

주차 가이드라인 생성 알고리즘에 대한 연구

허준호¹, 이선봉^{2*}

¹계명대학교 일반대학원 기계공학과, ²계명대학교 기계자동차공학과

A Study on Parking Guideline Generation Algorithm

Jun-Ho Heo¹, Seon-Bong Lee^{2*}

¹Department of Mechanical Engineering, Keimyung University

²Division of Mechanical and Automotive Engineering, Keimyung University

요약 최근 차량을 운전하는 성별과 연령대와 차종이 다양해짐에 따라 초보 운전자나 운전 약자들은 자동차의 폭이나 길이에 대한 감각이 미숙하고 자동차의 운동 특성을 이해하기 어렵게 되었다. 이러한 문제점을 보완하기 위해 후방 센서 및 카메라 사용이 증가되고 있고, 운전자의 주차 편의성을 향상시키는 주차 보조 시스템들이 개발되고 있다. 이에 따라 차종에 따른 조향각 차이를 반영하고 거리오차를 쉽게 보정할 수 있는 주차 가이드 시스템이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 에커먼 장토식을 보완하여 후진 시 회전 반경 공식을 제안하고, 핸들 조향각 센서를 통해 도출한 핸들 조향 값을 제안하는 공식에 대입하여 보다 더 정확한 주차 가이드라인 생성 알고리즘을 개발하고자 한다.

Abstract Recently, novice driver or weak drivers was difficult to understand the movement characteristics of the car and are immature sense of width and length of the car according to various each driver's sex and age, model. To complement this problem, the use of rear sensor and the camera is increased. And the parking assistance system that improves the convenience of parking the driver is being developed. Accordingly, parking guide system is needed to reflect the difference in the steering angle and correct the error distance.

In this study, it is proposed that the turning radius during backward by complementing the existing Ackerman Jentaud type. And it develops more accurate parking guideline to be able to generat algorithm by applying the formula to propose a steering wheel angle sensor value derived through the handle.

Key Words : Ackerman jeantaud type, Calibration, CAN, Parking system

1. 서론

세계 여러 개발 국가에서 사회가 고도화되고 경제 규모가 확장되면서 차량과 교통수요가 급증하고 있어 대도시의 경우 심각한 교통난에 직면하고 있다. 급증하는 교통량으로 도로는 혼잡하게 되고 교통사고율은 매년 증가하고 있다. 급증하는 차량의 수에 비하여 도로나 주차장의 증가율이 턱없이 낮아, 한국의 교통 사정도 사회적 고비용을 치르고 있는 실정이다. 그리고 최근, 차량의 후진 주차를 위한 후방 센서나 후방 카메라의 사용이 증가하고 있는데 그 이유는 운전자들이 자동차의 폭이나 앞, 뒤

길이에 대한 감각이 미숙하고 자동차의 운동 특성도 이해하기 어렵기 때문이다. 또한 현재 차량 증가 및 차량의 대형화로 주차 여건이 어렵게 변하고 있기 때문이다. 이에 따라 다양한 센서들의 특성을 이용한 주차 보조 시스템이 상용화 되고 있는 추세이다.[1,2]

예를 들어 사각 지역의 장애물을 감시하거나, 영상을 제공하여 운전자를 도와주는 수동적 주차 보조 시스템이 더 나아가서는 운전자가 설정한 위치로 차량을 자동으로 제어해주는 능동적 주차 보조 시스템들이 개발되고 있다. 그리고 수동 시스템과 능동 시스템의 중간 형태인 주차 시 기준 조작을 안내해 주는 주차 가이드 시스템도

*Corresponding Author : Seon-Bong Lee(Keimyung Univ.)

Tel: +82-10-5180-5067 email: seonbong@kmu.ac.kr

Received January 20, 2015

Revised February 13, 2015

Accepted May 7, 2015

Published May 31, 2015

개발되어 있다.[3,4]

현재 주차 보조 시스템에 대한 연구는 영상 센서 뿐만 아니라 초음파 센서, 레이저 레이더 센서를 기반으로 한 방법까지 매우 다양하다. 현대모비스 주식회사의 황성경이 제안한 특허 ‘영상용 이용한 주차 지원 시스템 및 이의 주차 지원 방법’에 따르면, 차량의 스티어링 휠 조향 각도의 변화량을 시각적인 움직임으로 표현하는 주차 가이드 그래픽을 전후방 영상에 오버레이(overlay)하여 운전자에게 제공한다. 이 방법에 의하면, 영상 화면을 통해 이동 예상 궤적뿐만 아니라 조향각 정보의 변동량에 따라 거리 및 각도에 대한 정보를 운전자에게 제공함으로써, 운전자의 주차 편의를 향상시킬 수 있다.[5]

또한, 광빔을 이용해서도 주차 가이드라인을 생성할 수 있다. 쓰리에이치비전 주식회사의 강복원이 제안한 특허 ‘주차 가이드라인 장치’는 차량의 측면에 광빔을 장착하여 지면에 조사할 수 있도록 하는 주차 가이드라인 장치이다. 그리고 현대모비스 주식회사의 황성경이 제안한 특허 ‘차량의 주차 안내 방법’은 차량의 조향 안내를 위하여 주차 영상에 탑-뷰(top-view) 형태의 조향 안내 궤적이 표시된 주차 영상을 합성하여 운전자에게 제공한다.[6,7]

본 연구에서는 운전자가 편리하게 주차하기 위한 후진 주차 가이드라인을 생성하는 알고리즘을 개발하고 실차 검증을 통해 정확도와 신뢰도를 향상 시키고자 한다. 연구 방법으로는 후진 시 회전 반경에 맞도록 수식을 제안하고 차량의 핸들 조향각 신호를 보내는 SAS(Steering Angle Sensor)를 이용해서 핸들 조향각의 변위를 측정한다. 측정된 변위를 핸들 조향각으로 변환하고 제안한 수식에 대입하여 후진 시 회전 반경을 구한다. 또한, 차량의 OBD-II(차량 진단 인터페이스)에 NI(National Instruments)장비를 연결하여 실제 차량의 핸들 조향각을 도출하고, 후진 시 회전 반경 공식에 대입해서 카메라 영상에 주차 가이드라인을 생성한다. 본 연구는 차종에 따른 조향각의 차이를 반영하며 카메라의 특성 및 설치 위치에 따른 거리오차를 쉽게 보정할 수 있는 주차 가이드 시스템을 개발하고자 한다.

