

위치기반 파노라마 영상 콘텐츠 서비스를 위한 geoData 취득 및 처리시스템 개발

Development of geoData Aquisition System for Panoramic Image Contents Service based on Location

조현구*, 이형**

한국전자통신연구원*, 대전보건대학 방송제작과**

Hyeon-Koo Cho(hkcho739@etri.re.kr)*, Hyung Lee(hyung@hit.ac.kr)**

요약

구글 어스, 스트리트 뷰, 다음 로드 뷰 서비스 등의 출현으로 최근 개인 삶과 밀접한 지리공간정보 및 위치기반 영상정보 등의 위치기반 콘텐츠(geoContents)에 대한 수요가 급증하고 있다. 그러나 기존의 도로 시설물 관리, 지도갱신 분야에서 활용되는 모바일매핑시스템으로는 이러한 콘텐츠를 확보하기 위한 비용과 시간 측면에서 이러한 수요를 만족시키기에는 어려움이 있다. 본 논문에서는 3대의 GPS를 이용하여 위치, 자세, 방향 및 시간을 포함하는 위치정보와 6대의 카메라를 이용하여 영상정보를 취득한 후 이들 정보들을 동기화시켜 파노라마영상을 생성할 수 있는 geoData 취득 및 처리시스템을 기술한다. 개발한 시스템을 통한 geoData 취득과 위치, 자세, 방향정보를 포함한 파노라마 영상인 geoContents 저작 방법은 다양한 위치기반 콘텐츠의 구축과 서비스 분야에서 효율적인 수단으로 활용될 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | geoData | geoContents | GPS | 카메라 시스템 | 파노라마 영상 |

Abstract

geoContents have been closely related with personal life since the Google Earth and Street View by Google and the Road View by Daum were introduced. So, Location-based content, which is referred to geoContents, involving geometric spacial information and location-based image information is a sharp rise in demand. A mobile mapping system used in the area of map upgrade and road facility management has been having difficulties in satisfying the demand in the cost and time for obtaining these kinds of contents. This paper addresses geoData acquisition and processing system for producing panoramic images. The system consists of 3 devices: the first device is 3 GPS receivers for acquiring location information which is including position, attitude, orientation, and time. The second is 6 cameras for image information. And the last is to synchronize the both data. The geoData acquired by the proposed system and the method for authoring geoContents which are referred to a panoramic image with position, altitude, and orientation will be used as an effective way for establishing the various location-based content and providing them service area.

■ keyword : | geoData | geoContents | GPS | Camera System | Panoramic Image |

* 본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가원의 산업원천기술개발사업(10035237, 산업시설 정보자산 보호용 공간연동 침입 탐지 및 대응 기술 개발)의 일환으로 수행하였습니다.

I. 서론

최근 유비쿼터스 환경의 급속한 발전과 웹을 통한 위치기반의 실사 영상 제공서비스, 그리고 차량항법시스템 등으로 인해 일반 사용자들에 대한 공간정보 및 관련 콘텐츠 서비스 시장이 급속히 확대되고 있으며, 구글 어스의 스트리트 뷰와 국내의 다음 로드 뷰 등 일부 포털업체에서의 인터넷을 통한 실제 거리 영상 서비스는 일반사용자의 공간정보의 활용 및 인식변화에 많은 영향을 미쳤다. 따라서 군사·행정 등 특수목적에 의해 개발되고 활용되었던 정확한 공간정보 제공을 위한 공간정보기반 인프라기술과 공간정보들이 소비자들의 요구에 맞물려 상업적·경제적 가치상품으로 부각되고 있다. 이에 공간정보처리기술을 일반 소비자들이 접근하기 용이한 대중적인 공간정보 구축 및 처리를 위한 체계로 전환하여 공간정보와 영상정보를 결합한 형태의 geoContents라는 상업적·경제적 가치상품 제공에 대한 요구가 대두되고 있다. 이러한 요구에 대응하기 위해서는 차량과 같은 모바일 플랫폼을 이용하여 위치정보와 영상을 동시에 취득할 수 있는 기술이 요구되며, 이와 관련한 기술로는 GPS/INS(Global Positioning System/Inertial Navigation System) 통합시스템을 CCD 카메라 등과 같은 외부센서와 연계, 지상시설물의 3차원 위치를 측정하고 수시로 지도를 갱신하는 지상부분 공간정보구축 기술인 모바일매핑시스템이 있다.

