

## Multiple Sensor Fusion에 의한 차량의 ACC 제어정보 검출에 관한 연구

A Study on ACC Information Detection of Vehicles based on Multiple Sensor Fusion

---

저자 (Authors)	최지현, 정차근 Ji-Hyun Choi, Cha-Keun Cheong
출처 (Source)	<a href="#">대한전자공학회 학술대회 논문집 29(2)</a> , 2006.11, 826-829 (4 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">대한전자공학회</a> THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01713497">http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE01713497</a>
APA Style	최지현, 정차근 (2006). Multiple Sensor Fusion에 의한 차량의 ACC 제어정보 검출에 관한 연구. 대한전자공학회 학술대회 논문집, 29(2), 826-829.
이용정보 (Accessed)	태성고등학교 1.238.54.*** 2017/08/12 11:35 (KST)

---

### 저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

### Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

# Multiple Sensor Fusion에 의한 차량의 ACC 제어정보 검출에 관한 연구

\*최지현, 정차근

호서대학교 정보제어공학과

e-mail : divinexelloss@nate.com, cheong@office.hoseo.ac.kr

## A Study on ACC Information Detection of Vehicles based on Multiple Sensor Fusion

\*Ji-Hyun Choi, Cha-Keun Cheong  
Information Control Engineering  
Hoseo University

### Abstract

최근 차량의 충돌경고 및 충돌방지 시스템과 운전자 보조기능이 차세대 핵심기술로 부상할 것이 예상된다. 본 논문에서는 이러한 적응주행제어(Adaptive Cruise Control : ACC)에 필요한 제어정보를 검출한다. Vision Sensor는 주행 차선을 검출하고, 차선이탈을 감지한다. Laser Sensor는 선행차량 및 장애물을 검출하고, 그것의 거리를 측정한다. 초음파 센서는 주차시 후방감지 및 차량의 앞의 사각지대인 곳의 장애물 등을 검출한다. 또한 Sensor Fusion을 하여 제어정보 검출 결과를 제시한다.

### I. 서론

새로운 기능추가와 성능개선을 위해 차량에서의 전자 시스템 응용이 증가하고 있다. 또한, 사고예방과 방지 시스템의 도입에 의한 주행 안전성의 개선이나 연비의 향상 등과 같은 획기적인 전장시스템 관련 기술의 개발이 활발히 수행되고 있다. 뿐만 아니라, 운전자의 운전 부담 경감 및 충돌사고 예방을 위한 운전자 보조(Driver Assistant) 시스템의 개발과 실용화를 위

해 선진 부품 및 완성차 업체를 중심으로 최근 높은 관심과 많은 노력이 진행되고 있다.

미래의 자동차가 갖추어야 할 필수조건인 운전자 및 탑승자 안전을 위한 주행시스템인 경우, 지금까지의 일정속도 유지라는 수동적인 기능에서 충돌방지 차원의 능동적인 기능을 갖춘 적응 주행제어 시스템으로의 기술개발이 활발히 진행되고 있다. 최근 충돌경고(Collision Warning) 및 충돌방지(Collision Avoidance) 시스템과 같은 운전자 보조기능의 구현이 차세대 핵심기술로 부상할 것이 예상됨에 따라, 지능형 자동차를 위한 ACC(Adaptive Cruise Control : 적응주행제어) 및 전장시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.[1]

본 논문에서는 Vision Sensor를 이용한 차선 검출의 방법에는 Hough 변환을 이용한 방법[2], Spline Model을 이용한 방법[3], Snake 모델을 이용한 방법[4] 등이 있다. 여기서 이용되는 방법은 도로 이미지를 여러 개의 작은 창으로 분할하고 분할된 영역(Interest Zone)에 대하여 Hough 변환을 하여 검출된 직선의 패턴 정보를 분석하고 각 패턴에 따라 정해진 방법으로 다음 Step의 차선인식을 위한 작게 분할된 영역을 결정하여 차선을 검출한다.[5] Laser Sensor는 선행차량 및 장애물을 검출하여 거리를 측정한다. 초음파 센서는 주차시 후방감지 및 차량 앞의 사각지대인 곳에 장애물 등을 검출한다. 이러한 센서 등을 융합하여 ACC에 필요

한 제어정보를 검출하여 그 결과를 제시한다.

