

차량 네트워크에서 고속 영상처리 기반 스마트 카메라 기술

손상현*, 김태욱*, 전용수*, 백윤주^o

Smart Camera Technology to Support High Speed Video Processing in Vehicular Network

Sanghyun Son*, Taewook Kim*, Yongsu Jeon*, Yunju Baek^o

요약

최근 반도체 기술, 센서 기술 및 이동통신 기술의 발전으로 스마트 자동차 기술 연구 개발이 진행 중에 있다. 사회가 발전함에 따라 차량이 증가하였고 사고에 대한 위험은 점차 높아지고 있다. 그에 따라 기존의 차량용 블랙박스 외에 차량의 각종 센서 정보를 활용하여 운전자에게 다양한 정보를 제공하는 첨단 운전자 보조 시스템이 연구되고 있다. 본 논문에서는 차량 간의 통신기능을 포함하고, 주변의 정보를 습득하여 제공할 수 있는 스마트 카메라 장치를 설계 및 구현하여, 장치에 포함된 카메라로부터 입력 받은 영상을 분석하여 획득한 정보를 영상 메타데이터화 하는 기술에 대한 연구를 수행하였다. 또한 임베디드 장치의 제한된 계산 성능을 보완하기 위해 관심영역을 설정하는 S-ROI(Static-Region Of Interest), D-ROI(Dynamic-Region Of Interest) 방식을 고안하였다. 실험을 통해 영상처리 속도가 전체영상 분석에 비해 S-ROI의 경우 3.0배, D-ROI의 경우 4.8배 향상함을 확인하였다.

Key Words : smart vehicular camera, video processing, vehicular network, ADAS, ROI

ABSTRACT

A rapid development of semiconductors, sensors and mobile network technologies has enable that the embedded device includes high sensitivity sensors, wireless communication modules and a video processing module for vehicular environment, and many researchers have been actively studying the smart car technology combined on the high performance embedded devices. The vehicle is increased as the development of society, and the risk of accidents is increasing gradually. Thus, the advanced driver assistance system providing the vehicular status and the surrounding environment of the vehicle to the driver using various sensor data is actively studied. In this paper, we design and implement the smart vehicular camera device providing the V2X communication and gathering environment information. And we studied the method to create the metadata from a received video data and sensor data using video analysis algorithm. In addition, we invent S-ROI, D-ROI methods that set a region of interest in a video frame to improve calculation performance. We performed the performance evaluation for two ROI methods. As the result, we confirmed the video processing speed that S-ROI is 3.0 times and D-ROI is 4.8 times better than a full frame analysis.

* 이 논문은 2014년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 (재)스마트 IT 융합 시스템 연구단(글로벌프론티어사업)의 지원을 받아 수행된 연구임((재)스마트 IT 융합시스템 연구단-2011-0031863)

◆ First Author : Pusan National University Dept. of Electrical and Computer Engineering, sonsang@eslab.re.kr, 정희원

◦ Corresponding Author : Pusan National University Dept. of Electrical and Computer Engineering, yunju@pusan.ac.kr, 종신희원

* Pusan National University Dept. of Electrical and Computer Engineering, twkim_@eslab.re.kr, yongsu.jeon@eslab.re.kr, 학생희원
논문번호 : KICS2014-09-380, Received September 30, 2014; Revised December 1, 2014; Accepted January 8, 2015

1. 서 론

최근 사회의 발전에 따라 차량의 수도 함께 증가하였으며 도로 상황이 복잡해지고 있다. 늘어나는 차량에 비례하여 차량 사고의 위험이 증가하여 차량 안전 관리에 대한 기술적 필요성이 증가하고 있는 추세이다.^[1,2] 이러한 문제를 해결하기 위해 운전자에게 차량과 주변의 정보를 제공하는 장치 및 서비스에 대한 연구가 증가하고 있다. 사고의 원인 분석을 위해 차량의 전후방 영상 및 운행정보를 기록하는 차량용 블랙박스 (conventional vehicular camera)나 운전자에게 다양한 정보를 제공하는 첨단 운전자 보조 시스템 (advanced driver assistance system, ADAS)이 대표적인 장치에 속한다.

최근 기술의 발전으로 고성능, 저전력 임베디드 프로세서와 이미지 센서, GPS 모듈 및 무선통신 모듈 등의 개발이 급격하게 이루어지고 그 비용도 낮아지고 있는 추세이다. 이러한 고성능 임베디드 장치의 개발이 용이한 환경에서 다수의 연구소 및 자동차 관련 업체에서 자동 운전 기술과 함께 스마트 카메라 장치 연구 개발에 박차를 가하고 있다.

현재 많은 차량에 보급이 진행되고 있는 차량용 블랙박스는 주로 영상 정보를 기록하여 사고 후 그 원인을 규명하는 것을 목적으로 설치하고 있다. 근래에는 영상 정보뿐만 아니라 운전자 조작 정보, 차량 위치 정보, 충돌 정보, 차량 운행 정보 등의 다양한 정보들을 영상과 함께 기록하여 더 정확한 정보를 제공할 수 있는 제품이 증가하고 있으며 자연스럽게 장치의 성능이 높아지고 있는 추세이다.

초기의 첨단 운전자 보조 시스템은 운전자의 편의 측면에서 연구되었으나 최근에는 다양한 센서를 이용하여 차량 스스로 위험상황을 탐지하여 운전자에게 경고하거나, 긴급 상황 시 차량을 직접 제어할 수 있는 기능을 통해 안전 기능을 제공하고 있다. 대표적인 안전 관련 서비스로 차선 유지, 긴급 제동, 주차 보조 및 표지판 인식 등이 연구되며 일부 고급차의 옵션 기능으로 적용하고 있다. 미국, 독일 등 선진 국가들에서는 이미 이러한 안전 관련 시스템의 의무 장착을 시행하는 추세이다.

완성차 제조 회사를 중심으로 많은 연구 기관이 자동운전 기술과 함께 운전자 보조 시스템을 연구개발 중에 있으며 자동차용 스마트 디바이스를 제조 및 개발하는 업체에서도 연구가 진행되고 있다. Mobileye^[3]사의 첨단 운전자 보조 시스템은 컴퓨터 비전 알고리즘을 이용하여 센서 기반의 운전자 보조 시스템에 비

해 더 많은 정보를 제공할 수 있는 장치를 개발하였다. 차량에 부착된 카메라를 이용하여 차량의 전방 및 후방의 영상을 확보하고 분석하여 다양한 상태 정보를 제공한다.

기존의 운전자 보조 시스템은 사용하는 센서나 알고리즘 등이 다르나 차량이 개별적으로 정보를 인식하여 운전자에게 제공하는 특징이 있다. 높은 이동성을 가지는 차량 환경에서 정밀한 센서와 정교한 알고리즘을 이용하여 분석 성능 향상 및 정보의 종류 증가가 이루어지고 있으나 각각의 차량이 측정한 정보만으로는 높은 신뢰도를 보장할 수 없는 문제가 존재한다. 따라서 차량 간의 네트워크를 통한 정보 교환 기능을 통해 각 차량에서 얻을 수 있는 정보 습득의 범위를 향상시킬 수 있다.

차량 간 무선 통신을 위해 센서네트워크나 무선 애드 혹 네트워크 기반의 연구가 진행 중에 있다. 관련 표준인 IEEE 802.11p WAVE (wireless access in vehicular environment)^[4]가 V2X 통신의 물리 계층 및 매체 접근 계층을 정의하고 있고, IEEE 1609.x^{[5][6]} 표준에서는 차량 환경에서의 무선통신을 위한 전 계층에서의 설계를 진행 중이다. 그러나 이러한 애드 혹 기반 네트워크 기술은 차량의 보급률에 따라 통신 성능에 큰 영향을 받으므로 적용하기 어려운 상황이다. 대체할 수 있는 네트워크로는 이동통신망을 이용한 3G/LTE나 WiBro를 통해 네트워크를 이용할 수 있다. 해당 네트워크의 경우 유료이므로 사용에 제한이 있으나 차량 간 네트워크 환경이 구축하는 동안 대체하여 이용할 수 있다. 본 논문에서는 차량 간 네트워크 구성을 위해 Wi-Fi P2P를 개선한 통신기법을 적용하였고, 차량과 인프라 간의 네트워크 구성을 위해 WCDMA를 이용한 이동통신망을 이용하여 2계층 네트워크를 구성하였다.