국외에서는 GPS-Van 개발을 선도했던 미국이 다양한 시스템을 개발하여 이미 상품화되어 서비스 중이며 프랑스에는 ARAN (Automatic Road Analyzer) 시스템을 개발하여 다양한 분야에 활용 중에 있다. 또한 일본에서는 3차원 정보를 취득할 수 있는 VLMS를 개발하여 취득한 데이터를 토대로 3차원 데이터베이스를 구축하고 있으며 캐나다의 대표적인 VISAT 시스템은 교통관련 데이터베이스 구축에 주로 활용되고 있다.

국내에서도 57년 전부터 이러한 모바일매핑시스템이 국내 연구기관을 중심으로 개발 활용되고 있으나 관련 장비는 수입 완제품이거나 부품의 외제비율이 크게 높은 실정이며, 현재 국내의 차량을 이용해 위치와 함께 영상 등의 정보를 취득하는 모바일매핑시스템은 국

가기관인 국토지리정보원에서 실시하는 측량법상 수치지도갱신의 목적으로 정확도 범위의 결과값을 산출하기 위하여 여러 종류의 고정확도 장비를 사용해 geoData를 취득하는 차량측량시스템 형태로 연구 개발이 이루어져 왔다[1]. 하지만 이러한 시스템은 geoData 취득과정에서의 자료의 처리량이 많고, 또한 작업과정이 복잡하고 비효율적이며 많은 비용이 요구되므로 현재의 웹 및 모바일 등을 통한 사용자 위치기반의 다양한 geoContents 서비스 시장의 경제성 측면과 최신성 측면의 요구를 만족시키기에는 적합하지 못하다. 따라서 이러한 문제점을 보완하고 증대되는 웹과 모바일 등 유비쿼터스 환경에서의 서비스 요구에 대응하기 위해 구글 스트리트 뷰 취득시스템과 같은 다중카메라시스템을 적용하여 차량을 이용 실사 거리영상을 취득하는 시스템에 대한 연구와 개발이 국내에서도 이루어지고 있다[2]. 이러한 기술 개발 방향과 시장의 요구에 더욱 효율적으로 대응하고자 본 논문에서는 최소 장비의 구성으로 위치기반 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 geoData 취득과 파노라마 영상 저작이 가능한 시스템을 제안하였다.

제안한 시스템은 6대의 카메라와 3대의 GPS를 이용하여 영상정보 및 위치정보를 취득하여 동기화시키고 이를 토대로 자세정보를 결정하여 geoData를 취득하고 이를 360도 파노라마 영상 형태의 geoContents를 저작하는 시스템이며, 이는 공간정보와 영상정보가 융합되어 영상 내 위치정보를 토대로 파노라마 영상 데이터의 제공 등 다양한 서비스분야에 접목될 수 있다. 또한 고가의 관성항법장치를 사용하지 않고 GPS만을 이용하여 위치, 자세, 방향, 시각정보를 취득하여 처리할 수 있기 때문에 일반 사용자들을 대상으로 공간정보서비스를 저렴하고 손쉽게 제공할 수 있을 것이다.

본 논문은 geoData 취득시스템의 구성, geoData 취득과 파노라마 영상을 생성하는 geoContents 저작으로 구성된다.

II. geoData 취득 시스템

WEB 2.0, 모바일 등 유비쿼터스 환경에서 지리공간

정보의 제공 및 실사영상기반 geoContents 서비스 요구에 대응하기 위해서는 무엇보다 콘텐츠 구축에 경제성과 신속성이 요구되어진다. 본 논문에서는 이러한 요구에 부합할 수 있도록 기존의 고정확도 측량이나 고가의 장비 사용을 지양하면서 다양한 서비스 요구에 대응할 수 있는 geoContents의 저작이 가능한 위치정보기반의 영상데이터를 취득하기 위해 정확성과 효율성 및 경제성을 고려하여 [그림 1]과 같이 최소 필수장치들을 구성하여 geoData 취득시스템을 구성하였다.

