

차량측량시스템을 위한 영상취득 프로그램 개발 †

Development of Image Capture Program for a Mobile Mapping System along CCD Camera Characteristics

정동훈*, 김병국**

Dong-Hoon Jeong, Byung-Guk Kim

요약 본 연구에서는 현재 개발되고 있는 차량측량시스템(또는 Mobile Mapping System)에서 사용하기 위한 CCD(Charge Coupled Device) 카메라 영상을 취득하는 프로그램을 개발하였다. 특히 2개의 고해상도 칼라영상을 동시에 취득하여 저장할 수 있도록 하여 수치사진측량 기법의 적용이 가능하도록 하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램은 GPS-IMU의 장비와 결합하여 차량측량시스템을 이용한 각종 시설물의 3차원 위치 결정, 보존상태 파악 등에 보다 효율적으로 이용될 수 있을 것이다. 특히 현재까지 개발되어 활용 중인 프로그램들이 흑백영상을 대상으로 하고 있는 반면 본 연구에서 사용하고 있는 영상은 고해상도의 칼라 영상이기 때문에 대상물의 판독력을 높일 수 있어 차량측량시스템의 활용분야를 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT In this study we developed a CCD camera image capture program for Mobile Mapping System. Especially, two high resolution color images could be captured and saved simultaneously through this program to apply digital photogrammetry.

Program developed in this study could be used more effectively on the 3D positioning of road facilities, the state understanding of maintenance and etc. using Mobile Mapping System with GPS-IMU.

Most programs currently developed and used are for the panchromatic images. But, newly developed program is for the high resolution color images. Therefore newly developed program could expand application field of Mobile Mapping System widely, and users. This research can improve the usability of 4S' products with stable and reliable.

키워드 : Mobile Mapping System, CCD Camera, Image Capture

1. 서론

본 연구에서는 현재 개발되고 있는 차량측량시스템(또는 Mobile Mapping System)에서 사용하기 위한 CCD(Charge Coupled Device) 영상취득 프로그램을 개발하였다. 특히 2개의 고해상도 칼라영상을

동시에 취득하여 저장할 수 있도록 하여 수치사진측량 기법의 적용이 가능하도록 하였다. 차량측량시스템이란 차량에 2대 이상의 CCD 카메라와 위치측정장비(GPS, IMU 등)를 장치하고 도로를 운행하면서 일정한 간격으로 주변의 사진을 연속으로 촬영한 후 이를 이용하여 도로 및 도로시설물의 위치와 크기, 보존상태 등의 정보를 취득하는 새로운 측량 시스템이다. 이

† 본 연구는 2000년 산학연연구개발 사업중 하나인 "도시시설물 DB 작성을 위한 Digital Photologging 활용방안연구"의 일부분으로 한국건설기술연구원이 지원함.

* 인하대학교 지리정보공학과 박사과정

g2001331@inhavision.inha.ac.kr

** 인하대학교 지리정보공학과 부교수

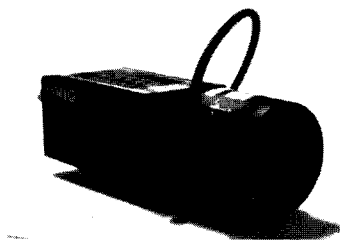
byungkim@inha.ac.kr

시스템은 측량의 정확성과 신속성, 경제성이 뛰어나 여러 선진국에서는 이미 개발하여 상용화하였으며 Laser나 Radar와 같은 센서를 추가하여 개발하고 있다. 우리나라에서도 관련연구가 많이 이루어져 왔으며 현재 상용화단계에 들어서고 있다[1].

차량측량시스템은 각기 다른 목적으로 개발된 여러 가지 첨단장비들의 통합체이기 때문에 이들 장비를 제어하기 위한 별도의 S/W를 필요로 한다. 물론 기본적으로 장비 제조사에서 제공하는 S/W가 있으나 이를 바로 사용하기에는 부적합하므로 목적에 맞게 최적화시키는 과정이 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 차량측량시스템의 특성에 맞도록 2개의 고해상도 칼라영상을 동시에 취득하여 저장하는 영상취득 프로그램을 개발하였다. 다음의 <표 1>은 본 연구에서 사용한 CCD 카메라 장비의 사양을 나타낸 것이고 <그림 1>은 카메라 및 렌즈의 외형이다.