## II. Sensor Fusion 처리과정

### 2.1 적응주행제어를 위한 각 Sensor의 역할

그림 1은 적응주행제어를 위한 각 Sensor의 역할을 보여준다. Short-range Sensor는 근접거리에서 광범위한 검출범위를 갖는 센서를 사용한다. 그 조건에 만족하는 것은 초음파센서를 이용한다.

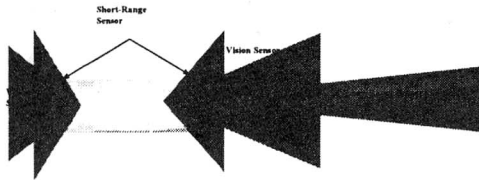


그림 1. Sensor의 역할

Long-range Sensor는 최소 50 m에서 최대 150 m까지 떨어진 범위에서도 검출 가능한 센서를 사용한다. 이 조건에 만족하는 Laser Sensor를 이용하여 선행차량 및 장애물을 검출하고 거리를 측정한다.

Vision Sensor는 카메라를 이용하여 영상을 획득한 후 그것을 Hough 변환을 이용하여 차선을 검출한다.

### 2.2 Sensor Fusion 처리과정

그림 2는 Sensor Fusion 처리과정을 나타낸다. Sensor Fusion System에서 적응주행제어에 필요한 정보를 처리하여 그것을 적응주행제어 컨트롤러와 서로 정보를 주고받는 과정이다.

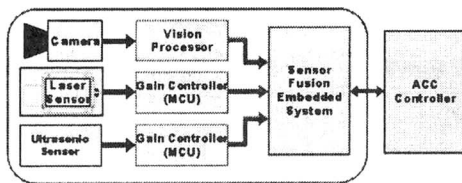


그림 2. Sensor Fusion 구성

## III. Vision Sensor를 이용한 차선검출

### 3.1 이미지 전처리

본 논문에서는 차선 검출을 위하여 외부의 환경요인을 배제하고 실험하였다.

그림 3은 획득한 도로영상의 차선검출을 위한 전체적인 이미지 처리 과정을 나타낸다.

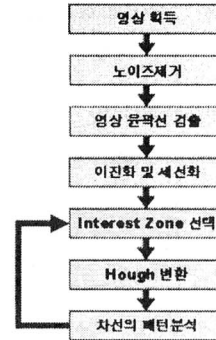


그림 3. 이미지 처리 흐름도



(a) 이진화 영상 (b) 세션화 영상

그림 4. 이진화 및 세션화 영상

Gray 영상을 직접 Hough 변환하면 복잡한 알고리즘과 많은 계산시간이 걸리는 단점이 있다. Hough 변환을 편하게 하고 처리 속도를 개선하기 위하여 이진화 및 Blume[6]에 의해 제안된 세션화 기법을 사용한다. 세션화는 두꺼운 영상을 가운데 픽셀만을 추출하여 두께가 한 픽셀인 영상을 추출할 수 있다. 세션화 처리로  $\rho$ ,  $\theta$  평면에서의 분석이 쉬워지고 계산량이 현저히 줄어든다.

### 3.2 Interest Zone 결정

영상전체를 Hough 변환하면 많은 계산량에 의해 시간이 많이 필요하다. 이러한 처리시간을 줄이기 위하여 차선만을 따라 도로 이미지를 여러 개의 작은 창으로 분할하고 분할된 영역(Interest Zone)에 대하여 Hough 변환을 수행한다. Hough 변환으로 검출된 차선의 패턴 정보를 분석, 이 정보를 이용하여 각 패턴에 따라 다음 단계의 차선인식을 위한 Interest Zone을 결정한다. 같은 방법으로 차선 끝부분까지 반복한다. 일반적으로 영상상단의 카메라와 가까운 곳의 차선은 선의 길이가 길고 폭이 넓으며 거의 직선에 가깝다. 반면, 영상의 상단으로 갈수록 선의 길이가 짧고 얇아지는 특징을 가진다. 그러므로 초기의 Interest Zone의 크기보다 다음 Interest Zone의 크기는 영상의 수직축

좌표에 비례하여 작아져야 한다. Interest Zone의 크기를 결정하기 위하여 그림 5의 Pinhole Camera Model을 이용하였다.

카메라의 초점거리와 CCD Image Sensor의 크기로부터 렌즈 초점과 CCD Image Sensor의 각을 구한다.

