

실감 차량항법시스템을 위한 확률망 기반의 주행차로 인식 기술

(Understanding Lane Number for Video-based Car Navigation Systems)

김성훈* 이상일** 이기성*** 조성익**** 박종현**** 최경호**
(Sung Hoon Kim) (Sang Il Lee) (Ki Sung Lee) (Seong Ik Cho) (Jong Hyun Park) (Kyoung Ho Choi)

요약 주행중에 취득된 비디오에서 정확한 차선 정보를 추출하는 기술은 차선이탈 경보시스템, 무인 자동차, 실감 차량항법 시스템 등의 지능형 자동차와 관련된 서비스 개발에 필요한 핵심 요소 기술의 하나이다. 본 논문에서는 주행중에 취득된 비디오에서 차선의 색깔을 인식하고 주행중인 차로의 위치를 인식하는 기법을 제안한다. 즉, 석양이나 역광 등의 다양한 조도 환경에서도 차선 색깔을 인식하기 위한 방안으로 Background-color 제거 기법을 제안하고 주행 차로의 위치를 인식하는 기법으로 확률망 기반 기법을 제안한다. 제안된 확률망 기반 기법은 비디오 인식을 통해서 얻은 차선의 색깔, 차선의 타입(점선, 실선) 등의 정보와 데이터베이스에서 얻은 차로의 수, 차로 폭 등의 도로 정보를 결합하여 주행차로를 결정하는 프레임워크를 제공한다. 실험을 통해서 제안된 기법이 다양한 도로 환경에서 우수한 인식 성능을 보임을 확인하였다.

키워드 : 차선인식, 확률망 이론, 실감 내비게이션, 지능형 자동차, 텔레매틱스

Abstract Understanding lane markings in a live video captured from a moving vehicle is essential to build services for intelligent vehicles such as LDWS(Lane Departure Warning Systems), unmanned vehicles, video-based car navigation systems. In this paper, we present a novel approach to recognize the color of lane markings and the lane number that he/she is driving on. More specifically, we present a background-color removal approach to understand the color of lane markings for various illumination conditions, such as backlight, sunset, and so on. In addition, we present a probabilistic network approach to decide the lane number. According to our experimental results, the proposed idea shows promising results to detect lane number in a various illumination conditions and road environments.

Keywords : Lane Detection, Probability Network, Video-based Car Navigation, Intelligent Vehicle, Telematics

1. 서론

차량항법시스템은 2차원 지도위에 제공되는 맵기반의 차량항법시스템[1]에서 도로변의 건물이나 시설물의 정보를 포함한 지도상의 객체들을 3차원 그래픽으로 표현하여 제공하는 3차원 지도기반의 시스템[2-3]으로, 그리고 주행중에 취득한 실제 영상위에 내비게이션 정보를 제공함으로써 운전자에게 보다 정확하고 실감적인 내비게이션 정보를 제공하는 실감 차량항법시스템[4-7]으로 진화하고 있다. 실감 차량항법시스템의 개발을 위해서는 주행 중인 차량에서 취득한 영상에서의 차선 정보 추출이 매

우 중요하며, 차선 정보 추출 결과를 활용한 주행차로 판단 기술은 가장 중요한 기술중의 하나이다. 즉, 차량이 도로의 전체 차선에서 현재 어느 차선으로 주행하고 있는지의 정보를 확보하게 되면 보다 실감있는 차량 항법 시스템의 구현이 가능하게 된다. 차량의 위치가 중앙차선에 가까운지 혹은 바깥 차선에 가까운지의 정보를 이용하여 방향정보를 제공함에 있어서 차별화가 가능하며, 전방에서 우회전을 해야 하는 경우에, 현재 주행하고 있는 차선이 중앙차선에 가깝다면 운전자에게 교차로에 도달하기 전에 안전하게 차선 변경을 할 수 있도록 안내가 가능하게 된다.

† 이 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업과 2006학년도 목포대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

* (주)아이닉스 연구원, shkim@eyenix.com

** 목포대학교 전자공학과 조교수, leesi@mokpo.ac.kr, khchoi@mokpo.ac.kr(교신저자)

*** 고려대학교 방사선학과 조교수, kisung@korea.ac.kr

**** 한국전자통신연구원 책임연구원, sicho@etri.re.kr, pjh@etri.re.kr

논문접수 : 2009.02.03

심사완료 : 2009.03.06

실감 차량항법시스템의 개발을 위해서는 GPS(Global Positioning Systems) 단독 혹은 GPS 와 DR(Dead Reckoning) 센서 등을 결합하여 계산한 차량의 위치정보를 기반으로 주행중에 취득된 영상에서 도로상의 객체를 자동으로 추출하여 인식하는 기술의 확보가 필요하다[4]. 도로상의 객체를 인식하여 실감 차량항법 서비스를 제공하는 기술의 흐름도는 그림 1과 같다.