<표 1> CCD 카메라 장비의 사양

카메라	UNIQU UC-900
영상 크기	1312 * 1028 (3.952MB)
렌즈	COSMICAR 12mm, Auto-Iris
Frame Grabber	Imagenation PXD-1000
CCD 센서	1/2" Hyper HAD progressive scan interline-transfer CCD



<그림 1> CCD카메라 및 렌즈

2. 프로그램 개발

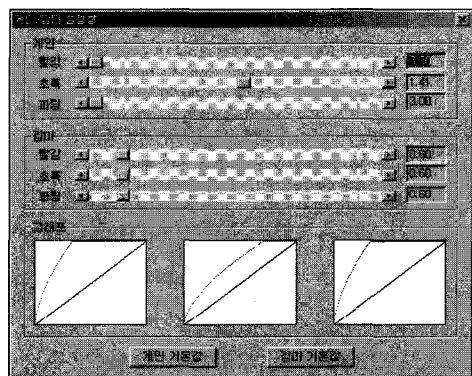
본 연구에서 개발한 프로그램은 Visual C++ 6.0의 SDK(Software Development Kit)를 기반으로 frame grabber의 제조사인 Imagenation사에서 제공하는 library를 사용하였다.

2대의 카메라와 2개의 frame grabber를 사용하기 때문에 역시 2개의 window class를 사용하였다. <그림 2>는 프로그램의 초기화 과정을 나타낸 것이고, <그림 3>은 '빠르기 우선' 즉, 시스템의 속도가 지원하 는 최대속도로 영상을 취득하는 절차를 나타낸 것으로서 차량시스템의 운행 전 CCD 카메라 장비의 이상 유무를 점검할 때 사용하기 위한 모드이다. '빠르기 우선'이 아닌 경우 즉, '정확한 시간간격 우선'인 경우에는 초기 설정창에서 지정한 시간간격마다 시간처리자를 호출한다. <그림 3>의 Grab 루프와 <그림 4>의 시간처리자의 기능은 기본적으로 같지만 Grab 루프에서는 루프의 속도를 증대시키기 위해 프레임버퍼를 2 개 사용하는 점이 다르다. 일단 하나의 프레임을 취득 하여 첫 번째 버퍼에 기록하여 Bayer변환 및 프레임 보여주기를 하는 동안 두 번째 버퍼에 다음 프레임을 기록한다. 따라서 프레임 취득과 일련의 영상처리(변환, 보여주기, 저장)가 동시에 진행되는 것이다.

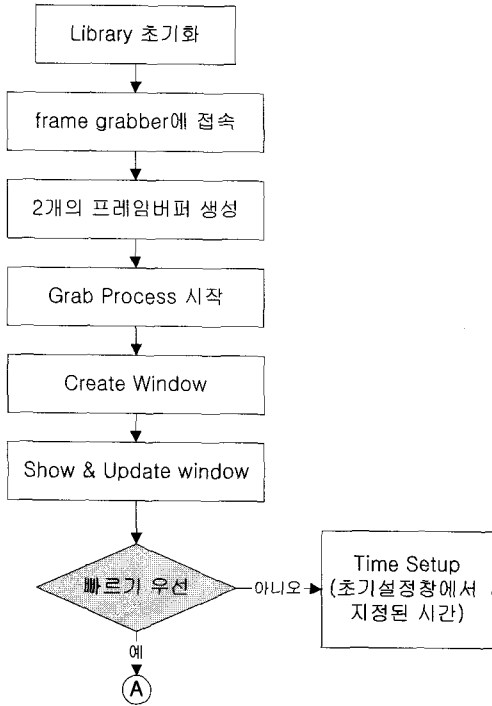
본 프로그램에서는 시스템 시계를 사용하여 시간처리자를 활성화시키도록 하였다. 그러나, CCD 카메라를 GPS와 함께 사용할 때는 GPS시계를 사용하는 것이 더 정확하므로 본 프로그램에서는 지원하지 않는다. 이 경우에는 카메라를 비동기모드로 바꾸고 GPS수신기의 1 PPS 신호에 따라 카메라의 셔터가 작동하도록 카메라와 GPS를 직접 연결하는 외부장치를 사용하는 것이 바람직하다.

