

Prototype Development of a Vehicle Augmented Reality Information System

Changrak Yoon, Jaehong Oh, Hyesun Park, Seongyun Cho, Kyongho Kim

Human-Vehicle Interaction Research Center, ETRI, Daejeon, 305-705

ABSTRACT

Objective: This paper proposes a prototype of the vehicle augmented reality (AR) information system which overlays relevant information about environment around the vehicle in the form of AR in a head-up display (HUD). **Background:** The dangers of inattentive driving are well known. One example is navigation equipments near the instrument cluster often distracting the drivers from their usual viewpoint. Thus HUD systems gain popularity recently to display relevant information within the driver's resting line of sight but the functions are limited to navigation. On the other hand, the vehicle AR information system has high potential for supporting safe driving since it can highlight the dangers on the real world through the HUD. **Method:** In this paper, we present the design and implementation of our vehicle AR information system prototype. The prototype includes several sub-modules such as recognition module of outsides in day and night, navigation module, registration module to transform the aforementioned information to the driver's viewpoint, and the integration and display module. The development of each sub-module is explained with system integration issues. **Results:** We installed the prototype in the remodeled test vehicle. The experiments were carried out in the real road environments. The system delivered intuitive information in the HUD not only the navigational information but also the possible dangers in the front. **Conclusion:** Having developed the vehicle AR information system prototype, we could confirm the potential of the approach though it is still under development. **Application:** The vehicle AR information system prototype is expected to significantly reduce the driver distraction and mental workload for safer driving.

Keywords: AR(Augmented Reality), HUD(Head-Up Display), Automobile

1. Introduction

자동차는 현대사회에서 유용한 운송수단으로 자리 잡고 있다. 최근 자동차 기술은 과거에 비해 뚜렷한 기술발전을 이룩하고 있으며 특히 안전성 및 편의성 향상을 위한 IT기술과의 접목이 크게 대두되고 있다. 자동차 안전 및 편의 관련 기술은 대표적으로 ADAS(Advanced Driving Assistance Systems)와 HUD(Head-Up Display)를 들 수 있다. ADAS는 Cruise Control, Precrash System, Blind Spot Information System, Lane Departure Warning System, Autonomous Parking Assistance System, Drowsiness Detection System 등의 다양한 서비스를 제공하며 최근 자동차제조사들이 경쟁적으로 도입하고 있다 (Shaout et al., 2011). HUD는 항공기에 사용되던 기술을 자동차에 적용하여 운전

자의 시선이동을 최소화하여 주의분산을 방지하기 위해 도입된 기술로 기존 HDD(Head-Down Display)형 자동차단말기보다 안전성 및 편의성을 향상시킨다 (Wu et al., 2009). ADAS와 HUD의 도입에도 불구하고 운전 중 발생하는 안전정보와 편의정보는 운전자의 시야와 일치하지 않은 형식으로 제공됨에 따라 운전자는 별도의 인지적 사고를 거쳐 실세계와 연관지어야 하는 부담을 가지고 있다 (Lin et al., 2011).

본 논문에서는 차량의 안전정보와 편의정보를 실세계와 운전자 시야와 정합하여 제공하기 위한 차량용 증강현실정보시스템을 제안하고 실차 테스트를 통하여 그 효용성을 검증하고자 한다. 본 논문에서는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입의 하드웨어와 소프트웨어를 설명하고 실도로를 주행하여 획득한 결과를 고찰함으로써 증강현실기술을 통한 운전자 안전성 및 편의성 향상의 가능성을 모색하였다.

2. Method

차량용 증강현실정보시스템은 운전자의 안전 및 편의를 위하여 차량정보, 안전정보, 경로정보 등을 실세계와 융합하여 운전자 시야에 맞추어 제공하는 것을 목표로 한다 (Park et al., 2012). 그림 1은 본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템의 개념을 도식화하였다.

