실사영상 기반 내비게이션을 위한 도로객체인식
Road Object Recognition for Real Video based Navigation

박정호*, 조성익
Jeong-Ho Park*, Seong-Ik Jo
한국전자통신연구원 텔레매틱스.USN 연구단
{parkjh*, chosi}@etri.re.kr

요 약

본 논문에서는 실사영상을 기반으로 동작하는 내비게이션에서 핵심적인 역할을 담당하고 있는 모듈 가운데 하나인 도로객체인식 모듈의 기능에 대해서 살펴보고자 한다. 이 모듈은 기존의 맵 기반의 내비게이션에서 찾아볼 수 없는 부분이며, 실사 영상위에 차량의 경로를 안내하기 위해서는 이 모듈을 통해 다양한 도로객체를 인식해야 하는데, 주행차선인식, 주행차로인식 및 신호등 인식이 필요하며 경우에 따라서는 건물인식이 여기에 포함될 수 있다.

1. 서 론

현재의 차량 내비게이션은 매우 빠른 속도로 진화하고 있다. 국내의 경우 아직까지는 2D 맵 기반의 내비게이션이 크게 주류을 이루고 있지만, 최근 몇 년동안 플래쉬 메모리의 성장, 모바일 장비에서의 처리 능력 향상과 더불어 고급화된 맵, 검색 및 안내 기능의 지능화등 다음 세대로 나아가기 위한 기반이 마련되고 있다.

일본에서는 이미 3D 맵을 기반으로 한 내비게이션이 일반화 되고 있는 가운데, 차세대 내비게이션은 실사 영상을 기반으로 발전할 것으로 예상하고 있다.

이러한 실사영상 기반 내비게이션 구현을 위한 다양한 실험이 이미 미국, 독일, 일본의 연구소 및 대학에서 연구되고 있으며 일부에서는 HUD로 까지 적용하기 위한 개념을 발표하기도 하였다.[1-3]

본 논문에서는 실사영상 기반 내비게이션(Real Video based Car Navigation System: RVCNS)에 대한 간략한 소개와 함께 이러한 내비게이션을 구현할 때 기존 내비게이션에서는 전혀 고려되지 않았던 도로객체인식 부분에 대해 살펴보고자 한다.

2. 실사영상 기반 내비게이션

그림 1에서 보는 바와 같이 RVCNS는 기존의 맵 기반 내비게이션의 경로탐색엔진은 그대로 활용하지만 카메라와 영상을 처리하고 경로를 그래픽으로 표현하는데 필요한 CarPC 성능의 프로세서가 추가가 된다.

그림에서 실감차량엔진에 해당하는 부분이 기존 내비게이션에서 지원되지 않는 모듈에 해당한다.

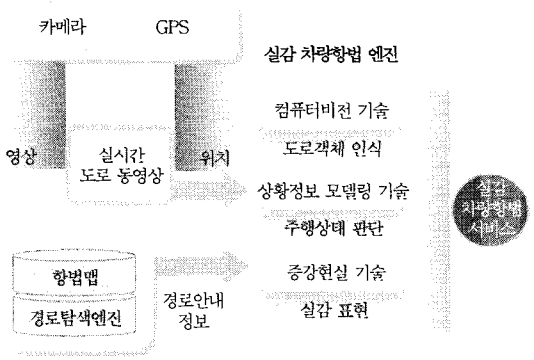


그림 1. 실사영상 기반 내비게이션 개념도

그림 2는 RVCNS가 장착된 차량의 내부 모습을 보여준것이다. 그림에서와 같이 실제 주행하고 있는 도로의 모습을 단말기를 통해 보여주고, 그 영상위에 차량이 진행해야 할 방향을 보여주는 방식이다. 이러한 기능을 구현하기 위해서는 무엇보다 차량이 주행중인 도로의 차선과 차량이 몇차로를 주행하고 있는지의 여부를 판단하기 위해 컴퓨터비전 기술을 통해 영상인식을 해야한다.