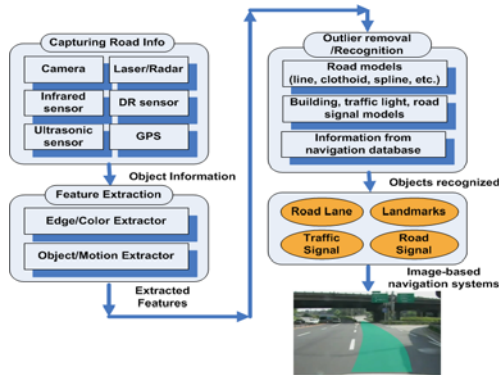


그림 1. 실감 차량항법 서비스를 위한 기술의 흐름도

첫 단계는 도로정보 획득 단계이다. 주행중인 차량에서 카메라를 이용하여 도로상의 다양한 객체에 대한 영상정보를 확보하게 되며 카메라 이외에도 Laser, Radar, 초음파 센서, 적외선 센서, GPS, DR 등의 다양한 센서를 통해서 주행 차량 주변의 객체와 도로상황 정보를 확보한다. 두 번째 단계는 정보 추출 단계이다. 다양한 센서를 통해서 확보된 도로상의 객체정보에 에지정보/칼라정보 추출자, 객체 정보 및 객체의 움직임 정보 추출자 등을 적용하여 객체의 특징정보를 추출한다. 가장 일반적으로 사용되는 특징으로는 에지정보, 컬러정보, 도로 텍스처 등이 있다[8-9]. 세 번째 단계는 도로와 도로상 객체를 인식하는 단계이다. 두 번째 단계에서 추출된 객체의 특징정보는 도로상황과 촬영환경에 따라 다양한 형태의 잡음을 포함하고 있으며 이들 잡음 정보는 도로 형태 모델, 빌딩, 신호등, 도로 표지판 정보 등과 차량항법시스템의 데이터베이스에 포함되어 있는 정보를 결합하여 제거되고 이와 동시에 객체의 인식을 수행하게 된다. 도로 정보 추출을 위해 Clothoid[5], Spline[10], Linear[11], 그리고 Snake[12] 등의 방법이 사용될 수 있다. 표지판이나 신호등의 위치와 크기 등의 정보도 객체 인식 정확도를 높이기 위해 활용될 수 있다[13]. 인식된 객체의 정보에는 차선정보, 신호등의 위치, 도로 표지판의 위치 및 내용, 건물, 주유소 등의 Landmark 정보 등이 포함된다. 도로상의 객체 정보에 대한 인식이 종료되면 주행중에 촬영한 영상위에 항법정보를 제공하게 된다.

본 논문에서는 실감 차량항법 시스템의 개발에 필요한 차선의 색깔 인식 기술과 주행중인 차로를 인식하는 기법을 제안한다. 석양이나 역광 등의 환경에서 하얀색 차선이

노란색으로 혹은 노란색 차선이 하얀색으로 인식되는 문제를 해결하기 위해 Background-color 제거 기법을 제안한다. 주행 차로를 인식하기 위한 방법으로는 확률망 기반의 주행차로 인식 기법을 제안한다. 제안된 확률망 기반의 주행차로 인식 기법은 컴퓨터 비전 기법을 통해서 얻은 차선의 색깔, 차선의 타입(점선, 실선) 등의 정보와 데이터베이스에서 얻은 정보(차로의 수, 차로 폭 등)를 효과적으로 결합하여 주행차로를 결정하는 프레임워크를 제공한다. 논문의 구성은 2장에서 실감 차량항법 시스템과 관련된 연구 동향에 대해서 기술하며, 3장에서는 제안된 Background-color 제거 기법을 설명하고 4장에서는 확률망 이론을 적용한 차로 인식 기술에 대해서 자세히 기술한다. 5장에서는 실험 결과를 기술하고 6장에서는 결론과 향후 연구에 대해서 기술한다.

2. 실감 차량항법 시스템 연구 동향

실감 차량항법 시스템과 관련하여 국내외에서 연구가 활발히 진행되고 있으며 대표적인 연구로 쿠마모토 대학의 VICNAS(Vision-based Car Navigation System)[5] 시스템과 지멘스에서 개발한 INSTAR(Information and Navigation System Through Augmented Reality) 시스템[4]을 들 수 있다. VICNAS 시스템은 데이터베이스에서 전달 받은 도로 선형 정보와 영상에서 취득한 도로 선형정보를 포함하고 있는 특징정보를 비교하여 가장 매칭 결과가 좋은 도로 선형정보를 찾아내고 그 때의 카메라 포즈를 이용하여 도로상에서의 차량의 위치 및 방향정보를 판단하고 그 결과로 영상 위에 네비게이션 정보를 제공한다. 테스트에 사용된 영상으로는 고속도로 영상이 사용되었고 DGPS를 이용하여 차량의 위치정보가 정확하다는 가정에서 실험을 진행하였다는 단점을 갖는다. INSTAR 시스템에서는 자이로를 이용하여 차량의 자세정보를 취득하였고 GPS와 휠센서를 이용하여 차량의 위치정보를 취득하였다. 여기에 차량 항법 엔진에서 얻어진 라우팅 정보를 증강현실 기법을 이용하여 라이브 비디오에 오버레이하여 디스플레이 하였다. INSTAR 시스템에서는 영상 정보 분석에 의한 도로정보를 이용하기 보다는 위치 및 자세 정보를 다른 센서 데이터를 활용하여 생성하고 이에 따른 항법정보를 제공하였다는 특징이 있다.