3. 프로그램 설정

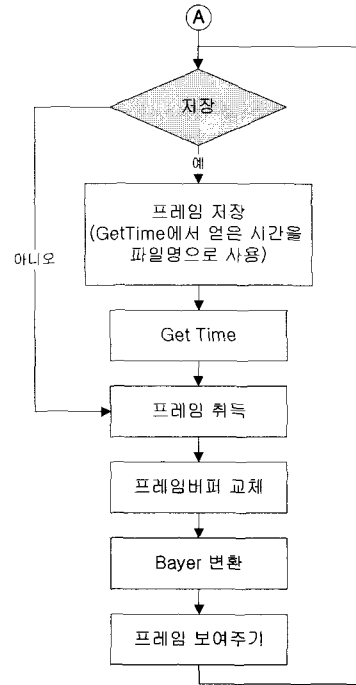
본 프로그램에서는 빛의 밝기와 차량측량시스템의 운행속도, 컴퓨터시스템의 성능에 따라 게인/감마, 색상형식과 변환방법 등을 선택할 수 있도록 하였다.



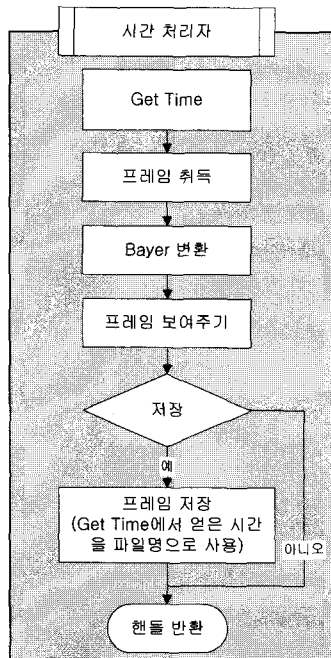
<그림 5> 게인/감마 설정



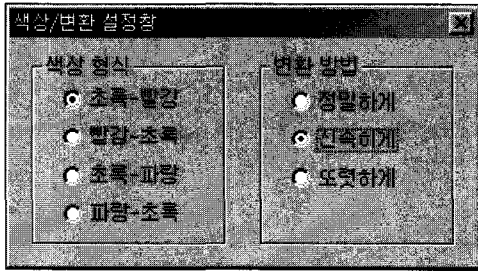
<그림 2> 프로그램 초기화 과정



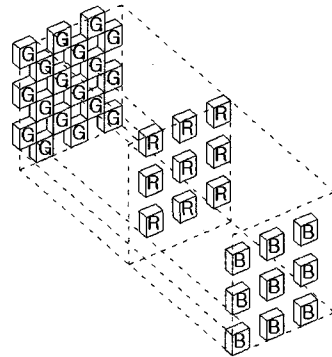
<그림 3> Grab 루프



<그림 4> 시간 처리자



〈그림 6〉 색상/변환 설정



〈그림 7〉 칼라필터레이의 원리

3.1 게인/감마 설정

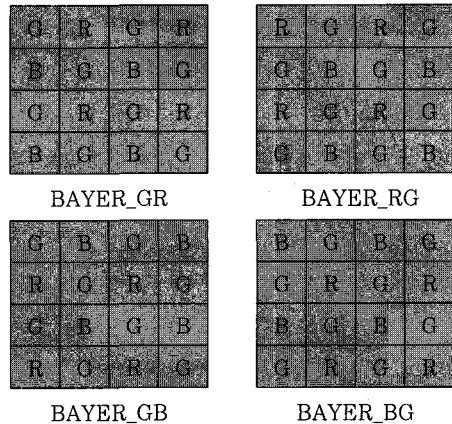
대부분의 CCD 카메라들은, 각 색상에 대해 비선형적으로 반응하므로 카메라는 어떤 신호강도를 가지는 색상에 대해 고유한 값을 출력한다. 즉, 절반의 강도 신호에 대해 반드시 절반의 값을 출력하지는 않는다. 이런 비선형 반응은 빨강, 초록, 파랑 감도들 사이에서 다를 수 있다. 또, 각 색상들의 다양한 선형반응 때문에 각 색상필터는 빛을 각각 다르게 차단할 수도 있다[3].

따라서, 카메라의 비선형효과와 선형편차를 보정하기 위해서는 게인과 감마가 계산되어 lookup table에 반영되어야 한다. 감마 "1"은 감마보정이 없음을 의미하고 게인 "1"은 신호가 증폭되지 않음을 의미한다.