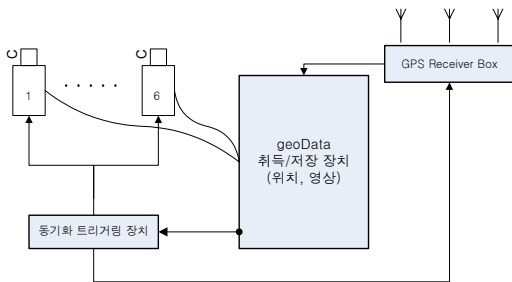


그림 1. geoData 취득 시스템 구성도

1. 위치정보 수신시스템

현재 개발된 차량측량시스템에서는 GPS와 INS 및 Odometer 등을 결합하여 사용하고 있지만 본 논문에서는 3대의 GPS 수신기를 구성한 후 동기화시켜 GPS 신호를 수신할 수 있도록 GPS Receiver Box를 [그림 2]와 같이 구성하였다. 또한 상용 장비들에 비해 가격대비 효율성이 좋은 OEM Engine을 이용하여 GPS Receiver를 제작했으며, 사용된 수신기는 Novatel사의 3대의 OEMV-1를 이용하여 자세, 방향, 속도 등의 정보들을 취득하였다. 또한 공간정보 구축에 있어 가장 중요한 것이 위치를 해석하는 것으로써, 특히 자료출력 파일에 외부 이벤트마크를 삽입할 수 있고 정밀한 시계를 이용하여 초당 1회의 전기신호를 출력할 수 있기 때문에 시스템의 효과적인 통합이 가능한 장점을 갖고 있는 GPS L1 1주파 수신기 및 안테나를 사용하였다.

[그림 2]와 같이 GPS Receiver Box는 3개의 GPS 수신기와 데이터 출력 port로 구성된 데이터 입출력부와 시각동기화부, 안테나부, 전원부로 구성된다.

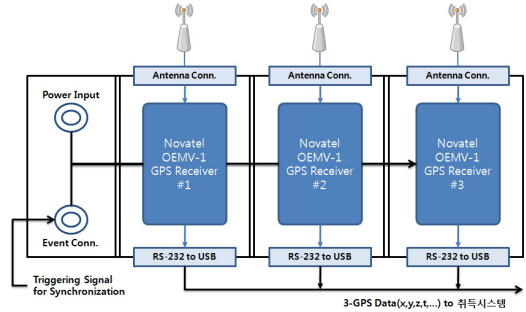


그림 2. 3 GPSs 수신을 위한 모듈 구성도

데이터입출력부의 출력 Port는 GPS 수신기의 RS-232 인터페이스를 USB2.0 방식으로 변환하는 모듈을 추가한 RS-232 to USB port를 포함하며, 시각동기화부는 Event I/O Connector로 외부의 동기화 트리거링 장치로부터 전달되는 동기화 Trigger 신호를 입력받아 각각의 GPS 수신기에 이벤트 신호로 전달한다. 안테나부는 다양한 형태의 이동체에 적용하기 위해 개발된 이동체 및 항공용 GPS 수신안테나인 Novatel사의 ANT-35CIGA-TW-N 안테나를 위한 컨넥터 및 GPS 수신기로의 연결 모듈로 구성하였다. 전원부는 각각의 GPS Receiver와 안테나에 전원공급을 위해 DC 5V를 입력받는다. 마지막으로 3개의 GPS 수신기를 소형 상자 안에서 구성하게 됨에 따라 GPS 수신기의 특성상 전과 간섭현상이 발생되는데 이를 최소화하기 위해 각각의 수신기 사이에 차폐벽을 설치하였다. 차폐장치를 설치하지 않을 경우 GPS 수신기 하나에만 안테나가 연결되어도 주위의 GPS 수신기 2개에도 데이터 수신이 되거나, 간섭에 의한 노이즈로 자신에 안테나가 연결되어 있어도 올바른 데이터를 수신하지 못하는 문제가 발생한다.

