

# 도로시설물 모니터링을 위한 도로영상 내 위치정보 은닉

성택영<sup>†</sup>, 이석환<sup>\*\*</sup>, 권기룡<sup>\*\*\*</sup>, 문광석<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

운전자에게 차량의 현재 위치 및 도로 주변 상황 인지는 안전하고 쾌적한 운전 환경 조성을 위해 반드시 필요한 정보들이다. 본 논문에서는 도로시설물 및 도로표지 등의 도로정보를 모니터링 하고 시각적으로 알리기 위해 도로주행영상 내 좌표정보 결합 및 시점변환 기법을 이용한 도로주행환경 자동인식 기술을 제안한다. 제안한 방법은 차량 내 탑재된 카메라와 GPS를 이용하여 공간정보가 반영된 도로주행영상을 생성한 후, 생성 영상의 시점 변환 및 정합, 도로정보 검출을 수행하여 사용자에게 도로정보를 시각적으로 제공할 수 있도록 한다. 제안한 방법을 도로 주행 영상에서 실험한 결과, 도로주행영상 내 GPS 좌표정보의 결합 시간은 66.5ms, 교통 표지판 검출율은 95.83%, 프레임당 표지판 검출 처리 시간은 평균 227.45ms 이었다. 따라서 15프레임/초 이하의 입력 동영상에 대하여 효과적으로 도로주행환경을 자동으로 인식하는 것이 가능함을 확인하였다.

## A Position Information Hiding in Road Image for Road Furniture Monitoring

Teak-Young Seung<sup>†</sup>, Suk-Hwan Lee<sup>\*\*</sup>, Ki-Ryong Kwon<sup>\*\*\*</sup>, Kwang-Seok Moon<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

The recognition of current position and road surrounding of car is very important to driver for safe driving. This paper presents the recognition technique of the road traveling environment using position information hiding and viewpoint transform that monitors the information of road furniture and signature and notifies them to driver. The proposed scheme generates the road images into which the position information are hidden, from car camera and GPS module and provides the road information to driver through the viewpoint transformation and the road signature detection. The driving tests with camera and GPS module verified that the position information hiding takes about 66.5ms per frame, the detection rate of road signature is about 95.83%, and the road signature detection takes about 227.45ms per frame. Therefore, we know that the proposed scheme can recognize the road traveling environment on the road video with 15 frame rate.

**Key words:** road driving video(도로주행영상), road driving environment(도로주행환경), Position Information Hiding(좌표정보은닉), viewpoint transformation(시점변환), road sign detection(표지판 검출)

※ 교신저자(Corresponding Author): 문광석, 주소: 부산광역시 남구 대연 3동 599-1 부경대학교 대연캠퍼스 제2공학관 2408호(608-737), 전화: 051) 629-6257, FAX: 051) 629-6230, E-mail: moonks@pknu.ac.kr  
접수일: 2012년 12월 27일, 수정일: 2013년 2월 7일  
완료일: 2013년 2월 18일

<sup>†</sup> 준회원, 부경대학교 IT융합응용공학과  
(E-mail: 준회원, theage76@pknu.ac.kr)

<sup>\*\*</sup> 정회원, 동명대학교 정보보호학과  
(E-mail: skylee@tu.ac.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 정회원, 부경대학교 IT융합응용공학과  
(E-mail: kwon@pknu.ac.kr)

<sup>\*\*\*\*</sup> 정회원, 부경대학교 전자공학과

※ 본 연구는 광역경제권 선도산업 인재양성사업의 지원을 받아 수행된 것임(2011-0010902)

## 1. 서 론

운전자에게 차량의 현재 위치와 진행 방향, 도로 너비, 차선 수 등 교통 상황 등은 운전자가 가고자 하는 목적지까지의 경로 상에서 발생할 수 있는 교통 정체의 회피 및 안전한 운전 환경을 조성위해 반드시 필요한 정보들이다. CNS(car navigation system)와 웹기반 도로정보제공서비스 등은 해당 정보들을 운전자에게 효과적으로 전달해주는 대표적인 IT기반 서비스이다. 효과적인 운전편의 서비스 제공을 위해서는 현재의 교통상황을 업데이트 수시로 업데이트 하는 것이 반드시 필요한데 정보 제공 단말 및 정보 수집 장치의 종류에 따라서 CNS 전자지도 업데이트 기법과 USN(ubiquitous sensor network) 기반 텔레메틱스 기법이 있다[1-2].

CNS 전자지도 업데이트 기법은 DAV(data acquisition vehicle) 차량을 통한 도로정보영상 수집방법으로 주기적인 수집활동이 요구되며, 도로영상정보 수집 후 맵 가공부서의 일괄처리 및 분석이 필요하다. 따라서 이 방법은 데이터 변화에 대응하기 위한 실시간 수집활동에 어려움이 있으며, 데이터 수집을 위한 전용차량 및 장비가격이 고가여서 유지보수 비용이 높다. 또한 시설물 및 도로표시 변경, 파손, 망실 판독을 위한 별도의 인력이 필요한 문제점이 있다. 최근 각광받고 있는 USN 기반 텔레메틱스 서비스 모델들의 경우 엄청난 액수의 초기투자 비용이 요구되며 그 주목적은 운전자의 운전편의보다는 도로전체자원의 효과적 관리 및 모니터링에 치우쳐져 있다.

본 논문에서는 차량 내 탑재된 카메라 및 GPS 리더를 이용하여 좌표정보 및 도로시설물, 도로표지 등을 포함하는 도로주행정보영상을 차량주행속도에 따라 실시간으로 생성하고 생성된 영상 내의 도로표지판 및 도로시설물 등의 중요 정보를 시점변환 기법을 이용하여 자동으로 검출하는 도로주행환경 자동인식 기술을 제안한다. 좌표정보 결합 방법은 좌표 자리값의 가중치를 고려한 워터마킹 기법을 적용하여 좌표정보 및 도로정보영상의 결합하였다. 또한 생성 영상의 시점 변환 및 정합, 도로정보 검출을 수행하여 사용자에게 도로정보를 시각적으로 제공할 수 있도록 한다. 제안한 방법을 도로 주행 영상에서 실험한 결과, 도로주행영상 내 GPS 좌표정보의 결합

시간은 66.5ms으로서 입력 프레임율이 15프레임/초 이하인 차량용 블랙박스과 같은 카메라 장치들에 대해 실시간 처리가 가능하다. 또한, 실제 도로주행영상에 대한 교통정보 검출 실험 결과, 교통 표지판 검출율은 95.83%, 프레임당 표지판 검출 처리 시간은 평균 227.45ms 이었다. 따라서 제안 기법은 도로정보의 업데이트 및 모니터링을 위한 도로주행환경 자동인식이 가능함을 확인하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 USN 기반 도로시설물 관리 시스템

USN 기반의 도로시설물 관리 시스템은 기존 시설의 효율적 활용을 꾀하는 ITS의 시설물관리 부문으로서 효과적인 시설물 관제를 통한 방재업무에 효과적으로 대처할 수 있다는 장점이 있다. 그러나, 이 방법 역시 센서 및 각종 시설물 자체의 유지보수를 위해서는 별도의 점검 차량 및 관리원을 통해 점검을 해야 한다는 한계를 가지고 있다. 해당 기법의 도로 시설물 관리 방법으로 첫째, 센서에 의한 도로시설물 정보 획득 및 분석 방법이 있다. 이는 광범위한 도로 시설물 관리를 위한 대규모의 USN 환경 구축 및 유지·보수 비용이 발생한다. 둘째, 관리원에 의한 도로 시설물 파손 및 망실 여부 판독하는 방법이다. 이는 수집된 정보 통한 도로시설물 파손 및 망실 육안판독을 위한 별도의 인력 비용 발생한다.