애드 혹 기반의 네트워크의 경우 보급률의 문제를 해결한다고 하더라도 높은 차량의 이동성으로 네트워크가 불안정하며, 이동통신망을 이용할 경우 사용료를 지불해야하므로 전달할 데이터의 최소화를 요구한다. 따라서 이동통신망 기반의 네트워크와 애드 혹 기반의 네트워크에서 원활한 정보 전달을 위해 해당 영상 및 센서 데이터의 메타데이터화가 필요하다. 영상 데이터의 경우 해당 영상을 분석하여 현재 상황에 대한 정보를 추출해야하고, 센서 데이터의 경우 다수의 센서 값에서 특정한 정보를 추출하여 해당 데이터의 사이즈를 최소화하여 메타데이터를 생성하도록 한다.

영상 정보의 분석은 컴퓨터 비전 알고리즘^[7]을 통해 이루어지며 학습된 영상 분석 정보를 토대로 해당

화면에서 특정한 패턴을 찾아 결과를 도출한다. 이러한 영상 분석은 전체 이미지 영역을 다양한 마스크 필터를 이용해 순차적으로 검색하여 유사한 패턴을 찾으며 계산량이 높은 문제가 존재한다. 이러한 영상 분석에서는 고성능의 프로세서를 적용하고 적절한 관심영역 (region of interesting, ROI)를 설정하면 계산량을 크게 줄일 수 있다.

본 논문에서는 차량 전방의 영상 및 센서 데이터를 수집하고 분석하여 메타데이터를 생성한 후 운전자에게 알려주고, 주위 차량 및 외부 네트워크로 전송 가능한 차량용 스마트 카메라 장치를 제안한다. 또한 영상 분석에 필요한 계산량을 최소화하기 위한 관심영역의 설정과 동적으로 관심영역을 조절하여 영상 처리 성능을 향상하는 기법을 제안한다.

II. 관련 연구

본 장에서는 스마트 차량용 카메라의 기본이 되는 첨단 운전자 보조 시스템, 차량의 무선 네트워크 및 온보드 진단기에 대해서 설명한다.

2.1 첨단 운전자 보조 시스템

운전자 보조 시스템⁸⁾은 운전 중에 발생할 수 있는 사고를 방지하기 위해 운전자에게 다양한 시정각적 정보를 제공하는 장치이다. 감지 센서가 도로상에 존재하는 위험을 감지하여 경고하고 이를 인지한 운전자가 판단 후 대처할 수 있도록 운전자를 보조하는 시스템이다.

운전자 보조 장치의 기능은 다양하게 존재하나 주로 4가지로 구분할 수 있으며 이것은 전방충돌 회피 기능, 차선이탈 경고기능, 사각지대 감지기능 및 후방 감지기능으로 나누어진다. 이러한 기능들은 경고만을 수행하는 수동적 동작을 하거나 직접적인 차량제어를 수행하는 능동적인 동작으로 상세 기능을 구별할 수 있다.

전방충돌 회피기능은 전방충돌경고 (forward collision warning system)와 자동비상제동 (advanced emergency braking system) 및 적응순항제어 (adaptive cruise control) 기능으로 나누어진다. 기본적으로 전방의 차량을 감지하여 운전자에게 경고를 하거나 적절한 제동을 능동적으로 수행하는 기능이다. 순항제어의 경우 전방 차량을 감지하여 해당 차량의 속도에 따라 자동으로 속도를 조절하며 자동 주행을 수행하는 기능이다.

차선이탈 경고기능은 차선이탈 경고기능 (lane

departure warning system)과 차선유지 보조기능 (lane keeping assistance system)으로 나누어진다. 차선이탈 기능은 주행 중인 차량 주변의 차선을 인식하고 이탈시 경고하거나 원래 주행 중인 차로로 복귀하도록 제어하는 기능이다.

사각지대 감지기능(blind spot detection)은 접근하는 자동차 및 운전자의 사각지대에 위치한 자동차에 대한 정보를 운전자에게 제공하여 차선이동 등에 발생할 수 있는 사고를 예방한다.

후방감지기능은 후방충돌경고기능(rear-end collision warning system)이 주목적으로 후방에서 주행 중인 자동차를 감지하여 충돌을 회피하거나 완화하기 위한 경고를 제공하는 기능이다.

기존의 운전자 보조 시스템은 각종 센서를 토대로 운전자에게 정보를 제공하였으나 최근 연구 개발이 진행 중인 차세대 운전자 보조 시스템 (next generation driver assistance system)은 카메라 영상 정보와 무선 통신을 이용한 정보 분석 및 조합을 함께 이용하여 넓은 도로 상의 상태를 정확하게 파악할 수 있도록 한다.

그림 1의 차선이탈 경고기능(LDW), 전방충돌 경고기능(FCW), 전조등 제어기능(HBA) 등은 센서 정보 외에 카메라 영상 정보를 추가하여 각 기능의 측정 신뢰도를 향상할 수 있도록 한다. 보행자 인식 (Pedestrian Detection), 교통 표지판(Traffic Sign Recognition) 및 신호 인식(Traffic Light Recognition)은 기존의 시스템에서 인식하지 못한 다양한 상황 정보를 제공할 수 있다. 또한 통신기능을 추가하여 긴급 차량의 근접 상황(Emergency Vehicle), 차량 사고 시 해당 영상의 전달(Accident Video Forwarding), 도로 위에서 발생한 위험 상황을

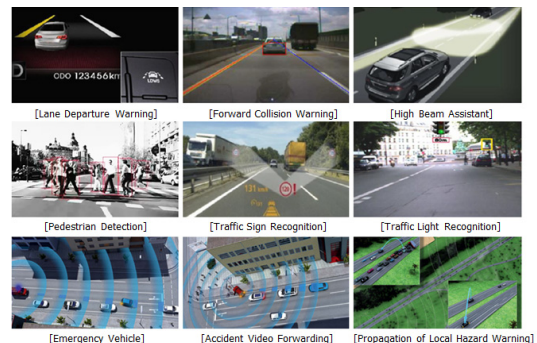


그림 1. 스마트 카메라 기술을 이용한 차세대 운전자 보조 시스템
Fig. 1. Next generation driver assistance system using the smart vehicular camera technique

전달(Propagation of Local Hazard Warning)하여 운전자가 경로 선택 등의 판단을 수행할 수 있도록 도로 정보를 제공할 수 있다.

2.2 차량 간 무선 애드 혹 네트워크

일반적으로 차량 간 네트워크인 VANET^[9-15] (vehicular ad-hoc network)은 모바일 애드 혹 네트워크인 MANET (mobile ad-hoc network)에서 이동성을 가진 노드를 차량으로 한정된 네트워크이다.

VANET에서는 네트워크 구성요소를 크게 이동노드인 차량단말(on board unit)과 정지한 노드인 노변기지국(RSU, road-side unit)으로 이루어진다. 자동차 네트워크에서 네트워크에 참여하는 노드의 종류에 따라 V2V (Vehicle-to-Vehicle)통신, V2I (Vehicle-to-Infra)통신으로 구분하고, V2X로 통칭하여 명명하기도 한다. 자동차 네트워크에서는 각 차량이 가지고 있는 정보를 차량 간 통신을 다중 홉을 통해 전달하여 사고 위험을 줄일 수 있다.