2. 영상정보 수신시스템

영상정보 수신장비는 CCD 카메라로써 지원하는 해상도 중에서 1024 x 768를, 지원하는 30fps, 15fps, 7.5fps, 3.75fps 중에서 위치정보 수신 시스템과의 동기 클럭 주파수와 맞추기 위해서 영상정보 취득을 15fps로 설정하였다. 추가적으로 사용된 영상정보 취득센서는 Trigger Input 기능과 IEEE1394로 데이터를 송수신할

수 있으며 수동으로 카메라를 보정할 수 있는 기능을 갖추고 있다.

6대의 카메라로 360도 공간정보를 취득하기 위하여 렌즈의 수평각이 95.6도, 초점거리 3.5mm(오차 $\pm 5\%$), 왜곡율 -28%인 렌즈를 사용하였기에 취득된 6개의 영상으로부터 360도 공간정보를 구성함에 있어 카메라간 중복도는 우선적으로 고려해야할 요소이다.

360도 촬영을 위해 카메라의 수평각을 고려하여 6대의 카메라를 [그림 3]과 같이 인접 카메라간의 중복도를 유지하고 취득된 GPS 데이터와의 연동처리가 용이하도록 동심원상에 구성하였으며, 실제 제작에 있어 촬영 영상간 충분한 중복도를 확보할 수 있도록 여러 번의 실험을 거쳐 각각의 카메라 위치를 동심원상에서 결정하였다. 실제 탑재할 차량 등 데이터 취득 환경에 따라 카메라의 기울기와 미세 위치를 조정할 수 있도록, 카메라 촬영 수직각과 모바일 촬영체(탑재차량)의 높이 및 촬영 환경 등을 고려하여 높이 1m ~ 1.8m까지 카메라의 높이를 조절할 수 있도록 제작하였다.

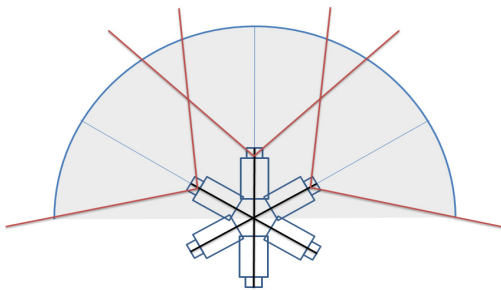


그림 3. 중복도를 고려한 6대 카메라 배치

3. 카메라 검정 및 보정

카메라를 사용하는 시스템은 반드시 카메라 검정 및 보정을 위한 방법이 필요하다. 비측정용 일반 CCD 카메라는 제작 시에 발생한 오차에 대한 정보가 없는 것이 보통이다. 따라서 일반 CCD 카메라를 사진측량학적인 목적으로 사용하기 위해서는 카메라의 내부기하를 정확하게 파악하는 것이 중요하다. 카메라의 내부기하는 주점좌표 (x_p, y_p) , 초점(f) 등 3요소와 렌즈의 방사왜곡특성을 정의하는 3개의 요소에 의해 형성되는데

이 요소들을 결정하는 데는 자동보정기법을 적용한 번들 조정법이 많이 사용된다[3]. 이 조정법은 위치를 알고 있는 3차원 타겟을 촬영하고 그 영상을 이용하여 카메라의 내부 기하뿐만 아니라 검정 및 보정을 위한 영상 촬영 시의 카메라 위치 및 기타 표정요소까지도 한꺼번에 조정하여 계산한다. 이 방법은 Multi-collimator와 같은 별도의 정밀측정 장치가 없어도 정확한 검정 및 보정이 가능하다는 이점을 갖고 있다. 조정계산의 정확도를 결정하는 가장 중요한 것은 초기값이 얼마나 정확한가 하는 것이다. 특히 카메라의 내부기하를 구성하는 주점좌표, 초점거리, 렌즈의 방사왜곡계수는 상호간에 상관관계가 매우 높기 때문에 측정할 수 있는 요소는 정확하게 측정해야 한다.