3.2 색상형식(Bayer 방식)

Bayer방식은 코닥사의 Bayer가 제안한 color filter array이다. 원색을 사용하기 때문에 색재현이나 색신호의 SN비가 좋아 순차주사방식이나, 정지화상을 얻는 경우에 많이 사용하는 방식이다. 이 방식을 〈그림 7〉에서처럼 우선, 체크무늬 상으로 높은 해상도가 필요한 휘도신호용의 색 G를 배치하고 남은 부분에 그다지 높은 해상도가 필요로 하지 않는 2종류의 색 R, B를 체크무늬 상으로 배치시키는 것이다. 이 색상들의 배치상태에 따라 실제의 색상이 재현될 수도 있고 반전될 수도 있다[2].

UC-900과 같은 특정 카메라들은 Bayer 패턴을 사용하여 영상을 코드화하므로 카메라가 영상을 취득하면 전정색으로 나타난다. 그러나 그 영상은 코드화된 칼라 영상을 내포하고 있어 사용자가 Bayer 알고리즘을 사용하여 복원하면 칼라영상을 볼 수 있다. 본 프로그램에서는 코드화된 영상을 취득하여 하나의 프레임버퍼에 담고, 다른 버퍼에는 이를 복원하여 RGB 영상을 담도록 하였다.



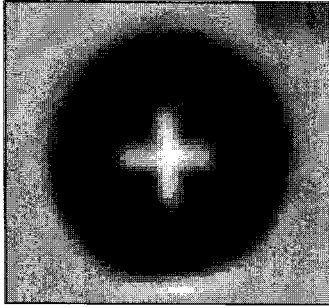
〈그림 8〉 색상형식

3.3 변환방법

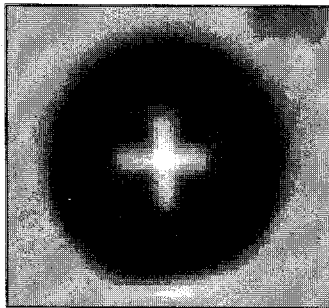
CCD카메라에서 frame grabber에 전송한 신호를 칼라영상으로 복원하는 방법이다. 변환과정이 없으면 카메라에서 취득된 영상이 그대로 디스플레이 된다. 즉 칼라가 코드화된 전정색 영상이 디스플레이된다. 본 프로그램에서는 3가지 변환방법을 사용하도록 하였다. 〈그림 9~11〉은 각 변환별로 촬영한 영상을 확대하여 나타낸 것이다.

- 정밀하게 : 가장 정확한 방법이다. 모든 이웃하는 칼라들이 이미지를 복원하는데 사용된다. 가장 느린 방법이기도 하다.
- 신속하게 : 두 개의 이웃하는 화소들이 사용된다. '정밀하게'의 결과 이미지와 95%의 상관성을 가진다. 또한 '정밀하게' 방법보다 5배정도 빠른 방법이다.

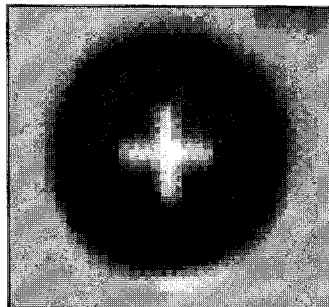
- 또렷하게 : 하나의 이웃하는 화소가 사용되며 대각선 방향으로 화소가 또렷하게 나타난다. 이 방법은 '정밀하게'보다 2.5배 빠르지만 98%의 상관성을 가진다.



〈그림 9〉 정밀하게



〈그림 10〉 신속하게



〈그림 11〉 또렷하게

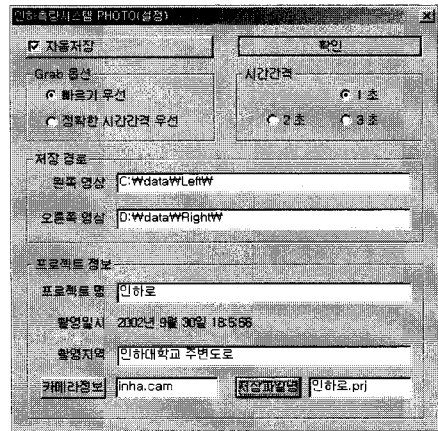
4. 영상취득 프로그램의 특징

수치사진측량은 동시에 각각 다른 위치에서 촬영한 중복 영상을 사용하여 피사체의 3차원 위치를 결정하

므로 항상 2개의 영상을 동시에 다루어야 한다. 따라서 본 연구에서는 우선 '프로젝트 파일'에서 읽어 들인 영상 저장경로를 통하여 순차적으로 동시에 촬영된 좌우영상을 읽어 들이게 하였다. '프로젝트 파일'이란 단위 작업에 대한 정보를 기록한 파일이다. 촬영시간, 촬영지역, 영상저장경로, 렌즈왜곡 보정식, 카메라 정보 등을 포함하고 있다.