차량용 네트워크에 대한 관심과 연구가 지속적으로 증가하면서 IEEE에서 Wireless Access in Vehicular Environments (WAVE)라고 불리는 차량용 통신 방법 표준을 제정하였다. WAVE는 2010년도에 제정된 IEEE 802.11p, 1609.3, 1609.4, 1609.11과 표준 제정이 진행 중인 IEEE 1609.1, 1609.2, 1609.5, 1609.12로 구성되어 있다. 표 1은 WAVE 표준화 내용을 정리한 표이다. IEEE 802.11p에서 물리 계층과 매체 접근 계층을 정의하며, IEEE 1609.x에서 상위 계층에 대한 내용을 정의하고 있다. 표 1은 WAVE 표준화 내용을 정리하고 있다.

VANET 환경에서의 노변기지국은 차량과 같은 네트워크 프로토콜로 무선 통신을 수행하는 노드 이외에 이동통신망 기지국 노드 또한 존재한다. 노변기지국 노드는 일반적인 차량과 통신을 수행하며 고정적인 인프라 노드로서의 역할을 수행하나, 이동통신망 기

지국은 차량 간의 통신을 지원하지 않는 환경에서의 V2I 무선통신을 수행하거나 V2V와 V2I 통신을 다른 무선 통신 인터페이스로 수행하는 경우가 존재한다.

다수의 인터페이스를 이용하는 환경에서는 차량 간 통신과 더 넓은 범위의 통신이 가능한 기지국 통신을 이용하여 차량 간 네트워크 환경에서 자주 발생하는 네트워크 조각화 문제를 다루고 있다. 이러한 다수의 인터페이스를 이용하여 서로 다른 2계층의 네트워크를 지원하는 오버레이 네트워크의 구조를 가진다.^[16] 이러한 오버레이 네트워크는 네트워크 조각화의 문제를 해결하고 현재 설치되지 않은 노변기지국의 대체가 가능하나 이동통신망을 이용하는 경우 추가적인 비용이 발생하므로 자유로운 활용이 어려운 단점이 존재한다.

2.3 영상 인식 기술

차량 환경용 영상 인식 기술은 컴퓨터 비전 (Computer Vision) 기술의 일부 영역을 차지하고 있으며 현재 차량용 시스템의 연구 개발이 활발히 진행됨에 따라 차량의 각종 센서를 보완하기 위한 요소로 주목받고 있다. 컴퓨터 비전은 인공지능의 한 분야로써 어떤 영상에서 장면이나 특징들을 이해하는 것이 목적이다. 스마트 차량용 카메라 장치가 이러한 기능을 수행할 수 있도록 하기 위해 다수의 연구자들이 컴퓨터 비전 라이브러리 OpenCV(open computer vision)^[17]을 활용하고 있다. OpenCV 라이브러리는 다양한 플랫폼에서 얼굴 인식, 보행자 인식, 모션 추적 등을 가능하게 하며, 여러 언어로 작성된 샘플 코드를 제공한다. 스마트 차량용 카메라 장치는 이러한 라이브러리를 적절히 활용하여, 보행자 인식, 번호판 인식, 차선 인식, 교통 표지판 인식 등을 가능하게 하였다.

보행자를 인식하기 위하여 이미지 에지의 방향성을 이용하는 HOG(Histograms of Oriented Gradients) 방식을 주로 사용한다. 이러한 알고리즘을 바로 적용할 수 있는 것은 아니며 객체를 검출하기 위해 학습 데이터를 이용한다. 번호판 인식을 위해서는 여러 가지 인식 기법이 필요하다. 전체 이미지에서 번호판을 구분하기 위해 사각형 인식을 수행하고, 발견한 사각형 내에 존재하는 문자 인식을 위한 분석 영역 설정 후 문자 인식 기법을 적용해야 한다. 차선 인식을 위해서 선분을 검출한 후 소실점을 기반으로 하는 일정 영역에서의 선분을 제외하고 차선 후보를 선정한 후에 각 후보로부터 차선을 선정한다. Hough 변환을 통해 선분을 추출하고 RANSAC(RANdom SAMple Consensus) 알고리즘으로 차선의 소실점을 구한 후

표 1. WAVE 표준화 내용
Table 1. WAVE standard list

WAVE std.	Proposal
IEEE 1609.1	Resource Manager
IEEE 1609.2	Security Service
IEEE 1609.3	Networking Service
IEEE 1609.4	Multi-Channel Operation
IEEE 1609.5	Communication Manager
IEEE 1609.11	Payment Data Exchange Protocol
IEEE 1609.12	Identifier Allocation

소실점으로 향하는 선분들만 골라내는 작업을 수행한다. 이러한 영상 분석 기술을 이용하여 운전자나 주변 차량에게 해당 정보를 제공 할 수 있다.

2.4 온보드 진단기 (OBD, On-Board Diagnostics)

최근에 생산되는 자동차에는 여러 가지 계측과 제어를 위한 센서를 탑재하고 있으며 이러한 장치들은 ECU (electronic control unit)에 의해 제어되고 있다. 이러한 ECU는 점화시기와 연료분사, 가변 밸브 타이밍, 공회전 설정 등 엔진의 핵심 기능을 정밀하게 제어하는 것을 목적으로 하고 있으나 차량과 컴퓨터 성능의 발전으로 자동변속기 제어를 비롯해 구동계통, 제동계통 등 차량의 모든 부분을 제어하는 역할까지 수행하고 있다.

최근 OBD-II라는 표준화된 진단 시스템으로 정착되었으며 국내에는 OBD-II 표준과 함께 KOBD라는 국산 프로토콜을 함께 적용하여 진단 시스템으로 이용하고 있다. OBD-II는 자동차에 고장이 발생할 경우 고장진단코드를 통하여 고장 내용을 알리는 기능과 함께 차량 내부의 센서 정보를 읽을 수 있으며 차량 내부의 ECU와 통신하기 위해 OBD 스캐너 장치를 이용한다.

OBD 스캐너는 ECU와 통신하기 위해 CAN (car area network), K-Line과 같은 다양한 통신 프로토콜이 존재하며 2008년 이후 De Facto Standard로 CAN 통신 프로토콜이 선정되었다. OBD 스캐너를 이용하여 차량 내부 센서 정보를 읽기 위해 ECU가 각 센서마다 정의한 PID(Parameter ID)를 이용하여 센서 정보를 선택적으로 읽을 수 있다. 또한 표준 PID를 이용하여 엔진 RPM, 차량 속도, 가속 페달 위치 등의 센서 값을 읽을 수 있다. 그 외에도 배터리 전압, 연료 상태, 엔진 냉각수 온도, 흡기 온도 값 등의 다양한 차량 상태 정보를 확인할 수 있다. 국내 차량의 경우 KOBD를 이용하여 TCU(transmission control unit), BCM(body control module), ABS(anti-lock braking system) 내부의 센서 정보의 수집이 가능하며 기어 위치, 방향 지시등, 브레이크 상태, 핸들 각도 등의 정보 수집이 가능하다. 운전자 보조 시스템이 다양한 정보를 수집하기 위해 차량 내부의 다양한 센서 정보를 수집해야 하고 이를 위해 OBD-II 표준 센서 정보와 함께 KOBD 센서 정보의 수집이 필요하다.

Ⅲ. 스마트 차량용 카메라 설계 및 구현

본 장에서는 제안하는 차량 네트워크를 지원하는

고속 영상처리 기반 스마트 차량용 카메라 장치의 설계 및 구현에 대해서 설명한다.

3.1 스마트 차량용 카메라

차량과의 고속 통신, 센서 정보 수집 및 영상 분석을 수행할 스마트 카메라 장치는 다수의 센서 정보를 수집할 수 있는 다양한 인터페이스와 고속으로 카메라 영상을 받을 수 있도록 할 수 있는 고속 카메라 인터페이스, V2X 통신을 위한 듀얼 인터페이스 및 영상 분석을 효과적으로 수행하기 위한 병렬처리능력을 필요로 한다.

