

# 수치영상처리 및 패턴 인식에 의한 도로교통시설물 DB의 효율적 갱신방안 연구

## A Study of Effective Method to Update the Database for Road Traffic Facilities Using Digital Image Processing and Pattern Recognition

최준석\* · 강준묵\*\*

Choi, Joon Seog · Kang, Joon Mook

### 要 旨

도로의 확장 및 신규 도로의 설치로 인하여 도로교통시설물의 변경 및 신규설치는 매년 꾸준히 증가하고 있다. 또한, 자동차 및 운전자의 증가와 함께 교통안전을 위한 도로 및 교통안전표지는 지속적인 증설과 관리가 요구된다. 도로 시설물 중 교통안전표지판을 신속하게 갱신하기 위하여 본 연구에서는 교통안전표지판에 대하여 자동인식기능을 개발하고 위치정확도를 분석하여 수치지형도의 도로시설물 효율적 갱신방안 제시를 목적으로 하였다. 이를 위하여 좌표측정을 위한 전방위 카메라 표정요소 산출, GPS/IMU/DMI 통합시스템 구축 및 영상처리기법을 적용하여 수치지형도의 도로시설물 DB의 효율적 갱신방법을 제시하였다.

핵심어 : 도로교통시설물, 안전표지판, 자동인식, 전방위 카메라

### Abstract

Because of road construction and expansion, Update of the road traffic facilities DB is steadily increased each year. and, Increasing drivers and cars, safety signs for traffic safety are required management and additional installation continuously. To update Safety Sign database promptly, we have developed auto recognition function of safety sign, and analyzed coordinates accuracy. The purpose of this study was to propose methods to update about road traffic facilities efficiently. For this purpose, omni-directional camera was calibrated for acquisition of 3-dimensional coordinates, integrated GPS/IMU/DMI system and applied image processing . In this experiment, we proposed a effective method to update database of road traffic facilities for digital map.

Keywords : Road Traffic Facilities, Safety Sign, Auto Recognition, Omni-directional Camera

## 1. 서 론

### 1.1 연구목적

최근 국토가 급속히 개발되면서 도로의 확장 및 도로 관련 시설물이 꾸준히 증가하고 있다. 이러한 도로는 산업의 발달과 더불어 국가 인프라의 중추적인 역할을 수행하면서 고속도로, 국도, 지방도 등 다양한 형태로 신규 설치 및 연장되어지고 있다. 국내 도로의 현황은 1999년 총 연장 74,237km에서 2010년 105,565km로 약 30%의 연장이 확대되었으며, 고속도로의 연장은 최근 15년간 1995년에 비하여 2배 이상의 연장이 확대되었다. 또한 인구 당 연장비율(km/천명)은 2.12km로 일본 9.41km, 미국 20.8km(국토해양부, 2011) 등에 비하여 매우 열악한

수준이다. 이와 같은 결과로 인하여 우리나라의 도로 총 연장은 지속적으로 확대되어질 것으로 예상된다.

이러한 도로를 이용하는 이용자에게 정보를 제공하는 표지판은 도로표지와 교통안전표지로 구분된다. 이 중에서 도로표지는 도로관리청에서 설치하는 표지로서 방향표지, 이정표지, 노선표지, 경계표지 및 기타표지로 구분되고, 교통안전표지는 경찰청에서 설치하는 표지로 규제표시, 지시표지, 주의표지 및 보조표지로 구분된다(김의명, 2011). 교통안전표지는 Table 1과 같이 매년 4.3%의 증가율을 보이고 있으며, 자동차 및 운전자의 증가와 함께 도로를 이용하는 운전자의 교통안전을 위한 표지의 증설과 철저한 관리가 요구되고 있다(국토해양부, 2011).