2. 핸들 조향각 도출

2.1 애커먼 장토식을 이용한 차량 후진 시 회전 반경 공식

2.1.1 애커먼 장토식의 원리

조향장치의 기본원리는 차량의 핸들을 조작하면 양측 앞바퀴가 동일한 각도로 꺾인다는 것이다. 이 상태로 차량이 선회하게 되면 좌우 바퀴가 동일한 원호를 생성하며 회전하게 되는데 이 궤적을 따라가기 위해서는 바퀴가 끌릴 수밖에 없다. 또한, 옆 방향 미끄럼(side slip)운동으로 인해 선회 시 안정성이 낮고 타이어의 마모도 발생시키는 문제점이 생긴다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 애커먼 장토식을 이용하여 차량의 회전 반경을 구한다. 본 연구에서는 차량이 주차할 때를 고려하여 저속으로 가정하고, 타이어의 횡력이 발생하지 않을 때의 후진 시 회전 반경을 구한다.

애커먼 장토식의 원리는 직진 상태일 때 킹핀(king-pin)과 타이 로드(tie rod) 양끝을 연결한 선의 연장선이 뒤 차축의 중심에 교차하도록 되어 있어, 선회할 때 좌우 앞바퀴의 조향각이 자동적으로 차이가 생기게 되는 것이다. 우회전하는 차량의 경우, 좌측 바퀴의 꺾임 각보다 우측 바퀴의 꺾임각을 더 크게 하여 앞바퀴의 회전축 연장선과 뒷바퀴의 연장선이 동일 선상에서 한 점을 중심으로 선회하도록 한다. 그렇게 되면 자동차가 회전할 경우 휠이 옆 방향으로 미끄러지지 않고 안정된 자세로 선회하게 된다.[8]

애커먼 장토식의 원리를 이용하면, 자동차가 최대 조향각도로 선회하는 경우 앞바퀴 타이어의 접지면 중심이 생성하는 궤적은 원이 된다. 그 원의 반경이 그 차량의 최소 회전 반경이 된다.

최소 회전 반경 공식을 식(2.1)에 나타내고 Fig. 1에 도식적으로 나타내었다.

$$R = (L/\sin\alpha) + r \tag{2.1}$$

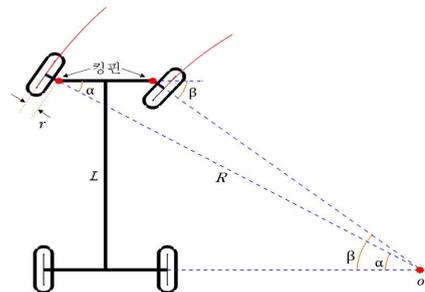


Fig. 1. Minimum turning radius when vehicle turning

여기서 R 은 최소 회전 반경, L 은 축거, α 는 선회 시 바

갈쪽 바퀴의 최대 조향각, β 는 선회 시 안쪽 바퀴의 최대 조향각, r 은 바퀴 접지면 중심과 킹핀과의 거리이다.

2.1.2 차량 후진 시 회전 반경 공식 제한

기존의 에커먼 장토식은 차량이 선회할 때 회전 반경을 구할 수 있는 반면에, 본 연구에서는 에커먼 장토식을 보완하여 후진 시 회전 반경을 구하는 새로운 공식을 제안한다. Fig. 2에서 L 의 길이와 삼각공식을 이용하여 \overline{ob} 를 식(2.2)에 나타내었다.

$$\begin{aligned} \overline{ob} &= (R-r) \cdot \cos \alpha \\ &= (L/\sin \alpha) \cdot \cos \alpha \end{aligned} \quad (2.2)$$

그리고 l 과 r 의 길이를 이용해서 \overline{bc} 를 구하고 \overline{ob} 와 \overline{bc} 의 차를 이용해서 \overline{oc} 를 구할 수 있다. 중심점 o 를 기준으로 반지름이 \overline{oc} 인 원을 생성하면, 후진 시 차량의 회전 반경이 된다. \overline{bc} 는 식(2.3)에 나타내고 후진 시 차량의 회전 반경 공식은 식(2.4)와 Fig. 2에 나타내었다.

$$\overline{bc} = (l/2) - r \quad (2.3)$$

$$R' = (L/\sin \alpha) \cdot \cos \alpha - (l/2) + r \quad (2.4)$$

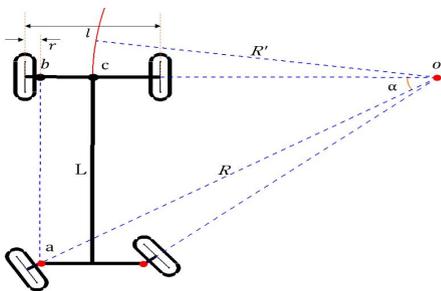


Fig. 2. Turning radian when vehicle reversing

여기서 R' 는 후진 시 회전 반경, l 은 윤거, L 은 축거, α 는 선회 시 바깥쪽 바퀴의 최대 조향각, r 은 바퀴 접지면 중심과 킹핀과의 거리이다. 그리고 a 는 앞바퀴 킹핀의 위치, b 는 뒷바퀴 킹핀의 위치, c 는 뒤 차축의 위치이다.