3.1.1 스마트 카메라 장치 하드웨어 플랫폼

스마트 카메라 장치는 카메라를 통해 받는 영상의 처리와 센서 데이터 분석이 가능해야 하며 무선 네트워크를 통해 데이터를 전달할 수 있는 능력이 필요하다. 수행하고자 하는 영상 인식의 경우 높은 계산 처리능력이 요구되므로 고성능의 임베디드 프로세서의 적용이 필요하다. 임베디드 프로세서 중 최고 성능으로 평가받는 엑시노스5 코어 기반 1.6GHz 옥타코어 프로세서와 PowerVR SGX544MP3 GPU를 탑재하고, 2GB RAM, IEEE 802.11n 기반의 Wi-Fi 장치와 HSDPA+ WCDMA 모듈을 탑재한 장치 디바이스를 구성하였다. 해당 장치의 상세 스펙은 표 2와 같다.

제안하는 스마트 카메라 장치는 영상 수집을 위한 HD급 카메라를 장착하였다. 기지국과 통신이 가능한 3GPP Release 5 for WCDMA/HSDPA (384Kbps) 장치와 차량 간 네트워크를 수행할 수 있는 2개의 Wi-Fi 장치를 포함하고, GPS 와 가속도 센서를 통해 차량의 상태를 파악할 수 있다. 또한 OBD-II 표준 센서 정보와 KOBD 센서 정보를 수집할 수 있는 OBD 스캐너를 구현하여 차량 내부의 상태정보를 수집이

표 2. 스마트 차량용 카메라 장치 프로토타입 스펙
Table 2. Specification of the smart vehicular camera prototype device

Modules	Specification
Board	Odroid-XU (Hardkernel)
CPU	Samsung Exynos5410 Octa 1.6Ghz
GPU	PowerVR SGX544MP3 533MHz
Memory	LPDDR3 2GB
Wi-Fi	WN111v2 (Netgear)
WCDMA	DTW-400W (AnyData)
Camera	Odroid USB-CAM (720p)
GPS	GPS680(Acen Korea) / NMEA0183
LCD	LTN101AL03-8 (10.1 inch)

가능하며 이러한 정보들은 LCD 패널과 내장된 스피커를 통해 경고나 알림 메시지를 운전자에게 전달할 수 있다.

스마트 카메라 장치의 기본적인 동작을 위해 필요한 구성요소는 다음과 같다. 각종 장치를 제어할 수 있는 기본적인 임베디드 운영체제와 해당 운영체제 위에서 동작하는 영상 인식과 센서 데이터 추출 및 무선 통신 라이브러리가 필요하며, 또한 분석한 메타데이터를 저장할 수 있는 데이터베이스와 전체 기능을 구성하고 사용자에게 정보를 전달하는 어플리케이션이 필요하다. 그림 2는 스마트 차량용 카메라 장치의 소프트웨어 구조를 나타내고 있다. 가장 아래 계층에 존재하는 물리 장치들은 크게 프로세서와 카메라 및 센서 그리고 무선통신을 위한 Wi-Fi 모듈과 WCDMA 모듈로 구성된다. 해당 장치를 제어하는 드라이버를 포함한 임베디드 리눅스가 해당 보드에서 동작하도록 스마트 카메라 장치를 구성하였다. 수정된 Wi-Fi P2P 프로토콜을 활용하기 위해 오픈 소스 드라이버를 제공하는 Linux wireless^[18]의 wpa supplicant를 수정하여 적용하였다. 영상 인식을 위해 앞서 소개한 OpenCV 라이브러리를 적용하여 영상 메타데이터를 추출하는 모듈을 작성하였고, 센서 정보를 수집하여 메타데이터화 하는 센서 메타데이터 추출 모듈을 작성하였다. 해당 메타데이터는 내부 데이터베이스에 저장되며 제한한 어플리케이션에서 해당 데이터베이스를 읽어 사용자에게 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

실제 스마트 차량용 카메라를 토대로 플랫폼 프로토타입을 구현하였다. 그림 3은 구현한 스마트 카메라 장치 플랫폼의 프로토타입의 모습을 나타낸다. 구현한 프로토타입은 하드웨어의 odroid-XU^[19] 보드를 이용하였으며, Wi-Fi, WCDMA, 카메라, GPS 모듈, OBD 스캐너, LCD 및 스피커를 포함한 장치로 구성

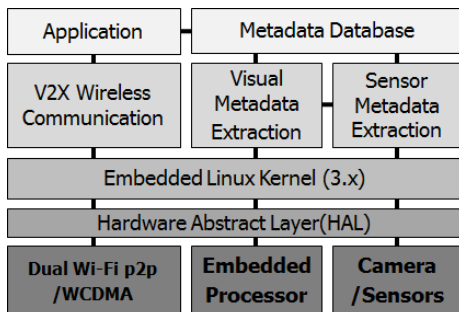


그림 2. 스마트 차량용 카메라 장치의 소프트웨어 구조도
Fig. 2. Software structure of the smart vehicular camera device



그림 3. 스마트 차량용 카메라 장치 시제품
Fig. 3. Smart vehicular camera prototype device

하였다. 장치의 코어는 삼성 엑시노스 5410 코어, 내장된 그래픽 코어는 PowerVR SGX544MP3를 적용하였고 시스템 메모리는 DDR3 2GB를 설치하였다. Wi-Fi 모듈은 Netgear의 WN111v2을 USB를 통해 2셋 설치하였으며, 카메라 모듈은 720p의 USB 카메라를 연결하였다. GPS는 아센 코리아의 GPS680을 연결하였으며, LCD는 10.1 인치 크기의 모듈을 적용하였다. OBD 스캐너는 STM32F103 코어를 기반으로 CAN 트랜시버를 연결하여 차량과 연결하며 본 플랫폼과는 시리얼 인터페이스로 연결하였다.

3.1.2 차량용 네트워크 기술

스마트 차량용 카메라 기술에 적용할 수 있는 무선 통신 기술의 적용은 V2V와 V2I를 나누어 각각의 인터페이스로 연구 개발을 수행하였다. 본 논문에서는 스마트 차량용 카메라 장치의 V2V 무선 통신을 위해 Wi-Fi P2P를 이용하고, V2I 무선 통신을 위해 WCDMA 모듈을 이용한다.

차량 간 네트워크를 위해 IEEE 802.11p과 IEEE1609.x를 통해 전 계층에 대한 내용을 정의하며 표준이 제정 중에 있으나, 활발한 연구 활동과 표준화 상황과 반대로 기술의 상용화를 통한 인프라 구축 및 표준화 활용 상황은 아직 미흡한 상태이다. 현재 차량용 네트워크를 위한 무선 통신기술은 IEEE 802.11p를 대신하여 IEEE 802.11a/g/n 기술을 통해 연구개발을 진행하고 있다. 본 논문에서는 Wi-Fi P2P^[20]를 수정하여 차량 네트워크 환경에 적용하였다. Wi-Fi P2P는 각 노드가 그룹 오너와 클라이언트로 구성되어 하나의 1홉 네트워크를 구성하나 다수의 인터페이스를 통해 Concurrent 모드로 동작할 경우 그룹 간의 연결이 가능하며 멀티 홉 네트워크를 구축할 수 있다. Wi-Fi P2P를 이용한 FAST/PRE 연결 기법^[21]은 P2P 방식의 낮은 연결 속도를 보완하여 빠른 속도의 연결과 멀티 홉 네트워크의 동작을 보장한다.

외부 네트워크와의 연결을 위해 WCDMA 단말을

이용하여 이동통신망을 통해 연결이 가능하도록 인터페이스를 구성하였다. 이러한 외부 네트워크와의 연동을 통해 V2V와 V2I의 2계층 오버레이 네트워크를 구성할 수 있다. WCDMA 단말은 기지국으로부터 IP주소를 할당 받아 외부 네트워크와 연결이 가능하고 차량 간 네트워크를 통해 수신한 정보를 외부 서버로 전달할 수 있다.