‘도로시설의 효율적 활용을 통한 교통비용 감소 및 에코에너지 환경 구축’이라는 명제는 전세계적으로 공통된 이슈이다. 이를 위해 도입, 적용 중인 USN 기반 도로 시설물 관리 시스템을 국가별로 살펴보면 다음과 같다[1-2]. 일본은 ITS-Safety 2010 project로서 차량간 통신(V2V) 및 차량과 인프라간 통신(V2I)에 주안점 두고 있으며, 유럽 ERTICO는 CAR2CAR Communication Consortium을 개발하여 유럽 6개국에서 ‘하이패스’ 형태의 전자지불 시스템 시연하고 있다. 미국은 IntelliDrive project로서 비상 전화 자동 시스템 구축 및 단거리 전용 통신(DSRC) 프로토콜 테스트 성공하였다. 하지만 USN 시스템은 u-센서에 대한 유지·보수가 기존 시설물 유지보수 기법과 크게 차이가 없어 이를 간소화하기 위한 방법들이 모색되어야 한다.

### 1.2 영상처리를 통한 도로영상 모니터링 시스템 기술

컴퓨터 비전 기반의 도로시설물 관리 시스템은 교통량 분석 및 흐름 제어를 위해 일찍부터 광학카메라 기반의 시스템으로 각 도로관제 시스템에 보급되었다. 그 중, 도로표지판 인식과 관련된 적용 기법들을 분류하면 표 1에서와 같이 구분할 수 있다[3-15]. 그러나 다양한 밝기 환경과 템플릿과 카메라로부터 획득된 표지판 정보간의 시점 왜곡 등의 특성상 운전자의 도로주행상황에 적합한 도로 표지 및 도로시설물 검출에는 한계가 따른다. 또한 관측용 차량을 이용하여 도로 정보를 수집하는 경우에는 차량을 제작하기 위해 설치되는 각종 센싱 장비들의 높은 가격으로 인해 데이터 수집 단가가 매우 높아진다는 단점이 있다.

표 1. 적용 기법에 따른 표지판 인식 기법 분류

특징정보	방 법
색상	임계치 기반 칼라 분할, 동적 픽셀 묶음, HSI 변환 영역 성장 기법, 칼라 인덱싱
형상	계층적 공간 특징 매칭, 허프 변환, 유사도 검출

### 3. 제안한 도로주행환경 자동인식 시스템

본 논문에서는 차량 내 탑재된 카메라 및 GPS 리더를 이용하여 좌표정보 및 도로시설물, 도로표지 등을 포함하는 도로주행정보영상을 차량주행속도에 따라 실시간으로 생성하고 생성된 영상 내의 도로표지판 및 도로시설물 등의 중요 정보를 시점변환 기법을 이용하여 자동으로 검출하는 도로주행환경 자동인식 기술을 제안한다. 이를 통해 기존의 텔레매틱스 기법들이 가지는 기술적/비용적 한계를 최대한 해결하여 도로시설물 상태정보를 능동적으로 업데이트 한다.

#### 3.1 워터마킹을 적용한 좌표정보의 도로정보영상 내 은닉 기술

도로주행영상 내에 담겨있는 도로시설물 및 각종 도로표지판 등의 정보들을 처리하여 운전자 및 도로 시설관리 담당자들에게 필요한 운전편의정보로 가공하기 위해서는 주행영상 내 해당 정보들의 위치정보를 포함시키기는 것이 반드시 요구된다. 이를 위해

서는 비디오카메라로부터 촬영된 영상 내에 주행 당시의 좌표정보들을 결합시키는 것이 필요한데 좌표정보와 디지털 콘텐츠간의 결합 방법은 영상과 SMS (short message service), HTML, DNS(domain name service) 엔티티 등의 다양한 콘텐츠들을 대상으로 연구되어 왔다[16-17]. 그러나 비디오의 경우, 데이터 구조의 복잡함과 용량의 거대함으로 인하여 타 콘텐츠들에 비해 결합이 까다로워 비디오 콘텐츠를 위한 일반화된 방법이 존재하지 않는다. 비디오와 유사한 형태인 영상의 경우, 헤더파일 내의 여분 비트에 좌표정보를 삽입하고 있다. 그러나 비디오의 경우에는 압축 과정의 복잡함으로 인해 프레임별 헤더파일의 구분 및 접근이 쉽지 않을뿐더러 헤더파일 내에 좌표 정보를 결합하였다 하더라도 트랜스코딩 과정에서 헤더파일이 초기화되기 쉬워 영상과 같은 방법을 적용하기에는 문제점이 많다. 따라서 본 논문에서는 좌표정보가 코덱의 종류에 관계없이 비디오 프레임 데이터 내에 삽입 가능하고, 교통사고 발생시 해당 좌표정보를 법률적인 시비를 가리기 위한 근거로 활용 가능하도록 워터마킹 기법에 기반을 둔 좌표정보 은닉기법을 제안한다. 그 구체적인 3-2절에서 소개한다. 그리고 도로표지 및 시설물 정보 획득을 위해 수집되는 영상들의 경우 장시간의 운행을 통해 획득되므로 데이터양이 매우 크나 실제 검출에 필요한 비디오 프레임들은 인접 프레임간 중복성 고려하면 그 양이 매우 적으므로 제안 기법에서는 워터마킹 시 좌표 정보의 변화를 고려하여 동일한 도로정보를 담고 있는 중복 프레임들을 제거하도록 한다. 아래 그림 1은 좌표정보와 도로정보영상을 결합하는 전체 과정을 나타내고 있다.

#### 3.2 좌표 정보의 자리수 가중치를 고려한 이용한 워터마킹

본 논문에서는 코덱의 종류에 관계없이 low 프레임 데이터 내에 좌표정보를 삽입하는 워터마킹 방법을 제안한다. 제안하는 워터마킹 방법은 좌표정보의 각 자리값에 가중치를 부여하고 key 값을 이용하여 랜덤 비트열을 생성하여 비디오 데이터에 대한 비의도적, 의도적 훼손에도 강인하도록 설계한다. 제안하는 워터마킹의 전체 수행 과정은 그림 2와 같다. 제안하는 기법은 프레임 내 도로표지 및 시설물의 출현 빈도가 높은 영역을 배제한 후 휘도 성분과 색상 성