본 논문에서는 카메라의 검정 및 보정을 위해 타겟 한 개당 지름은 10cm, 타겟 내부 십자선의 굵기는 10mm, 타겟의 크기는 50cm ~ 10cm 범위에서 10cm 단위로 각각 6개씩을 구성하여 총 30개의 타겟을 갖는 3D 보정 타겟을 구성하였다. 이를 이용한 검정 및 보정으로 획득되는 카메라 외부표정요소는 geoData 취득시스템의 전체 데이터 처리과정의 보정 및 기준자료로 이용되므로 이에 대한 정확도 여부가 전체 시스템의 정확도에 상당한 영향을 주게 된다. 그래서 검정 및 보정기법의 정확도를 검증하고자 [그림 4]와 같은 절차에 의해 실험을 수행하였다.

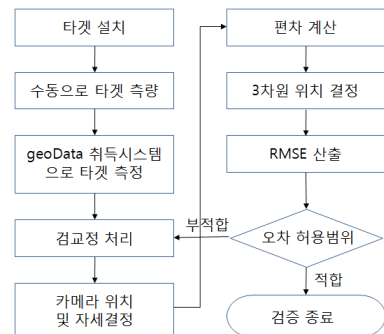


그림 4. 검정 및 보정 기법의 정확도 검증 절차

검정 및 보정을 위하여 4곳에 기지점을 측설하여 선정지점의 3D 타겟 부착면과 geoData 취득시스템의 시야가 중복으로 확보가 되는 지점을 선정하였다. 이러한

검정 및 보정 과정을 거쳐 [그림 3]으로 구성된 6대의 카메라별로 카메라 위치 (X_0, Y_0, Z_0) 및 표정요소 (ω, ϕ, κ)를 각각 계산하였다.

4. 동기화 인터페이스

6대의 카메라에서 취득된 영상과 3대의 GPS를 통해 취득된 위치, 방향, 시각 정보 등이 취득 시각정보로 동기화되어야 후처리 과정에서 자세정보의 계산과 제작된 파노라마 영상에 대한 geo-Referencing의 수행이 수월해지며 영상과 위치정보간의 오차를 줄일 수 있다.

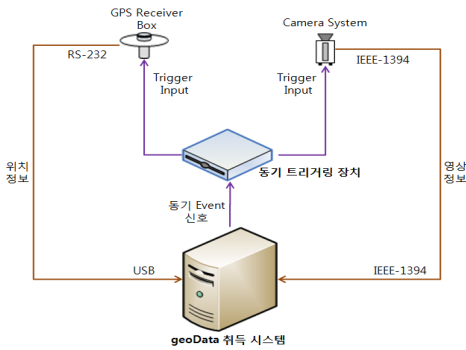


그림 5. geoData 취득을 위한 시각동기화 구성

카메라부와 GPS 수신부를 동기화하는 방법은 하드웨어적인 방법과 소프트웨어적인 방법이 있으며, 대표적으로는 GPS의 1PPS(Pulse Per Second)신호를 이용하거나 외부 신호 발생장치 또는 외부 컨트롤러를 이용한 방법 등이 있다[4][5]. 본 논문에서는 카메라부, GPS 수신부에서 취득되는 시간과 이를 수집 저장하는 취득 시스템의 컴퓨터 시간을 일치시키고, 카메라부와 GPS 수신부간의 동기화 시간 지연을 최소화하고 정확한 동기화를 위해 별도의 하드웨어장치인 동기화 트리거링 장치를 이용하여 geoData 취득 시스템으로부터 동기화 신호 주기를 입력 받아 시각동기화하는 인터페이스를 구축하였으며 [그림 5]와 같다.

[그림 6]은 실제 제작된 geoData 취득시스템으로 가운데가 카메라 하우징을 포함한 영상정보를 취득하는 카메라부, 우측이 GPS 수신부인 GPS Receiver Box와 안테나, 그리고 좌측이 동기화 인터페이스인 동기화 트

리거링 장치이다.



그림 6. 제작된 geoData 취득시스템

5. geoData 취득 소프트웨어

geoData 취득 소프트웨어는 취득 시스템에 설치되어 카메라부와 GPS 수신부 및 동기화 트리거링 장치를 제어하며 동기화된 GPS 데이터와 영상 데이터를 취득하여 저장하는 기능을 수행하도록 개발하였으며 실행 인터페이스는 [그림 7]과 같다.