그림 2. ETRI-VCNS 시스템의 동작 화면 예

국내에서는 ETRI(한국전자통신연구원)에서 실감 네비게이션 서비스를 위한 핵심기술과 ETRI-VCNS (Video-based Car Navigation System)를 개발하였다[14]. 그림 2는 ETRI-VCNS의 동작화면을 캡처한 예이다. 주행중에 취득된 라이브 비디오에 컴퓨터 그래픽으로 생성된 방향정보, 속도정보, 거리정보 등을 오버레이하여 디스플레이 하고 있다.

3. Background color 제거 기법

주행중인 차량에서 취득된 비디오에서 차선의 색깔을 인식하는 것은 실감 차량항법 시스템 개발에서 매우 중요한 기능이다. 차선의 색깔 인식은 차선의 형태(점선 혹은 실선) 인식과 더불어 현재 주행하는 차로의 위치 판단에 중요한 정보를 제공해 준다. 그러나 석양 혹은 역광이 있는 환경에서는 하얀색 차선과 노란색 차선을 오인식 하는 문제가 발생하게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 간단한 방법을 제안한다. 즉, 역광 등의 환경에서 차선의 색깔이 노란색으로 보이는 경우에는 차선의 주변 도로 색깔도 노란색을 띄게 되므로 차선 색깔을 인식하기 전에 차선 주변에 포함되어 있는 노란색 성분을 차선에서 제거하여 준다는 것이다. 이 과정은 그림 3을 통해서 잘 나타나 있다.

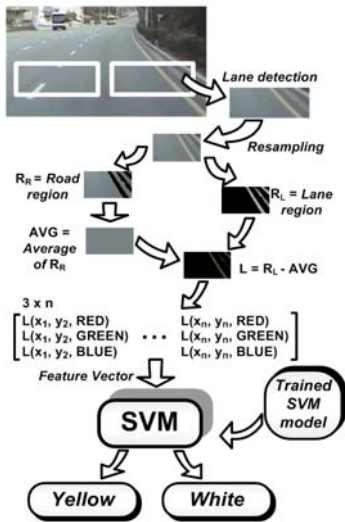


그림 3. 차선 색깔을 인식하기 위한 Background-color 제거 기법 적용 예

첫째, 차선을 검출하게 된다. 둘째, 검출된 차선은 처리 속도를 빠르게 하기 위해 리샘플링 되고 차선에 해당하는 영역(R_L)과 차선 주변의 도로에 해당하는 영역(R_R)으로 구분된다. 셋째, 도로에 해당하는 영역 R_R 의 평균을 계산하여 AVG라하고 차선 영역 R_L 에서 빼주며 그 값을 L에 저장($L=R_L-AVG$)한다. 이제 L에 저장된 데이터는 Background color가 제거된 차선 정보를 가지고 있으며 인식을 위해 선

택된 컬러 인식 시스템에 전달되게 된다. 본 논문에서는 인식 성능 평가를 위해 SVM(Support Vector Machines)을 선택하여 실험을 진행하였다. 그림 3은 SVM 트레이닝을 위해서 추출된 차선정보에서 각 픽셀의 RGB 정보를 특징벡터로 사용한 예를 보여주고 있다.

4. 확률망 기법을 이용한 차로인식

주행차로 인식은 기존 차량항법 서비스와 차별화된 서비스의 제공을 위해 필요한 기술의 하나로 차량이 전체 차로에서 현재 어느 차로로 주행하고 있는지의 정보를 확보하게 되면 보다 실감있는 차량 항법 서비스의 제공이 가능하게 된다. 주행중인 차로의 인식은 차선이 실선인지 점선인지의 판단, 차선의 색깔이 노란색인지 하얀색인지의 판단, 차선을 언제 어디로 변경했는지에 대한 정보, 현재 도로의 총 차로수에 대한 정보 등을 종합하여 판단하게 된다.