3.1.3 OBD-II/KOBD 스캐너 개발

차량 내부의 센서 정보를 수집하기 위해 OBD-II와 KOBD 프로토콜로 통신할 수 있는 스캐너가 필요하다. OBD 스캐너는 다양한 통신 인터페이스를 지원할 수 있지만 제한하는 하드웨어는 현재 표준 통신방법인 CAN 통신을 수행할 수 있도록 설계 및 구현하였다.

CAN 통신을 위해서는 CAN 컨트롤러와 트랜시버가 필요하다. 제한하는 하드웨어에는 CAN 컨트롤러 기능이 포함된 MCU (STM32F103)와 트랜시버 칩셋 (Microchops MCP2515)을 이용하여 스캐너를 구성하였다. CAN 통신에서 STM32칩은 매체 접근 계층과 물리 계층의 일부 기능을 담당한다. STM32가 담당하는 물리적 시그널링은 비트 인코딩, 디코딩, 타이밍 및 동기화 등을 수행한다.

OBD-II의 표준 센서 정보를 수집하기 위해 표준 문서에서 제공하는 파라미터 ID (PID)를 참고하여 센서 정보를 수집하는 프로토콜을 구현하였고, KOBD의 경우 차량 모델에 따라 프로토콜이 다르므로 현대 아반떼 MD gdi 차종에 맞는 프로토콜을 분석하여 적용하였다. OBD-II 표준에서 RPM, 차량속도, 가속페달위치 정보를 수집하고, KOBD에서 기어위치, 핸들위치 및 감속페달위치 정보의 수집이 가능하도록 구현하였다.

3.2 영상 인식 속도 향상을 위한 관심영역 설정

영상 인식 기술은 다른 컴퓨터 프로그램에 비해서 단순 비교 계산이 많으며 대상 영상 내에 비교해야할 영역이 넓어질수록 특징 추출을 위한 계산시간은 더욱 증가한다. 따라서 각각의 인식 기법에 따른 관심영역을 지정하여 검색 범위를 줄여야할 필요가 있다. 따라서 차량에 설치되는 카메라에 따라 일정 영역만을 탐색하도록 검색 영역을 제한하는 관심 영역(ROI, region of interest)를 설정한다. 차량에 부착된 카메라는 항상 같은 영역을 감시하고 있으므로 관심영역을 직관적으로 설정할 수 있으며 그에 따른 계산시간을 감소할 수 있으며 관심 영역 이외의 공간에서 발생하는 인식 오차를 제거할 수 있다. 주행하는 차량 전방에 설치되는 카메라는 주로 감시해야하는 전방이외에 상단 하늘 영역과 하단 보닛 부분을 제외하여 계산 속도를 향상시킬 수 있다. 좌우 외각의 경우 반대 차선과 보도 구역이므로 관심 영역에서 제외할 수 있다. 본 논문에서는 보행자 인식, 번호판 인식 및 차량 간 거리인식을 위해 입력 화면에서 상하의 절반을 제외하고 좌우를 1/6씩 제외하여 전체 크기의 33%에 해당하는 공간을 관심 영역으로 설정하였다. 차선 인식과 차선 이탈 인식의 경우 더 적은 영역을 관심 영역으로 지정할 수 있다. 차선 인식의 경우 번호판 인식보다 좁은 아래쪽 12% 공간을 설정하였으며, 차선 이탈 인식의 경우 차선 인식의 영역 중 일부를 지정하여 4%의 공간을 설정하였다. 이렇게 설정한 각 인식 기능에 대한 관심 영역을 정적 관심 영역(Static-ROI)로 정의한다. 정적 관심 영역은 영상인식의 결과와 무관하게 항상 같은 사이즈를 유지하며 정확한 위치와 영역의 크기는 각 차에 부착되는 카메라의 위치나 상태에 따라 달라질 수 있다. 이러한 정적 관심 영역의 설정은 설정이 쉽고 적용이 간단하나 일정 시간동안 비슷한

표 3. 메타데이터 추출 방법 및 측정 주기
Table 3. The method of metadata extraction and metadata measurement periods

Device	Method	Metadata	Period	Requirement
CAMERA	Image	Still image / movie	-	(requirement)
	Computer Vision (with ROI)	Pedestrian	+0.3s	(recognition)
		License	+0.5s	Each 2s
		Range measurement	+0.02s	(close)
		Lane detection	+0.05s	(recognition)
GPS	Satellite	Location, speed, direction, time	1.0s	Each 2s
Accelerator	Measuring	Impact recognition	0.1s	(recognition)
OBD-II Std.	Measuring	RPM, speed, accel. pedal position	0.5s	(Acceleration)
KOBD	Measuring	Handle position, gear position, brake	0.5s	(Deceleration)

영역을 감지하는 차량 환경에서는 비효율적인 부분이 존재한다. 특히 번호판 인식과 보행자 인식의 경우 해당 대상을 찾은 경우에 짧은 시간동안은 해당 대상을 근처에서 다시 발견할 확률이 매우 높다. 이러한 특징을 고려하여 기본적으로 정적 관심 영역에서 영상 인식을 수행하고, 대상을 발견하였을 경우 그 대상에 맞춰서 측정 영역을 더 최소화 하는 형태의 동적 관심 영역(Dynamic-ROI) 기법을 제안하고 구현하였다. 보행자와 번호판 인식을 정적 관심 영역에서 찾아낸 경우 다음과 같은 방법으로 관심 영역을 일시적으로 축소하여 계산시간을 최소화 한다. 보행자의 경우 차량의 전방에 등장한 후 일정한 속도로 차량 앞을 가로지르게 되며 사람의 이동속도를 고려하여 다음번에 측정할 관심 영역을 생성한다. 영상에서 사람은 좌우로 움직이므로 현재 측정된 사람의 크기에 맞춰 좌우로 넓은 영역의 관심 영역을 생성한다. 인식가능한 사람의 크기를 고려했을 때 약 7% 정도의 관심 영역을 생성한다. 전방 차량의 번호판을 인식한 경우 사람과 다르게 전 방향으로 움직이게 되므로 차선 내에서 움직일 수 있는 영역을 상하좌우로 넓혀 관심 영역을 생성한다. 동적 관심 영역은 인식한 번호판의 크기에 따라 달라지며 약 11% 정도의 관심 영역을 생성한다.

이러한 동적 관심 영역은 해당 대상이 관심 영역에서 사라지거나 동적 관심 영역의 지속 시간만큼 동작한 후에 다시 정적 관심 영역을 탐색한다. 하나의 대상을 집중적으로 추적하는 경우 계산시간은 단축 가

능하나 새롭게 등장하는 대상을 인식할 수 없다. 따라서 동적 관심 영역의 지속시간을 두어 일정 시간이후 정적 관심 영역을 탐색하는 과정을 수행한다. 이 지속 시간은 응용이나 측정하는 대상에 따라 다르게 설정하여 각각의 측정에서 최적의 계산시간과 인식률을 만족시킬 수 있도록 한다.

IV. 성능 평가

본 장에서는 제안하는 차량 네트워크를 지원하는 고속 영상처리 기반 스마트 차량용 카메라 장치와 S-ROI, D-ROI를 적용한 영상 인식 성능 평가를 수행한다.