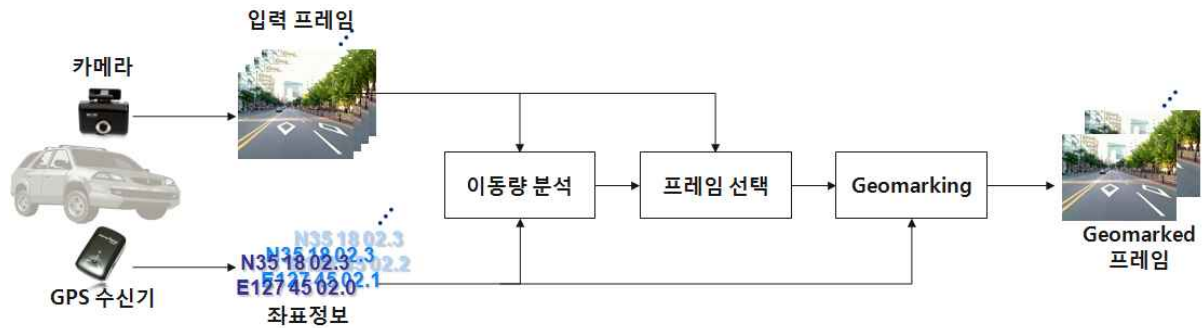


그림 1. 워터마킹 기법을 활용한 실시간 촬영 도로주행영상과 GPS 정보 간 결합 블록도

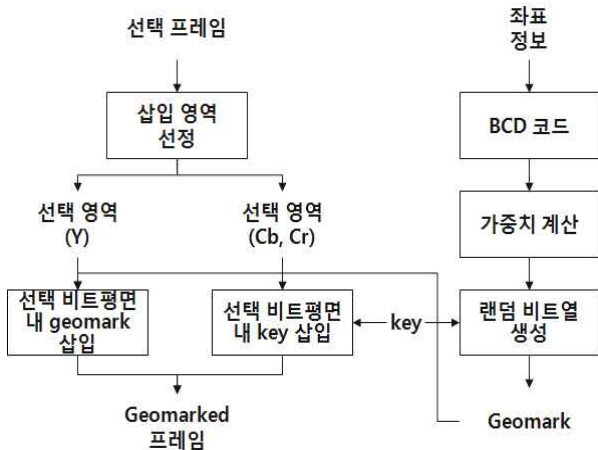


그림 2. 휘도 및 색상 정보를 이용한 워터마킹 흐름도

분의 고유 특성에 따라 두 가지 워터마킹 기법으로 나누어 수행 된다. 용량이 큰 좌표정보는 표지판 검출 과정에서 모양 성분 분석에 주로 이용되는 휘도 성분에 입력하여 해당 성분 내 에지 정보에 영향이 미미하도록 한다. 그리고 데이터 크기가 작은 key 값은 색상 성분 내에 삽입하여 표지판 검출시 생상정보 분석에 끼치는 영향을 최소화 한다.

### 3.2.1 휘도성분 워터마킹

입력 비디오 프레임의 실시간 워터마킹 처리를 위해 본 논문에서는 휘도성분에 대한 워터마킹 알고리즘은 그림 3에서와 같이 GPS 장비의 고유번호, 촬영 날짜 정보를 가지는 이진 이미지 패턴을 생성하여 워터마크로 사용한다. 각각의 아스키 문자를 나타내는 36개 (0~9, A~Z)의 10×20 크기의 이진영상 집합을 모바일 장비의 메모리에 미리 저장해 두고, 사진 촬영 시 36개 이진영상 중 24개의 이진영상을 선택해서 조합한 후, 80×60 크기의 사용자 정보를 담은 이진영상을 생성한다. 여기서 생성된 조합 영상에서 각각

의 문자 사이의 중요하지 않은 테두리 정보 화소들을 이용하여 패턴영상을 만들고, 사용자 정보는 키를 이용하여 암호화 하여 워터마크 영상을 생성한다. 이는 워터마크 추출 시 회전, 절삭, 스케일링 등의 영상처리를 하더라도 워터마크 패턴을 찾아내 원본 워터마크를 복원 할 수 있다. 최종적으로 워터마크는 이진 비트열로 변환 후 휘도 신호에 대해 DWT변환 후 주파수영역에서 은닉하게 된다. 계산 복잡도와 연산량을 감소시키며, 메모리 사용을 최소화하기 위해 JPEG 표준으로 채택된 Le Gall의 5/3 Tab 정수 DWT와 Lifting Scheme을 이용하여 3-레벨 DWT 변환계수의 LL3영역에 은닉한다.

DWT 3-레벨 고주파 영역 특성을 이용하여 각 영역의 적응적으로 삽입강도를 조절하기 위해 문턱치  $Th$

$$Th = \frac{\sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N (|C_{LH3(m,n)}| + |C_{HL3(m,n)}| + |C_{HH3(m,n)}|)}{(M \times N \times 3)} \quad (1)$$

에 의하여 LL3 영역에 은닉되는 워터마크의 강도를 결정한다. 여기서  $M$ 과  $N$ 은 DWT변환 영역에서 레벨 3의 주파수 영역의 수직, 수평 크기를 나타낸다. 워터마크는 모든 LL3의 계수에 1비트씩 은닉되며, LL3의 해당 위치 계수 값  $C_{LL3(m,n)}$ 에 대한 주파수 특성 값  $g_{(m,n)}$ 과 워터마크 삽입강도  $mag_{(m,n)}$ 을

$$g_{(m,n)} = (|C_{LH3(m,n)}| + |C_{HL3(m,n)}| + |C_{HH3(m,n)}|) / 3 \quad (2)$$

$$mag_{(m,n)} = \begin{cases} 3, & \text{if } (g_{(m,n)} > Th) \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

와 결정한다. 따라서 워터마크는 정수 기반 DWT변환 영역의 LL3 계수들의 비트 플레인(bit plane) 상에 은닉된다.

$$C_{LL3(m,n)}^* = \begin{cases} C_{LL3(m,n)} | (1 \ll mag_{(m,n)}) & , \text{if } (w=1) \\ C_{LL3(m,n)} \& inv(1 \ll mag_{(m,n)}) & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

회도성분에서의 워터마크 추출은 삽입의 역순으로 이루어진다. 워터마크가 삽입된 영상의 회도성분을 Le Gall의 5/3tab 정수 DWT변환 후, 레벨 3의 모든 고주파 영역의 평균 값  $Th$ 을 구하고, LL3의 해당 위치 계수 값  $C_{LL3(m,n)}^*$ 에 의하여 워터마크를 판별한다.

$$\hat{w}_i = \begin{cases} 1, & \text{if } (C_{LL3(m,n)}^* - (0x01 \ll 3)) = 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{if } g_{(m,n)} \geq Th \quad (5)$$

$$\hat{w}_i = \begin{cases} 1, & \text{if } (C_{LL3(m,n)}^* - (0x01 \ll 1)) = 1 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{if } g_{(m,n)} < Th \quad (6)$$

### 3.2.2 위치정보 이용한 색차성분에 대한 워터마킹

GPS수신기에서 수신된 위도, 경도 값을 그림 3의 위치정보 수신부와 같이 획득한다. 먼저 GPS수신기는 위성으로 부터 일정한 NMEA-0183 (national marine electronics association) 규약을 가지고 전송

되는 ASCII 형태의 데이터를 초당 256바이트를 수신한다. 이후, 임베디드 장치의 임시 메모리에 저장된 ASCII 데이터를 규약의 속성 정보에 따라 분석하고 위도, 경도 좌표 값을 획득한다.

수신된 위치 좌표 값은 그림 4의 워터마크 생성부와 같이 정밀도를 높이기 위하여 상위 자릿수에 가중치를 두어 많은 양의 비트를 생성한다. 그리고 비밀키를 이용하여 비트를 재배열 하여 워터마크 비트열을 생성한다.

