

# 감지 정보의 개념화에 의한 온톨로지 기반의 자율주행 시스템의 설계

## Design of an Ontology-based Autonomous Navigation System with Conceptualization of Sensing Information

정혜천 · 이인근 · 서석태 · 권순학\*

Hye C. Jeong, In K. Lee, Suk T. Seo and Soon H. Kwon\*

영남대학교 전기공학과

Dept. of Electrical Engineering, Yeungnam University

### 요 약

최근 외부의 개입 없이 스스로 주변 환경을 파악하고 목적지까지의 이동경로를 생성하여 자율 주행하는 지능형 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 자율 주행 시스템은 기본적으로 운행 중에 사고가 발생하지 않고 안전하게 목표점까지 이동해야 한다. 이를 위해 다양한 센서를 자율 주행 시스템에 장착하여 장애물을 인식하는 방법을 사용하고 있다. 본 논문에서는 레이저 변위 센서 및 카메라를 장착한 온톨로지 기반의 자율주행 시스템을 설계하고, 감지정보를 개념화 하는 방법을 제안한다. 그리고 자율 주행 시스템의 자율 주행 실험을 통해 제안 기법의 타당성을 보인다.

키워드 : 자율주행 시스템, 감지정보, 온톨로지, 경로계획

### Abstract

Recently, many researches on autonomous mobile system have been proposed, which are possible to recognize its surrounding environment and navigate to destination without supervisor's intervention. Various sensors are mounted on the autonomous systems in order for the systems to move to destination safely without any accident. In this paper, we design an ontology-based autonomous system mounted laser distance sensors and cameras, and propose a method to conceptualize sensing information. We show the validity of the proposed method through the experiments of the system's navigation.

Key Words : Autonomous systems, Sensing information, Ontology, Path planning.

## 1. 서 론

최근 자율주행 시스템에 대한 관심이 고조됨에 따라 지능형 자율주행에 관한 연구가 왕성하게 이루어지고 있다 [1-13]. 자율주행 시스템이 갖추어야 할 기본 조건으로는 주변의 정적 혹은 동적 장애물의 인식을 바탕으로 안전한 주행이 가능하도록 주행계획을 수립하는 것이라 할 수 있다. 이를 위한 기존 연구 방법들의 핵심은 GPS(Global Positioning System)를 이용하여 자율주행 시스템의 위치를 인식하고 주행 방향과 속도를 결정하거나, 레이저 스캐너와 같은 거리 센서를 이용하여 자율주행 시스템이 처한 주변 환경을 인식하고 이를 바탕으로 주행 가능한 도로 상황을 파악한다.

이와 같이 현재의 자율주행 시스템의 연구 방향은 GPS를 통한 위치 인식 및 주행 방향을 결정하고 주행 중 발생 가능한 위험 요소를 인식하여 안전한 운행을 위한 주행 시스템의 제어를 수행하는 것으로서, 이들 모두 정해진 명령

및 조건에 따라 행동을 결정하는 양식이다. 그러나 GPS와 같은 위치 인식 시스템을 사용할 수 없는 상황에서는 자율주행 시스템에 장착된 센서를 통해 위치를 인식하고 목표점까지의 경로계획 후 주행 안전 영역을 판단하여 주행해야 한다.

이와 관련해 참고문헌 [1]에서는 거리 센서와 카메라 정보만으로 위치를 인식하고 목표점까지의 자율주행 알고리즘에 관한 연구를 수행하였다. 또한 참고문헌 [2]에서는 기존 연구를 바탕으로 자율주행 시스템의 지식을 온톨로지로 구현하고 추론을 통해 능동적인 판단과 제어가 가능한 온톨로지 기반의 자율주행에 관한 연구를 수행하였다. 이들 연구에서는 알고리즘을 검증하기 위한 실험 과정에서 자율주행 시스템이 주행할 가상의 환경을 컴퓨터로 구현하고, 컴퓨터 모의실험을 통해 알고리즘의 타당성을 확인하였다. 그러나 기존 연구에서는 실제 환경에서의 로봇 주변 장애물의 감지 방법과 감지 정보의 개체화 방법, 그리고 실제 환경에서 구동 가능한 시스템의 설계 및 운영에 관한 연구가 부족하다.

따라서 본 논문에서는 참고문헌 [1, 2]의 연구를 확장하여 실제 환경에서의 자율주행 시스템을 설계하고, 거리 센서와 카메라를 장착하여 실제 주행 과정에서 획득한 정보를 개념화 하는 방법을 제안한다. 그리고 주행 중 획득한 정보를 바탕으로 목표점까지의 자율주행 실험을 통해 설계한 자

접수일자 : 2008년 6월 2일

완료일자 : 2008년 8월 30일

\*Corresponding author

자율주행 시스템을 검증한다.