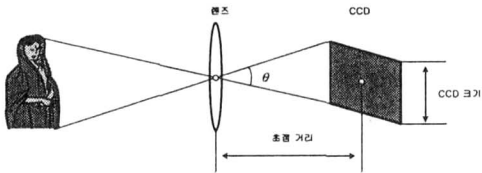


그림 5. Pinhole camera model

$$\theta = \tan^{-1} \frac{y}{f} \quad (1)$$

$f$ : 초점거리,  $y$ : CCD image Sensor

또한 카메라는 동일한 위치에 고정되어 있으므로 차선 시작점은 거의 동일한 좌표에 존재한다. 초기 Interest Zone의 크기를 일정하게 고정시킬 수 있고 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$A = k \frac{C_y}{\tan \theta} \quad (2)$$

$A$ : Interest Zone 크기,  $C_y$ : 점의 수직축 좌표,  $k$ : 상수  
본 논문에서는  $k$ 는 실험적으로 구하였고  $k=0.08$ 로 하였다.

### 3.3 Hough 변환

Hough 변환은 동일 직선상의 점들을 한 점으로 모은다.  $x, y$  평면에서  $a, b$  평면으로 변환할 때  $x, y$  평면의 같은 직선상의 점들은  $a, b$  평면상의 한 점으로 모이는 것을 이용한다. 이런 식의 매개 변수 표현 방법으로는 직선이 수직일 경우 기울기와 절편이 모두 무한대가 되어 구현상 문제점이 있다. 이런 문제점 해결은 직선의 식을 식(3)과 같은  $\rho, \theta$ 의 매개변수로 표현할 수 있다.

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \quad (3)$$

$x, y$  평면에서 동일 직선상의 점들은 식(1)을 이용하여 Hough 변환 하면  $\rho, \theta$  평면에서 한 점으로 모인다.  $\rho, \theta$  평면에서 많은 화소가 집중된 누적 셀의 값을 조사한다. 누적 셀의 값을 이용하여 역변환하면 원하는 직선을 검출할 수 있다.

## IV. Laser Sensor 및 초음파 센서에 의한 장애물 검출

### 4.1 Laser Sensor를 이용한 장애물 검출

본 논문에서 사용된 Laser Sensor 모듈을 사용하였으며, 650 nm 파장을 가지는 적색 레이저를 사용하는 JENOPTIK사의 LDM42.1을 사용하였다. 내부적으로 거리를 계산하여 미터(m)단위로 출력한다. 측정범위는 0.2m에서 최대 100m까지 측정 가능하다. 이 모듈의 측정시간은 20 ms이다. 그림 6은 Laser Sensor의 처리 과정을 나타낸다.

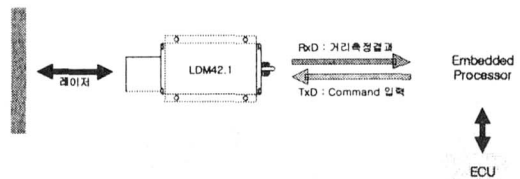


그림 6. Laser Sensor 처리과정

프로세서에서 Command를 입력하여 LDM42.1은 장애물까지의 거리를 측정된 결과를 Rx D로 통해 프로세서로 보낸다. 이러한 정보를 통해 장애물이 50m 이상이면 없는 걸로 가정하였다. 선행차량 및 장애물이 50m 이하에서 검출되면 그것의 거리를 측정하여 ACC 제어 정보를 추출한다. 레이저 센서는 정확한 거리와 주야간 모두 사용 가능하나 날씨, 먼지, 연기 등의 영향이 크다는 것이 단점이다.

### 4.2 초음파 센서를 이용한 장애물 검출

초음파는 본질적으로는 가청범위의 음파와 성질이 같으나, 주파수가 높고 따라서 파장이 짧기 때문에 회절성이 거의 없고 직진이나 반사만을 하게 되므로 장애물 판별에 널리 이용되고 있다. 본 논문에서는 초음파 모듈을 사용하였다.

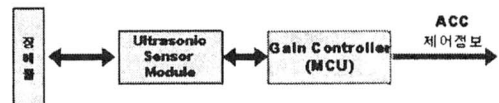


그림 7. 초음파 센서 구성도

그림 8은 초음파 센서 모듈의 Timing Diagram을 나타낸다. 초음파 센서 모듈에 Trigger Pulse를 입력 하면 Echo Pulse의 출력 파형의 길이를 계산하여 거리를 측정한다.