주행차로 판단을 위한 기법으로는 간단한 룰을 기반으로 한 Rule-based 기법[15]을 적용하거나 본 논문에서 제안한 확률망 기법 등을 적용할 수 있다. Rule-based 시스템의 대표적인 예로 전문가 시스템을 들 수 있다. 전문가 시스템이란 정해진 영역에 대한 전문가의 지식을 요약하고 그 지식을 적용하여 판단을 내리도록 지원하는 시스템을 의미한다. Rule-based 기법은 판단을 내리기 위해 정해진 룰에 의한 순차적인 프로세싱을 필요로 하며 룰이 증가하게 되면 시스템의 성능이 함께 떨어진다. 단점을 가진다. 주행차로 판단의 경우에 복잡한 도로 상황에 대응하기 위한 룰의 증가와 이에 따른 성능저하의 문제점이 있으며 주행차로 판단을 내리기 전에 룰의 적용에 필요한 시간이 요구된다는 단점이 있다. 본 논문에서는 도로 상에서 취득된 정보를 효과적으로 결합하기 위해 확률망 이론에 기반한 차로 인식 기법을 제안한다. 확률망 이론(혹은 Bayesian Network(BN))은 얼굴에서의 특징 추출 시스템, 운전지원시스템, 교차로 인식 시스템 등 다양한 인공지능 분야에서 활용되고 있는 기법이다. Kawasaki[16]는 운전자 지원 시스템의 개발을 위해 확률망 기법을 적용하여 레이더, 라이다, 그리고 비전 센서의 데이터를 통합하기도 하였다. 제안된 차로인식 시스템의 확률망이 그림 4에 나타나 있다.

제안된 확률망은 3개의 레이어로 구성되어 있다. 첫 번째 레이어는 주행 차로를 결정하는 Decision 레이어이고 두 번째 레이어는 데이터베이스에서 넘어온 차로 정보와 컴퓨터 비전 엔진의 인식결과를 결합하는 Data-fusion 레이어이다. 마지막 세 번째 레이어는 Visual data 레이어로 차선정보를 추출하고 차선의 색깔을 인식하고, 차선의 변경을 인식하는 등의 비전 기반의 인식 노드로 구성되어 있다. 제안된 확률망을 구성하는 노드는 Discrete한 값을 가지도록 구성되어 있어 각각의 노드는 T(True) 혹은 F(False)를 가진다. 각각의 노드에 대한 정의는 다음과 같다. DLane1은 차량이 1번 차로에 존재하는 사건을 의미하며 DLane2는 차량이 2번 차로에 존재하는 사건을 의미한다.

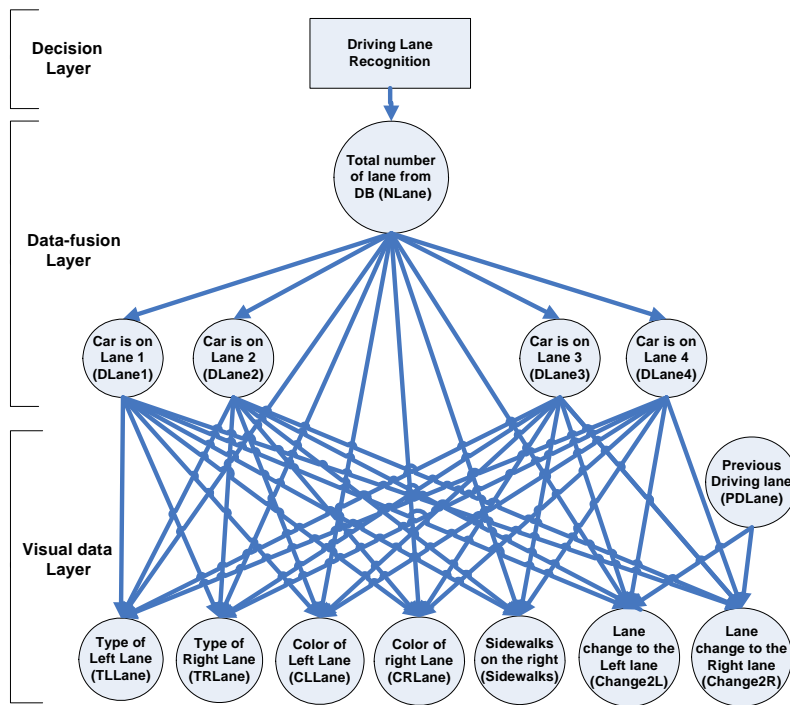


그림 4. 제안된 차로인식 시스템을 위한 확률망 구성도

$$\begin{aligned}
 &P(DLane1=T | TLLane = T, CLLane = T, TRLane = F) \\
 &= \frac{P(DLane1=T, TLLane = T, CLLane = T, TRLane = F)}{P(TLLane = T, CLLane = T, TRLane = F)} \quad (1) \\
 &= \frac{\sum_{crlane, sidewalks} P(DLane1=T, TLLane = T, CLLane = T, TRLane = F, crlane, sidewalks)}{\sum_{dlane1, crlane, sidewalks} P(dlane1, TLLane = T, CLLane = T, TRLane = F, crlane, sidewalks)}
 \end{aligned}$$