## 2. 자율주행 시스템의 설계

본 논문에서 설계한 자율주행 시스템은 후륜구동이며, 이를 위한 2축의 DC모터와 모터드라이버의 PWM (Pulse Width Modulation)지령과 DSP(Digital Signal Processor)를 채용한 메인 컨트롤러의 토크지령에 의해 구동된다. 정밀한 위치 및 속도 피드백을 위해 1회전당 1천펄스 출력의 32bit 엔크리멘탈 엔코더를 내부적으로 4체배하여 1회전당 4000펄스로 적용하였다. 또한 장애물 인식 및 클러스터링을 통한 근접화 윈도우 XP 모바일 OS를 채용한 임베디드 시스템에 응용 프로그램을 통해 구현하였다. 그림 1은 자율주행 시스템의 구성을 보인다.

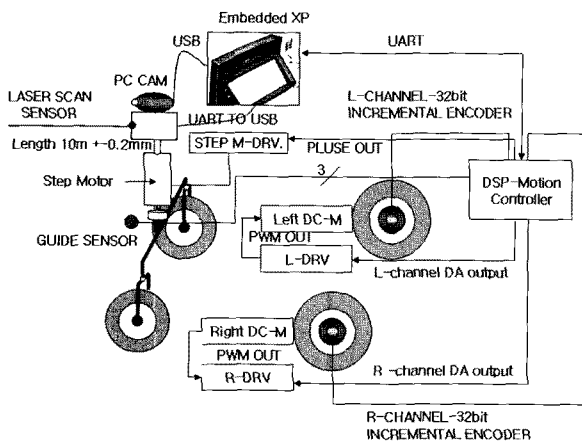


그림 1. 자율주행 시스템 구성도  
Fig. 1. Block diagram of an autonomous system

### 3.1 자율주행 시스템의 주요 구성부

자율주행 시스템은 그림 2에서와 같이 임베디드 시스템부, 2축의 후륜구동을 위한 메인 컨트롤러부, DC 모터드라이버, 고해상도 엔코더 인식부로 구성된다. 안정적인 운행을 위해 20:1의 감속기어를 채택하였으며, 2축 모션제어를 위해 피드백 PI제어기(Proportional Integral controller)를 구성하였다.

영상 및 위치 감지 위한 레이저 센서와 카메라 구동을 위한 스테핑 모터를 적용하였다. shaft의 위치를 검출하기 위한 별도의 feedback(센서 등의 신호)없이, 정해진 각도를 회전하고, 회전 속도도 pulse rate에 비례하므로 간편하게 제어를 수행한다. 그림 3은 자율주행 시스템에 적용된 각각의 해당구성 디바이스를 나타낸다.

또한, 시각 장치의 방향성을 인지하기 위해 3개의 근접센서를 이용하였고, 이는 시각 장치가 자율주행 시스템의 진행을 기준으로 얼마만큼의 각도를 유지하는지를 확인할 수 있도록 한다. 그림 3(f)는 정면 및 양 측면 근접센서와 탈조 방지를 위한 가변 가이드를 나타낸다.

그리고 그림 4에서와 같이 소형 컴퓨터를 탑재하여 시스템 개발 과정에 활용할 수 있도록 하였고, 이 소형 컴퓨터는 개발 완료시 임베디드 시스템으로 대체할 수 있도록 하였다. 그림 4는 완성된 자율주행 시스템의 외형을 보인다.