2012년 4월 10일 접수, 2012년 5월 2일 채택

\* 정희원 · 충남대학교 토목공학과 박사수료(gischoi@gmail.com)

\*\* 교신저자 · 충남대학교 토목공학과 교수(jmkang@cnu.ac.kr)

Table 1. Installation of Traffic Safety Sign

(단위: 개, %)

연도	계	주 의	규 제	지 시	보 조
2001	802,683	242,689	240,876	175,722	143,396
2002	806,656	241,942	243,300	170,216	151,198
2003	856,344	250,009	266,823	179,135	160,377
2004	902,506	263,588	280,628	189,918	168,372
2005	967,755	274,666	293,222	198,239	201,628
2006	988,046	287,915	303,779	214,384	181,968
2007	1,012,325	297,372	310,045	219,386	185,522
2008	1,067,149	311,580	320,253	230,887	204,429
2009	1,113,979	326,545	332,037	243,284	212,113
2010	1,175,755	333,121	339,067	252,727	250,840
연평균 증가율	4.3%	3.6%	3.9%	4.1%	6.4%

도로의 신규 건설 및 기존 시설의 확장에 따라 신규 도로의 측량 및 지도제작, 도로 시설물에 대한 DB 갱신은 필수적으로 수반되어야 한다.

도로 기반의 3차원 공간정보 DB구축을 위하여 캐나다 Optech사의 LYNX mobile mapper 및 일본 Mitsubishi사의 MMS-X는 laser scanner와 디지털 카메라를 이용하여 도로의 시설물 및 건물들에 대한 3차원 정보를 획득하고 지도를 갱신할 수 있는 기술을 개발하고 있으며, 국내에서도 입체사진측량기법을 적용한 4S-Van과 같은 MMS(Mobile Mapping System)이 개발되어 사용되고 있다(국토지리정보원, 2009).

본 연구에서는 비측량 카메라인 Ladybug3의 검정을 통하여 전방위 영상에서 3차원 좌표를 취득할 수 있도록 하였으며, DB구축의 효율성을 높이기 위해 전방위 영상 내 교통안전시설물의 자동인식 및 분류 기법을 적용하여 DB구축의 가능성을 제시하고자 하였다.

자동 인식 및 분류된 DB의 위치정보와 실측좌표와의 정확도 비교 검증을 통하여 지도제작 분야에서의 활용 가능성을 파악하였으며, 이러한 결과를 바탕으로 도로부분에 대한 수치지형도의 신규제작 및 수정·갱신을 효율적으로 수행할 수 있는 방법을 제시하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 이동형 측위 시스템

### 2.1 시스템 구성

이동형 측위 시스템은 일반적으로 MMS라고 일컬어지며 1980년대 후반부터 연구가 진행되어온 모바일 위치결정기술(Mobile Positioning Technology), 공간정보기술(Spatial Information Technology) 및 다양한 센서 통합기술을 기반으로 개발된 새로운 측위기술이다.

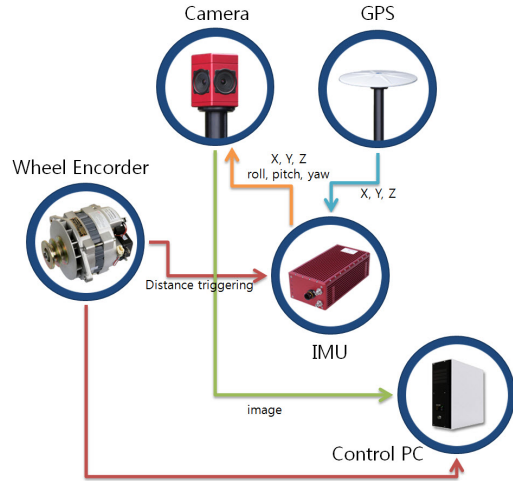


Figure 1. System Configuration Diagram

본 연구에서는 영상정보를 취득하기 위한 전방위 카메라(omni-directional Camera), 촬영시점의 3차원 위치 정보를 취득하기 위한 GPS(Global Positioning System), 자세 정보를 취득하기 위한 IMU(Inertial Measurement Unit), 및 거리정보를 취득할 수 있는 Wheel Encoder 등의 센서를 사용하여 이동하면서 영상을 취득하고 이 영상정보와 위치 및 자세정보를 이용하여 교통시설물 중 안전표지판의 3차원 위치를 취득하였다.

