리즘

감사의 글

본 연구는 한국 OMRON 전장주식회사의 지원을 통하여 연구되었기에 본 연구진은 깊은 감사를 표합니다.

[참 고 문 헌]

- [1] 박정술, "지능형 자동 주차 지원시스템의 구현", 고려대학교 석사학위논문, 2005
- [2] 노광현, "안전 주행을 위한 비전 기반 차량 탐지 방법", 고려대학교 박사학위논문, 2001
- [3] T. Li and S. Chang, "Autonomous fuzzy parking control of a car-like mobile robot", Systems, Man and Cybernetics, Vol. 33, pp. 451-465, 2003
- [4] J. Xu, G. Chen and M. Xie, "Vision-guided automatic parking for smart car", Intelligent Vehicles Symposium, pp. 725-730, 2000
- [5] K. Lian, C. Chin and T. Chiang, "Parallel parking a car-like robot using fuzzy gain scheduling", Control Applications, Vol. 2, pp. 1686-1691, 1999
- [6] K. Jiang and L. D. Seneviratne, "A sensor guided autonomous parking system for nonholonomic mobile robots", Robotics and Automation, Vol. 1, pp. 311-316, 1999
- [7] Y. Lo, A. Rad, C. Wong and M. Ho, "Automatic parallel parking", Intelligent Transportation Systems, Vol. 2, pp. 1190-1193, 2003
- [8] I. Rivals, L. Personnaz, G. Dreyfus and D. Canas, "Real-time control of an autonomous vehicle: a neural network approach to the path following problem", 5th International Conference on Neural Networks and their Applications, pp. 219-229, 1993
- [9] A. Fitzgibbon, "Simultaneous Linear Estimation of Multipleview Geometry and Lens Distortion", in IEEE-CVPR-2001, Hawaii, December 2001
- [10] D. Claus and A. Fitzgibbon, "A rational function lens distortion model for general cameras", In Proc. CVPR-2005, June 2005
- [11] B. Micusik and T. Pajdla, "Estimation of omnidirectional camera model from epipolar geometry", in Proc. CVPR-2003, 2003
- [12] J. Barreto and K. Daniilidis, "Wide Area Multiple Camera Calibration and Estimation of Radial Distortion", Omnivis-2004, ECCV-2004 workshop, 2004