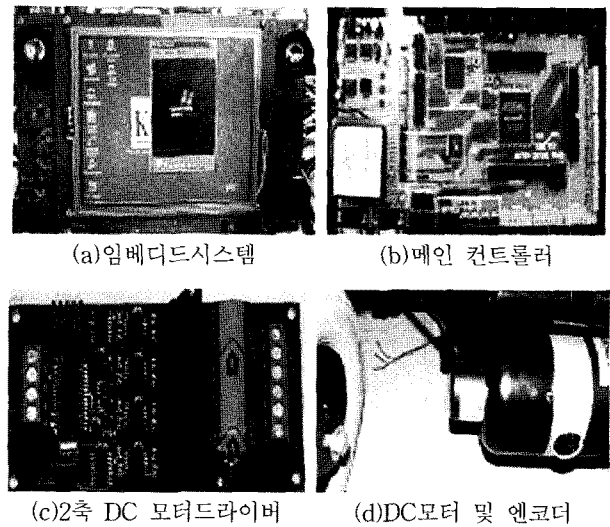
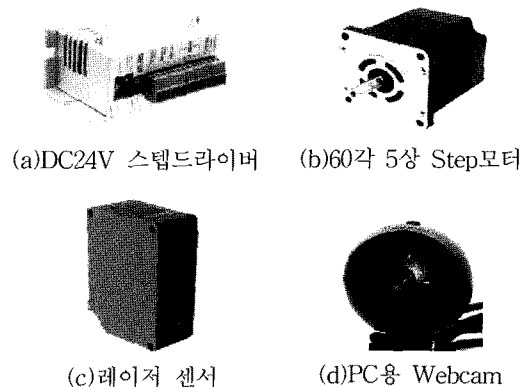
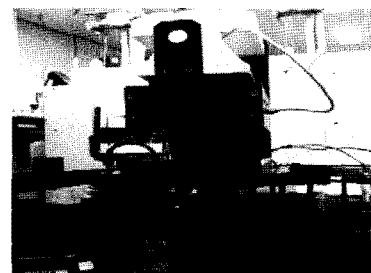


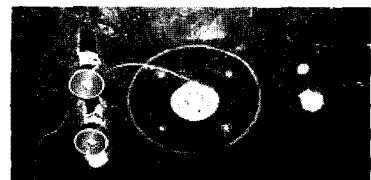
그림 2. 메인컨트롤 시스템  
Fig. 2. Main Electronic controller



(a)레이저 센서 (b)PC용 Webcam



(e)카메라 및 변위센서 Step 모션 기동부



(f) 방향 감지를 위한 근접 센서와 가이드부

그림 3. 자율주행 시스템의 구성 장치  
Fig. 3. Devices of autonomous system



그림 4. 완성된 자율주행 시스템  
Fig. 4. A finished autonomous system

### 3. 감지 정보의 개념화

#### 3.1 감지

각 센서는 그림 5(a)와 같이 로봇의 전방을 기준으로 좌·우 120°의 각도 범위의 정보를 감지한다. 따라서 센서가 240°의 각도로 회전하면서 주변 정보를 수집할 때, 매 10도 간격으로 촬영한 영상 정보를 파노라마 형태로 조합하고, 10°의 각도마다 레이저 센서로 획득한 장애물간의 거리 정보를 매핑하여 총 25개의 감지 정보를 얻는다. 예를 들어, 그림 4(b)와 같이 자율주행 시스템 주변에 장애물이 존재할 경우, 자율주행 시스템이 감지한 파노라마 형태의 영상은 그림 5(c)와 같이 표현되며, 표 1은 영상 정보와 거리 정보의 매핑을 통해 구한 감지 정보의 예를 보인다.

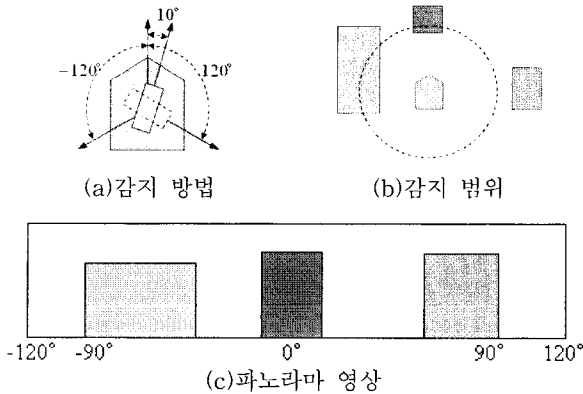


그림 5. 장애물 감지 예  
Fig. 5. An example of detecting obstacles

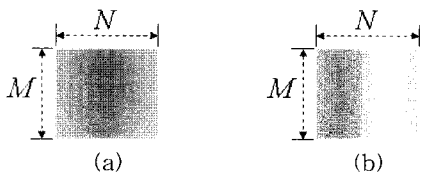


그림 6. 색상 정보의 예  
Fig. 6. Some cases of color information

그림 5(c)의 파노라마 영상에서 각 각도별로 감지된 장애물의 정보를 획득한다. 즉, 그림 6(a)와 같이 동일한 장애물의 색상이 일정 부분 왜곡된 경우나, 그림 6(b)와 같이 장애물 경계지점의 경우에는 영상 정보에서 특정 각도의 색상을 식 (1)과 같이 주변 색상의 평균값을 이용하여 구하거나, 장애물의 경계 부분은 색상 변화가 심한 부분이므로 그 지점에서의 분산을 구하여 잘못된 장애물로 판단한다. 따라서 식 (2), 식 (3)과 같이 색상에 대한 분산이 일정 값 이상인 경우에는 감지한 지점의 정보를 고려하지 않는다. 즉, 일정 영역에서의 색상 평균값을 구함으로써 웹 카메라에 의한 색상 노이즈 문제를 해결하고, 또한 색상의 분산값을 기준으로 장애물의 경계 부분을 확인함으로써 잘못된 색상 인식으로 인한 애매성을 해소한다.