영상 수집을 위하여 적용된 전방위 카메라는 Ladybug3로서 오각기둥의 모양으로 측면에 5개의 렌즈와 상부에 1개의 렌즈가 장착이 되어있다. 이와 같은 렌즈의 장착으로 촬영점을 중심으로 360° 영상을 취득할 수 있다.

위치정보를 취득하기 위해서는 Trimble사의 5700 수신기를 사용하였으며, 위치정확도의 신뢰성을 확보하기 위하여 DGPS 후처리기법을 적용하였다. 실험에 사용된 IMU는 Oxford사의 Inertial+를 사용하여 자세정보를 취득하였다.

### 2.2 카메라 검정

측량용 카메라와 비측량용 카메라의 구분은 사진측량작업 단계 중 내부표정 방법의 차이로 구분할 수 있다. 측량용 카메라의 경우에는 내부표정을 위한 사진지표가 제공될 뿐만 아니라 렌즈에 관련된 다양한 매개변수들이 제작사의 정밀 검정을 통해 제공된다. 반면에 비측량용 카메라는 정확한 위치를 알고 있는 다수의 기준점을 이용하여 사용자가 직접 초점거리, 주점의 위치, 영상왜곡계수 등의 내부표정요소를 구하여 내부표정을 수행하여야 한다(정수, 2011).

스테레오 영상을 이용하여 대상물의 3차원 위치정보를 취득하기 위해서는 본 연구에서 적용된 카메라 렌즈의 내부 및 외부 표정요소를 정확하게 파악해야 한다. 렌즈의 왜곡은 대상물이 카메라의 렌즈를 통해 취득될 때 영향을 주어 사진 상의 고유 위치에 있지 않게 됨으로 영상을 통하여 대상물의 정확한 위치에 대한 정량적 판단을 할 수 없게 된다. 따라서 본 연구에서 적용된 전방위 카메라에 대한 표정요소를 산출하기 위한 실험을 수행하였다.

실험에 사용된 카메라의 렌즈 특성을 파악하기 위한 자체 검정(Self Calibration)을 위해 별도의 검정 판을 제작하였다. 각 렌즈별로 검정 판을 촬영하고 Figure 2의 순서도에 의하여 카메라 검정을 실시하였다.

각 렌즈별 내부표정요소를 산출한 후 카메라의 측면 5면에 배치되어 있는 렌즈의 위치를 측정하기 위하여 Figure 4와 같은 검정판을 이용하여 각 렌즈간의 위치를 도출하였다. 이는 360° 영상 전체에서 3차원 좌표를 추출할 수 있도록 외부 표정요소의 계산시 0번 렌즈(전면렌즈)를 기준으로 각 렌즈의 외부표정요소를 산출하기 위함이다.