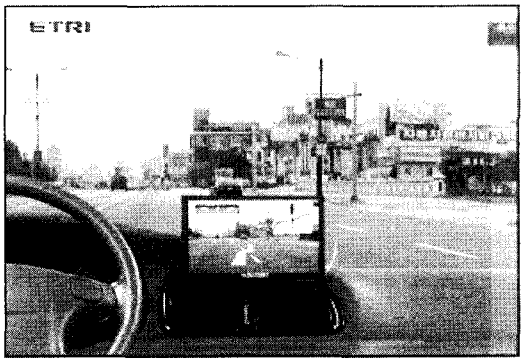


그림 2. RVCNS의 예

또한 주행경로상의 신호등의 색상을 판별하여 안전운전경고 서비스를 할 경우 신호등인식이 필수적으로 적용되어야 한다. 더불어 주행경로상의 주요건물에 대한 정보를 보여주기 위해서는 건물인식 기술도 필요하게 될 것이다. 다음 장에서는 각 인식기술에 대해 살펴보기로 한다.

3. 도로객체인식 기술

RVCNS를 구현하기 위해서는 다양한 도로객체 가운데 차선과 차로인식은 활용성이 높기 때문에 필수적으로 인식해야 할 대상이다. 몇 가지 도로객체 가운데 먼저 위 두가지에 대해 먼저 알아보기로 한다.

3.1 차선인식

일반적인 옥외환경에서 어떠한 객체를 인식하기 위해서는 실내에서 고려되지 않은 많은 장애물을 극복해야만 한다. 도로위에 그려진 차선의 경우 차선표식이 희미하거나 경우에 따라 닳아서 없어지는 경우도 있으며, 주변차량이나 사물에 가려서 보이지 않는 경우와 같은 일반적인 문제 이외에도 빛의 각도 및 강도에 따라 차선의 형태 혹은 색상에 큰 영향을 미친다는 점을 고려하면 간단하게 보이는 차선도 결코 쉬운 인식대상은 아니다.

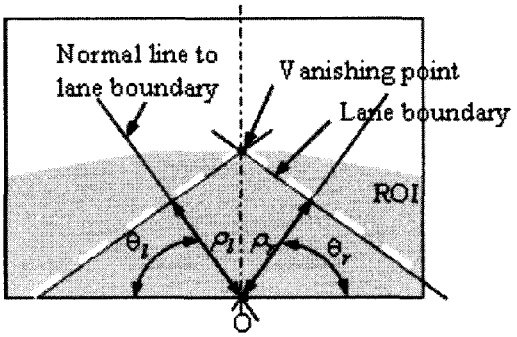


그림 3. 차선인식을 위한 기본 모델

그림 3은 차선을 인식하기 위해 대부분의 인식 방식에서 사용하고 있는 기본적

인 모델이다. 좌우차선에 의해 만들어진 소실점이 있으며, 차량이 차로 중앙을 달린다고 가정했을 때 그 소실점은 정중앙에 오게 된다. 이러한 상황에서 좌우차선은 중심점을 기준으로 같은 각도를 이루게 되지만 차량의 주행상태나 카메라의 설치 위치에 따라 그 각도는 언제든 주어진 범위내에서 이루어지게 될 것이다.

차선인식을 위한 다양한 알고리즘들이 존재하지만[4-5], 그림 4와 같은 굵직한 단계를 거치게 된다. 전처리 단계는 상황에 따라 보통 생략되기도 한다. 차선은 도로 색상과는 구별되도록 그려져 있기 때문에 에지검출 방식을 적용하면 어느 정도 얻어낼 수 있다.

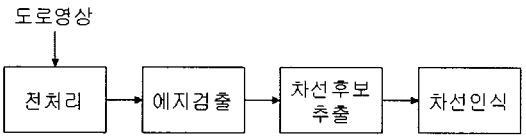


그림 4. 차선인식 단계

에지검출 단계를 거치면 매우 많은 에지가 얻어지게 되는데 이 가운데서 차선이 될 수 있는 후보군을 추출하는 과정이 필요하게 된다. 이 후보들 가운데 차선의 조건을 만족하는 후보를 최종 차선으로 결정할 수 있게 된다.