기존의 에커먼 장토식 (2.1)을 보완하여 회전 반경 공식 (2.4)를 제한함으로써 차종에 따른 후진 시 회전 반경을 구할 수 있게 되었다.

2.1.3 차량의 제원을 이용한 후진 시 회전 반경 도출

본 연구에서 제안하는 후진 시 회전 반경 공식에 실제 차량의 제원을 대입하여 차량의 회전 반경을 도출한다. 핸들의 조향각과 바퀴의 조향각은 실제 차종마다 다소 차이가 있지만, 본 연구에서는 핸들의 최대 조향각을 540°로 가정하고 우측으로 회전할 경우 바깥쪽 바퀴의 최대 조향각을 35°로 가정한다. 아래의 식(2.5)와 같이 핸들 조향각과 바퀴 조향각의 비례식을 이용하여 조향비를 정의하고, Table 1에는 그랜저 HG 차량의 제원을 표로 나타내었다.

$$\text{조향비} = \frac{540(\text{핸들 조향각})}{35(\text{바퀴 조향각})} = 15.4 \quad (2.5)$$

Table 1. Specification of Grandeur HG

Item	Specifications
L	2,845mm
l	1,614mm
r	160mm

핸들의 조향각이 좌측으로 540°이고, 바깥쪽 바퀴의 조향각이 35°일 때, 후진 시 회전 반경 공식인 식(2.4)를 이용하여 차량의 회전 반경을 구한다. Fig. 3에는 핸들 조향각이 540°일 때의 회전 반경을 도식적으로 나타내었다.

$$\begin{aligned} R' &= (2845/\sin 35) \cdot \cos 35 - (1614/2) + 160 \\ &= 3,406\text{mm} \end{aligned}$$

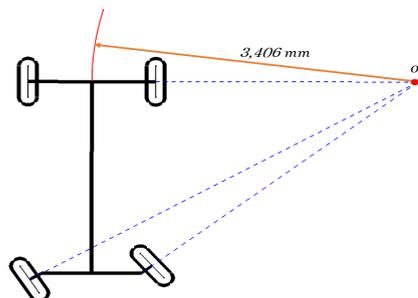


Fig. 3. Turning radian when the handle steering is 540 degree

Table 2에는 핸들 조향각을 좌측 방향으로 5°부터 5°씩 540°까지 차량의 후진 시 회전 반경을 표로 나타내었다.

Table 2. Turning radian when vehicle reversing

Steer Angle	Wheel Angle	Turning radian when vehicle reversing
5°	0.3°	501,407mm
10°	0.6°	250,372mm
15°	1.0°	166,690mm
•	•	•
•	•	•
•	•	•
530°	34.4°	3,505mm
535°	34.7°	3,455mm
540°	35.1°	3,406mm

2.2 SAS(Steering Angle Sensor)를 이용하여 핸들 조향각 도출

후진 시 회전 반경을 실제 차량에 적용하기 위해서는 실제 차량의 핸들 조향각이 필요하다. SAS는 운전자의 조향 의도를 판단하고 핸들 각도를 출력하는 센서로, 본 연구에서는 그랜저 TG의 SAS를 이용해서 핸들 조향각을 도출한다.

Table 3과 Fig. 4에는 그랜저 TG의 제원과 회로도를 나타내었다.

Table 3. Specification of SAS

Item	Specifications	
Operation voltage	8V ~ 16V	
Temperature	-40℃ ~ +85℃	
Consumption current	Max. 150mA	
Steering speed	$\pm 2,000 \text{ }^\circ/\text{sec}$	
Delay time	200 s 이내	
Reverse voltage	-13.5V	
Measurement range	Angle	-780° ~ 779.9°
	Angular velocity	$\sim 1,016 \text{ }^\circ/S$
Non-linearity angle	-2.5° ~ +2.5°	
Hysteresis angle	0° ~ 5°	



Fig. 4. Circuit diagram of SAS

Fig. 5와 같이 SAS의 회로도에 맞게 배선을 연결하고, SAS를 그랜저 모델의 차량 시뮬레이터 장치에 부착한다.

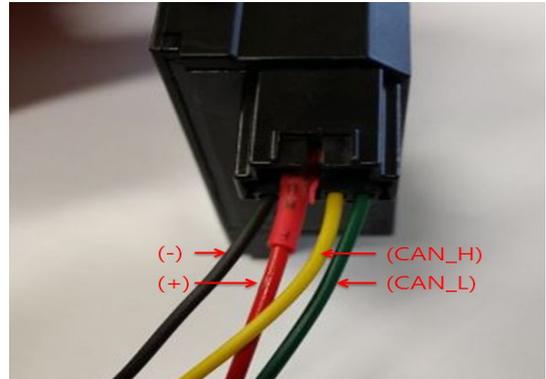


Fig. 5. Wiring connections to SAS

SAS의 CAN 시그널 값을 읽기 위한 환경을 구축한 다음, LabVIEW를 이용하여 차량 핸들 조향각을 도출한다. SAS의 CAN 시그널 값은 16진수의 배열로 나타나는데 16진수의 배열을 숫자로 변환하여 각도로 나타낸다. SAS는 각속도를 출력하는 센서이기 때문에 각속도에 시간을 곱함으로써 핸들의 조향각을 도출한다.