$$r_{avr} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (r_{ij})}{N \times M} \quad (1)$$

( $g_{ij}, b_{ij}$ 도 같은 방법으로 구함)

여기서 ' $r_{ij}$ ', ' $g_{ij}$ ', ' $b_{ij}$ '는 영상에서 색상의 빨강(red), 초록(green), 파랑(blue) 채널에서 가로×세로가  $N \times M$ 픽셀 영역에서의 픽셀들을 의미하며, ' $r_{avr}$ ', ' $g_{avr}$ ', ' $b_{avr}$ '은 평균 색상을 나타낸다.

$$r_{\sigma} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (r_{avr} - r_{ij})^2}{N \times M}, \quad r_{truth} = \begin{cases} true, & r_{\sigma} \leq T_c \\ false, & r_{\sigma} > T_c \end{cases} \quad (2)$$

( $g_{truth}, b_{truth}$ , 도 같은 방법으로 구함)

$$d_{truth} = \begin{cases} true, & d \leq T_d \\ false, & d > T_d \end{cases}$$

$$object = \begin{cases} accept, & r_{truth} \wedge g_{truth} \wedge b_{truth} = true \\ ignore, & r_{truth} \wedge g_{truth} \wedge b_{truth} = false \end{cases} \quad (3)$$

여기서 ' $r_{truth}$ ', ' $g_{truth}$ ', ' $b_{truth}$ '는 각 색상의 분산 값이 색상 임계값( $T_c$ )에 따라 참(true), 거짓(false)으로 결정된다. 그리고 ' $d_{truth}$ '는 특정 각도에서의 장애물과의 거리 ' $d$ '가 거리 임계값( $T_d$ )에 따라 참, 거짓으로 결정된다. 따라서 특정 각도에서 감지한 장애물 정보의 효용성 판단은 식 (3)을 통해 결정한다.

표 1. 감지 정보의 매핑 결과

Table a. Mapping results of sensing information

번호	각도(°)	색상(r,g,b)	거리(mm)
0	-120	-	-
1	-110	-	-
2	-100	(40,240,240)	700
...			
11	-10	(230,50,230)	950
12	0	(230,50,230)	900
13	10	(230,50,230)	950
...			
22	100	(150,200,0)	1700
23	110	-	-
24	120	..	-

3.2 센서 모듈과 감지 정보의 개념화

필터링을 통해 획득한 장애물의 색상 정보 중에서 자율 주행 시스템과 일정 거리 내의 장애물만을 획득한다. 예를 들어, 장애물과의 거리가 '1500 mm' 이내의 장애물만을 효율 정보로 이용한다면, 표 1에서 '(150,200,0)'의 색상을 갖는 장애물은 감지 대상에서 제외된다. 따라서 그림 5(b)에서 '(230,50,230)'와 '(40,240,240)'의 장애물만이 자율주행 시스템 주변에 존재하는 장애물로 판단하고, 장애물의 인식을 수행한다. 즉, 영상정보는 거리에 관계없이 많은 정보를 제공하므로 장애물의 불필요한 장애물의 인식 과정을 줄이기 위해 일정 거리 내의 장애물만을 선택하는 것이다.

장애물의 인식에 앞서 참고문헌 [12]에서 제안한 방법으로 감지한 장애물 정보를 개념화 하여 그림 7과 같이 온톨로지로 표현한다.