생성된 워터마크 비트열은 색차신호에 대하여 JPEG 인코딩 과정에서 아래와 같은 단계를 거쳐 수행된다. 1) Cb, Cr성분 영상을 8×8 블록으로 겹치지 않게 나눈다. 2) Cb, Cr성분 영상을 블록 단위로 DCT 변환한다. 3) 변환된 주파수 계수 중 DC계수 값을 이용하여 Cb, Cr의 차이 값(QCDV)을

$$QCDV_k = \left\lfloor \frac{b_{dc,k}}{q_{0,0}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{r_{dc,k}}{q_{0,0}} \right\rfloor \quad (7)$$

와 같이 구한다. 여기서,  $k$ 는  $k$ 번째 8×8 블록,  $q$ 는

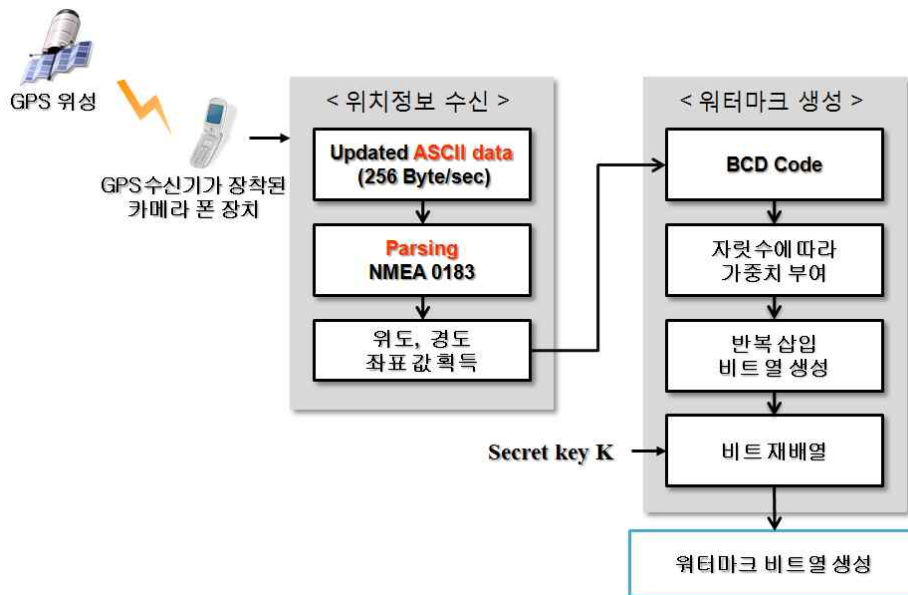


그림 3. 위치정보를 이용한 워터마크 생성

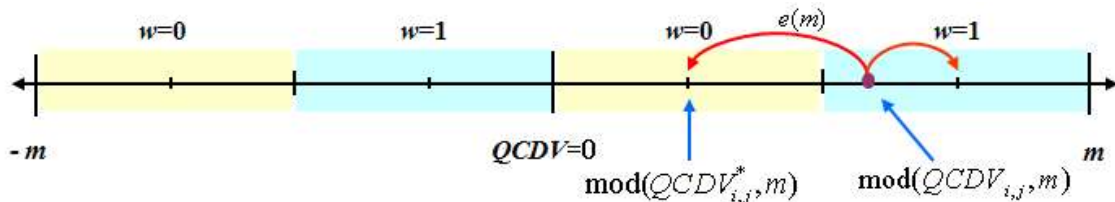


그림 4. 워터마크 삽입 방법

색차신호의 양자화 테이블의 양자화 계수  $b$ 와  $r$ 은  $C_b, C_r$ 성분의 DCT변환 후 주파수 계수이다. 4) 나머지 지연산을 이용하여 QCDV를 계수 값  $m$ 으로 나누어 나머지 값을

$$\begin{aligned} \text{mod}(QCDV_k^*, m) &= \begin{cases} \frac{m}{4}, & \text{if } w=0 \\ \frac{3m}{4}, & \text{otherwise} \end{cases} \text{ if} \\ \text{mod}(QCDV_k, m) &\geq 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \text{mod}(QCDV_k^*, m) &= \begin{cases} -\frac{m}{4}, & \text{if } w=1 \\ -\frac{3m}{4}, & \text{otherwise} \end{cases} \text{ if} \\ \text{mod}(QCDV_k, m) &< 0 \end{aligned} \quad (9)$$

와 같이 구한다. 5) 삽입되는 워터마크의 비트 값에 따라  $C_b, C_r$ 의 양자화된 DC계수 값을

$$C_b = C_b - \frac{m}{4}, C_r = C_r - \text{mod}(QCDV, \frac{m}{2}) \text{ if } w=0 \quad (10)$$

$$C_r = C_r - (\frac{3}{4}m - QCDV) \text{ if } w=1 \quad (11)$$

와 같이 변경한다.

색차성분에 대한 워터마크 추출은 삽입의 역 순으로 수행된다. 워터마크가 삽입된 영상의  $C_b, C_r$  데이터는 JPEG 인코딩 과정을 수행한 후  $QCDV_k^*$ 를 구한다. 그리고 워터마크를

$$\begin{aligned} \hat{w}_k &= \begin{cases} 1, & \text{if } \frac{m}{2} < \text{mod}(QCDV_k^*, m) < m \\ 0, & \text{else if } 0 < \text{mod}(QCDV_k^*, m) < \frac{m}{2} \end{cases} \text{ if} \\ QCDV &\geq 0 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \hat{w}_k &= \begin{cases} 1, & \text{if } -\frac{m}{2} < \text{mod}(QCDV_k^*, m) < 0 \\ 0, & \text{else if } -m < \text{mod}(QCDV_k^*, m) < -\frac{m}{2} \end{cases} \text{ if} \\ QCDV &< 0 \end{aligned} \quad (13)$$

와 같이 추출한다.

### 3.3 좌표 정보를 이용한 인접 비디오 프레임간 중복성 제거

각 지자체의 도로관리부서에서 운용하는 도로정보 수집 차량들의 경우에는 육안관측 및 정밀 데이터 수집을 위하여 운행속도가 50km/h를 넘지 않는다. 따라서 차량 내 탑재되는 대표적 카메라인 블랙박스

의 경우에는 프레임율이  $F_s=15\text{frame/sec}$ 으로 차량 속도에 상관없이 고정되어 있다

비디오 데이터의 공간 중복성 특성상 인접 프레임 간에는 동일한 교통표지 및 도로시설물 정보가 포함되어 있다. 그러나 주행 차량의 운행 속도에 따라 동일 교통정보의 프레임 내 반복 정도는 차이가 있다. 따라서 좌표정보 및 프레임 내 유효 교통정보 포함 정도를 분석하여 도로주행 영상 특성을 고려한 최소 프레임을 결정한다. 이를 위하여 GPS 데이터의 갱신율 및 프레임 해상도에 따른 객체의 검출 가능한 픽셀크기를 고려하여 최적 프레임 샘플링율을 결정한다. GPS의 데이터 갱신율( $g_s$ )의 경우, 정밀 GPS인 DGPS(Differential GPS)는 고정되어 있으나 ( $G=5\text{회/sec.}$ ) 검출 가능한 표지판은 프레임 해상도에 따라 달라지므로 그림 5에서와 같이 프레임 내 존재하는 소실점과 소실선을 이용하여 검출 가능 객체의 최소 픽셀 크기를 산출한다. 검출 가능한 객체와 소실점간의 실제거리의 최소 거리가 결정되면 차량 계기 속도(S), 프레임율( $F_s$ ), 위치좌표와의 상관관계에 의하여 최적 프레임 샘플링율( $F_s^*$ )이 결정된다.