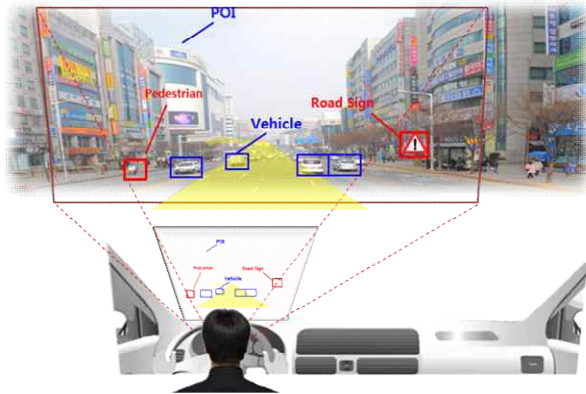


Figure 1. Vehicle AR Information System Concept

본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 주간 및 야간 주행환경에 효과적으로 대응하기 위하여 주간에는 스테레오비전카메라를 활용하고 야간에는 나이트비전카메라를 활용하여 안전정보를 취득하도록 구성하였으며 주로 선행 차량 및 보행자 인식에 초점을 맞추었다. 사용자가 설정한 목적지까지의 경로정보를 제공하기 GPS를 활용하여 내비게이션 정보를 제공할 수 있도록 하였다. 안전정보와 경로정보를 운전자의 시점에 맞추어 디스플레이하기 위하여 투명디스플레이장치를 활용하고 실세계에 정합된 정보를 투영하여 제공할 수 있도록 하였다. 그림 2는 본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입의 하드웨어 구성도이다.

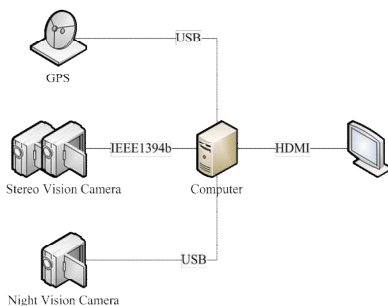


Figure 2. Vehicle AR Information System H/W Architecture

차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 스테레오카메라, 나이트비전카메라, GPS 등의 입력장치와의 인터페이스, 단위 입력정보 처리, 정보 통합, 정보 디스플레이의 단계를 거쳐 운전자에게 증강현실정보를 제공한다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입의 소프트웨어 구성도이다.

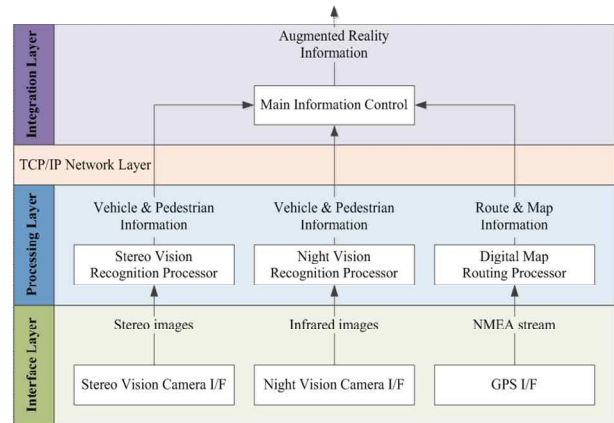


Figure 3. Vehicle AR Information System S/W Architecture

차량용 증강현실정보시스템 프로토타입을 구성하는 하드웨어 및 소프트웨어는 독립적으로 동작 가능하도록 구현하였으며 각 소프트웨어에서 처리한 정보들이 실시간으로 통합될 수 있도록 데이터 전송 패킷을 설계하였다. 안전정보의 전송 패킷은 단위 모듈 ID, 차량과 보행자에 대한 식별 타입, 취득 시간을 명시한 시간기술자, 객체 좌표, 차량과 객체 간 거리 등으로 구성하였다. 경로정보의 전송 패킷은 단위 모듈 ID, 경로정보와 맵정보에 대한 식별 타입, 취득 시간을 명시한 시간기술자, 경로노드 또는 맵정보로 구성하였다. 또한, 실시간으로 취득, 처리, 전송하는 안전정보와 경로정보는 다수의 객체를 전달할 수 있도록 구조화하였다.