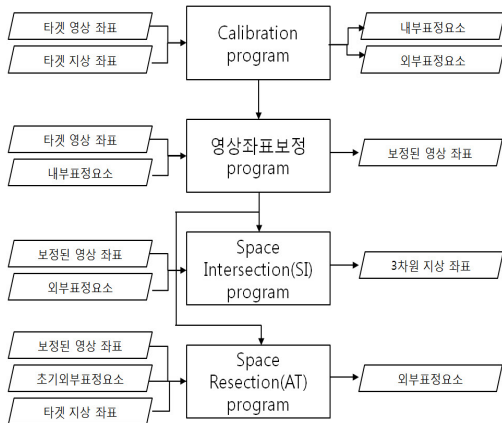


Figure 2. AT Flow chart for Calibration

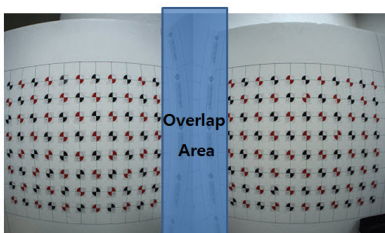


Figure 3. Calibration Target Plate

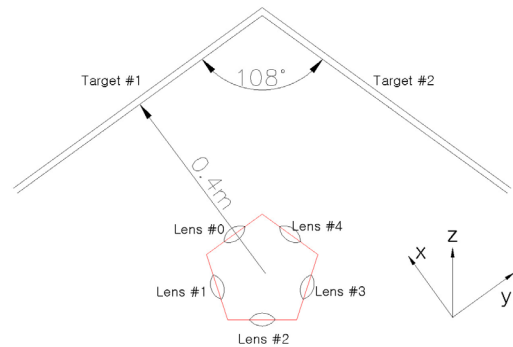


Figure 4. Calibration Plate of Lens Location Analysis

인접한 두 렌즈의 상호 위치를 해석하기 위하여 카메라와 같은 사이 각을 가지는 평면 타겟을 제작하여 0번 렌즈를 기준으로 1번 렌즈의 위치를 산출하였으며, 1번 렌즈를 기준으로 2번 렌즈의 위치를 산출하였다. 이와 같은 방법으로 측면의 5개 렌즈에 대하여 위치 및 자세를 산출하였다.

이러한 검정 과정을 수행한 결과는 Table 2와 Table 3과 같다.

또한 외부표정요소를 산출하기 위해서는 GPS 신호의 수신이 양호한 지역을 선택하여 카메라의 0번 렌즈와 1번 렌즈가 피복이 되는 범위에 한정하여 기준점을 설치하고 기준점 측량을 실시하였다. 설치된 기준점은 영상에서의 3차원 위치좌표 취득시 정확도의 확보를 위하여 평면 타겟과 입체 타겟을 혼합하여 총 83개를 설치하였다.

Figure 5는 기준점의 배치 상태를 나타내며, 붉은색 타겟은 입체 타겟으로써 총 30개를 설치하였으며, 검정

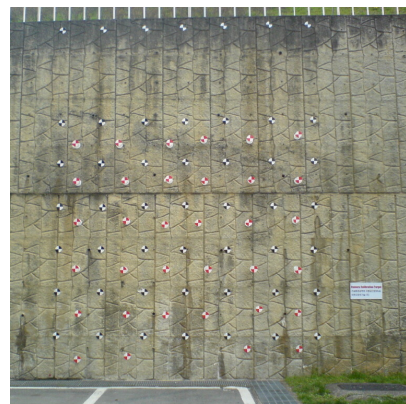


Figure 5. Installation of 3D Target

Table 2. Interior Orientation Parameter of each lens

	$f$ (mm)	$x_p$ (mm)	$y_p$ (mm)	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$p_1$	$p_2$
lens 0	3.26181	0.11236	-0.124492	0.018516	0.003960	-0.00065	-0.00078	0.000076
lens 1	3.25484	0.09701	-0.135526	0.024948	-0.00036	0.000134	-0.00105	-0.00004
lens 2	3.24488	0.19452	-0.167400	0.018981	0.003422	-0.00054	-0.00113	0.000339
lens 3	3.24716	0.10717	-0.146950	0.022745	0.001565	-0.00025	-0.00049	-0.00017
lens 4	3.26586	0.17467	-0.112983	0.026832	-0.00109	0.000250	-0.00097	-0.00007
lens 5	3.22628	0.16463	-0.104805	0.022630	0.001169	-0.00010	-0.00142	0.000176

Table 3. Relative Correlation of Each Lens (Except Top Lens)

	$x$ (mm)	$y$ (mm)	$z$ (mm)	$\omega$ (rad)	$\phi$ (rad)	$\kappa$ (rad)
lens 0(기준)	0.957866	2.398739	0.269092	1.569737	0.63212	-6.26859
lens 1	1.000835	2.3892	0.264009	1.580657	-0.63023	-0.02132
lens 1(기준)	0.961728	2.402184	0.267262	1.56564	0.633487	-6.2651
lens 2	1.006888	2.397296	0.264902	1.572379	-0.60396	-0.0229
lens 2(기준)	0.953967	2.410171	0.264417	1.564026	0.679534	-6.26779
lens 3	0.998941	2.402225	0.267492	1.564343	-0.60169	-0.02158
lens 3(기준)	0.94905	2.40450	0.26509	1.566726	0.648438	-6.26729
lens 4	0.991365	2.40372	0.259509	1.600988	-0.61108	-0.02891

색 타겟은 평면 타겟으로써 총 53개를 설치하였다. 설치된 기준점에 대해서는 토탈스테이션을 사용하여 실측을 실시하였다.