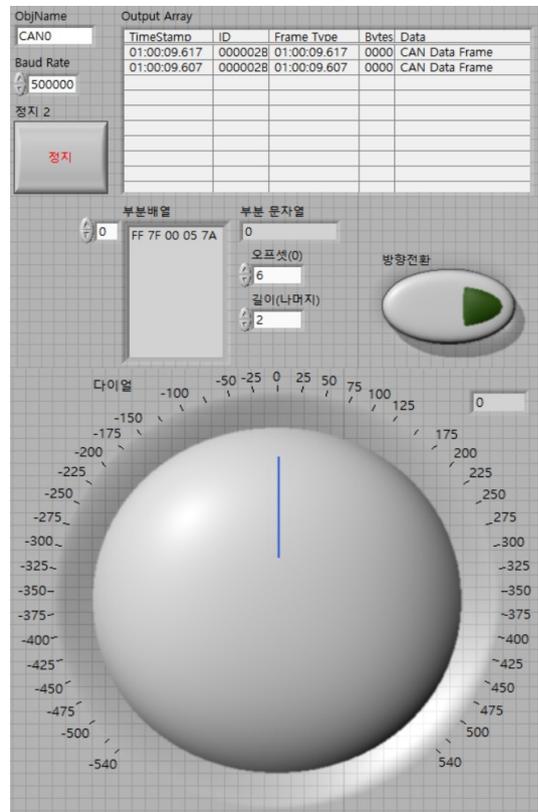


Fig. 6. LabVIEW user interface

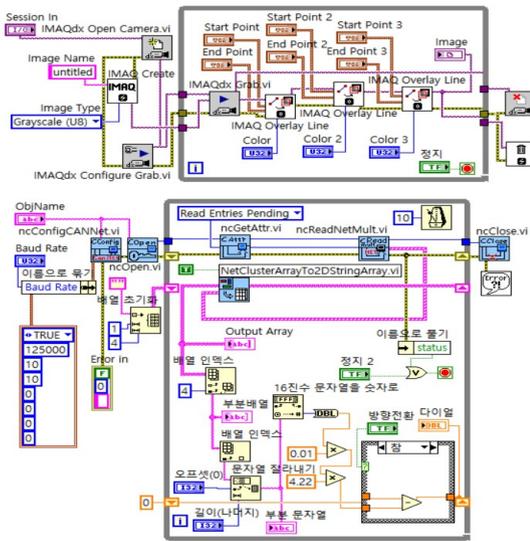


Fig. 7. LabVIEW block diagram

Fig. 6에는 LabVIEW 사용자 인터페이스(UI: User interface)를 나타내고, Fig. 7에는 LabVIEW 블록 다이어그램을 작성하여 나타내었다.

차량 시뮬레이터의 핸들을 돌리면 사용자 인터페이스의 출력 배열 데이터(output array data) 부분에 16진수의 각속도 값이 배열로 출력된다. 데이터 배열들을 부분 배열로 출력하고, 그 배열에서 각속도 값을 나타내는 문자열을 부분 문자열로 출력한다. 출력된 16진수 부분 문자열을 계산을 통해 각도로 변환하여 Fig. 8과 같이 데이터로 나타내고 각도 값을 표시한다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 8. Handle angle value according to the CAN signal of SAS

- (a)When the handle is rotated 180 degree to the right
- (b)When the handle is rotated 360 degree to the right
- (c)When the handle is rotated 540 degree to the left

Fig. 8에서 (a)는 핸들을 우측으로 180° 돌렸을 때, SAS 값을 각도로 변환하여 180.94의 값으로 측정되었다. (b)는 핸들을 우측으로 360° 돌렸을 때, (c)는 핸들을 좌측으로 540° 돌렸을 때의 SAS 값을 각도로 변환하여 실제 핸들의 조향각과 같은 값을 도출할 수 있다.

2.3 CAN기반을 이용하여 핸들 조향각 도출

실제 차량의 조향각은 조향각 센서와 휠 각도 센서의 신호를 모아 ECU의 계산을 통해 도출한다. ECU를 거치지 않고 SAS의 신호만을 가지고 조향각을 도출할 경우, SAS에는 좌우 방향성이 없고 영점 조절 기능이 없기 때문에 정확한 핸들 조향각을 도출하는데 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해서, 차량의 OBD-II를 이용하여 실제 차량의 핸들 조향각을 도출한다. 본 연구에서는 그랜저 HG 차량의 OBD-II에 NI 장비인 NI CAN 케이블을 연결하여 CAN 시그널 값을 측정하고, 핸들 조향각으로 변환한다.[9]

SAS의 신호는 한 가지의 신호 값만 나오는 반면에, 실제 차량의 OBD-II에는 상당히 많은 CAN 시그널 값을 읽을 수 있다. 많은 신호들 중에서 핸들 조향각 신호를 내보내는 ID를 도출하기 위해 핸들을 좌우로 돌렸을 때 CAN 시그널 값의 변화를 관찰하여 Fig. 9와 같이 핸들 조향각의 ID가 '0x2B0'이라는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 9에는 그랜저 HG 차량의 CAN 시그널 값을 나타내었다.

Arb.ID	Length	Data
0x18	8	10 00 00 60 08 00 00 00
0x30	8	07 9D 00 38 72 CC 00 00
0x34	8	00 00 00 00 00 00 00 00
0x40	8	00 00 00 00 00 00 00 00
0x42	4	00 FF 00 FF
0x2B0	5	F7 FF 00 07 96
0x316	8	05 1E 24 09 1E 18 00 7F
0x329	8	E8 BA 80 0C 12 25 00 1E

Fig. 9. CAN signal value of Grandeur HG

핸들을 좌측 끝부터 우측 끝까지 회전시켜서 핸들 조향각에 따른 CAN 시그널 값을 저장한다. CAN 시그널 값은 기능 요구 사항에서 정의한 함수 계산식을 이용하여 각도 값으로 변환한다. Table 4와 같이 CAN 시그널 값을 각도로 변환한 값이 실제 핸들 각도와 모두 일치한다는 것을 검증하였다.