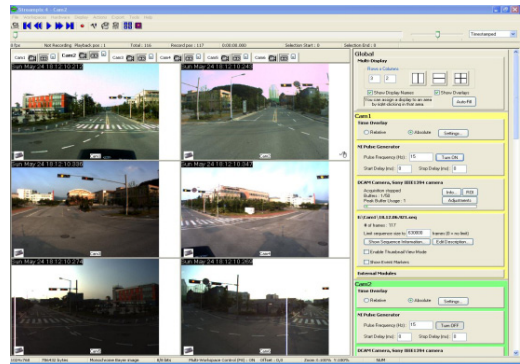


그림 7. geoData 취득 소프트웨어

geoData 취득 시스템은 영상저장을 위한 SATA II 방식의 500GB 하드디스크 6개와 영상 및 위치 데이터를 수신하기 위한 인터페이스로 IEEE1394b 카드 모듈과 USB 2.0 Port로 구성되었으며, 충분한 처리속도를 보장하기 위해 Intel Xeon 3GHz Dual Core CPU를 사용하였다. 취득 소프트웨어는 6대의 카메라별로 입력되는 영상을 화면에 제공하는 인터페이스와 동기화를

위한 취득주기설정 기능 및 카메라 보정을 위한 패널 등을 제공한다. 또한 취득 시점과 저장 시점간의 지연 및 데이터량을 최소화하기 위해 저장되는 영상은 컬러 정보를 가진 1024 x 768 크기의 영상으로 저장한다.

III. geoContents 저작

1. 위치 및 자세정도 획득 알고리즘

자세결정방법에는 관성측정장치를 이용하는 방법, GPS를 이용하는 방법 등이 있다. 대부분의 자세결정은 관성측정장치를 이용하여 결정하지만 장비를 구성하는데 소요되는 비용과 처리 복잡도에 비해 스트리트뷰나 로드뷰 같은 서비스 제공 관점에서 보면 위치기반 영상 정보의 취득과 서비스 콘텐츠 저작을 위한 경제적 측면의 효율성이 낮다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 GPS만을 이용하여 자세를 결정하였으며, 3대의 GPS를 이용한 자세결정 방법은 직접계산법, 대수학적 계산법, 최소제곱법 등이 있는데, 그 중 직접계산법을 사용하였다.

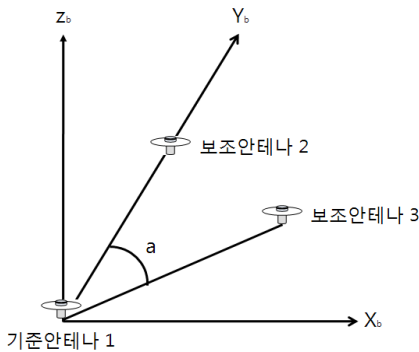


그림 8. 3 GPSs를 이용한 자세결정

직접계산법에 의한 자세결정방법은 Mobile Platform에 GPS 안테나 1, 2, 3을 부착하고 안테나 1을 기준 (Master) 안테나로 하고, 안테나 2와 안테나 3을 보조 (Slave) 안테나로 한다. [그림 8]은 동체좌표계와 안테나 배열과 GPS안테나를 Mobile Platform에 배치한 모습이다. 안테나 2가 동체 좌표계의 Y축에 존재한다고 가정하고, 안테나 1과 안테나 2의 기선거리를 L_2 , 안테나

나 1과 안테나 3의 기선거리를 L_3 , 안테나 2와 안테나 3의 교각을 a 라고 하면, 안테나 2의 동체좌표는 $(0, L_2, 0)$, 안테나 3의 동체좌표는 $(L_3 \cos a, L_3 \sin a, 0)$ 으로 결정된다. 기준 안테나의 WGS84 경위도좌표를 이용해 항법좌표계의 원점이 결정되며, 그에 따라 보조 안테나들의 항법좌표가 결정되며 자세결정의 흐름은 [그림 9]와 같다.