TLLane은 왼쪽 차선이 실선인 사건을 의미하며 TRLane은 오른쪽 차선이 실선인 사건을 의미한다. CLLane은 왼쪽 차선의 색깔이 yellow인 사건을 의미하고 Sidewalks는 주행 차로 오른쪽에 인도가 있는 사건을 의미한다. Change2L은 왼쪽으로 차선변경이 이루어진 사건을 의미하며 PDLane은 차선변경이 일어나기 전의 주행 차로 정보를 의미한다. 예를 들어, 차량이 1차로에 있으면 DLane1=T 이고 차량이 1차로에 존재하지 않고 다른 차로에 있으면 DLane1=F 이다. 만일 왼쪽 차선의 형태가 실선이면 TLLane=T이고 점선이면 TLLane=F 이다. 차량이 1번 차로로 주행중인 경우의 확률을 구하는 방법은 다음과 같다. 예를 들어, 왼쪽 차선의 형태가 실선이고(TLLane=T) 왼쪽 차선의 색깔이 yellow이며(CLLane=T) 오른쪽 차선의 형태가 점선인 경우(TRLane=F) 일 때 차량이 1차선으로 달리고 있을 확률(DLane1=T)은 식 (1)과 같다. 확률망 기반 기법의 알고리즘 복잡도는 구현된 확률망의 복잡도에 의존하게 된다. 제안된 확률망은 그림 4에서 보여진 것과 같이 간단한 구조로 되어 있어 실시간 처리에 문제가 없도록 설계되어 있다.

5. 실험 결과

제안된 알고리즘의 테스트를 위해 다양한 도로 환경과 조도 환경에서 취득된 데이터를 활용하였다. 실험에 사용된 차량은 CCD 카메라와 GPS를 장착하고 시속 60km/h 속도로 대전 시내를 주행하며 몇 달에 걸쳐 다양한 환경에서의 데이터를 취득하도록 하였다. 알고리즘의 구현을 위해서 Pentium-4 3GHz의 PC를 사용하였고 알고리즘의 구현을 위해 Visual C++를 사용하였다. 수집된 데이터는 차선 상태가 양호하고 차량에 의해서 가려지지 않은 인식이 비교적 쉬운 데이터에서 그림 5에 나타난 것과 같이 다양한 형태의 인식이 어려운 상황의 도로 영상(즉, 차량에 의해 차선 일부가 가려진 경우, 차량에 의해 차선이 완전히 가려진 경우, 차선이 지워진 경우, 도로 안내 문자가 있는 경우, 그림자가 있는 경우, 터널 내부, 석양, 역광, 그리고 야간 주행시 가로등 불빛이 있는 경우 등)을 포함한다. 취득된 데이터에서 역광, 석양, 가로등, 그림자 등 차선의 색깔 인식이 비교적 어려운 영상을 중심으로 22,650 프레임을 선정하여 차선 색깔 인식

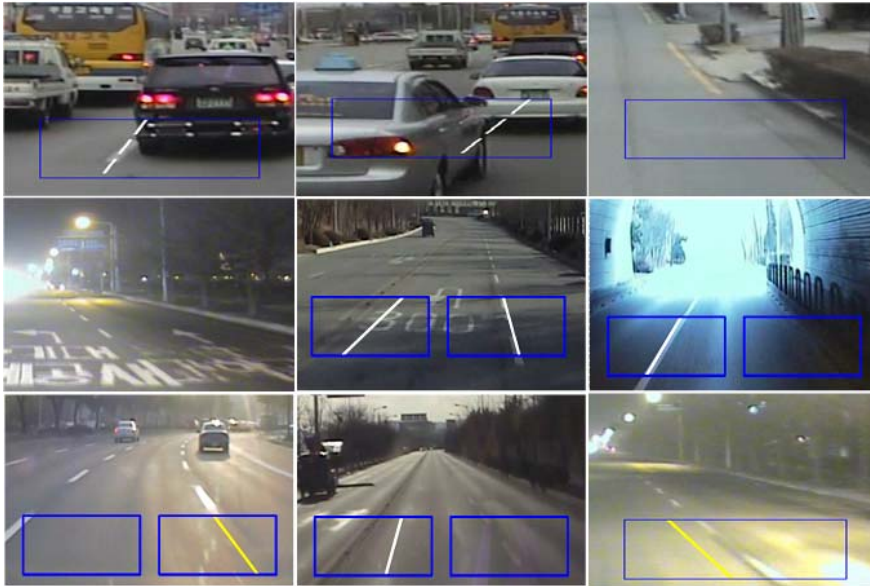


그림 5. 차선 인식이 어려운 다양한 상황의 도로 영상 예

(위에서부터 오른쪽 아래로 차량에 의해 차선 일부가 가려진 경우, 차량에 의해 차선이 완전히 가려진 경우, 차선이 지워진 경우, 도로 안내 문자가 있는 경우, 그림자가 있는 경우, 터널 내부, 석양, 역광, 그리고 야간 주행시 가로등 불빛이 있는 경우)

기법의 성능을 검증 하였다. 확률망 기법을 활용한 주행 차로 인식 시스템의 성능을 확인하기 위해서는 차량이 많지 않아 비교적 주행 차로 인식이 양호한 영상 20,300 프레임과 차량이 많고 차선 변경을 포함하고 있는 22,950 프레임을 선정하여 성능을 검증하였다.