Table 4에는 핸들 각도에 따른 CAN 시그널 값을 각도로 변환하여 표로 나타내었다.

Table 4. Handle CAN signal value of Grandeur HG

Rotation to the left			Rotation to the right		
Handle angle	CAN signal (Hex)	conversion	Handle angle	CAN signal (Hex)	conversion
0°	0000	0	0°	FFFF	0
180°	0107	179.3	180°	F0F8	-180.7
360°	140E	360.4	360°	FEF1	-358.5
540°	0015	537.6	540°	01EB	-537.4

차종마다의 CAN 시그널 값을 알아보기 위해서 K7 차량을 이용해서 위와 동일한 실험을 실시하였다. K7 차량의 OBD-II에 NI CAN 케이블을 연결하여 CAN 시그널 값을 읽은 결과, K7 차량에서도 핸들 조향각 ID가 그랜저 HG 차량의 ID와 동일했고 핸들 각도에 따른 CAN 시그널 값도 일치한다는 것을 검증하였다.

Fig. 10에는 K7 차량의 CAN 시그널 값을 나타내고, Table 5에는 핸들 CAN 시그널 값을 각도로 변환하여 표로 나타내었다.

Arb.ID	Length	Data
0x18	8	10 00 00 60 08 00 00 00
0x30	8	07 9D 00 38 72 CC 00 00
0x34	8	00 00 00 00 00 00 00 00
0x40	8	00 00 00 00 00 00 00 00
0x2B0	5	CF FF 00 07 D9
0x2C0	8	11 00 00 00 00 00 00 00
0x316	8	05 14 3A 0A 14 12 00 7F

Fig. 10. CAN signal value of K7

Table 5. Handle CAN signal value of K7

Rotation to the left			Rotation to the right		
Handle angle	CAN signal (Hex)	conversion	Handle angle	CAN signal (Hex)	conversion
0°	0000	0	0°	FFFF	0
180°	0107	179.3	180°	F0F8	-180.7
360°	140E	360.4	360°	FEF1	-358.5
540°	0015	537.6	540°	01EB	-537.4

3. 영상처리 후 주차 가이드라인 생성

3.1 핸들 조향각에 따른 가이드라인 생성

영상에 가이드라인을 생성하기 위해서 OpenCV를 이용한다. 아래의 Fig. 11과 같이 점 *o*는 고정되어 있고 핸들 조향각에 따라 점 *b*의 위치가 달라지면서 파선 원의 반지름이 결정된다. 그 반지름으로 빈공간에 가상의 원을 생성하는데 이 원의 반지름은 후진 시 회전 반경과 같다. 그리고 점 *o*를 기준으로 양쪽 방향으로 차폭만큼 떨어진 위치에서 두개의 실선 원을 생성하는데 이때의 두 원이 차량의 양쪽 뒷바퀴의 회전 반경이 된다.[10]

Fig. 11은 핸들 조향각에 따른 회전반경을 나타낸 것이다.

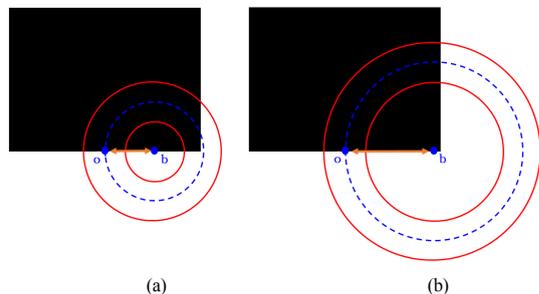


Fig. 11. Turning radius line according to handle steering angle

- (a)Turning radius when handle steering angle is 540 degree
- (b)Turning radius when handle steering angle is 270 degree

조향각이 0°일 때의 회전 반경은 곡선이 아닌 직선이 된다. 본 연구에서는 실제 차량의 전장 길이를 고려하여 가이드라인을 5m까지 생성하기로 하고, 점 *o*를 기준으로 5m 떨어진 위치를 점 *b*로 지정한다. Fig. 12와 같이 점 *b*를 지나고 파선과 수직하는 선을 양쪽 선과 접하게 생성한다.

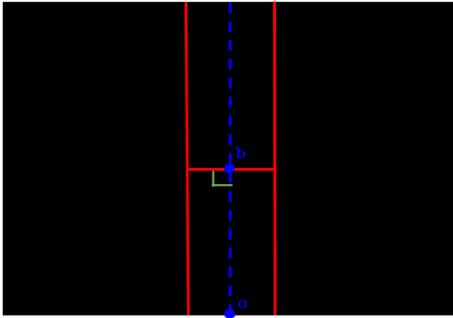


Fig. 12. Guideline when handle steering angle is 0 degree

핸들 조향각이 540°일 때는 회전 반경이 직선이 아닌 곡선이 된다. 점 *o*를 기준으로 직선거리로 5m 떨어진 위치를 점 *b*로 지정한다. Fig. 13과 같이 점 *b*에서 접선을 생성하고, 접선과 수직인 법선을 양쪽 곡선과 접하게 생성한다.

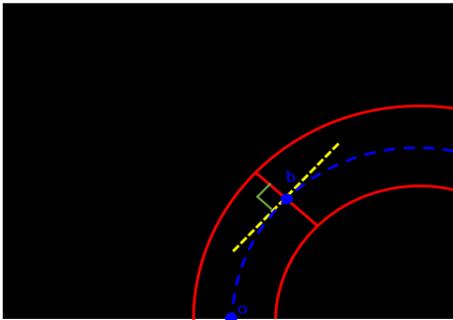


Fig. 13. Guideline when handle steering angle is 540 degree

마지막으로 이미지에서 필요 없는 선을 모두 지워 가이드라인을 완성한다.