### 3. 인식 및 분류 기법







#### 3.1 영상처리기법을 이용한 인식 및 분류

교통안전표지판은 도로 교통에 관하여 주의, 규제, 지시를 나타내는 표지로써 본표지와 보조표지로 구분된다. 자동인식의 대상은 본표지만을 대상으로 하였다. 도로 및 교통상황의 변화추이와 같이 신속하게 교통안전표지판에 대한 DB의 갱신주기 단축, 시간 및 비용의 절감, 측량 작업자의 현장 위험성 감소 및 현장작업의 최소화를 수행하기 위하여 교통안전표지판에 대한 자동인식 및 분류 기능을 개발하였다.

안전표지판중 본표지의 형태는 원형, 삼각형, 사각형으로 구성되어있다. 각 표지판별 형태적인 특징을 살펴보면 주의 표시는 삼각형으로 되어 있으며 색상은 적색, 황색, 흑색으로 구성되어 있다. 규제 표시는 일반적으로 원형의 형태를 가지고 있으며, 경우에 따라서 역삼각형의 형태도 있다. 색상은 적색, 흑색, 백색으로 구성되어 있다. 마지막으로 지시표시는 원형의 형태를 가지고 있으며, 일부 사각형과 삼각형의 형태를 가지고 있다. 구성되는 색상은 청색과 백색이다. 각 표지판마다의 색상 및 형태학적 특성을 파악하여 영상 내에서 인식을 하기 위한 영상처리 기법을 적용하였다.

취득한 전체 영상에서 먼저 안전표지판을 인식한 후

Table 4. Example of Traffic Safety Sign(Caution, Regulation, Indication)

주의표시	규제표시	지시표시
		
		

왜곡보정 및 색상 보정 등의 전처리 과정을 수행한다. 그 후 인식 부분을 재지정하여 분류 연산자를 통하여 속성을 분류하는 과정을 수행한다.

전체 영상 내 교통안전표지판을 구분하는 가장 이상적인 방법은 색상모델을 이용하는 것이다. 본 연구에서 적용된 방법은 인간의 시각을 기반으로 작성되었으며 자연영상에서의 인식을 및 표지판의 특정 색에 잘 반응하는 HSI(Hue, Saturation, Intensity)모델을 사용하였다.

HSI 연산자를 통하여 적색, 청색, 황색, 백색을 구분할 수 있는 실험적인 값을 구한 후, 이에 따른 표지판의 후보군에서 SVM(Support Vector Machine)을 이용하여 최종 속성 분류 결과를 도출한다.

SVM은 두 가지 색이 학습용으로 주어졌을 경우, 두 그룹에서 각각의 데이터간 거리를 측정하여 두 개의 중심을 구한 후에 그 가운데에서 최적의 초평면(Optimal

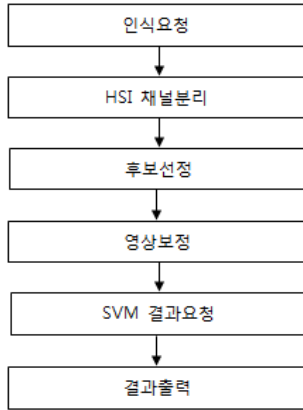


Figure 6. Flow chart of Recognition and Classification of Safety Sign

Hyper Plane)을 구함으로써 두 색의 그룹을 나누는 학습방법이다.