제안된 Background-color 제거 방법을 이용하여 차선의 색깔을 인식한 결과가 표1에 나타나 있다. 성능 평가는 추출된 차선에서 RGB 정보를 이용하여 차선의 색깔을 인식하여 인식 성능을 확인하고 제안된 Background-color 제거 기법을 활용하여 추출한 차선의 RGB 정보를 이용하여 차선 색깔의 인식 성능을 계산하여 두 방법의 성능을 비교하였다. 추출된 RGB 컬러 정보는 SVM에 각각 입력되어 최종적으로 차선 색깔을 인식하도록 하였다. 테스트 결과 일반적인 조도 상황에서는 RGB 컬러정보를 이용한 방법이 89.7%, Background-color 제거를 통한 RGB 컬러정보는 99%의 인식률을 보였다. 그러나 역광이나 석양의 경우에 RGB 컬러정보를 이용한 방법은 인식률이 현저히 떨어짐을 확인할 수 있었고 제안된 기법에 의한 특징 정보를 이용한 경우 인식률이 비교적 양호(75% 이상)한 인식 성능을 보여줌을 확인 하였다. 그림 6(a)와 6(b)는 제안된 기법에 의해서 석양 및 야간의 가로등 환경에서 차선 색깔을 성공적으로 인식한 예를 보여준다. 제안된 Background-color 제거 기법에 의해서 전체적으로 분포되어 있는 노란색 성분이 제거됨을 알 수 있다. SVM의 인식률의 경우에 Linear 함수를 이용한 방법과 Radial basis 함수를 이용한 방법에 대해서 테스트를 진행하였으며 두 함수 모두에서 제안된 기법을 적용한 특징 정보가 인식률이 우수한 것으로 확인 되었다.

표 1. Background-color 제거 기법을 적용한 차선 색깔 인식 성능 평가 결과

	RGB		RGB after background color removal	
	linear	Radial basis	linear	Radial basis
Road with good conditions	89.7%	71.9%	99.0%	80.7%
Tunnel	21.4%	18.5%	78.5%	62.5%
Backlights	8.3%	6.5%	50.0%	38.8%
Shadow	92.6%	73.3%	97.5%	77.0%
Sunset	42.8%	34.0%	78.5%	61.4%
Night	33.3%	24.6%	69.0%	52.1%
Street lamp	21.4%	16.4%	46.4%	34.7%

제안된 확률망 기반의 주행 차로 인식 시스템의 성능 평가를 위해 Rule-based 기법의 주행 차로 인식 시스템의 인식률을 계산하여 비교 평가하였다. 제안된 확률망 기반 기법을 구현하기 위해 오픈소스 C++ 라이브러리 SMILE[17] 코드를 이용하여 구현하였다. 표 2에 제안된 주행 차로 인식 시스템의 성능이 나와 있다. 차량이 많지 않은 주행 환경에서는 두 방법 모두 우수한 인식 성능을 보여 주었다. 그러나 차량이 많거나 차선 변경이 있는 영상에서는 제안된 기법이 우수한 성능을 보여줌을 확인 하였다.



(a)



(b)

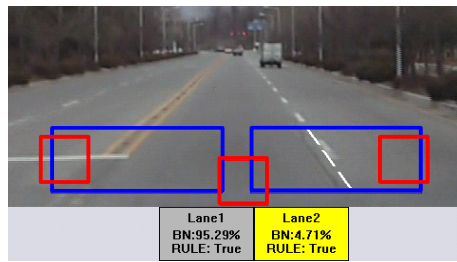
그림 6. Background-color 제거 기법에 의해서 성공적으로 인식된 차선 색깔의 예

표 2. 확률망 기반의 주행 차로 인식 시스템 성능 평가

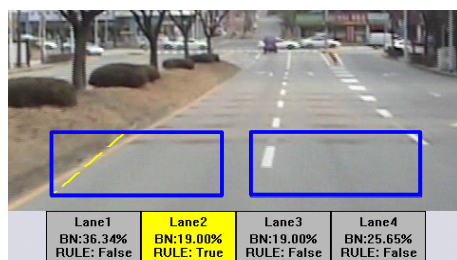
도로 환경	적용된 방법	주행 차로 인식률
Good road conditions, e.g., few cars on the road	Rule-based	98.5%
	확률망 기반 기법	98.5%
Poor road conditions, e.g., with many cars and lane change maneuver, etc.	Rule-based	65.3 %
	확률망 기반 기법	76.8 %

제안된 확률망 기반의 기법은 영상인식을 통해서 얻은 약간의 정보(evidence)를 이용하여 주행 차로를 인식할 수 있는 장점을 가진다. 그림 7은 제안된 기법을 이용하여 주행 차로를 인식한 결과의 예를 보여준다. 그림 7(a)에서는 95.29%의 확률로 1차로를 주행 차로로 인식하였다는 것을 의미한다(2차로일 확률은 4.71%임).