차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 다수의 단위 기능이 동시에 동작하고 각 기능의 결과를 통합하여 증강현실로 제공함에 따라 복합적인 정보를 효과적으로 통합하기 위한 절차를 마련하여야 한다. 본 논문에서는 스테레오비전카메라 기반의 안전정보 처리를 위한 SVR(Stereo Vision Recognition) 소프트웨어, 나이트비전카메라 기반의 안전정보 처리를 위한 NVR(Night Vision Recognition) 소프트웨어, GPS 기반의 경로정보 처리를 위한 DMR(Digital Map Routing) 소프트웨어를 클라이언트로 구성하고 정보 통합 및 디스플레이를 위한 MIC(Main Information Control) 소프트웨어를 서버로 구성하여 실시간으로 취득, 처리, 전송되는 증강현실정보를 그림 4의 절

차에 따라 운전자에게 제공하도록 구현하였다.

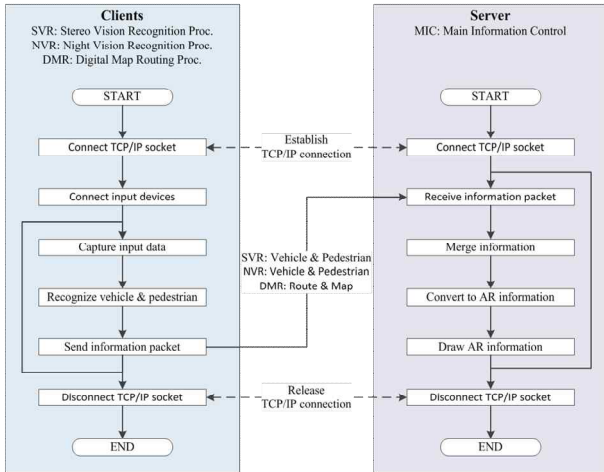


Figure 4. Vehicle AR Information System Flow Diagram

차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 클라이언트/서버 구조로 구현됨에 따라 서버와 클라이언트 간의 TCP/IP 연결이 우선 수행된다. 네트워크 연결이 완료된 후 각 클라이언트 소프트웨어들은 단위 정보를 처리하고 서버 소프트웨어는 클라이언트들의 정보를 실시간으로 수집하고 증강현실정보로 가공하여 투명디스플레이장치에 표현한다.

3. Results

본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 실세계에서 발생하는 안전정보 및 경로정보를 실시간으로 취득, 처리하고 운전자의 시야에 맞추어 증강현실로 제공하기 위한 하드웨어 및 소프트웨어로 구성되며 이를 위하여 그림 5와 같이 하드웨어를 구성하였다.



Figure 5. Vehicle AR Information System H/W Installation

안전정보 취득을 위한 스테레오비전카메라는 운전석 룸미러 위치에 장착하였으며, 나이트비전카메라는 번호판 위치에 장착하였다. 정보 처리를 위한 메인컴퓨터는 트렁크 위치에 장착하였으며, 운전자에게 증강현실정보를 표시하는 투명디스플레이장치는 조수석 앞면에 장착하였다. 또한, 각종 장치의 전원 공급장치 및 GPS는 트렁크 위치에 함께 장착하였다.

차량용 증강현실정보시스템 프로토타입에서 제공하는 경로정보는 차량의 GPS로부터 위치정보를 수신하여 목적지까지의 경로정보를 가공하고 투명디스플레이장치의 상단에 표시한다. 또한, 안전속도, 차로 등의 부가정보를 투명디스플레이장치의 좌측 및 우측에 함께 표시함으로써 운전 중 시야 분산을 최소화할 수 있도록 구현하였다. 그림 6은 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입에서 경로정보를 증강현실로 표현한 결과를 보여준다.