〈그림 12〉는 영상취득 프로그램의 초기화면을 나타낸 것이다. CCD카메라와 Frame grabber를 제어하여 연속적으로 2개의 중복영상을 취득하기 위해 각종 변수를 설정하는 대화상자이다. '프로젝트 파일'은 이 프로그램을 통하여 최초로 작성된다. 카메라정보는 별도의 파일(*.cam)에 저장되어 있으며 '카메라정보' 버튼을 클릭 함으로써 검색하여 입력할 수 있다.

프로그램을 실행하면 초기 설정창이 열리고, 자동저장여부와, Grab 옵션, 시간간격 등을 선택할 수 있다. 창을 닫으면 즉시 2개의 윈도우가 열리며 2개의 영상을 동시에 디스플레이 하기 시작한다. '자동저장'인 경우에는 역시 2개의 영상이 동시에 저장된다. 이때 하드디스크의 속도를 감안하여 2개의 하드디스크를 사용하여 각 이미지가 각기 다른 디스크에 저장되도록 하는 것이 효과적이다.



〈그림 12〉 초기설정창

영상취득모듈의 초기 설정창에서 설정을 끝내고 '확인' 버튼을 누르면 다음의 〈그림 13〉과 같이 본격적인 영상취득 프로세스가 시작된다.

〈그림 13〉은 기선거리 1.3m, 높이 1.9m로 차량의 지붕에 카메라를 설치하고 도로를 주행하면서 취득한 이미지이다. 화면의 해상도가 일반적으로 1024*768 pixels 이고 2개의 이미지를 동시에 표시하여야 하기



〈그림 13〉 실행화면

때문에 1312*1028 pixels의 영상을 그대로 나타내는 대신 507*437 pixels로 resampling하여 나타낸다. 물론 저장된 영상의 해상도는 그대로 유지된다. 결과적으로 본 연구에서 개발한 프로그램은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- ① 동시에 2대의 카메라 영상을 취득할 수 있으며 자동 저장 여부를 선택할 수 있음.
- ② 정확한 시간간격(최단간격 : 0.5초)으로 영상을 자동 취득할 수 있고 임의로 취득 간격을 지정할 수 있으며 외부trigger에 의한 grab은 카메라에서 모드 조정.
- ③ CCD 셀의 색상 부여방법과 디코딩 방법을 달리 하여 취득할 수 있음.
- ④ 화소값에 대한 각 색상의 강도와 화소값에 따른 각 색상의 밝기를 조정할 수 있음. 즉 개인/감마 설정이 가능.
- ⑤ 영상은 *.bmp로 저장.(1 scene 당 3.952MB)

5. 결론

본 연구에서 개발한 프로그램은 GPS-IMU(Inertial Measurement Unit)의 장비와 결합하여 차량측량시스템을 이용한 각종 시설물의 3차원 위치 결정, 보존상태 파악 등에 보다 효율적으로 이용될 수 있을 것이다. 특히 현재까지 개발되어 활용중인 프로그램들이 흑백 영상을 대상으로 하고 있는 반면 본 연구에서 사용하고 있는 영상은 고해상도의 컬러영상이기 때문에 대상물의 판독력을 높일 수 있어 차량측량시스템의 활용분야를 넓힐 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 건설교통부, 한국건설기술연구원, 수치사진측량기법과 GPS를 이용한 실시간 사진측량시스템개발 연구보고서, 2000.
- [2] 竹村裕夫, 디지털 CCD 카메라기술, 도서출판 미래컴, 1999.
- [3] Imagination, PXD 1000 Digital Frame Grabber User's Guide Version 2, 1999.



정 동 훈

1997년 아주대학교 토목설계공학과 졸업(공학사)
 1999년 인하대학교 대학원 지리정보공학과 졸업(공학석사)
 2000년~현재 인하대학교 대학원 지리정보공학과 박사과정

관심분야 : Digital Mapping, 수치사진측량



김 병 국

1978년 서울대학교 토목공학과 졸업(공학사)
 1986년 위스콘신 주립대 토목환경공학과 졸업(공학석사)
 1989년 위스콘신 주립대 토목환경공학과 졸업(공학박사)

1996년~현재 인하대학교 지리정보공학과 부교수
 관심분야

수지도도, 지적재조사, Digital Mapping, GIS, 측량학