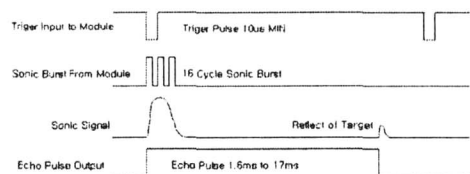


그림 8. 초음파 센서 모듈 Timing Diagram

본 논문에서는 초음파 센서는 ACC제어정보 추출에 보완하는 정도의 역할을 한다.

## V. 실험결과 및 분석

본 논문에서는 외부의 환경요인을 배제하고 실험하였다. 차선검출은 Visual C++ 6.0을 사용하여 PC를 통해 시뮬레이션하였다. Laser Sensor와 초음파 센서는 Microchip사의 프로세서인 PIC16F877를 이용하여 장애물을 추출하였다.

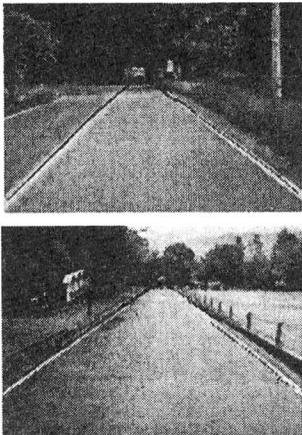


그림 9. 차선검출 결과

그림 9는 차선검출 알고리즘에 의해 검출된 결과를 보여준다.

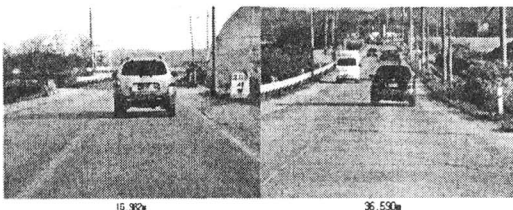
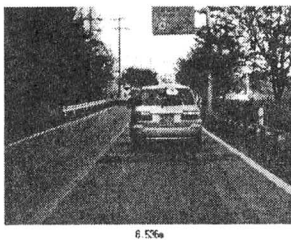


그림 10. 레이저 센서로 거리측정 결과

그림10은 선행차량과의 거리를 측정한 결과이다.

## VI. 결 론

본 논문에서는 Vision Sensor를 이용하여 차선검출하고 Laser Sensor와 초음파 센서로 장애물을 검출하였고 그것을 융합하여 ACC 제어에 필요한 정보를 추출하였다. Vision 센서와 레이저 센서를 융합하여 주행시 차선의 이탈을 방지하고, 선행차량 및 장애물에 대한 충돌방지 시스템에 이용될 수 있을 것이다. Vision 센서와 초음파 센서로는 주차시 후방이나 사각지대의 장애물을 검출하는데 이용될 수 있을 것이다.

그리고, 여기서는 구현을 못하였지만 최근 활발히 연구되는 Millimeter-wave Radar 센서를 융합하여 더욱 나은 정보를 추출하여 적응주행제어에 이용될 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Ardalan Vahidi and Azim Eskandarian, "Research Advances in Intelligent Collision Avoidance and Adaptive Cruise Control" IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.4, No.3, pp 143-153, 2003
- [2] R. C. Lo and W. H. Tsai, "Gray-Scale Hough Transform for thick line detection in Gray-Scale image" Pattern Recognition, Vol 28, No.5, pp 647-661, 1995
- [3] Y. Wang, D. Shen and E. K. Teoh, "Lane Detection Using spline model", Pattern Recognition, Vol.21, No.8, pp 677-689, 2000
- [4] Y. Wang, E. K. Teoh, D. Shen, "Lane Detection Using B-snake", IEEE Information Intelligence and Systems, 1999. Proceeding. 1999 international Conference on 31 Oct. -3 Nov. 1999 pp438-443
- [5] 강병찬, 정차근, "Hough Transform을 이용한 차선 검출의 고속화에 관한 연구", 대한전자공학회 추계 학술대회, Vol.28, No.2, pp 383-386, 2005
- [5] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, Digital Image Processing, Prentice Hall, pp 649-653
- [6] Uwe Handmann, Gesa Lorenz, Thomas Schnitger, and Werner v.Seelen, "Fusion of Different Sensors and Algorithms for Segmantation", IEEE Int. Conf. Intelligent Vehicles, pp 499-504, 1998
- [7] 장동혁, "Visual C++을 이용한 영상처리의 구현", 정보게이트, 2001