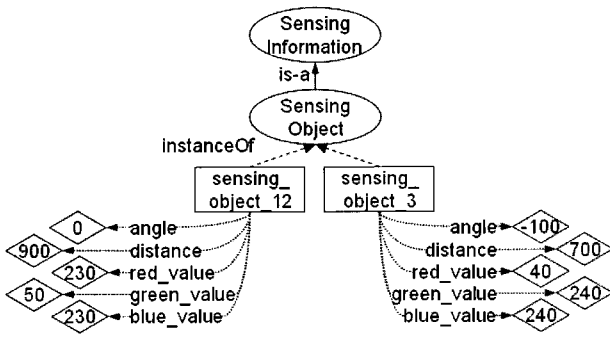
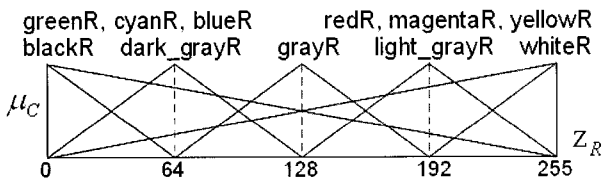
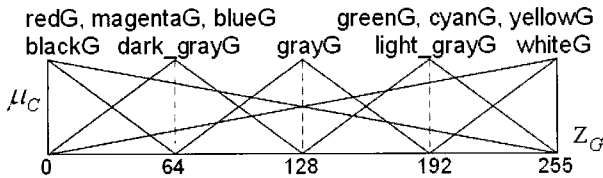


그림 7. 센서와 감지한 장애물 정보의 개념화

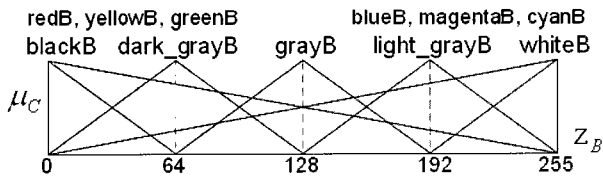
Fig. 7. Conceptualization of sensors and information on the detected obstacles



(a)'red'값의 소속 함수



(b)'green'값의 소속 함수



(c)'blue'값의 소속 함수

그림 8. 색상의 소속 함수

Fig. 8. Membership functions for color

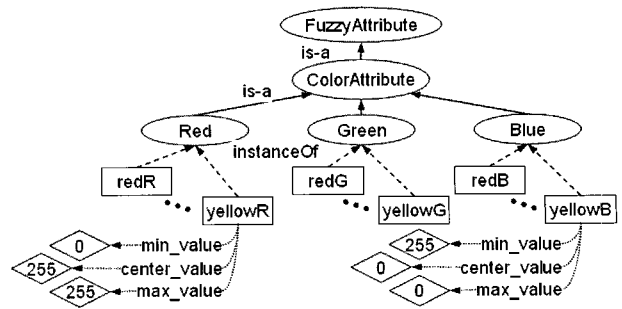


그림 9. 색상의 언어항

Fig. 9. Linguistic terms of color

개념화한 센싱 정보 개체에서 색상 정보로부터 센싱 정보와 참고문헌 [1]에서 정의한 색상 정보와의 관계를 설정한다. 참고문헌 [1]에서는 퍼지 추론을 이용하여 (r,g,b)로 표현된 장애물의 색상을 11가지(red, yellow, green, cyan, blue, magenta, red, black, dark-gray, gray, light-gray, white)로 구분하여 사용하였다. 또한 참고문헌 [1]에서 제안한 색상 개체 선택 방법과 같이 수치로 설정된 색상 정보를 [Rule-1]~[Rule-3]의 온톨로지 추론 규칙을 이용한 온톨로지 추론을 통해 색상 개체를 선택한다. 센싱 정보 개체와 색상 개체와의 관계를 속성 'has\_color'를 이용하여 설정한다. 또한 색상 개체를 선택하기 위해 그림 8의 색상별 언어항을 개념화하여 그림 9와 같이 온톨로지 표현한다. 그림 10은 온톨로지 구성에 필요한 속성의 계층을 보인다.

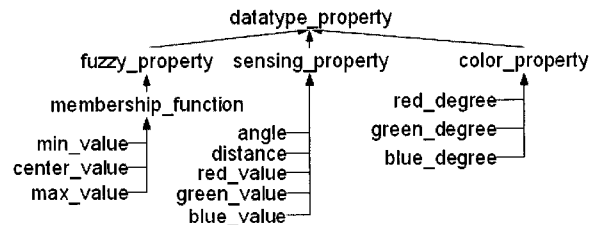


그림 10. 색상 선택을 위한 속성 계층

Fig. 10. Hierarchy of properties for color selection

[Rule-1]  
 $SensingObject(?sob) \wedge Red(?clt)$   
 $\wedge red\_value(?sob, ?rv) \wedge MF_{Triangular}(?clt, ?rv, ?mv)$   
 $\rightarrow red\_degree(?sob, ?mv)$

