

## 경로 예측 방식의 후진 주차 가이드 시스템 개발

류대현<sup>1</sup>, 이덕우<sup>2</sup>, 최효선<sup>3</sup>, 최태완<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>한세대학교 IT학부, <sup>2</sup>(주)이노이드, <sup>3</sup>(주)에프디크리에이트, <sup>4</sup>경남과학기술대학교 메카트로닉스공학과

### Reverse Parking Guidance System with the Path Prediction

Dae-Hyun Ryu<sup>1</sup>, Lee Duk Woo<sup>2</sup>, Hyo-Sun Choi<sup>3</sup> and Taewan Choi<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Division of IT, Hansei University, <sup>2</sup>innoide Co., <sup>3</sup>FD CREATE Co.,

<sup>4</sup>Dept. of Mechatronics Eng., Gyeongnam Nat'l University of Science and Technology

**요 약** 본 후진 주차 가이드 시스템은 운전자가 후진 시, 자동차의 후진 예상 경로를 네비게이션이나 휴대용 기기에 후방카메라 영상과 예상 경로를 함께 표시하여 안전 운전을 도와준다. 본 논문에서는 기존의 시뮬레이션 방식이 아닌, 차종에 따른 조향각의 차이를 반영하며 후방 카메라의 특성 및 설치 위치에 따른 거리오차를 쉽게 보정할 수 있는, 차량 후진 경로 예측 방식을 제안하고 이 방식을 적용한 후진 주차 가이드 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 다양한 차종에 적용 가능하며, 다양한 후방 카메라의 특성 및 설치 환경을 지원하고, 네비게이션이나 휴대용 기기에 호환되며 시스템의 탈부착이 쉽고, 편리하게 구성할 수 있다.

**Abstract** Reverse parking guidance system help driver's safe reverse parking with display of the expected reverse path of the car on portable navigation device or rear-view camera display. In this paper, we suggest a reverse path prediction method of vehicle which reflect the differences in steering angle according to various types of vehicles and calibrate easily the distance error according to the property and the installation position of rear-view camera and we developed reverse parking guidance system with the our reverse path prediction method. This system can be applied to various types of vehicles, a variety of characteristics and installation of rear-view camera and navigation support systems, or portable devices are compatible and easily detachable, can be configured easily.

**Key Words** : Path prediction method, Parking guidance system, Reverse parking, Rear-view camera,

### 1. 서론

초보 또는 여성 운전자 뿐 아니라 트럭이나 버스 등과 같은 대형 차량의 후진 주차를 위한 후방 센서나 후방 카메라의 사용이 증가하고 있다. 뿐만 아니라 차량의 후진 경로를 예측하여 후방카메라 영상과 예상 경로를 함께 표시해주는 후진 주차가이드 시스템도 순정자동차는 신차종 또는 고급사양에 적용되고 있다. Fig. 1에 후진 주차 가이드 시스템의 개념을 나타내고 있다[1,2].

그러나 애프트 마켓 장착 시장에서 기성 제품은 일부 승용차만 설치 가능하므로, 다양한 차종(버스, 트럭, 특장

차)에 적용할 수 있는 제품이 필요한 실정이다.

애프트 마켓 장착 시장의 기성 제품은 설치하기가 매우 불편하거나 시간이 많이 소요되므로, 쉽고 빠르게 설치할 수 있을 뿐 아니라 저렴하고 간단한 시스템을 개발할 필요가 있다. 뿐만 아니라, 장착시장의 기성 제품은 카메라의 설치 환경(위치 등)에 따라 편차가 많으므로 설치 환경에 관계없이 편차가 적어야 한다.

본 논문에서는 기존의 시뮬레이션 방식이 아닌, 차종에 따른 조향각의 차이를 반영하며 후방 카메라의 특성 및 설치 위치에 따른 거리오차를 쉽게 보정할 수 있는, 차량 후진 경로 예측 방식을 제안하고 이 방식을 적용한

본 논문은 2012년도 경남과학기술대학교 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

\*Corresponding Author : Taewan Choi(Gyeongnam National Univ.)