프레임 율의 경우에는 차량 속도에 상관없이 고정되어 있으나, 교통 체증에 의한 속도 저하시 샘플링되는 프레임 수가 결정되어야 한다. GPS모듈에서 받은 위치좌표(p)를 속도와 프레임에 따른 변화량을 측정한다 다음,

$$\begin{aligned} \Delta p &= p(t) - p(t-1), : t\text{번째와 다음 번째의 위치좌} \\ &\text{표 변화량,} \\ \Delta p &\propto 1/S : \text{속도와 반비례 관계} \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} &\text{최적 프레임의 샘플링 율}(F_s^*)\text{을} \\ F_s^* &= \alpha(\Delta p/S)F_s \end{aligned} \quad (15)$$

와 같이 구한다. 여기서  $\alpha$ 는 주행거리 및 도로정체에 따른 실험적인 가변 세기이다. 위치좌표 변화량이 없을 경우의 샘플 프레임율은 0이고, 변화량이 클 경우의 샘플 프레임율은 커진다. 또한 도로 주행속도가 높아질 경우의 샘플 프레임율은 증가한다.

도로정체도 분석을 통한 최적 정보 은닉 프레임 선정은 두 가지 변수에 의한 도로정체 또는 교통량으로 분석한다. 또한 시간교통량의 변동계수(coefficient of variation)는 표준편차만으로 변동의 상대적인 크기를 비교할 수 없을 때 구한다. 시간교통량의 경우 교통량이 절대적으로 많은 노선은 표준편차 역

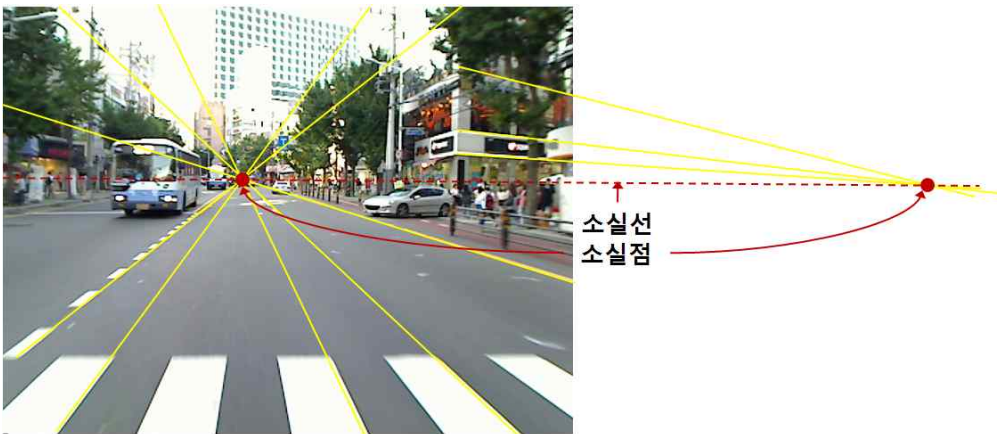


그림 5. 프레임별 소실점 및 소실선

시 커지기 때문에 교통량이 차이가 있는 구간의 변동의 크기를 비교할 수 없게 된다.

### 3.4 시점변환을 이용한 시점의 주행정정보영상 생성

본 논문에서는 도로시설물 및 도로표지 검출을 효과적으로 수행하기 위해서는 도로주행영상의 시점을 변환하여 객체 검출을 위한 warping 전처리를 수행하고 객체 검출을 위한 검출 후보지를 최소화하는 것이 요구된다. 또한 프레임간 합성 영상 내에서 도로 시설물 및 표지 검출을 위해서는 도로 정보를 담고 있는 프레임들을 중첩되지 않는 범위 내에서 정합하는 것이 필수적이다. 이를 위해 설계한 프레임 및 처리 흐름도는 그림 6과 같다.

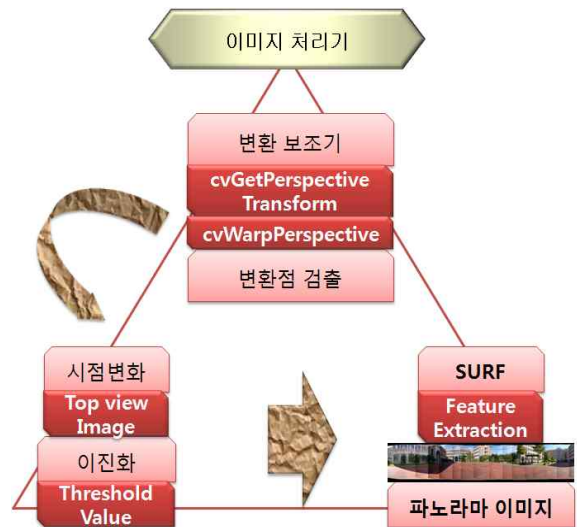


그림 6. 변경된 시점에 대한 주행정정보영상 생성 기술 흐름도

렌즈에 의해 발생하는 원형왜곡(radial distortion)을 고려하지 않을 때, 일반적으로 두 영상 간의 관계는 하나의 행렬로 표현할 수 있다. 실외 환경에서는 대응점들이 건물 벽 등과 같은 하나의 평면상에 여러 개가 존재하거나, 대응점들의 카메라가 보는 방향으로의 거리차이가 카메라와의 거리 차이보다 작아서 하나의 평면상에 존재하는 것으로 근사화 할 수 있다. 그림 7에서처럼 좌측의 영상을 오른쪽 영상처럼 하늘에서 보는 것처럼 보정한 예이다. 이러한 변환을 호모그래피(homography)[18]라고 한다.

3차원 상의 하나의 점  $Q$ 가 두 영상으로 투영된 점을 각각  $q, q'$ 이라 하면 투영된 위치 사이의 관계는

$$\lambda q' = Hq \tag{16}$$

와 같다. 여기서 행렬  $H$ 를 호모그래피라고 하며,

$$H = R + \frac{1}{d}tN^T \tag{17}$$

와 같이 정의된다.  $N$ 은 대응점들이 속해 있는 평면과 수직인 벡터(normal vector)이며,  $d$ 는 카메라와 평면 사이의 거리이다.

위와 같은 호모그래피를 통해서 2차원 영상을 보정하기 위해선, 8 DOF(Depth of field)이 필요한데, 이 때 8 DOF는 서로 대응되는 4쌍의 점을 통해 구할 수 있다. 단, 이 4쌍의 점들 중에서 동일 선상에 최소 3개의 점이 있으면 안 된다는 전제조건이 존재한다.

$$\begin{bmatrix} wx'_i \\ wy'_i \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix} \tag{18}$$

이 행렬식에 의해서, 서로 대응되는 4쌍의 점을 다음 식을 통해 정의할 수 있다.