영상에서 HSI 연산기법을 적용하여 교통안전표지판을 인식하기 위해 찾고자 하는 대상의 색상인 적색, 청색, 황색, 무채색을 분리한다. HSI 연산과정 후 왜곡 보정을 통한 영상 처리 수행 및 SVM 분류기능을 통하여 최종 결과를 도출하는 순서로 진행된다.

Figure 6은 인식 및 분류 순서도를 나타내며, Figure 7은 인식 및 분류 기능을 수행하는 과정을 보여준다. DB 구축의 효율성을 높이기 위하여 위치정보, 자세정보, 영상 프레임 번호, 인식 부분의 상 좌표, 분류된 고유 시설물의 속성정보 등을 따로 저장할 수 있도록 하였다.

전방위 영상에서 인식되어진 교통안전표지판의 후보 영상들은 SVM 연산을 통하여 학습되어진 표지판의 패턴과 매칭 확률을 분석하여 가장 높은 확률을 가진 속성 값을 결정한다. Figure 8은 패턴 매칭 확률 비교를 통한 분류 과정을 나타낸다.



Figure 7. Processing View of Recognition and Classification

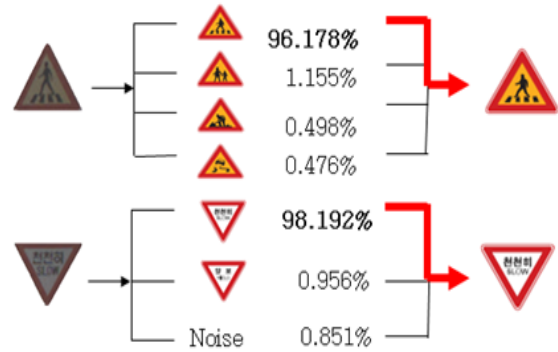


Figure 8. Classification of Matching Probability Comparison

#### 4. 정확도 분석

##### 4.1 인식 및 분류 정확도 분석

인식 및 분류 정확도를 산출하기 위하여 교통안전표지판의 종류가 다양하게 분포되어 있는 도심지를 위주로 영상을 취득하였다. 시험지역은 대전 및 인근 청주 지역으로 하였으며, 고속도로, 국도, 지방도 및 시군도 등의 도로를 주행하면서 교통안전표지판 샘플 영상을 취득하였다.

날씨에 따른 안전표지판 색상의 변화와 태양 고도각에 따른 반사량 및 그림자를 고려하여 동일 지역을 3회 이상 촬영하여 다양한 상황에 대비한 영상을 취득하였다.

영상의 인식률을 향상시키기 위하여 샘플영상의 인식 학습시 테두리 색상에 대한 학습과 표지판 내부 색상에 대한 학습을 별도로 수행하였다.

Table 6은 교통안전표지판의 인식률 실험결과를 나타낸다. 인식, 분류, 영상 손상의 의미는 다음과 같다. 인식은 영상에서 표지판을 찾은 경우를 나타내며, 분류는 인식한 표지판을 정확하게 분류했는지의 결과를 나타낸다. 영상손상은 육안으로 보았을 때, 영상에서 교통안전표지판의 일부가 가로수 및 기타 장애물 등에 의해서 가려졌거나, 표지판 자체의 손상 및 틀어짐 또는 표지판 노후로 인하여 탈색이 된 경우 등을 나타낸다.

Table 5. Sample Data Acquisition

취득일	날씨	시간	지역	비 고
11.03.	흐림	13:00 ~ 17:00	청주	고속도로(중부,경부) 및 국도 3회촬영
11.04.	맑음	12:00 ~ 15:00	청주	도심지 5회 촬영
11.05.	흐림	10:00 ~ 16:00	대전	도심지 5회촬영