Tel: +82-55-751-3383 email: [twchoi@gntech.ac.kr](mailto:twchoi@gntech.ac.kr)

Received July 3, 2013

Revised August 6, 2013

Accepted August 7, 2013

후진 주차 가이드 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 다양한 차종에 적용 가능하며, 다양한 후방 카메라의 특성 및 설치 환경을 지원하고, 네비게이션이나 휴대용 기기에 호환되며 시스템의 탈부착이 쉽고, 편리하게 구성할 수 있다[3].



[Fig. 1] Reverse Parking Guidance System

본 논문의 2장에서는 후진 주차 가이드 시스템과 관련된 연구 개발 동향을 기술하고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 후진 경로 예측 방식을 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 후진 경로 예측 방식을 적용한 후진 주차 가이드 시스템의 설계와 구현, 그리고 성능 평가에 대해 기술하고 5장에서 결론을 맺는다.

## 2. 관련 연구

후진 주차 가이드 시스템은 현대, 기아 자동차의 2009년 신차 2000cc급 이상 또는 최고급 차량에 탑재되어 있으며, 2010년 신형 아반떼 MD에 탑재된 자동주차 시스템을 사용할 경우 핸들의 돌리지 않아도 수평 주차가 가능하다. 르노삼성자동차의 경우 2012년 신차에는 주차가이드시스템이 탑재되어 있다. Fig. 2에 쏘나타 YF 주차가이드 시스템의 UI를 나타내었다.

애프터마켓용 장착 시장의 경우도 몇 종류의 제품이 출시되어 있으나, 시뮬레이션 방식의 간단한 주차가이드 라인을 표시만 지원하고 있는 경우가 많다. 시뮬레이션 방식은 차량 조향각에 따라 후진 경로를 시뮬레이션 하는 방식으로 후방 카메라 설치 위치에 따른 거리 보정 기능은 없다.

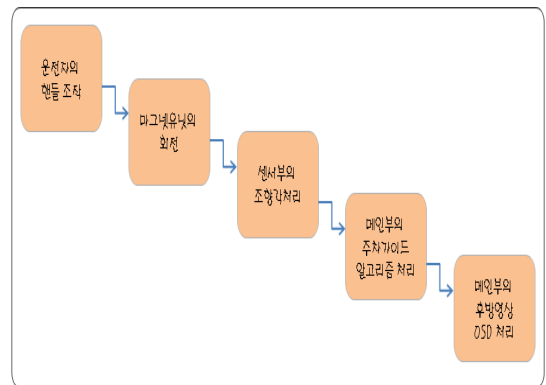
또한 수직주차는 지원이 되나 수평주차는 지원이 안되며, 승용차 위주의 시장으로 버스나 트럭, 특수차에는 적용이 불가하고 조향각 측정을 위해 여러 가지 방식을 도입하고 있으나, 일부 차량만 지원 가능하다. 무엇보다도 장착비용이 고가라서 일부 소비자만 장착하고 있는 실정이다[4-6].



[Fig. 2] Example of Reverse Parking Guidance System UI

## 3. 후진 경로 예측 방식

차량의 후진 경로 예측은 다음과 같은 순서로 이루어진다. 운전자가 핸들을 조작하면 핸들에 부착된 마그네틱유닛이 회전하고 핸들 아래쪽에 설치된 센서부에서 조향각을 읽어 메인부로 전송한다. 메인부에서는 Fig. 3과 같이 차량별 조향각에 따른 후진 경로를 계산하고 후방 영상 OSD(Overlay Screen Display) 처리를 한다.



[Fig. 3] Procedure of Reverse Path Prediction

### 3.1 차량별 조향각 측정

차량별 조향각 측정을 위해서는 핸들 밑에 180도 간격으로 자석을 부착하고, 스티어링 컬럼을 분해하여, 그 안쪽에 센서부를 장착한다. 핸들을 돌리면, 센서부에서 자장의 변화를 감지하는 홀센서가 핸들의 현재 회전 각도를 측정한다.

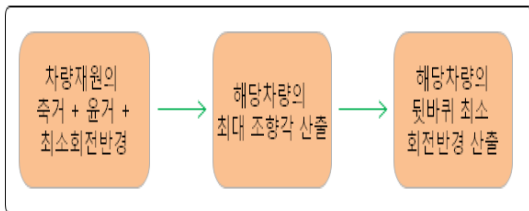
센서부는 핸들의 움직임에 해당하는 회전각도를 측정한다. 이때 자석과 센서부의 거리에 따라 인식이 불가할 수 있으므로, 적절한 자력을 선택한다.