그림 7. 호모그래피 연산 처리 후 변환된 top-view 이미지

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'_1x_1 & -x'_1y_1 & -x'_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -y'_1x_1 & -y'_1y_1 & -y'_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_N & y_N & 1 & 0 & 0 & 0 & -x'_Nx_N & -x'_Ny_N & -x'_N \\ 0 & 0 & 0 & x_N & y_N & 1 & -y'_Nx_N & -y'_Ny_N & -y'_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11} \\ H_{12} \\ H_{13} \\ H_{21} \\ H_{22} \\ H_{23} \\ H_{31} \\ H_{32} \\ H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \leftrightarrow AH=B \quad (19)$$

이 식의  $H$ 는 least squares pseudo-inverse를 이용하여 해를 구할 수 있다.

$$AH=B \Leftrightarrow A^T AH = A^T B \Leftrightarrow H = (A^T A)^{-1} A^T B \quad (20)$$

#### 4. 실험결과 및 고찰

##### 4.1 시스템 구현

본 논문에서 제안한 좌표정보 결합 및 시점변환을 이용한 도로주행환경 자동인식 시스템의 실험 단계

는 그림 8에서와 같다. 먼저 자동차의 운행속도를 분석하고 자동차에 장착된 카메라로부터 도로 정체도를 분석하여 최적 프레임 및 위치정보에 대한 샘플링을 결정한다. 추출된 프레임 내에 좌표정보를 결합한 위치정보를 삽입하여 프레임간 정합을 시키고 시점변환을 수행한다.

본 논문에서 GPS 좌표를 이용한 워터마크 삽입 실험을 그림 9에 나타내었다. 그림 9는 차량용 카메라에서 입력되는 영상과 GPS 정보의 입력 상태를 나타낸 것으로 GPS의 좌표 정보가 입력영상에 삽입이 되는 실험이다. 그림 10은 도로영상내의 위치좌표 추출 실험 결과로서 실제 도로관리 요원이나 시설물 관리 요원들은 이 영상의 위치 정보만 추출하면 도로, 교통표시판 및 각종 시설물들의 파괴 및 훼손된 위치를 자동 파악할 수 있게 한다.



그림 8. 도로주행환경 자동인식 시스템의 실험 단계



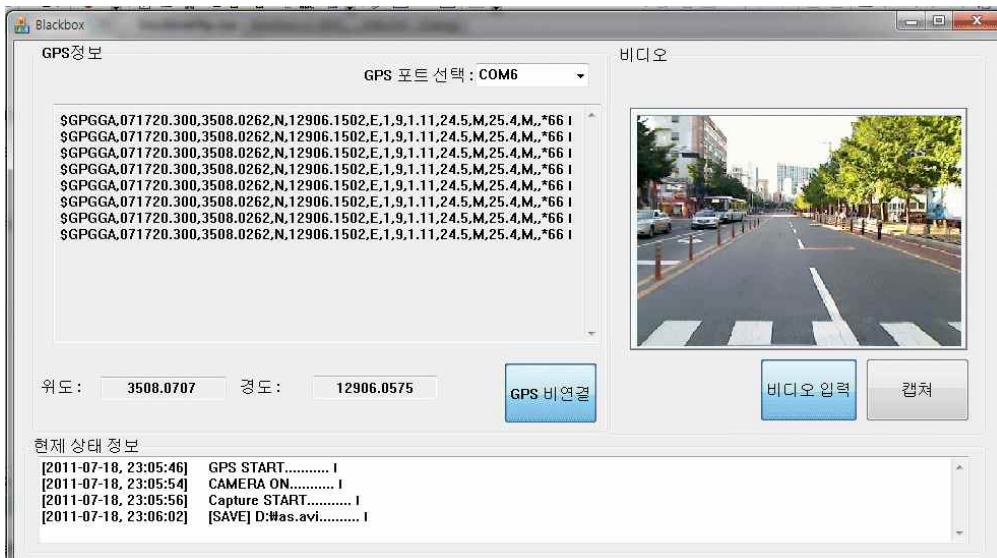


그림 9. 차량용 카메라에서 입력되는 영상과 GPS 정보 입력 상태

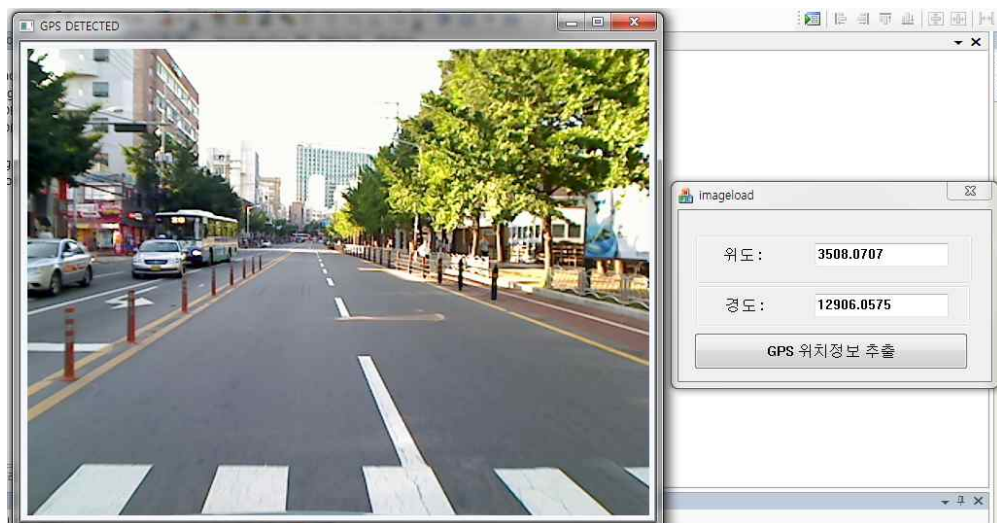


그림 10. 도로영상 내에 위치좌표 추출

비디오를 통해 차량 외부에 부착된 전방 시점 카메라로부터 획득된 영상들을 영상 내 도로시설물 및 표지 검출을 위해 top-view로 시점변환을 수행하였다. 본 실험 및 기술 목표치에서 요구되는 카메라 장착 환경은 모두 single view 타입이다. 따라서 초기 연산 결과를 통해 산출된 H 행렬을 통해 영상을 보정하기 위해서는 동일 카메라로부터 촬영된 2 프레임 이상의 영상들로부터 추가 파라메타들을 획득하여 처리하였다. 시뮬레이션 결과로부터 도로 외곽부의 영상 왜곡 효과가 발생하는데 이는 도로 외부의 형상 왜곡을 통한 non-ROI(region of interest) 영역 블로킹 처리로 획득이 가능하며 도로, 내부로 ROI 영역

자동 제한이 가능하다. 또한 프레임간 정합을 위한 특징점 추출 용이하다. 이는 도로 차선 및 도로 내부 영역들 외에는 모두 왜곡된 객체만 존재하며, 동일 특징점 검출 위한 후보 영역이 감소하게 된다. 시점 변환을 위한 시뮬레이터를 그림 11에 나타내었으며 그림 12는 호모그래피 연산 처리 후 변환된 top-view 영상을 보여준다.