Fig. 14에는 핸들 조향각이 각각 0°, 270°, 540°일 때의 가이드라인을 나타내었다.

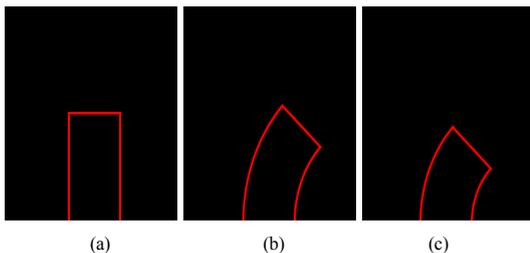


Fig. 14. Guideline according to handle steering angle
 (a)Guideline when the handle steering angle is 0 degree
 (b)Guideline when the handle steering angle is 270 degree
 (c)Guideline when the handle steering angle is 540 degree

3.2 가이드라인의 원근감 구현 및 LUT (Look Up Table) 작성

Fig. 14에서 생성한 라인은 원근감을 구현하지 않는 단순한 라인이다. 원근감이 없는 가이드라인은 탑-뷰 형태로 위에서 내려다봤을 때의 이동경로를 나타내기 때문에 카메라 영상에서 원근감이 없는 가이드라인은 실제 차량의 이동경로와 다르게 된다. 따라서 영상처리 과정을 통해 가이드라인에 원근감을 구현함으로써, 실제 차량의 이동경로를 나타낼 수 있도록 한다.[11]

영상의 기하학적 변환 중 하나인 와핑(warping) 작업을 통해 차량의 이동경로를 나타낸다. Fig. 15의 왼쪽 그림에서 ①번 좌표는 오른쪽 그림의 ①'번 좌표로 픽셀을 이동하고, ②번 좌표는 ②'번 좌표, ③번 좌표 ③'번 좌표, ④번 좌표는 ④'번 좌표로 픽셀을 이동시켜서 가이드라인에 원근감을 구현한다.

Fig. 15에는 핸들 조향각이 0°일 때 와핑 과정을 나타내었다.

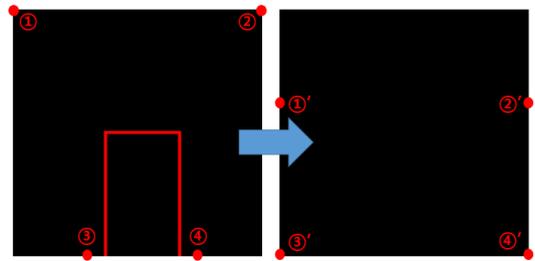


Fig. 15. Warping when handle steering angle is 0 degree

Fig. 16은 핸들 조향각이 0°, 540°일 때 원근감을 구현한 가이드라인이다.

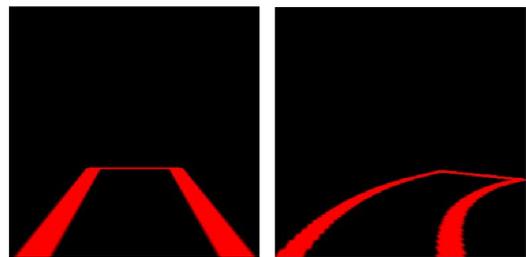


Fig. 16. Guideline implemented perspective

영상에 라인을 그릴 때, 핸들 조향각을 실시간으로 계산하여 예상되는 경로에 라인을 생성하는 방법이 있지

만, 계산 양이 많아져서 라인 생성하는 시간이 길어지게 된다. 본 연구에서는 실시간 영상에 라인을 지속적으로 생성해야 되기 때문에 미리 저장해둔 데이터 값을 바로 불러낼 수 있는 LUT(Look Up Table)을 이용해서 계산 양을 줄인다.

우선 LUT을 만들기 위해서 좌측 끝에서 우측 끝까지 5°씩 핸들의 조향각을 변화시키면서 가이드라인을 생성한다. 핸들 조향각에 따른 가이드라인의 모든 좌표 값을 LUT에 저장하고, 영상에 핸들 각도에 따라 실시간으로 LUT의 값을 불러옴으로써 가이드라인을 생성한다.

3.3 캘리브레이션(calibration)을 통해 영상에 가이드라인 생성

실제로 그려져 HG 차량에 PC용 웹캠을 설치하고 실시간 영상에 주차 가이드라인을 생성한다. 웹캠인 로지텍 C920 제품을 차량용 후방 카메라 위치와 비슷한 곳에 설치한다.

차량용 웹캠 C920의 사양은 Table 6에 나타내었다.

Table 6. Specification of Logitech C920

Item	Specifications
Lens	Carl Zeiss lens
Focal length	10cm ~ ∞
angle of view	77°
Pixel	15mega pixel
Video frame	max 30 frame/s

웹캠 영상에서 캘리브레이션 과정을 통해 라인의 원근감을 구현한다. 캘리브레이션의 모든 과정은 마우스 이벤트로 처리하여 마우스 버튼 클릭으로 완성할 수 있도록 프로그램을 제작하여, 카메라의 종류와 설치 위치와는 상관없이 간단하게 캘리브레이션 과정을 통해 가이드라인을 그릴 수 있다.

우선 평평하고 차선이 곧은 도로에서 차량을 정확하게 정면을 바라보게 한다. 그리고 주차선이 카메라 영상 중앙에서 좌우 대칭하도록 차량을 위치한다.

가공되지 않은 일반적인 카메라 영상은 아래의 Fig. 17과 같다.



Fig. 17. Unprocessed normal camera image

원근감이 있는 이미지에서 원근감을 없애고 하늘에서 바라본 이미지를 탑-뷰 혹은 버드아이 뷰(bird eyes view)라고 한다. 원근감을 없애기 위해서 Fig. 18과 같이 카메라와 가장 가까운 지점을 0m, 그 지점으로부터 실제 7m 거리에 있는 두 지점을 선택한다.