4.1 스마트 차량용 카메라 플랫폼

상기 하드웨어 플랫폼을 이용하여 영상 메타데이터와 센서 메타데이터를 추출 가능하다. 메타데이터를 측정하기 위해 카메라, GPS, 가속도 센서, OBD 스캐너를 이용한다. 영상 메타데이터는 스틸 이미지, 스틸 동영상과 컴퓨터 비전을 통해 분석된 보행자 정보, 번호판 정보, 차선 정보 등이 있다. 이미지나 영상의 경우 요청이 들어올 때 카메라로부터 들어온 정보를 저장한다. 컴퓨터 비전을 이용하여 영상을 분석하는 경우 해당 플랫폼의 계산 처리량에 따라 가능한 측정 주기가 달라지므로 각 기능의 측정을 추가적으로 수행할수록 측정 주기가 증가한다. 제안하는 스마트 차량용 카메라 플랫폼에서 WVGA (800x600) 사이즈 영상을 입력받아 S-ROI를 적용한 경우 보행자 인식은 약 0.11초, 번호판 인식은 0.14초 소요되며 여러 인식을 수행할수록 컴퓨터 비전을 통한 메타데이터 생성 주기는 점차 길어지게 된다. 구현한 전체 영상 메타데이터 추출을 수행할 때 0.5초의 생성 주기를 갖는다.

센서 메타데이터의 경우 각 센서 모듈에 따라 추출 주기가 달라진다. GPS는 모듈의 설정에 따라 측정 주기를 변경할 수 있으며 1초에 한번 측정할 수 있도록 설정하였다. 충격 인식을 위한 가속도 센서의 경우 1초에 약 15343회의 측정이 가능하며 10회의 평균값을 이용하여 150회 중 충격으로 인한 급격한 값의 변화를 감지하여 0.1초 마다 측정 결과를 도출한다. 해당 신호 값에서 일정 이상 값의 변화가 발생할 때 충돌 상황으로 판단하여 신호를 전달한다. 차량 내부의 각종 센서 정보를 수집하는 OBD 스캐너는 1초에 약 22회 측정이 가능하며 11회 값의 평균을 취하여 0.5초 마다 측정 결과를 도출한다. 표 3은 앞서 기술한 메타데이터의 추출 방법과 측정 주기를 나타낸다.

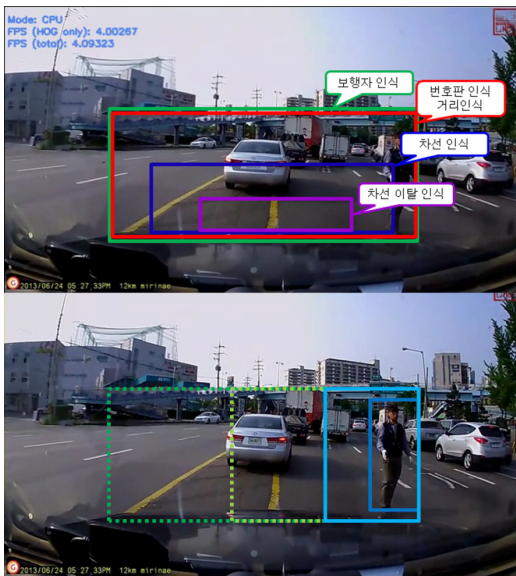


그림 4. 관심 영역과 동적 관심 영역의 예
Fig. 4. Example of static ROI and dynamic ROI

장치 간 무선 네트워크 테스트를 위해 5대의 실험 장치를 이용해 수정한 Wi-Fi P2P 네트워크를 구성하였다. 듀얼 인터페이스를 통한 P2P 연결을 이용하여 5대의 장치로 전방의 장치 뒤를 따르는 4대의 장치를 각각 2홉으로 연결하였다. 후방의 장치가 전방의 장치에게 정보를 요청하고 해당 정보를 전달하는 테스트를 수행하였다. 후방의 장치가 정보 요청 후 2홉 앞의 장치가 데이터 수신할 때 까지 걸리는 지연 시간과 전송 속도를 측정하였다. 20회 테스트를 수행한 결과 지연시간은 평균 0.197초, 전송 속도는 평균 8.35Mbps로 확인할 수 있었다.

4.2 관심 영역 설정 성능 평가

제한한 관심 영역 설정 기법인 정적 관심 영역(S-ROI) 방법과 동적 관심 영역(D-ROI)에 대한 성능 평가를 수행하였다. 평가는 각 알고리즘 별 처리속도 및 인식률을 확인하였다. 영상 인식 알고리즘은 보행자 및 번호판 인식을 테스트 하였다. 차선 인식과 차선 이탈 인식의 경우 정적 관심 영역이 상대적으로 작아 동적 관심 영역을 설정하기 어려우므로 정적 관심 영역을 적용한 측정 결과만을 제시하였다. 각각의 성능 평가 후 전체 인식 동작 수행 시 평균 동작 시간을 측정하였다. 해당 테스트에서는 보행자, 번호판, 차선 인식을 모두 수행한 경우의 동작 시간을 나타내어 전체 인식 동작시의 실시간성을 확인할 수 있다. 제한한 장치의 성능 평가를 위해 제한한 하드웨어 장치와 같은 임베디드 프로세서인 갖는 엑시노스 5410 기반의 odroid-XU와 엑시노스 4412^[22] 기반의 CISS 보드 그

리고 엑시노스 5420 기반의 보드인 Armdale octa 보드^[23]를 이용하였다. 그림 5는 각 테스트 보드의 모습을 나타낸다.

보드에서 보행자 인식과 번호판 인식을 S-ROI와 D-ROI 방법을 통해 수행하는 동작 테스트를 수행하였다. S-ROI와 D-ROI를 적용한 환경에서 각각의 FPS (frame per second)와 각 환경에서의 인식률을 도출하였다. 같은 측정 알고리즘을 이용하므로 인식률은 모든 테스트 보드에서 같은 결과를 나타낸다. 그림 6은 보행자 인식 동작을 수행할 때의 FPS를 나타내는 그래프이다. S-ROI는 미리 설정된 일정 영역을 지속적으로 인식하는 동작을 수행하고, D-ROI의 경우 S-ROI와 같은 영역을 측정하던 중 측정 대상이 인식된 경우 설정된 더 작은 영역을 측정하여 동작 속도를 높인다. 보행자 인식에서 보행자가 인식되지 않은 경우 설정된 S-ROI 영역을 탐색하여 양쪽 기법이 같은 측정 결과를 보인다. 이후 보행자가 인식될 경우에 D-ROI의 FPS가 상승하는 것을 확인할 수 있는데 검색영역이 S-ROI의 영역보다 더 작게 설정되어 초당 처리할 수 있는 프레임 수가 증가하는 것을 확인할 수 있다.

그림 7은 번호판 인식을 수행한 결과이며 해당 영상에서는 번호판이 지속적으로 발견되는 상황이다. 따라서 S-ROI의 FPS 보다 D-ROI의 FPS 값이 항상 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 각 보드별로 비교할 경우 odroid-XU 보드가 가장 높은 FPS 값을 갖는 것을 확인할 수 있으며, CISS 보드와 Armdale octa 보드의 순으로 FPS가 높음을 알 수 있다. 수치적 성능이 높은 Armdale octa 보드가 가장 낮은 성능을 보이고 있는데 해당 코어의 출시가 가장 늦었으며 상대적으로 적은 장치에 적용되어 활용한 장치의 최적화가 이루어지지 않은 것으로 추정한다. 그림 8은 2가지 영상 처리 테스트 수행 시 인식률을 나타내는 그래프이며 대상이 존재하지 않을 때 대상 없음을 인지하는 것과 대상이 존재할 때 존재를 확인하는 것을 토대로 인식률을 계산하였다. 수집한 영상의 각 프레임마다 보행



그림 5. 영상 분석 성능 평가를 위한 테스트 보드
Fig. 5. Test boards to evaluate video processing performance

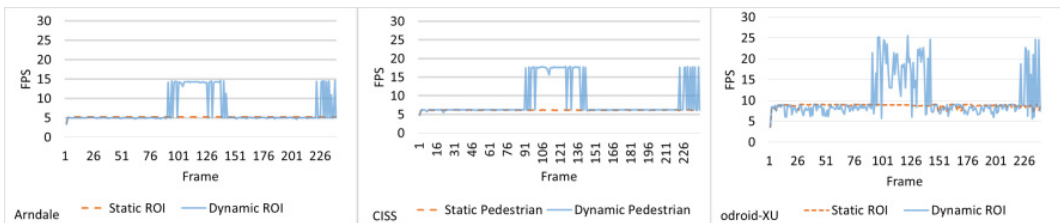


그림 6. 각 ROI 기법 및 테스트보드에 따른 보행자 인식 성능
Fig. 6. The pedestrian recognition performance by each ROI method and each test board