#### 4.2 매쉬업 서비스 및 도로표지판 검출에 응용

제안한 워터마킹 기법을 이용하여 GIS 서비스를 응용하여 구현하는 방법과 과정을 그림 13에 나타내었다. 카메라를 이용해 촬영된 영상은 웹 맵에 업로



그림 11. 시점변환을 위한 시뮬레이터

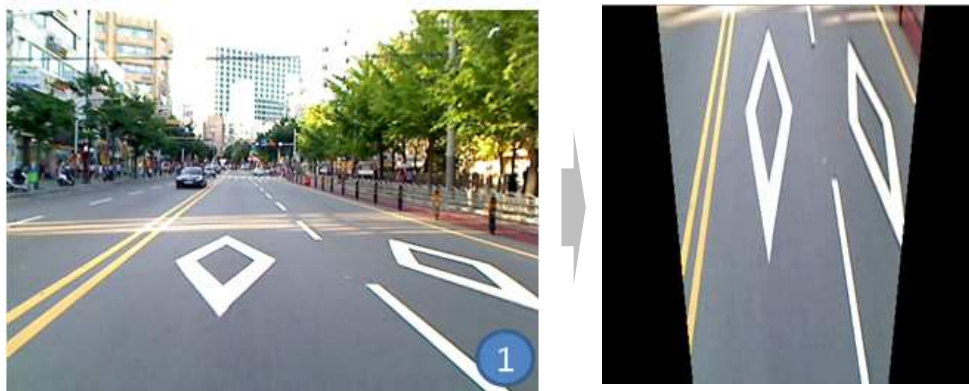


그림 12. 호모그래피 연산 처리 후 변환된 top-view 영상

드하기 위해서 PC에 다운로드하고 GIS 웹 맵 서버와 데이터를 전송하고 받을 수 있는 전용 툴을 이용하여 업로드 한다. 전용 클라이언트 툴은 먼저 사용자 인증 과정을 거쳐 서버에 로그인 한 후 사진 파일을 드래그앤드롭(drag and drop)하여 영상을 서버 창으로 옮기면, 먼저 영상에서 위치정보의 워터마킹 유무를 확인하고, 위치정보를 추출하였다. 영상은 FTP 서버를 통해 전송되고 위치정보는 사용자 정보, 촬영일시, 사용 권한 등의 내용과 함께 DB서버로 전송한다.

전송된 위치정보와 영상을 이용하여 GIS 웹 맵 매쉬업 서비스와 연동하여 아래 그림 14에서와 같이 구현하였다. 촬영된 도로영상의 위치가 바로 확인되며, Google Maps의 오픈 GIS 위성데이터를 이용하여 가시적으로도 확인할 수 있었다.

그림 15는 본 논문에서 제안한 기법을 사용하여

추출한 각종 도로표지판 추출영상이다. 프레임간 간격은 최소 2.5m로 하였으며 해당거리 이동 발생시, 프레임 캡처 및 좌표 정보를 색인토록 하였다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 CNS(car navigation system) 내 도로시설물 및 도로표지의 시각적 알림을 위하여 좌표정보 결합 및 시점변환 기법을 이용한 도로주행환경 자동인식 기술을 제안하였다. 제안한 방법은 차량 내 탑재된 카메라와 GPS를 이용하여 공간정보가 반영된 좌표정보 결합방법을 이용해 도로주행 촬영영상을 생성한 후, 생성 영상의 시점 변환 및 영상 정합을 통해 영상 내 존재하는 각종 도로 표지 및 시설물 등을 자동 검출하여 도로상의 도로표지 및 시설물들



그림 13. 워터콘텐츠 생성과 GIS 웹 맵과의 연동 구현 : 웹 맵을 통한 도로영상 가시적 확인

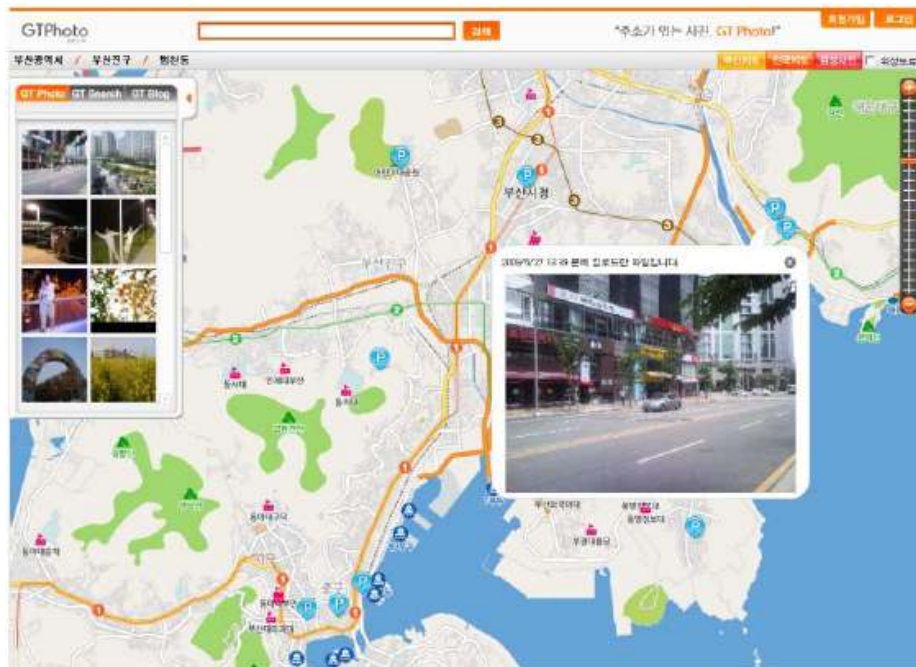


그림 14. 워터마킹된 도로영상을 GIS 웹 맵 매쉬업 서비스와 연동 구현

의 파손·망실 여부를 자동인식 및 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하였다. 좌표정보 결합 방법은 휘도 및 색차 정보를 이용한 워터마킹 기법을 적용하여 좌표정보 및 도로정보영상의 결합 기술을 개발하였다. 또한 시점변환 방법은 정보 검출 위한 변경된 시

점의 호모그래피 변환을 이용하였다. 제안한 방법을 기반으로 다양한 텔레매틱스 모델에 적용 가능한 영상처리 기반의 각종 운전편의정보 생성 기술을 개발하였다. 그 결과 도로주행영상 내 GPS 좌표정보의 결합 시간은 66.5ms으로 매우 짧았으며, 교통 표지판