Table 6. Result of Traffic Safety Sign Recognition

인식대상	총 개수	인식	분류	영상 손상
주의 표지				
+자형교차로	1	1	1	
우로굽은도로	3	3	3	1
좌로굽은도로	5	4	4	
우측차로없어짐	1	1	1	
횡단보도	8	7	7	1
위험	1	1	1	
규제 표지				
우회전금지	4	2	2	2
좌회전금지	7	7	7	1
유턴금지	1	1	1	
앞지르기금지	1	1	1	1
정차·주차금지	12	11	11	3
주차금지	55	45	40	18
서행	22	20	20	2
일시정지	2	2	2	
속도제한(30)	2	2	2	
속도제한(40)	7	6	6	2
속도제한(60)	10	7	7	3
지시 표지				
자전거 및보행자 검용도로	7	5	5	2
좌회전	3	3	3	
직진 및 우회전	1	0	0	1
직진 및 좌회전	3	3	3	
유턴	8	8	8	
우측면통행	2	2	2	
좌측면통행	1	0	0	1
횡단보도	9	8	8	
어린이보호	18	18	16	1
일방통행(우)	2	0	0	
일방통행(직진)	3	3	3	
합계	200	171	164	39

실험 대상지를 주행하면서 취득된 교통안전 표지판은 Table 6과 같이 총 200개로써, 주의 표지판 6종, 규제 표지판 11종, 지시 표지판 12종을 취득하였다. 모든 종류의 안전표지판에 대한 정확도 검증을 하기 위해서는 보다 광범위한 대상지의 종류별 안전표지판 영상 확보가 필요할 것으로 판단된다.

총 200개의 시설물 중 영상에서 교통안전표지판으로 인식된 것은 171개이며, 이 중 교통안전표지판의 각 항목별 속성에 따라 분류된 것이 164개이다. 200개의 표지판 중 교통안전표지판으로 인식하여 분류한 비율은 약 85.5%로써 매우 높은 분류율을 나타내었다. 또한 인식된 영상(171개)에서 안전표지판의 속성대로 구분

되어 검출된 것(164개)은 95.9%로 인식 대상이 정확하게 분류되는 것을 알 수 있었다.

#### 4.2 3차원 위치좌표 정확도 분석

본 연구에서 적용된 3차원 위치좌표취득 기능 및 교통시설물 인식 기능을 통합하여 전방위 카메라로 취득되어진 영상에서 교통안전표지판의 자동인식 분류 및 3차원 위치좌표를 취득할 수 있는 기능을 구현하였다.

3차원 좌표추출 기능의 정확도 측정을 위하여 교통안전표지판을 포함한 수치지형도 구축 레이어를 기준으로 일부구간에 대하여 빗물받이, 가로등, 신호등, 전주 등의 시설물들의 측량을 실시한 후 본 연구에서 개발된 프로그램의 성과와 비교하여 정확도를 분석한 결과 Table 7과 같은 결과를 도출하였다.

두 관측값의 분석 결과 x, y의 차이는 최대오차 1.453m, 1.984m와 최소 오차 0.034m, 0.005m로 나타나는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 최대 오차와 최소 오차의 차이가 매우 크게 나타나는 이유는 영상에서 대상물의 위치를 인식할 때 인식대상이 영상의 외곽에 편중되어 있거나 촬영거리가 먼 경우에 대하여 오차가 많이 나타나는 것을 알 수 있었다.

수치지형도의 도상 최대오차는 0.7mm로써(수치지형도 작성 작업규정, 국토지리정보원 고시 제2011-1085호) 대축척 지도인 1/1,000 수치지도의 경우 일부 측정값은 허용오차에 미치지 못하는 정확도를 가지고 있으나 시설물의 추출시 촬영 거리 및 영상의 특성을 고려하여 시설물을 인식 및 측정한다면 대축척 지도의 수정갱신도 가능할 것으로 판단된다. 또한 신속하게 변하는 도로 시설물의 위치 및 속성정보 파악이나 네비게이션 맵의 도로 시설물 갱신에는 충분히 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 5. 결론

도로의 확장 및 신규 도로의 연장에 따라 수치지형도 및 기타 도로 관련 지도의 신속하고 정확한 수정갱신을 할 수 있는 방법으로 다양한 센서를 통합하여 영상 및 위치, 자세 정보를 취득하고 영상을 통한 자동인식 및 분류 기술을 적용함으로써 도로상에 존재하는 교통시설물의 DB를 효율적으로 구축하기 위한 방법을 제시하였다. 또한 측량성과와 정확도를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 도로 및 교통시설물의 DB를 갱신하기 위하여 전방위 카메라의 검정을 통하여 3차원 위치좌표를 취득하는 방법을 제시함으로써 비측량용 카메라의 사진