[Rule-2]  
 $SensingObject(?sob)$   
 $\wedge color\_property(?p1) \wedge color\_property(?p2)$   
 $\wedge p1(?sob, ?mv1) \wedge p2(?sob, ?mv2)$   
 $\wedge F_{greaterThen}(?mv1, ?mv2)$   
 $\rightarrow Cremove(?p2(?sob, ?mv2))$

[Rule-3]  
 $SensingObject(?sob) \wedge red\_degree(?sob, ?rd)$   
 $\rightarrow has\_color(?sob, Red)$   
 $\wedge Cremove(red\_degree(?sob, ?rd))$   
 $SensingObject(?sob) \wedge green\_degree(?sob, ?gd)$   
 $\rightarrow has\_color(?sob, Green)$   
 $\wedge Cremove(green\_degree(?sob, ?gd))$

$SensingObject(?sob) \wedge blue\_degree(?sob, ?bd)$   
 $\rightarrow has\_color(?sob, Blue)$   
 $\wedge Cremove(blue\_degree(?sob, ?bd))$

그림 11은 그림 5(b)의 장애물 배치에 대해 자율주행 시스템이 감지한 장애물 정보를 개념화하고, 참고문헌 [1]의 '확득' 과정을 거쳐 자율주행 시스템이 감지한 장애물 정보를 표현한 '상황 온톨로지'를 보인다.

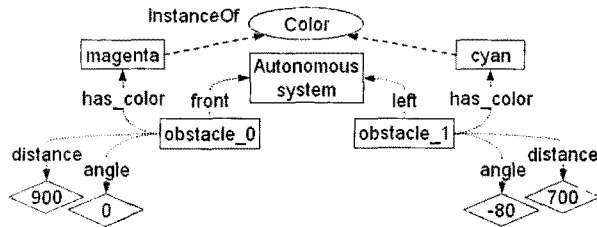


그림 11. 상황 온톨로지  
 Fig. 11. Circumstance-ontology

4. 실험

자율주행 시스템의 주행 실험을 위해 3종류의 색상(red, green, blue)의 장애물을 그림 12와 같이 배치하였다. 그리고 장애물 'O1'과 'O2' 사이에서 출발하여 장애물 'O5'를 목표점으로 이동하도록 하였다. 본 실험은 설계한 시스템의 센서와 제어, 구동에 관한 검증을 위한 것이므로 단순한 장애물 구성만으로 실험을 수행한다.



(a)원 파노라마 영상



(b)파노라마 영상의 처리 결과

그림 13. 파노라마 영상 처리

Fig. 13. Image processing of panorama image

표 2. 색상 감지 및 판단 결과

Table 2. Recognition results for objects and their color

각도(°)	색상(r,g,b)	색상개체	장애물 종류
...	-	-	-
-90	(16,117,225)	blue	O2, O5
-80	(14,116,226)	blue	O2, O5
-70	(13,118,227)	blue	O2, O5
-60	(13,124,232)	blue	O2, O5
-50	(13,124,232)	blue	O2, O5
-40	(13,128,234)	blue	O2, O5
...	-	-	-
50	(117,32,25)	red	O1, O6
60	(122,33,29)	red	O1, O6
70	(132,41,36)	red	O1, O6
...	-	-	-

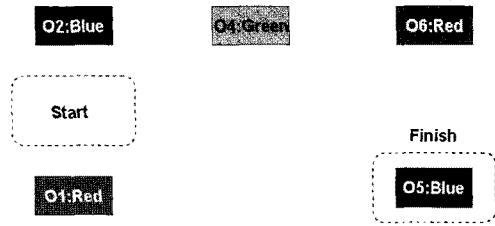


그림 12. 자율주행 시스템의 주행 실험 환경  
 Fig. 12. Navigational environment for experiments of an autonomous system

거리 센서는 레이저가 지시하는 지점의 거리 정보만을 획득하도록 되어 있어, 스텝 모터를 이용하여 일정 각도에서의 거리 정보를 획득하도록 하였다. 그리고 센서의 회전과 함께 카메라도 함께 회전하며 영상 정보를 획득한다. 카메라의 영상 정보는 각 각도에서의 영상을 획득하여 그림 13과 같이 파노라마 형식으로 가공하여 처리한다. 그림 13(a)는 카메라가 회전하면서 획득한 영상정보를 파노라마 형태로 가공한 영상이다. 그림 13(b)는 정규화된 영상에 침식 연산[14]을 수행하여 색상 노이즈를 제거하였다. 그리고 표 2는 색상 정보 온톨로지 개체로 표현한 것을 보인다. 그림 13(b)에서는 장애물 전체의 색상을 인식하였으나 거리 센서를 통해 1[m] 이내의 장애물만을 인지하도록 설정하였다. 따라서 로봇은 'O1'과 'O2'만을 인식하게 된다.