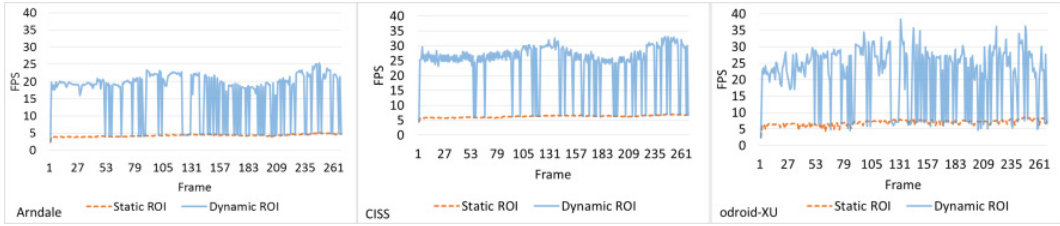


그림 7. 각 ROI 기법 및 테스트보드에 따른 번호판 인식 성능
 Fig. 7. The license plate recognition performance by each ROI method and each test board

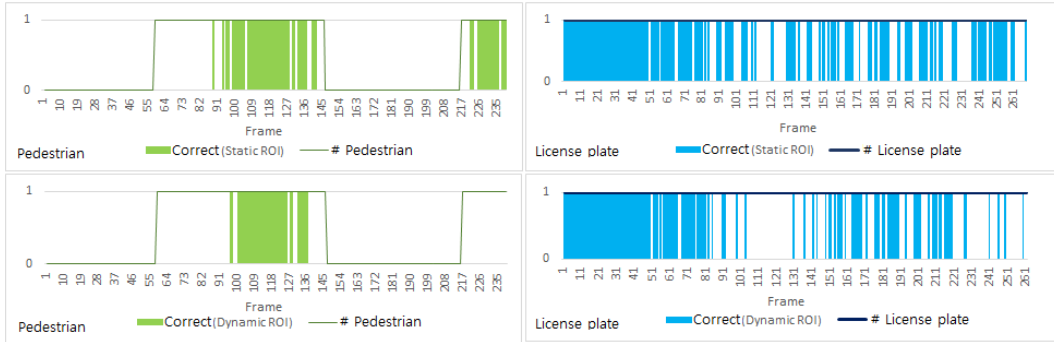


그림 8. 각 ROI 기법 및 인식방법에 따른 인식 성공률
 Fig. 8. The recognition success-rate by each ROI method and each recognition algorithm

자와 번호판 인식을 수행하여 나타내었다. 각 인식 방법 적용 시 인식 임계값을 false positive를 더 정확히 수행할 수 있도록 설정하였다. 보행자 인식의 경우 S-ROI 적용시 70.7%, D-ROI 적용시 67.4%의 인식률을 보였고, 번호판 인식의 경우 S-ROI가 63.3%, D-ROI가 45.7%의 인식률을 보였다. 결과를 확인했을 때 상대적으로 D-ROI에 비해 FPS가 낮으나 항상 같은 관심 영역을 검색하는 S-ROI의 인식률 결과가 더 좋은 것을 확인할 수 있다. D-ROI의 경우 대상을 인식한 경우 관심 영역을 축소하는데 첫 인식결과가 잘못되었을 경우 이후의 인식 시도에서 높은 확률로 실패하기 때문이다. 또한 실험에서 사용한 영상에서 두 기법 모두 보행자 인식에서 초반의 프레임 동안 인식 실패가 다수 발생하는데 너무 멀리 존재하는 보행자를 인식하지 못하는 문제가 있다. 따라서 다양한 모습의 보행자를 학습시켜서 인식 성공률을 향상시켜야 할 필요가 있으며 차후의 연구에서 적용할 예정이다. 각각의 실험결과는 표 4에 정리되어 있다. 표 4는 앞서 소개한 각 보드를 이용하여 S-ROI 및 D-ROI에 따른 보행자 인식 및 번호판 인식 속도를 측정한 결과와 해당 기능의 인식률 정보를 나타내고 있다. 앞서 설명한 것과 같이 odroid-XU보드에서 D-ROI 영역을 인식한 경우 보행자 인식 속도가 10.479 FPS를 보이고

번호판 인식 속도는 21.809 FPS의 속도를 보인다. 일반적인 카메라 입력 프레임이 24~30 프레임 수준이므로 각각의 기능을 단일 수행 시 실시간에 가까운 분석 결과를 얻을 수 있다. 그러나 다수의 영상 처리를 수행할 경우 계산시간이 누적되므로 전체 프레임 처리에 대한 실험을 수행하였다.

각 실험보드에서 전체 영상 인식 동작 수행 시 평균 동작 속도를 확인하였다. 해당 테스트에서는 보행자, 번호판, 차선 인식을 모두 수행한 경우의 동작 시간을 나타내었다. 3개의 실험보드와 전체 이미지영역, 정적 관심 영역, 동적 관심 영역을 설정하여 실험하였

표 4. 관심영역별 평균 분석 속도 및 인식률
 Table 4. The analysis speed average values and the recognition success-rate by each ROI method

	Pedestrian(FPS)		Car plate(FPS)	
	S-ROI	D-ROI	S-ROI	D-ROI
Arndale	S-ROI	5.220	S-ROI	4.300
	D-ROI	6.953	D-ROI	16.784
CISS	S-ROI	6.141	S-ROI	6.309
	D-ROI	8.602	D-ROI	24.371
odroid-XU	S-ROI	8.755	S-ROI	6.998
	D-ROI	10.479	D-ROI	21.809
Recognition Success-rate	S-ROI	70.7%	S-ROI	63.3%
	D-ROI	67.4%	D-ROI	45.7%

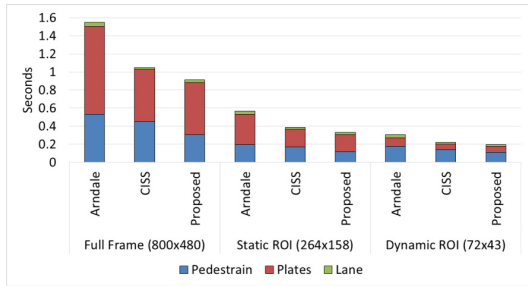


그림 9. 전체 인식 동작에 대한 평균 분석 시간
 Fig. 9. The average analysis time about a total recognized operation

으며 그림 9는 해당 실험의 결과를 보인다. WVGA 영상 입력을 받아 3개의 실험보드가 각 영상 인식 기법을 수행하는 시간을 나타내고 있다. 전체 프레임을 연산하는 경우 가장 성능이 좋지 못했던 Armdale octa 보드가 1.54초의 시간이 걸려 0.64 FPS의 성능을 보였으며 제안한 엑시노스 5410을 탑재한 보드의 경우도 0.91초로 1.09 FPS 수준으로 영상을 처리하는 것을 확인했다. 1 FPS 수준은 1초 동안 1장의 이미지 처리만이 가능하므로 실시간 처리로 보기 어렵다. S-ROI를 적용한 경우 Armdale 보드는 0.56초로 약 1.78 FPS, 제안하는 보드는 0.33초로 약 3.03 FPS를 보이며 전체 프레임 처리에 비해 상당히 시간을 단축한 것을 확인하였다. 마지막으로 D-ROI의 경우 제안한 장치가 0.19초의 시간소요로 약 5.26 FPS 정도의 성능을 보였다. 해당 실험을 통해 영상처리 속도는 제안하는 하드웨어에서 전체 프레임 처리에 비해 S-ROI의 경우 3.0배, D-ROI의 경우 4.8배 향상함을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 차량 네트워크를 지원하는 고속 영상처리 기반 스마트 카메라 기술을 연구하였다. 카메라 장치를 통해 전방의 영상 및 센서 데이터를 수집하고 분석하여 메타데이터를 생성한 후 운전자에게 알려주고, Wi-Fi P2P와 이동통신망 기반 네트워크 장치를 적용하여 주위 차량 및 외부 네트워크로 전송할 수 있는 장치를 제안하였다. 또한 영상 분석에 필요한 계산량을 최소화하기 위한 관심영역의 설정과 동적으로 관심영역을 조절하여 영상 처리 성능을 향상하는 관심 영역 기법을 제안하고 성능평가를 수행하였다.