그러나, 앞에서 살펴본 바와 같이 차선인식을 방해하는 다양한 요소들이 존재하기 때문에 최종 인식된 차선이 실제 차선이라고 명확히 말할 수 없는 경우도 많이 생겨나게 된다.

차선인식은 일반적으로 직선 구간을 대상으로 많은 연구 논문과 제품들이 발표되었지만, 상대적으로 급커브 구간과 같이 곡률이 있는 도로에서의 연구 결과는 미흡한 편이다.

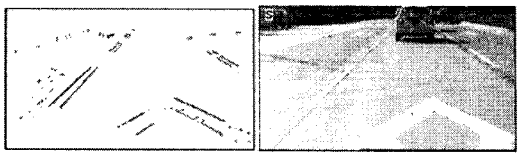


그림 5. 다양한 차선후보와 인식결과

3.2 차로인식

기존 내비게이션의 경로 안내 기능은 일반적으로 차량의 위치와 상관없이 좌회전, 우회전을 안내하고 있다. 즉, '전방 300m 전방에서 좌회전입니다'와 같은 안내 음성을 통해 경로를 안내하고 있지만, 만일 주행차량이 몇 차로를 주행하고 있는지 인지 할 수 있다면, 차로 단위의 경로 안내가 가능하게 된다.

현재 이 분야에서는 이렇다 할 만한 연구가 국내외 적으로 이루어지고 있지 않지만 차량에 카메라 장착이 보편화 될 시점에서는 정확한 경로 안내가 내비게이션을 통해 제공될 수 있을것이다.

본 논문에서는 ETRI에서 추진하고 있는 차로 인식 기법을 중심으로 설명하고자 한다.

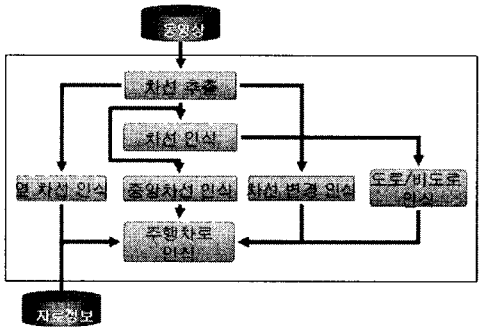


그림 6. 차로인식 개념도

그림 6에서와 같이 차로 인식은 그 바탕에 차선 인식이 기본적으로 포함되어져 있다. 차선 인식 대상은 현재 주행중인 차로의 차선과 바로 이웃하는 차선이지만,

이 대상에는 중앙차선 인식은 필수적이다.

중앙 차선을 인식할 수 있다면, 현재 주행중인 차로는 쉽게 유추할 수 있기 때문이다. 그러나, 중앙 차선 인식은 카메라를 통해 들어온 입력 영상이 노란 색상을 띈다는 가정하에서 시작되지만, 실제 도로 환경에서 노란 색상과 하얀 색상은 빛의 영향에 따라 구분하기 힘든 경우가 많아서 오류를 범할 확률이 높게 된다.

상기 그림에서 도로 및 비도로의 인식은 만일 차량이 도로의 맨 가장자리 혹은 바로 그 안쪽 차로를 주행중일 경우 우측은 가로수가 있거나 사람이 통행하는 인도이기 때문에 비교적 균일한 텍스춰를 갖는 도로와는 쉽게 구분이 되기 때문에 이러한 경우에도 주행차로를 인식할 수 있게 된다.

또한 차선 변경을 인식할 수 있다면 기존의 누적된 정보를 기반으로 몇 차로를 주행하는지 쉽게 유추할 수 있지만, 차선 변경 또한 인식 오류를 범할 확률이 높기 때문에 최종 판단을 내리기 위해서는 다양한 인식 결과를 활용해야 한다.