센서부의 마이컴이 핸들의 누적회전각과 현재의 회전각을 누적하여, 최종 회전각을 계산하여 메인부로 시리

얼 통신을 통해 전달한다. 메인부는 최대 조향각을 핸들 전체 회전각으로 나누어서 분해력을 산출한다. 메인부는 센서부의 배치 간격(15도 / 30도 / 45도)으로 다시 조향각 분해력을 재 산출한다.

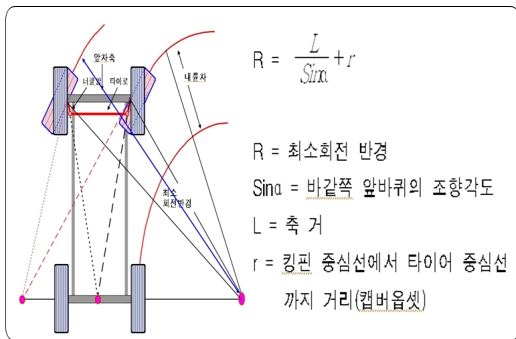
### 3.2 차량별 조향각에 따른 후진 경로 예측

조향각에 따른 후진 경로 예측을 위해서는 먼저 차량 재원의 축거 + 윤거 + 최소회전 반경을 이용하여, 해당 차량의 최대 조향각을 산출해야 한다. 최대 조향각을 기초로 Fig. 4와 같이 뒷바퀴 안쪽의 최소 회전반경을 산출한다. 최소 회전반경과 축거, 윤거와 같은 차량의 재원은 메인부에 저장되어 있어야 한다.



[Fig. 4] Calculation of Radius of Gyration of Rear Wheels

아래의 Fig. 5는 최소 회전 반경을 이용한 최대 조향각을 산출하는 공식이다



[Fig. 5] Calculation of Maximum Steering Angle

### 3.3 카메라로 보여지는 영상의 거리 보정

화면에 보이는 시작점은 카메라 위치의 아래부터이고, 뒷바퀴의 시작점은 이 보다 앞이다. 이것은 거리오차의 한 원인이 될 수가 있다. 이러한 카메라와 뒷바퀴의 오버행의 거리로 인해 발생할 수 있는 거리 편차를 방지하기 위하여, 차량별 오버행과 같은 차량의 재원정보가 미리 저장되어 거리 계산시 고려해 주어야 한다.

또한 디스플레이 화면에 보이는 중앙은 카메라 위치에

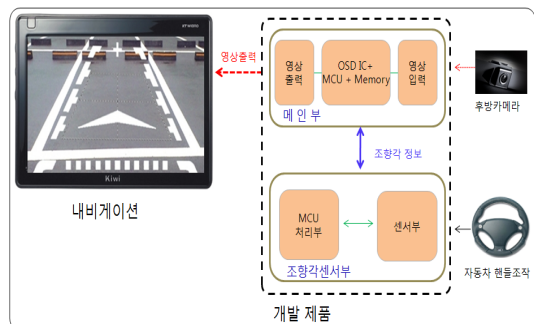
서 보이는 화면의 중앙으로 차량의 중앙과 상이하므로 이 또한 좌우폭의 거리오차의 한 원인이 될 수 있다. 따라서 초기 장착 시, 차량 중심을 기준으로 카메라 장착 위치가 가로로 어디에 장착했는지를 환경설정을 통하여 정확한 좌우폭을 표시할 수 있도록 고려되어야 하고, 이를 반영한 주차가이드 라인이 계산되어야 한다.

마지막으로 후방 카메라는 그 종류에 따라 다양한 화각이 있다. 카메라의 화각에 따라 실제 거리와 디스플레이 화면에 보이는 거리는 다를 수 있으므로 초기 장착 시, 환경설정을 통하여 보정이 이루어져야 한다. 본 연구에서는 화면의 거리 표준표를 이용하여 간단히 보정이 가능한 방식을 제안하였으나 본 논문에서는 자세한 설명을 생략한다.