제안된 확률망 기반 기법에서는 오른쪽 차선이 점선이라는 부분적인 정보와 누적된 정보를 기반으로 주행차로가 1차선이라는 결과를 출력한 것이고 Rule-based 기법에서는 오른쪽 차선이 점선이라는 정보에 의존하여 주행 차로가 2차선이라고 오인식 한 것이다. 실험을 통해 제안된 확률망에 의한 주행 차로 인식 시스템은 구조가 간단하면서 비교적 양호한 성능을 보여준을 확인하였다. 그러나 보다 다양한 도로 상황에서의 높은 인식률을 확보하기 위해서는 확률 노드를 모델링하여 추가할 필요가 있다.



(a)



(b)

그림 7. 제안된 확률망 기법을 이용한 주행 차로 인식 결과

(예 : (a) 확률망 이론 기법으로 주행차로를 1차로로 인식(확률=95.29%)한 예; (b) 확률망 이론 기법으로 주행차로가 1차로로 인식하였으나 Rule-based 기법에서는 2차선으로 오인식함. 이 결과는 차선변경 정보를 인식하지 못하여 Rule-based 기법에서는 오인식 한 것이며 확률망 기반 기법에서는 왼쪽 차선의 색깔에 높은 확률값을 부여하여 1차로로 인식된 예임.)

6. 결론

본 논문에서는 다양한 도로 상황 및 조도 환경에 강인한 차선의 색깔 인식 기법과 확률망 이론에 기반한 주행 차로 인식 기술에 대해서 제안 하였다. 차선의 색깔을 인식하기 위한 방법은 역광이나 석양에 의한 차선 색깔의 오인식을 방지하기 위한 방법으로 Background-color 제거 기법을 제안 하였다. 주행 차로를 인식 하기 위한 기법으로는 주행 차로 판단에 필요한 차선의 색깔 정보, 차선의 형태, 차선 변경 정보, 총 차로 수 등의 정보의 연관성을 확률망으로 모델링하고 확률에 의해 주행차로를 판정하는 기법을 제안하였다. 제안된 확률망 기반의 주행 차로 인식 기법은 비디오에서 인식된 객체의 정보와 데이터베이스의 정보를 효과적으로 결합하기 위한 프레임워크를 제공하며 다양한 환경에서 주행 차로를 인식하도록 설계 되었다. 제안된 기법은 지능형 자동차, 운전자 안전 지원 시스템, 실감 차량 항법 시스템 등의 개발에서 요구되는 차선 인식 기능의 구현을 위해 효과적으로 활용 가능하다고 판단된다. 향후 연구로는 실감 차량 항법 시스템의 상용화를 위한 서비스 측면에서의 요구사항을 도출하고 기존의 차량항법 시스템과의 연계를 통해 차선의 인식이 불가능한 상황이나 야간에서도 실감 항법 서비스가 Seamless 하게 이루어지도록 하는 방안을 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] TomTom, portable GPS car navigation systems (<http://www.tomtom.com/products/>)

[2] Sony XYZ 3D Navigation systems (<http://www.jp.sonymstyle.com/Product/Car/Nv-xyz/index.html>)

[3] Kouhei Tou, Tohru Irie, Joo Kooi Tan, Seiji Ishikawa, "Producing a Three-dimensional Road Map for Car Navigation," Proc. International Joint Conference on SICE-ICASE, 2006, pp. 4776-4779.

[4] Narzt, W., Pomberger, G, Ferscha, A., Kolb, D., Muller, R., Wiegardt, J., Hortner, H., Lindinger, C., "Pervasive information acquisition for mobile AR-navigation systems," Proc. Of Mobile Computing Systems and Applications, 2003, pp. 13-20.

[5] Zhencheng Hu, Uchimura K, "Real-time data fusion on tracking camera pose for direct visual guidance," Proc. of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004, pp. 842-847.

[6] Marcel Levy, Sergiu Dascalu, and Frederick C. Harris, "ARS VEHO: Augmented Reality Systems for Vehicle Operation," Proc. Of Computers and Their Applications, 2005, pp. 282-289.