Figure 6. Routing Information Representation Results

그림 6에서 스크린의 중앙 상단에 녹색으로 표현한 경로정보는 사용자가 설정한 목적지와 GPS로부터 수신한 현재의 위치정보를 기반으로 실시간으로 계산되며 1Hz의 속도로 정보를 갱신한다. 현재 위치에 기반한 속도정보, 안전운행정보 등은 좌우 상단의 고정된 위치에 표현하고 POI정보 등 실세계 좌표를 가진 정보는 실세계와 정합하여 운전자의 시야에 맞추어 표현하였다.

전방 차량 또는 보행자 정보는 주간에는 스테레오비전카메라를 활용하고 야간에는 나이트비전카메라를 활용하여 인식하며 운전자의 시야에 맞추어 변환한 후 투명디스플레이장치에 표현된다. 기존의 전방충돌경고시스템에서 인식 결과에 따라 경고음 또는 진동으로 정보를 제공하는 방식에 비해 충돌 예상 차량 또는 보행자를 시각적으로 매핑하여 제공함에 따라 운전자가 보다 직관적으로 정보를 인지할 수 있는 장점을 가진다. 그림 7은 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입에서 차량 및 보행자를 인식하여 운전자의 시야에 증강현실로 표현한 결과를 보여준다.



(a) Daytime Vehicle Information Representation Results



(b) Daytime Pedestrian Information Representation Results



(c) Pedestrian Information Representation Results at Night

Figure 7. AR Vehicle and Pedestrian Information Representation Results

그림 7에서 안전정보는 센서(스테레오비전카메라 또는 나이트비전카메라)로부터 취득한 영상의 영상좌표계에서 운전자 시야를 중심으로 한 3차원 가상좌표계로 실시간 변환하고 운전자의 시야 전면에 위치한 투명디스플레이장치에 투영함으로써 나타난 결과이며 운전자가 바라보는 실세계에 중첩하여 표현됨을 확인할 수 있다.

4. Conclusion

본 논문에서는 운전자의 안전 및 편의를 위하여 안전정보, 경로정보 등을 실세계와 융합하여 운전자 시야에 맞추어 제공하는 차량용 증강현실정보시

스템 프로토타입을 제안하였다. 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 스테레오비전카메라, 나이트비전카메라를 이용하여 안전정보를 처리하고 GPS와 맵정보를 이용하여 경로정보를 생성하여 운전자 시야에 맞추어 투명디스플레이장치에 증강현실로 표현함으로써 운전자가 실세계에 정합된 안전정보와 경로정보를 직관적으로 인지할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입의 실도로 주행을 통하여 운전자 시야에 맞추어 증강현실로 제공되는 안전정보와 경로정보가 운전자의 주의 분산을 경감하고 직관적인 상황인지를 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

본 논문에서 제안하는 차량용 증강현실정보시스템 프로토타입은 안전정보와 경로정보를 증강현실로 표현하기 위한 기본 구조를 구현한 결과이며 향후 안전정보 인식성능 개선, 인간공학적 정보 디스플레이 적용 등의 추가 연구를 통해 운전 안전성 및 편의성을 향상시킬 수 있도록 할 예정이다.

Acknowledgements

This work was supported by the Industrial Strategic Technology Development Program and the Development of Driver-View based In-vehicle AR Display System Technology(10040927) funded by the Ministry of Knowledge Economy (MKE, Korea).

References

- Wu, W., Blaicher, F., Yang, J., Seder, T. and Cui, D., "A prototype of landmark-based car navigation using a full-windshield head-up display system", *ACM 2009 Workshop on Ambient Media Computing*, pp.21-27, 2009.
- Shaout, A., Colella, D. and Awad, S., "Advanced Driver Assistance Systems – Past, Present and Future", *Proceedings of Computer Engineering Conference*, pp.72-82, 2011.
- Lin, J.H., Lin, C.M., Dow, C.R. and Wang, C.Q., "Design and Implement Augmented Reality for Supporting Driving Visual Guidance", *Proceedings of the 2nd International Conference on Innovations in Bio-inspired Computing and Applications*, pp.316-319, 2011.
- Park, H.S. and Kim, K.H., "Driver-View based Augmented-Reality HUD System: Concept and", *Proceedings of the 19th ITS World Congress*, pp.22-26, 2012.