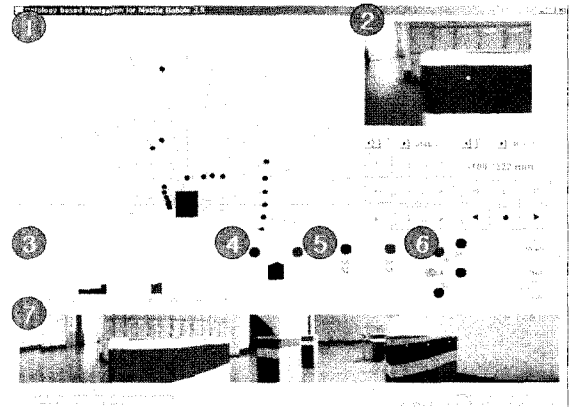


그림 14. 자율주행 시스템의 인터페이스  
 Fig. 14. Interface of an autonomous system

그림 14는 자율주행 시스템의 주행 실험을 위한 인터페이스를 보인다. ①은 센서가 회전하면서 획득한 장애물의 거리 정보를 2차원으로 표현한 것이고, ②는 카메라가 획득한 영상정보이다. ③은 로봇이 감지한 객체를 개념화하여 로봇의 감지범위 내에서 감지된 장애물의 거리 정보와 색상 정보를 각도별로 표현한 것이고, ④는 표 2에서와 같이 '확득' 과정을 통해 로봇이 인식한 장애물의 방향과 색상 관계를 시각적으로 표현한 것이다. ⑤는 '인식' 과정을 통한 로봇의 위치 추론 결과이며, ⑥은 현재 위치에서 목표점까지의 경로 계획을 보인다. ⑦은 센서가 로봇 전방을 1회 스캔한 영상정보를 파노라마 형식으로 표현한 것이다.

표 3은 자율주행 시스템이 장애물 'O1,O2'에서 출발하여 장애물 'O5'로 이동하는 과정에서 자율주행 시스템이 감지한 정보와 위치 판단, 경로 계획, 명령의 과정을 나타낸 것이다. 그리고 그림 15,16은 자율주행 시스템이 목표점까지

이동하는 과정에서의 개략적인 주행 궤적과 실제 주행 모습을 나타낸 것이다. 실험 결과 자율주행 시스템은 목표 장애물까지 잘 이동함을 확인할 수 있었다.

표 3. 실험 결과 데이터  
Table 3. Experiment result data

위치	후보	탐색 장애물	방향(°)	좌·우 모터 제어값	경로계획
			거리(mm)		
①	(05,06) (02,01)	02	-104	30:30	02→04→ 06→05
			512		
...					
②	(02,04)	04	-29	30:30	04→ 06→05
			959		
...					
③	(04)	04	111	30:30	04→ 06→05
			573		
...					
④	(06,04)	06	51	30:30	06→05
			890		
...					
⑤	(06)	06	71	30:30	06→05
			699		
...					
⑥	(05,06) (02,01)	05	121	30:0	05
			630		
...					
⑦	(05)	05	96	0:0	05
			435		

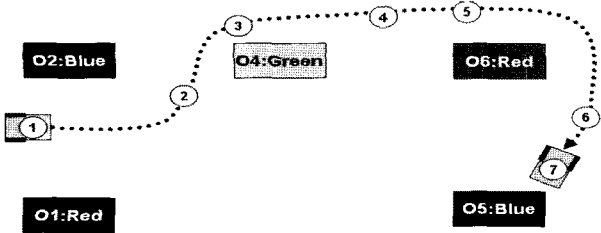


그림 15. 자율주행 시스템의 주행 궤적  
Fig. 15. Trajectory of an autonomous system



그림 16. 로봇의 실제 주행 모습  
Fig. 16. Autonomous System Running for Experiments

### 5. 결 론

본 논문에서는 실제 시스템을 구축하여 실제 환경에서의 실험을 수행하였다. 거리 센서와 카메라 영상 정보를 이용하여 로봇의 위치를 인식하였으며, 경로 계획을 통해 목표 점까지 이동함을 확인하였다.