실시간 영상 처리를 위해 고성능의 임베디드 프로세서를 선정하여 장치를 구성하였고 제안한 장치의

성능 평가를 위해 실제 장치를 활용한 실험을 진행하였다. 실험을 통해 영상처리 속도가 S-ROI의 경우 3.0배, D-ROI의 경우 4.8배 향상함을 확인하였으나 D-ROI의 경우 S-ROI에 비해 인식률이 떨어짐을 확인하였다. 따라서 인식률과 처리속도를 기준으로 적절한 기법을 선택할 필요가 있다.

제안한 하드웨어에서 해당 영상의 분석을 수행하는데 최대 5.3 FPS로 동작하는 것을 확인하였으나 실시간 처리를 수행하기 위해서는 더 높은 성능을 요구한다. 따라서 현재보다 더 발전된 임베디드 프로세서와 소프트웨어 라이브러리를 적용하여 영상처리와 각종 기능의 처리 속도를 더욱 향상시켜야할 필요성이 존재한다. 영상 인식 기술의 경우 더욱 다양한 상황에서도 높은 인식률과 높은 처리 속도를 제공하기 위해 개량되어야할 것이다. 또한 해당 라이브러리와 제공되는 리눅스 운영체제에서 임베디드 프로세서의 성능을 완전히 발휘하지 못하는 상황으로 GPU 코어와 해당 프로세서에 최적화된 소프트웨어 라이브러리를 활용하여 영상을 실시간으로 처리하는 것을 향후 연구목표로 하여 지속적으로 연구할 계획이다.

References

- [1] H. Seo, J. Jung, and S. Lee, "Scenario and network performance evaluation for a do not pass warning service based on vehicle-to-vehicle communications," *J. KICS*, vol. 38C, no. 03, pp. 227-232, Mar. 2013.
- [2] S. Gil and G.-H. Kim, "Vision-based vehicle detection and tracking using online learning," *J. KICS*, vol. 39A, no. 01, pp. 1-11, Jan. 2014.
- [3] Mobileye, Retrieved Sept. 30, 2014, from <http://www.mobileye.com>
- [4] IEEE Std 802.11p, *IEEE Standard for information technology-telecommunications and information exchange between systems-local and metropolitan area networks-specific requirements, Part 11, Amendment 6: Wireless Access in Vehicular Environments*, 2010.
- [5] IEEE Std 1609.3, *IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE)-Networking Services*, 1-144, 2010.
- [6] IEEE Std 1609.4, *IEEE Standard for Wireless Access in Vehicular Environments(WAVE)-Multi-channel operation*, 1-90, 2010.

- [7] N. Dalai and B. Triggs, "Histograms of oriented gradients for human detection," *IEEE Comput. Soc. Conf. Comput. Vision and Pattern Recognition (CVPR 2005)*, vol. 1, pp. 886-893, San Diego, CA, USA, Jun. 2005.
- [8] D. Geronimo, A. M. Lopez, A. D. Sappa, and T. Graf, "Survey of pedestrian detection for advanced driver assistance systems," *IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell.*, vol. 32, no. 7, pp. 1239-1258, 2010.
- [9] H. Hartenstein and K. P. Laberteaux, "A Tutorial Survey on Vehicular Ad Hoc Networks," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 164-171, 2008.
- [10] C. Sommer and F. Dressler, "The DYMO routing protocol in VANET scenarios," *IEEE Veh. Technol. Conf. (VTC-2007)*, pp. 16-20, Baltimore, MD, Sept.-Oct. 2007.
- [11] Y.-S. Chen, Y.-W. Lin, and S.-L. Lee, "A mobicast routing protocol in vehicular ad-hoc networks," in *Proc. ACM/Springer Mob. Netw. Appl.*, vol. 15, no. 1, pp. 20-35, Feb. 2010.
- [12] V. Nambodiri and L. Gao, "Prediction-based routing for vehicular ad hoc networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 56, no. 4, pp. 2332-2345, Jul. 2007.
- [13] M. Al-Rabayah and R. Malaney, "A new scalable hybrid routing protocol for VANETs," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 61, no. 6, pp. 2625-2635, 2012.
- [14] J. Jeong, S. Guo, Y. Gu, T. He, and D. H. C. Du, "Trajectory-based statistical forwarding for multihop infrastructure-to-vehicle data delivery," *IEEE Trans. Mob. Comput.*, vol. 11, no. 10, pp. 1523-1537, 2012.
- [15] S. Cho and S. Kim, "Routing algorithm of VANET for an efficient path management in urban intersections," *J. KICS*, vol. 38A, no. 12, pp. 1054-1060, Dec. 2013.
- [16] D. Borsetti and J. Gozalvez, "Infrastructure-assisted geo-routing for cooperative vehicular networks," in *Proc. IEEE Veh. Netw. Conf.*, pp. 255-262, Jersey City, NJ, Dec. 2010.
- [17] OpenCV, Retrieved Sept. 30, 2014, from <http://opencv.org>
- [18] Linuxwireless, Retrieved Nov. 13, 2014, from <http://wireless.kernel.org>
- [19] ODROID-XU (HardKernel), Retrieved Nov. 13, 2014, from http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G137510300620
- [20] Wi-Fi Alliance, "Wi-Fi peer-to-peer(P2P) technical specification 1.1,"
- [21] B. Kim, S. Son, T. Kim, and Y. Baek, "Design and implementation of a vehicular network platform using Wi-Fi P2P," in *Proc. KICS Int. Conf. Commun. 2010 (KICS ICC 2014)*, pp. 89-90, Jeju Island, Korea, Jun. 2014.
- [22] Exynos 4412 Prime Quad Core CPU Module, Retrieved Nov. 13, 2014, from http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G135270682824
- [23] Arndale Octa, Retrieved Nov. 13, 2014, from http://www.arndaleboard.org/wiki/index.php/Main_Page

손 상 현 (Sanghyun Son)



위크, 임베디드
Wi-Fi P2P

2007년 2월 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학학사
2009년 2월 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
2009년 3월~현재 : 부산대학교 컴퓨터 공학과 박사과정
<관심분야> RFID, 센서 네트워크, 임베디드 시스템, indoor/outdoor RTLS, Wi-Fi P2P

김 태 욱 (Taewook Kim)



2013년 2월 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학학사
2015년 2월 : 부산대학교 컴퓨터공학과 공학석사
<관심분야> RFID, 임베디드 시스템

전 용 수 (Yongsu Jeon)



2013년 2월 : 부산대학교 컴퓨
터공학과 공학학사
2015년 2월 : 부산대학교 컴퓨
터공학과 공학석사
2015년 3월~현재 : 부산대학교
컴퓨터 공학과 박사과정
<관심분야> WSN, 임베디드
시스템

백 윤 주 (Yunju Baek)



1990년 2월 : 한국과학기술원 전
산학과 공학학사
1992년 2월 : 한국과학기술원 전
산학과 공학석사
1997년 2월 : 한국 과학기술원
전산학과 공학박사
1999년~2002년 : NHN 기술연
구소 소장

2003년~현재 : 부산대학교 컴퓨터공학과 정교수
<관심분야> RFID, 센서 네트워크, 임베디드 시스템,
RTLS, 스마트 블랙박스, WiFi P2P