Table 7. Result of 3-dimensional Coordinates Accuracy

No.		실측점 좌표(m)		좌표추출 프로그램(m)		오차(m)	
		x	y	x	y	dx	dy
1	빗물받이	238552.174	318461.922	238551.663	318461.467	0.510	0.454
2	빗물받이	238556.703	318442.312	238556.139	318441.507	0.563	0.804
3	가로등	238565.57	318403.403	238565.162	318403.138	0.407	0.264
4	펜스	238569.61	318385.944	238569.090	318385.658	0.519	0.285
5	신호등	238574.162	318366.332	238573.694	318367.317	0.467	-0.985
6	빗물받이	238578.517	318347.187	238578.114	318347.192	0.402	-0.005
7	가로등	238661.798	317986.849	238663.251	317986.954	-1.453	-0.105
8	전주	238638.913	318102.739	238639.684	318104.586	-0.771	-1.847
9	안전표지	238587.58	318311.753	238587.545	318310.476	0.034	1.276
10	안전표지	238647.563	318065.118	238646.871	318067.102	0.691	-1.984
11	안전표지	244107.923	352133.481	244107.513	352132.960	0.41	0.521
12	안전표지	244093.632	352021.504	244092.869	352021.010	0.763	0.494
13	안전표지	244245.823	352463.627	244245.286	352463.305	0.537	0.322
14	안전표지	239046.041	346796.209	239045.443	346795.737	0.598	0.472
15	안전표지	239146.622	346899.479	239146.263	346900.320	0.359	-0.841
16	안전표지	239169.343	346891.872	239168.840	346892.226	0.503	-0.354
17	안전표지	239016.893	347059.598	239016.461	347059.242	0.432	0.356
18	안전표지	238946.544	347013.469	238945.887	347012.947	0.657	0.522
19	안전표지	239062.376	347431.721	239061.849	347431.080	0.527	0.641
20	안전표지	239075.813	347420.813	239075.073	347420.334	0.74	0.479

측량학에서의 활용 가능성을 제시하였다.

둘째, 교통안전표지판의 자동인식 및 분류를 수행하기 위하여 색상 분류(HSI) 기법 및 통계 학습 연산기법인 SVM을 적용하여 영상 내에서 자동으로 인식 및 분류를 함으로써 단일 연산 기법 적용의 경우보다 해당 시설물의 DB 구축 효율성을 높일 수 있는 방법을 제시하였다.

셋째, 자동인식 및 분류 과정을 수행 후 취득된 좌표성과 측량 성과를 비교하여 정확도를 분석한 후 수치지형도의 도로 시설물 수정 및 갱신 가능성을 제시하였다.

본 연구에서 적용된 전방위 카메라 검정 기법, 영상 내 시설물 인식 분류 기법을 수치지형도 도로 시설물 DB갱신 및 현장 조사, 현장 검수 등의 분야로 활용한다면 새로운 측량 방법으로서의 확장과 더불어 작업의 안전성 확보 및 경제적 절감 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고문헌

1. 국토해양부, 2011, 도로현황조사, pp.75-80.
2. 김의명, 조두영, 정규수, 김성훈, 2011, 도로표지의 효율적인 데이터베이스 구축방안, 한국지형공간정보학회지, 제 19권, 제3호 pp.91-98.
3. 국토해양부, 2011, 2011년도 교통안전연차보고서, p.40.
4. 국토지리정보원, 2009, 차량기반 멀티센서 측량시스템 실용화 등에 관한 연구 보고서, pp. 27-44.
5. 정수, 2011, 비측량용 카메라 내부표점요소의 장기간 안정성 평가, 한국측량학회지, 제29권, 3호, pp.283-291.