[7] 김용권, 이기성, 조성익, 박정호, 최경호, "차세대 실감 내비게이션을 위한 실시간 신호등 및 표지판 객체 인식," 한국공간정보시스템학회 논문지, 제10권 제2호, 2008, pp. 13-24.

[8] Jill D. Crisman, Charles E. Thorpe, "SCARF: A Color Vision that Tracks Road and Intersections," IEEE Transaction on Robotics and Automation, vol. 9, no. 1, 1993, pp. 49-58.

[9] Calin Rotaru, Thorsten Graf, and Jianwei Zhang, "Extracting road features from color images using a cognitive approach," Proc. of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004, pp. 298-303.

[10] K.C. Kluge, C.M. Kreucher, S. Lakshmanan, "Tracking lane and pavement edges using deformable templates," Proc. SPIE Conference on Enhanced and Synthetic Vision, 1998, pp. 167-176.

[11] Young Uk Yim and Se-Young Oh, "Three-feature based automatic lane detection algorithm(TFALDA) for autonomous driving," IEEE Transactions on ITS, Vol. 4, No 4, Dec. 2003, pp. 219-225.

[12] Y. Wang, E. Teoh, D. Shen, "Lane detection

and tracking using B-snake," Image and Vision Computing, vol. 22, no.4, 2004, pp. 269-280.

[13] Kisung Lee, Yongkwon Kim, Seong Ik Cho, Kyoungho Choi, "Building Detection in Augmented Reality Based Navigation System," LNCS 4352, Part II, 2007, pp. 544-551.

[14] 조성익, 김경호, 주인학, 박정호, 채기주, 이승용, "차세대 내비게이션 기술 현황 및 전망," 전자통신 동향분석, 22권, 3호, 2007, pp. 12-19.

[15] Jonathan Munson, SangWoo Lee, DaeRyung Lee, "A rule-based system for sense-and-respond telematics services," Proc. EESR Workshop on End-to-End, Sense-and-Respond Systems, Applications, and Services, 2005, pp. 31-36.

[16] N. Kawasaki, U. Kiencke, "platform for sensor fusion on advanced driver assistance system using Bayesian network," Proc. Of IEEE Intelligent Vehicles Symposium, 2004, pp. 250-255.

[17] Structural modeling, inference, and learning engine (<http://genie.sis.pitt.edu/>).



김 성 훈
 2006년 목포대학교 전자공학과 (공학사)
 2008년 목포대학교 전자공학과 (공학석사)
 2008년~현재 (주)아이닉스 연구원
 관심분야는 영상이해, 임베디드시스템, 하드웨어 설계 등



이 상 일
 1991년 고려대학교 전자전산공학과 (공학사)
 1994년 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
 2002년 워싱턴대학교(미) 전기공학과 (공학박사)
 1994년~1997년 (주) 데이콤
 2002년~2003년 (주) 삼성전자 통신연구소 책임연구원
 2003년 9월~2005년 8월 국립목포대학교 정보공학부 전임강사
 2005년 9월~현재 국립목포대학교 정보공학부 조교수
 관심분야는 방송통신융합, 초고속무선통신



이 기 성
 1986년 고려대학교 전자전산공학과 (공학사)
 1990년 고려대학교 전자공학과 (공학석사)
 2003년 University of Washington (공학박사)
 2004년~2005년 UW Medical Center, Senior Fellow
 2005년~2007년 국립공주대학교 정보통신공학부 조교수
 2007년~현재 고려대학교 방사선학과 조교수
 관심분야는 영상신호처리, 텔레메틱스 응용, uHealth응용, 의료 영상



최 경 호
 1989년 인하대학교 전기공학과 (공학사)
 1991년 인하대학교 전자공학과 (공학석사)
 2002년 University of Washington (공학박사)
 1991년~2004년 ETRI 연구원
 2004년~2005년 ETRI 텔레메틱스콘텐츠연구팀장
 2005년~2006년 국립목포대학교 전임강사
 2007년~현재 국립목포대학교 조교수
 관심분야는 텔레메틱스, 미래형자동차, 멀티미디어 신호 처리, 하드웨어설계 등



조 성 익
 1984년 연세대학교 천문기상학과 (이학사)
 1987년 연세대학교 천문기상학과 (이학석사)
 1987년~1996년 시스템공학연구소 선임연구원
 1996년~현재 한국전자통신연구원 책임연구원
 관심분야는 원격탐사, 컴퓨터비전, 텔레메틱스 등



박 중 현
 1989년 경희대학교 우주과학과 (이학사)
 1991년 연세대학교 천문기상학과 (이학석사)
 2000년 Chiba Univ. 원격탐사&GIS (공학박사)
 2000년~2004년 ETRI 텔레메틱스연구단 LBS연구팀장
 2004년~현재 ETRI 융합기술연구부문 텔레메틱스연구부장
 관심분야는 텔레메틱스, USN 미들웨어, LBS, GIS 등