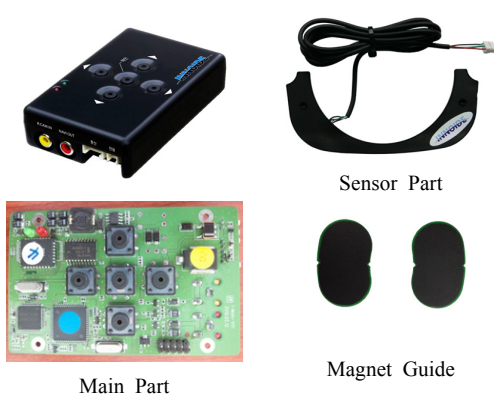
## 4. 경로 예측 방식의 후진 주차 가이드 시스템 설계, 구현 및 성능 평가

본 연구에서 개발한 경로 예측 방식의 후진 주차 가이드 시스템은 네비게이션, 개발 시스템(메인부 + 센서부), 후방카메라로 구성되어 있다. 센서부는 핸들의 움직임에 해당하는 조향각을 측정하여 메인부로 전달하며, 메인부는 후방카메라의 영상입력에 예상 후방궤적을 영상 매칭하여 영상을 출력한다. 전체 시스템 구성도는 Fig. 6에 나타내었고, 이 시스템의 시제품 사진은 Fig. 7과 같다.

본 연구에서는 차량별 조향각 측정장치 및 장착 기술, 차량별 조향각에 따른 후진경로 예측 기술, 계산된 후진 경로를 카메라를 통해 보이는 영상 매칭(OSD)하는 기술, 후방카메라의 다양한 장착 위치에 따른 거리 보정 기술, 그리고 영상 매칭(OSD)하여 화면에 표현하는 기술 등을 개발하였다.



[Fig. 6] Architecture of Overall System

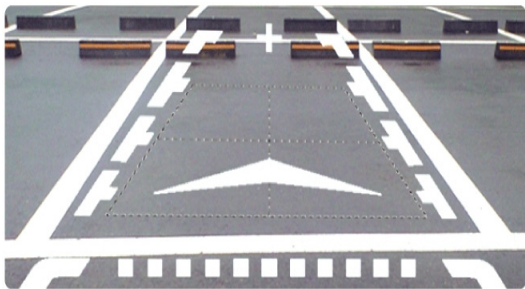


[Fig. 7] Pictures of Prototype

시스템의 동작순서는 다음과 같다.

- 첫째, 운전자의 핸들 조작
- 둘째, 마그넷 유닛의 회전
- 셋째, 센서부의 조향각 처리
- 넷째, 메인부의 주차가이드 알고리즘 처리
- 다섯째, 메인부의 후방영상 OSD 처리

Fig. 8은 본 논문에서 구현한 GUI의 구조를 나타내고 있다. GUI에는 주차할 위치에 대한 목표 설정 및 차폭, 핸들 조향각의 0°를 알려주는 화살표, 범퍼의 위치 및 간격, 정지할 위치를 정지선으로 표현한다.



[Fig. 8] GUI

본 논문에서 개발한 차량 후진 경로 예측 방식의 후진 주차 가이드 시스템의 성능 평가를 위하여 거리 편차(좌 + 우, 평균), 센서 응답속도, 조향각 해상도, 주차라인 응답속도를 측정하여 Table 1에 그 결과를 나타내었다.

이중 거리 편차와 주차라인 응답속도는 실제 주차장에서 측정하였으며, 센서 응답속도, 조향각 해상도 측정을 위해서는 Fig. 9와 같은 지그를 제작하여 활용하였다.



[Fig. 9] Jig for Performance Evaluation

[Table 1] Result of Performance Evaluation

Evaluation items	Unit	Results
distance deviation(left + right, average)	m	0.45
Response speed of sensor	mS	25
Steering angle discernment	°(degree)	1.5° (Reference: Maximum steering angle 35°, total handle rotation 720°)
Response speed of parking line	sec	0.075

주차중에 사고 발생율이 전체의 23%로 그 중에서 후진주차 사고가 과반수를 차지하고 있다는 점을 감안한다면 본 연구에서 개발된 시스템은 주차중 사고 발생을 줄일 수 있다고 판단된다.