이러한 주행차로 인식의 효과를 높이기 위해서는 현재 주행중인 도로의 전체 차로수가 사전에 DB로 구축되어 주행차로 인식 시스템에 실시간으로 전달되어야 한다. 또한 무엇보다도 이러한 인식이 가능하기 위해서는 카메라의 화각이 최소 4차로 이상이 보이도록 조정해야 한다는 점이다. 하지만 이러한 카메라의 화각 조절은 다음절에서 설명하는 신호등 인식에 영향을 미칠 수 있기 때문에 조절 범위는 적당한 레벨에서 결정되어야 한다.

그림 7은 이러한 기본 알고리즘에 따라 구현된 주행차로 인식 결과를 나타낸것이다. 그림에서와 같이 중앙선이 포함된 좌우 차선과 도로 영역을 분석함을 알 수 있다.

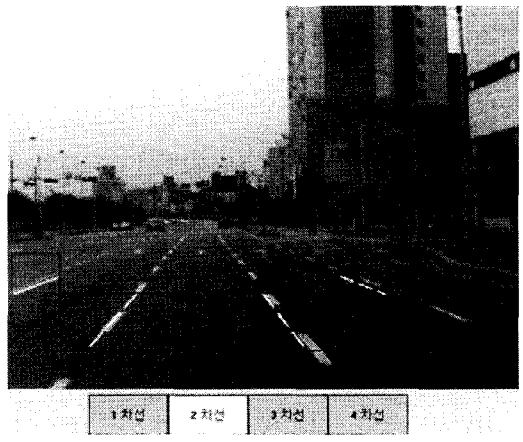


그림 7. 주행차로 인식 결과

3.3 신호등 인식

실사영상 기반 내비게이션 시스템에서 신호등을 인식하는 이유는 두 가지가 있다. 첫 번째는 신호등의 위치를 통해 교차로의 위치를 추정할 수 있고, 이를 기반으로 그래픽으로 경로 표시를 보다 정확히 할 수 있게 된다.

물론 이러한 기능은 모든 교차로 마다 신호등이 있다는 전제가 뒷받침 되어야 하며, 신호등의 설치 위치도 교차로에 어느 정도 근접해야만 한다.

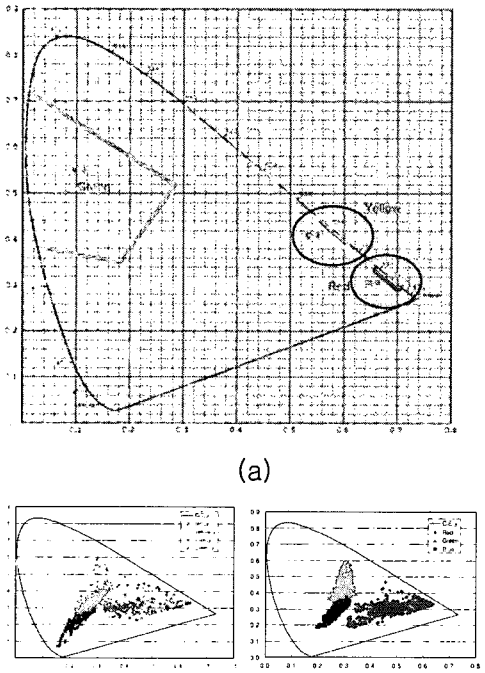
두 번째는 실사영상 기반 내비게이션과 안전운전 시스템과의 결합이다. 신호등 인식과 차량의 속도가 결합되면 교차로에서의 사고를 사전에 경고를 통해 방지할 수 있게 된다.

신호등 인식의 원리는 근본적으로 도로 영상에서의 색상 인식이다. 따라서 빛의 영향에 따라 변하게 되는 색상의 범위를 사전에 결정하는 것이 중요하게 된다.

본 논문에서는 도로 영상에 대한 CIE (세계조명협회) 분석을 통해 원하는 객체를 인식하기 위한 영상으로 적합한지 판단 하였다. 그림 8(a)는 경찰청에서 제시한 신호등의 CIE 분포를 나타내며, 그림

8(b)(c)는 서로 다른 도로 환경에서 신호등의 색 분포를 나타낸 그래프이다. 그림 8(a)를 통해 노란색과 빨간색의 색 범위가 인접해 있어서 실질적으로 두가지 색을 구별하기가 쉽지 않다는걸 알 수 있다.