템플릿	t-th 검출 프레임	(t+1)-th 검출 프레임	(t+2)-th 검출 프레임
 <p>(76×76)</p>			
			
 <p>(35×35)</p>			
 <p>(45×45)</p>			
 <p>(39×43)</p>			
 <p>(30×33)</p>			

그림 15. 제한한 위치정보 결합 및 시점 변환 기반으로 7개 도로표지판에 대한 검출 결과

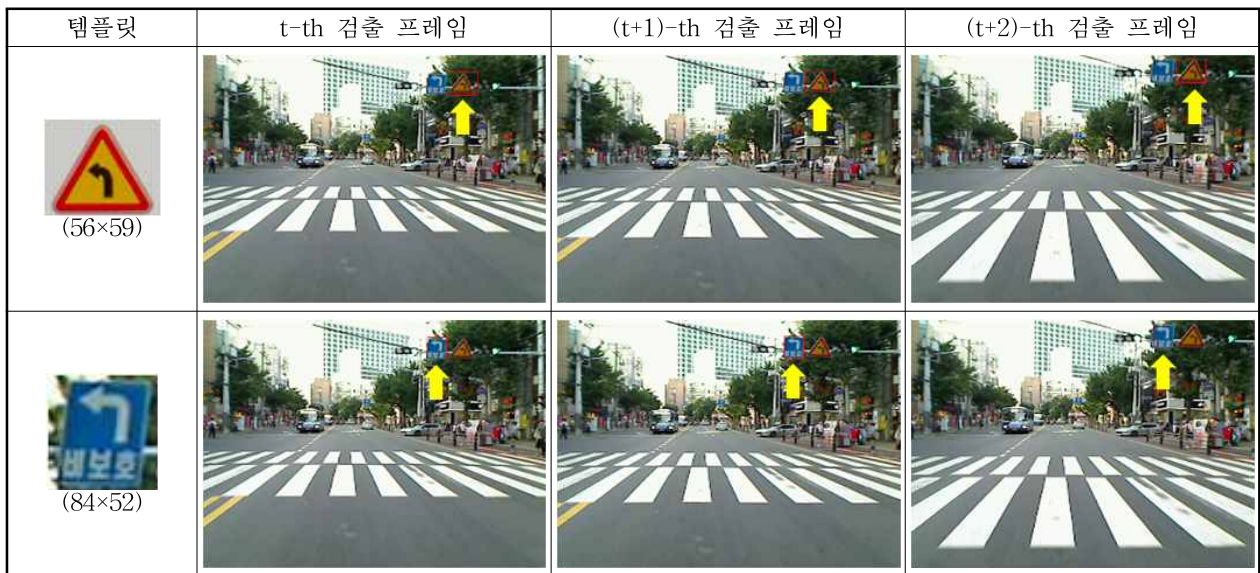


그림 15. (계속).

검출율이 95.83%으로 정확도가 높음을 확인하였다. 또한 본 기술을 이용하여 실제 도로주행 인식기술 뿐만 아니라 매쉬업 서비스 등에 적용됨을 확인하였다.

참 고 문 헌

[ 1 ] 한재일, “u-City 도입에 따른 도로기반시설물 관리 환경변화와 USN기술 동향,” 국토연구원 국토, 통권, 제318호, pp. 140-147, 2008년

[ 2 ] 오세근, 최근 ITS산업 동향, 전자정보센터 주간 정보, 2009년

[ 3 ] 정준익, 노도환, “성분차 색분할과 검출마스크를 통한 실시간 교통신호등 검출과 인식,” 전자공학회논문지, 제43권, SP편, 제2호, pp. 65-72, 2006년

[ 4 ] 윤재홍, 지유강, “영상에서 객체 추출을 통한 적응형 통행 우선순위 교통신호 제어 시뮬레이션,” 멀티미디어학회논문지, 제11권, 제8호, pp. 1043-1193, 2008년

[ 5 ] 김선동, 백영현, 문성룡, “디지털영상처리 기술을 이용한 교통신호등 자동 판별 시스템 개발,” 전자공학회논문지, 제46권, CI편, 제2호, pp. 92-99, 2009년

[ 6 ] Yasuo Inoue, Yuuichirou Kohashi, Naoto Ishikaw, and Masato Nakajima, “Automatic Recognition of Road Signs,” *Proc. of SPIE*, Vol. 4790, pp. 543-550, 2002.

[ 7 ] C.Y. Fang, S.W. Chen, and C.S. Fuh, “Road-Sign Detection and Tracking,” *IEEE Trans. On Vehicular Technology*, Vol. 52, No. 5, pp. 1329-1341, 2003.

[ 8 ] Thi Thi Zin and H. Hama, “Robust Road Sign Recognition using Standard Deviation,” *Proc. of 2004 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference*, pp. 429-434, 2004.

[ 9 ] A. Soetedjo and K. Yamada, “An Efficient Algorithm for Traffic Sign Detection,” *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, Vol. 10, pp. 409-417, 2006.

[ 10 ] Thi Thi Zin, Hiromitsu Hama, and Pyke Tin, “Robust Detection and Segmentation of Images with Tolerance,” *Proc. of the 3rd Intl. Conf on Innovative Computing, Information and Control*, pp. 543-550, 2008.

[ 11 ] R.J. López Sastre, P. Gil Jiménez, F.J. Acevedo, and S. Maldonado Bascón, “Computer Algebra Algorithms Applied to Computer Vision in a Parking Management System,” *Proc. of IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, No.7, pp. 1675-1680, 2007.

[ 12 ] Hiroshi Kano, Keisuke Asari, Yohei Ishii, and Hitoshi Hongo, “Precise Top View Image

Generation without Global Metric Information,” *IEICE Trans. on Information and Systems*, Vol. E91-D, No. 7, pp. 1893-1898, 2008.

- [13] C. Yang, H. Hongo, and S. Tanimoto, “A New Approach for In-Vehicle Camera Obstacle Detection by Ground Movement Compensation,” *Proc. of the 11th IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp. 151-156, 2008.
- [14] Chunzhao Guo, and Seiichi Mita, “Drivable Road Region Detection based on Homography Estimation with Road Appearance and Driving State Models,” *Proc. of the 4th International Conference on Autonomous Robots and Agents*, pp. 204-209, 2009.
- [15] Tomohiro Nakada, Yoshimitsu Aoki, and Kazuo Ohzeki, “Road Marking Detection for Warning System of Moving Violation through Car Navigation System,” *Proc. of 16th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision*, pp. 186-191, 2010.
- [16] <http://en.wikipedia.org/wiki/Geotagging>,
- [17] 김진호, 서용수, 권기룡, “GIS 웹 맵 서비스를 위한 스마트폰에서의 정보은닉 기법,” *멀티미디어학회논문지*, Vol.13, No.5, pp.710-721, 2010년.
- [18] P.K. Jain, and C.V. Jawahar, “Homography Estimation from Planar Contours,” *Proc. of the Third International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission*, pp. 877-884, 2006.



**성택영**

2004년 부산외국어대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사)  
 2006년 부산외국어대학교 전자컴퓨터공학과 석사 졸업(공학석사)  
 2007년~현재 부경대학교 정보보호학협동과정 박사과정

관심분야: 멀티미디어 신호처리, 디지털워터마킹



**이석환**

1999년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사)  
 2001년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업(공학석사)  
 2004년 경북대학교 전자공학과 박사 졸업(공학박사)

2005년~현재동명대학교 정보보호학과 조교수  
 관심분야: 워터마킹, DRM, 영상신호처리



**권기룡**

1986년 경북대학교 전자공학과 학사 졸업(공학사)  
 1990년 경북대학교 전자공학과 석사 졸업(공학석사)  
 1994년 경북대학교 전자공학과 박사 졸업(공학박사)

2000년~2001년 Univ. of Minnesota, Post-Doc.  
 1996년~2006년 부산외국어대학교 디지털정보공학부 부교수  
 2011년~2012년 Colorado State University, Visiting Scholar  
 2006년~현재 부경대학교 IT융합응용공학과 교수  
 2013년~현재 한국멀티미디어학회 정책자문위원  
 관심분야: 멀티미디어 정보보호, 멀티미디어 통신 및 신호처리



**문광석**

1979년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사)  
 1981년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1989년 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)

1988년 일본 동경대학교 공학부 연구원  
 1997년~1998년 미국 Jackson State University 객원 교수  
 1990년~현재 부경대학교 전자공학과 교수  
 관심분야: 영상신호처리, 적응신호처리, 멀티미디어 통신