실험실에서의 모형을 이용한 로봇 제어와 달리 거리 인식 및 영상 정보 획득에서 정확한 정보를 획득하지 못하는 문제가 있었다. 즉, 레이저 센서는 정반사가 일어나거나 레이저가 흡수되어 버리는 소재에 대해서는 정확한 거리 값을 얻을 수 없고, 카메라는 광원에 따라 정확한 색상 정보를 얻을 수 없는 문제가 발생하였다. 이런 센서의 감지 과정에서 좀 더 정확한 정보를 획득하고, 획득한 정보를 좀 더 효과적으로 필터링 할 수 있는 연구가 병행되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 이인근, 서석태, 정혜천, 권순학, “온톨로지에 기반한 자율주행 로봇의 운항,” *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제17권, 5호, pp. 626-631, 2007.
- [2] A. Konar, *Artificial Intelligence and Soft Computing; Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain*, CRC Press, 2000.
- [3] 임기현 외4, “상황 이해를 위한 로봇 지식 체계,” *정보과학회지*, 제24권, 10호, pp. 54-63, 2006.
- [4] 이현재, 최영규, “미지 환경에서 이동로봇의 주행 알고리즘,” *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제16권, 3호, pp. 275-284, 2006.
- [5] 임기현, 서일홍, “이동 로봇의 물체 인식과 주행을 위한 로봇 지식 체계,” *전자공학회 논문지*, 제44권, 6호, pp. 19-29, 2007.
- [6] 주영훈, 조상균, “유전알고리즘을 이용한 지능형 로봇의 주행 제어,” *한국퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 제15호, 4호, pp. 451-456, 2005.
- [7] 박제현, 홍광희, 최중민, “유비쿼터스 환경에서 온톨로지를 이용한 지능형 로봇의 소프트웨어 프레임워크,” *한국정보과학회 가을 학술발표논문집*, 제33권, 2호, pp. 378-382, 2006.
- [8] A. Chella et al., “Modeling Ontologies for Robotic Environments,” *In Proc. 14th International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE 2002)*, 2002.
- [9] 송윤석, 조성배, “서비스 로봇의 가려진 물체 인식을 위한 온톨로지 기반 동적 베이시안 네트워크 모델링 및 추론,” *정보과학회논문지*, 제13권, 2호, pp. 100-109, 2007.
- [10] W. L. Su and S. K. Tso, “Sensor-based Fuzzy Reactive Navigation of a Mobile Robot Through Local Target Switching,” *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. 29, no. 3, pp. 451-459, 1999.
- [11] P. K. Pal and A. Kar, “Mobile Robot Navigation Using a Neural Net,” *In Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, pp. 1503-1508, 1995.
- [12] 이인근, 권순학, “자율주행 로봇의 제어를 위한 온톨로지 설계,” *한국지능시스템학회 추계학술대회 학*

술발표 논문지, 제18권, 1호, pp. 97-100, 2008.

[13] J. A. Cobano et al., "Location of legged robots in outdoor environments," *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 56, no. 9, pp. 751-761, 2008.

[14] S. E. Umbaugh, *Computer Imaging*, CRC Press, 2005.

저 자 소 개



정혜천(Hye C. Jung)  
1998년: 경일대학교 전자공학과(공학사)  
2000년: 영남대학교 대학원 전기공학과  
(공학석사)  
2006년~현재: 동 대학원 전기공학과  
박사과정  
2000년~2005년: LG전자 디스플레이 제품  
연구소

2005년~현재: 한국섬유기계연구소 자동화 기술 팀장

관심분야: 제어 시스템, 지식기반 지능 시스템  
E-mail: doldory@kotmi.re.kr



이인근(In K. Lee)  
2001년: 영남대학교 재료금속공학부  
(공학사)  
2004년: 영남대학교 대학원 전기공학과  
(공학석사)  
2006년~현재: 동 대학원 전기공학과  
박사과정

관심분야: 지능 시스템, 자연언어처리, 정보검색, 온톨로지,  
영상 이해  
E-mail: iklee@ynu.ac.kr



서석태(Suk Tae Seo)  
2004년: 영남대학교 전자정보공학부  
(공학사)  
2006년: 영남대학교 대학원 전기공학과  
(공학석사)  
2006년~현재: 동 대학원 전기공학과  
박사과정

관심분야: 지능 시스템, 영상 처리, 영상 이해  
E-mail: kenneth78@ynu.ac.kr



권순학(Soon H. Kwon)  
1983년: 서울대학교 제어계측공학과  
(공학사)  
1985년: 서울대학교 대학원 제어계측  
공학과 (공학석사)  
1995년: 동경공업대학 시스템과학  
(공학박사)  
1996~현재: 영남대학교 전기공학과 교수

관심분야: 지식 기반 지능 시스템, 영상 처리  
E-mail: shkwon@yu.ac.kr