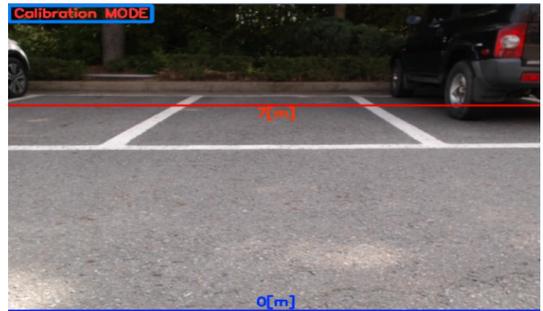


Fig. 18. Work to eliminate perspective

선택된 두 지점의 픽셀차를 이용하여 영상의 기하학적 변환 중 하나인 와핑 작업을 한다. Fig. 19의 왼쪽 그림에서 ①번 좌표는 오른쪽 그림 ①'번 좌표로 픽셀을 이동한다. ②번 좌표는 ②'번 좌표, ③번 좌표는 ③'번 좌표, ④번 좌표는 ④'번 좌표로 픽셀을 이동하는 와핑 작업 과정을 Fig. 19에 나타내었다.

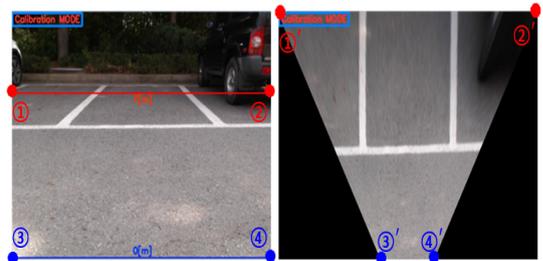


Fig. 19. Warping course

그 다음 과정은 Fig. 19의 그림 아래쪽에 ③번 좌표와 ④번 좌표를 바꾸어가며 주차선이 좌우 평행하게 하고, Fig. 20과 같이 L선과 R선의 위치를 양쪽 주차선 중심에 위치하도록 선택한다.

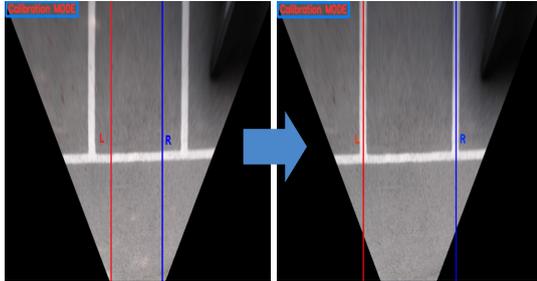


Fig. 20. Moving the L line and R line according to parking line

위의 과정을 마치고 주차선의 폭, 차량의 폭, 라인을 생성할 거리 값을 정해지면 캘리브레이션 작업이 완료된다.

캘리브레이션 과정이 모두 끝나게 되면 Fig. 21와 같이 웹캠 영상에 주차 가이드라인이 생성된다. 영상 좌측 윗부분에는 핸들의 조향각을 표시해주는데 핸들의 좌측 방향은 (+)값이 나오고 우측 방향은 (-)값이 나와서 방향성을 나타낸다. 영상 좌측 밑부분에는 루프 타임(Loop Time)을 표시하는데 핸들 조향각을 읽고 그 조향각에 따른 LUT의 데이터를 이용해서 영상에 라인을 생성하는 과정 동안 걸리는 시간을 의미한다.

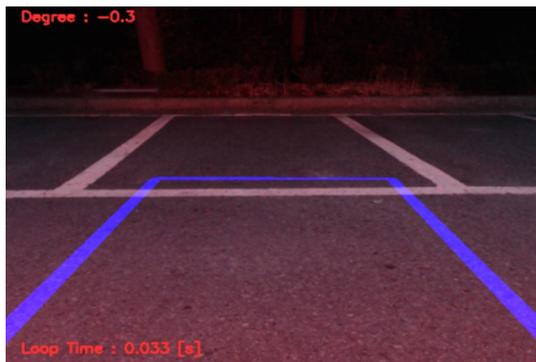


Fig. 21. Parking guideline

Fig. 22에는 핸들 조향각이 좌측 끝 530°일 때와 우측 끝 -530°일 때의 주차 가이드라인을 나타내었다.



Fig. 22. Parking guideline according to handle steering angle

4. 결론

운전자에게 편리한 주차를 위해 후진 주차 가이드라인을 제공하는 주차 보조 시스템들이 많이 상용화되고 있다. 기존의 주차 보조 시스템은 핸들 조향각에 따라 가이드라인이 변하지 않고 고정되어 있는 경우가 많고, 고급 차량의 옵션을 추가할 경우 핸들 조향각에 따라 가이드라인이 변하도록 되어있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구에서는 핸들 조향각에 따라 가이드라인 생성이 가능하고, 국내 차종에 관계없이 가이드라인 생성이 가능하도록 실험적 검증을 하였다. 실험의 방법과 결론은 아래와 같다.

1. 기존의 에커먼 장토식은 차량이 선회할 때 최소 회전 반경을 구할 수 있는 반면에, 본 연구에서는 후진 시 차량의 회전 반경을 구하는 새로운 방법을 제안하였다.
2. SAS의 신호로 핸들 조향각을 도출하고 제안한 공식에 대입함으로써 보다 더 실제에 가까운 회전 반경을 계산하였다.
3. 실제 차량의 OBD-II를 이용해서 핸들 조향각 ID를 찾아내고 16진수의 CAN 시그널 값을 계산식에 의해 실제의 핸들 조향각으로 변환하였다.
4. OpenCV를 이용해서 핸들 조향각에 따른 가이드라인을 생성하고 영상 처리 과정을 통해 원근감을 구현한 후 LUT에 저장하였다.
5. 차량에 웹캠을 설치하고 간단한 캘리브레이션을 통해 실시간 카메라 영상에 주차 가이드라인을 생성하였다.