또한, 후진주차의 경우 초보자를 기준으로 평균 최소 3분 소요되지만 본 논문에서 개발한 시스템을 적용한 경우 30초 이내에 가능하며 이에 따른 연료비 절감이나 이산화탄소 배기량 감소를 기대할 수도 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 기존의 시뮬레이션 방식이 아닌, 차종에 따른 조향각의 차이를 반영하며 후방 카메라의 특성 및 설치 위치에 따른 거리오차를 쉽게 보정할 수 있는, 차량 후진 경로 예측 방식을 제안하고 이 방식을 적용한 후진 주차 가이드 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 다양한 차종에 적용 가능하며, 다양한 후방 카메라의 특성 및 설치 환경을 지원하고, 네비게이션이나 휴대용 기기에 호환되며 시스템의 탈부착이 쉽고, 편리하게 구성할 수 있다.

향후에 OBD2 인터페이스를 활용해 조향각 측정 센서 부를 제거하고, 네비게이션 일체형으로 개발할 계획이다. 본 연구 결과는 기존의 후진 주차 가이드 시스템에 적용될 수 있을 뿐 아니라, 자동 주차 시스템 개발을 위한 기초 연구로서도 의미가 있다.

## References

- [1] S.H. Choi, T.W. Park, S.H. Lee, and K.H. Moon, "A Study on Developing Reverse Parking Assistant Algorithm for Hi-modal Tram", The Transactions of The Korean Society of Automotive Engineers(KSAE), vol. 17 no. 5, pp.84-90, 2009.
- [2] K.Y. Jeong, J.W. Shon, Y.J. Jang, and I.S. Lee, "The parking guide system using front & rear camera", 2008 KSAE Annual Conference, Vol. IV, pp. 1737-1741, Apr 2008.
- [3] B.C. Jun, D.W. Lee, and D.H. Ryu, "Reverse Parking Guidance System with the Path Prediction", Proceedings of the Korean Institute of Information and Commucation Sciences Conference, pp.848-849, 2012.
- [4] H.K. Jeong, H.J. Kang, and J.H. Kim, "Target Parking Position Designation Method - Review and Perspective", 2008 KSAE Annual Conference, pp. 2448 - 2456, Nov. 2008.
- [5] M.S. Kho, J.H. Choi, and M.Y. Joo, "The Analysis of the Market Trend for Safety System and the Introduction of New Safety System Technology", 2008 KSAE Annual Conference, Vol. III, pp. 1187 - 1195, Apr 2008.
- [6] S.K. Kim, H.W. Chang, and C.H. Kim, "Path Tracking Motion Control using Fuzzy Inference for a Parking-Assist System", The Transactions of The KSAE, vol. 17 no. 2, pp. 1 - 9, March 2009.

### 류 대 현(Dae-Hyun Ryu)

[정회원]



- 1983년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1987년 3월 ~ 1998년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1998년 3월 ~ 현재 : 한세대학교 IT학부 교수

<관심분야>

정보통신, 정보보호, 영상처리, IoT, u-Healthcare

### 최 호 선(Hyo-Sun Choi)

[정회원]



- 2005월 2월 : 한세대학교 IT학부 (공학석사)
- 2009년 2월 : 한세대학교 IT학부 (공학박사)
- 2009년 11월 ~ 현재 : (주)에프 디크리에이트 대표이사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 Nwe IT 학부 겸임교수

<관심분야>

정보통신, New IT, E-Book, u-Healthcare, plasma

### 이 덕 우(Lee Duk Woo)

[정회원]



- 1988년 2월 : 동의대학교 전자공학졸업
- 1995년 1월 ~ 2001년 1월 : (주) 팬택 RF(무선통신) 연구원으로 재직
- 2001년 3월 ~ 2005년 7월 : (주) 피델릭스 책임연구원으로 재직
- 2010년 3월 ~ 현재 : (주) 이노이드 대표이사

<관심분야>

정보통신, 전자제어, 임베디드 시스템, 비전시스템

최 태 완(Taewan Choi)

[정회원]



- 1983년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1984년 12월 ~ 1991년 2월 : (주)LG전자 디지털어플라이언스 연구소 선임연구원
- 1997년 3월 ~ 현재 : 경남과학기술대학교 메카트로닉스공학과 교수

<관심분야>

정보통신, 신호처리, 영상처리 및 Computer Vision