그림 8(b)의 경우는 서로 다른 색상이 모두 표현되었지만, 서로 중첩되어 있어서 신호등 인식에는 좋지 않은 영상임을 알 수 있고, 반면 그림 8(c)의 경우는 비록 노란색의 범위는 나타나지 않았지만, 각각의 색상이 겹치지 않기 때문에 인식에 활용하기 좋은 영상이라고 판단할 수 있다.



(a)

(b) (c)

그림 8. 신호등 색상에 대한 CIE 그래프

그림 9는 신호등 인식을 위한 흐름도를 나타낸 것이다. 모든 영상 인식과정과 마찬가지로 신호등 인식도 검출 단계와 인식 단계로 나뉘게 된다. 검출 단계에서는 도로 영상의 AOI(관심 영역) 가운데 신호등이라고 판단되는 후보 영역을 찾게 되며, 이 영역 중에서 신호등 DB에 저장된 신호등 정보를 통해 신호등의 특성과 거리를 판단하여 최종 신호등을 인식하게 된다. 물론 신호등에 대한 정보가 지원되지 않는다면 보다 복잡한 알고리즘이 추가 되어야 할 것이다.

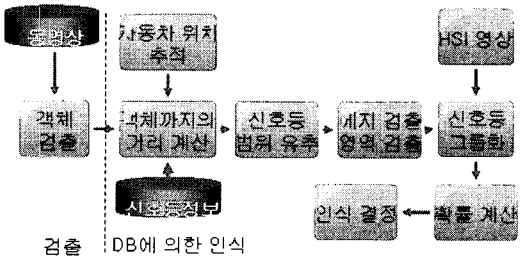


그림 9. 신호등 인식 개념도

그림 10은 인식 과정에 따른 중간결과와 최종결과를 나타낸것이다.

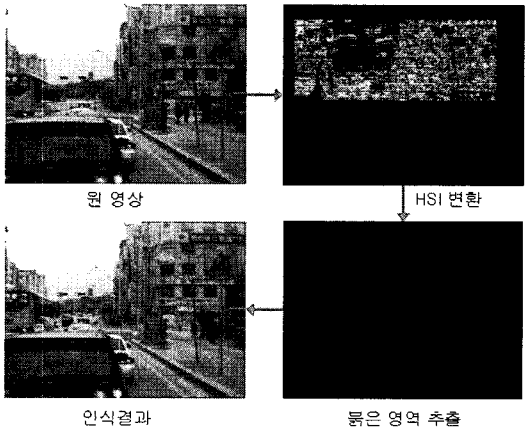


그림 10. 인식결과

4. 결론

본 논문에서는 차세대 내비게이션으로 예상되는 실사영상 기반 내비게이션을 구현할 때 고려해야 할 사항 가운데 다양한 도로객체 인식에 대하여 간략하게 살펴보았다. 실사영상 기반 내비게이션에서의 그

래픽 안내를 위해서는 차선인식과 차로인식은 필수적인 사항이며, 신호등인식은 안전운전 지원시스템과 연계되어 활용될 수 있을 것으로 판단하고 있다.

실사영상 기반 내비게이션에서는 카메라 장착이 필수적이기 때문에 전후방 차량 인식등 보다 다양한 분야에 활용 될 수 있을 것으로 기대하고 있다.

참고문헌

[1] GM-CMU Collaborative Research Lab, http://gm.web. cmu.edu/

[2] Siemens, http://www.siemensvdo.com/

[3] Masaki Chikuma, Zhencheng Hu, and Keiichi Uchi-mura, "Fusion of Vision, GPS and 3D-Gyro in Solving Camera Global Registration Problem for Vision-based Road Navigation," *IEICE Technical Report*, Vol.103, No.640, 2004, pp.71-76.

[4] 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.

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