그 결과 후진 시 차량의 회전 반경을 계산할 때, 차량의 제원을 입력함으로써 차종에 상관없이 회전 반경을 구할 수 있게 되었다. 그랜저 HG와 K7 차량의 OBD-II를 이용해서 직접 CAN 시그널 값을 읽은 결과, 두 차량의 핸들 조향각 ID가 같고 핸들 조향각에 따른 CAN 시그널 값도 동일하다는 것을 검증하였다. 이로 인해 차종에 상관없이 CAN 시그널 값을 이용해서 핸들 조향각을 도출할 수 있고, 그 조향각을 이용해서 후진 시 회전 반경을 구할 수 있다. 그리고 영상에 가이드라인을 생성할 때 이미 저장된 데이터 값을 불러오는 LUT를 이용함으로써 실시간으로 계산을 통해 가이드라인을 생성할 때보다 계산 양을 줄일 수 있고 루프 타임을 단축시켜서 노드(Node) 현상을 막을 수 있다. 또한 카메라 종류와 카메라 설치 위치에 관계없이 간단한 캘리브레이션 과정을 통해 실시간 영상에 원근감을 구현시킨 가이드라인을 생성할 수 있다. 따라서 기존의 주차 보조 시스템의 문제점을 모두 보완하여, 차종에 관계없이 보다 더 편리한 주차 보조 시스템으로 운전자에게 큰 도움을 주게 될 것으로 기대된다.

본 연구에서는 LabVIEW를 이용해서 블록 다이어그램을 작성하고 차량의 OBD-II에 NI 장비를 이용하여 CAN 시그널 값을 읽을 수 있었다. LabVIEW와 NI 장비는 PC기반으로써 실험용으로 간단하고 편리하게 쓰이지만, 임베디드 환경에서는 사용할 수가 없다. 결국 본 연구에서 개발한 주차 가이드라인 생성 알고리즘을 상용화하기 위해서는 임베디드 환경으로 개발할 수 있도록 보완해야 할 것이다. 또한 현대차량과 기아차량에서 실험적으로 검증하였지만, 국내차가 아닌 해외차종에도 본 연구에서 개발한 알고리즘이 적용가능한지 실험으로 검증해야 될 것이다.

References

- [1] D. H. Lee, S. G. Kim, C. S. Kim and K. S. Huh, "Path Generation Algorithm using Turning Radius for Autonomous Ground Vehicle", *Transactions of Korea Society of Automotive Engineers*, No. 5, pp. 779-780, 2012.
- [2] D. H. Ryu, L. D. Woo, H. S. Choi, and T. W. Choi, "Reverse Parking Guidance System with the Path Prediction", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 14, No. 8, pp. 4006-4011, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.8.4006>
- [3] H. J. Lee, "Web-based Parking Lot Management System by Vehicle Movement", *Journal of the Institute of Electronics Engineers of Korea-TC*, Vol. 46, No. 12, pp. 95-101, 2009.
- [4] G. Y. Jung, J. W. Son, E. G. Chang and I. S. Lee, "The parking guide system using front & rear camera", *Transactions of Korea Society of Automotive Engineers*, Vol. 5, No. 4, pp. 1737-1741, 2008.
- [5] S. K. Hwang, "Parking Guide System Using Image and Parking Guide Method", *Korea Institute of Patent Information*, www.kipris.or.kr, 2013.
- [6] B. W. Kang and I. H. Heo, "Parking Guide Line Device", *Korea Institute of Patent Information*, www.kipris.or.kr, 2011.
- [7] B. Y. You, M. S. Heo and Y. C. O, "Method for Guide Parking of vehicle", *Korea Institute of Patent Information*, www.kipris.or.kr, 2014.
- [8] K. S. Han, D. J. Lee and J. H. Cho, "A Study on Data processing of CAN based In-Vehicle Network for Testing and Diagnosis", *Journal of information and communication convergence engineering*, pp. 126-127, 2011.
- [9] S. W. Jang, H. W. Chang, S. K. Kim and W. J. Chang, "Backward Path-Tracking Motion Control Algorithm for a Semi-Auto parking System," *Transactions of Korea Society of Automotive Engineers*, Vol. 4, No. 6, pp. 2116-2121, 2007.
- [10] M. G. Lee and K. K. Jung, "Multi-View Image parking Assistant System using vehicle Data," *Journal of information and communication convergence engineering*, Vol. 15, No. 2, pp. 266-272, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2012.16.2.266>
- [11] H. Y. Kim, S. W. Lee, "An Accurate Moving Distance Measurement Using the Rear-View Images in Parking Assistant Systems," *Journal of information and communication convergence engineering*, Vol. 37, No. 12, pp. 1271-1280, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.7840/kics.2012.37C.12.1271>

허 준 호(Jun-ho Heo)

[정회원]



- 2007년 3월 ~ 2014년 2월 : 계명대학교 기계자동차공학과 (공학사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 계명대학교 일반대학원 기계공학과 (공학석사)

<관심분야>

자동차 전자장치, 지능형 자동차

이 선 봉(Seon-bong Lee)

[정회원]



- 2004년 2월 : 부산대학교 대학원 기계공학 (공학박사)
- 2007년 2월 : 대구경북과학기술원 지능형자동차 연구팀장
- 2007년 3월 ~ 현재 : 계명대학교 기계자동차공학과 교수
- 2009년 12월 ~ 현재 : 대구경북자동차부품진흥원 원장

<관심분야>

자동차 전자장치, 지능형 자동차