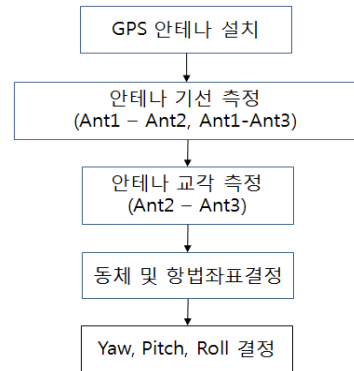


그림 9. 자세결정 흐름도

안테나의 항법 좌표계상의 좌표를 (x_i, y_i, z_i) , $i=1, 2, 3$ 이라 하면 yaw 각은 $-\tan^{-1}(x_2/y_2)$ 로 pitch각은 $-\tan^{-1}(z_2/\sqrt{x_2^2+y_2^2})$ 로 계산할 수 있다. 그리고 roll 각은 안테나 3의 항법좌표 (x_3, y_3, z_3) 을 yaw 각만큼 z 축에 대하여 회전시키고, 다시 pitch 각 만큼 x' 축을 회전시킴으로써 결정된다. 이렇게 결정된 안테나 3의 좌표를 (x_3'', y_3'', z_3'') 라 하면, 마지막 roll 각의 회전을 고려한 안테나 3의 동체좌표와 항법 좌표는 식 (1)과 같은 관계를 가지며

$$\begin{pmatrix} L_{13} \sin(a) \\ L_{13} \cos(a) \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(r) & 0 & -\sin(r) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(r) & 0 & \cos(r) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_3'' \\ y_3'' \\ z_3'' \end{pmatrix} \quad (1)$$

roll 각은 $\text{roll} = -\tan^{-1}(z_3''/x_3'')$ 식을 이용하여 결정된다. 자세각의 직접계산은 안테나의 미리 결정된 동체의 좌표를 필요하지 않고 기준 안테나와 보조 안테나의 거리와 교각을 필요하므로 직접계산법을 적용하여 자세 정보를 추출하였다. 추출된 자세정보를 포함한 최종위

치 자세정보는 식(2)와 같이 6개의 파라미터로 표현된다.

$$P_t = [latitude, longitude, altitude, roll, pitch, yaw]^T \quad (2)$$

위치자세정보(P_t)는 저장되는 파노라마 영상의 메타 데이터 정보로 사용되며, 콘텐츠 서비스 활용 시 위치, 진행방향, 경로 등의 정보를 제공하게 된다.

2. 파노라마 영상

특정 시간과 특정 위치에서 취득한 geoData는 위치, 방향, 시각, 자세, 서로 다른 각도에서의 6장의 영상들로 구성된다. [그림 2]에서 구성된 6대의 카메라 시스템에서 인접한 두 개의 카메라들은 실험을 통해 충분한 중첩도를 갖도록 배치되었다. 취득된 6개의 영상들은 서로 인접한 영상들끼리 카메라 초기 설정 및 구성에 의하여 중첩도를 갖기에 중첩되는 부분을 제거하여 서로 연결함으로써 360도 파노라마 영상을 만들 수 있다.



그림 10. 취득 영상의 배치 및 가상카메라의 구성

본 논문에서는 원형 내부에 그려진 육각형의 꼭지점의 위치에 [그림 2]와 같이 카메라들이 배열되어 있고 인접한 카메라라 간에 취득된 2개의 영상들은 충분한 중첩도를 갖도록 실험을 통해 카메라들을 고정시켰기 때문에 취득된 인접한 영상들간의 이어붙임은 중심에 가상 카메라를 위치시킨 [그림 10]과 같이 확정된다.

일반적으로 촬영된 영상들은 렌즈의 왜곡으로 인하여 취득된 영상에 특정 왜곡을 갖고 있다. 렌즈 왜곡 보정은 왜곡된 영상의 한 점 $X_d = [x_d, y_d]^T$ 를 왜곡되지 않은 점 $X_u = [x_u, y_u]^T$ 로 변환하는 것으로 식(3)과 같이 무한급수 형태로 표현한다.

$$X_u = X_d \cdot (1 + \kappa_1 r_d^2 + \kappa_2 r_d^4 + \kappa_3 r_d^6 + \dots) \quad (3)$$

상기 식에서 $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3, \dots$ 는 방사방향 왜곡 계수이고, r_d 는 왜곡의 중심에서 영상의 한 점 X_d 까지의 거리이다. 일반적으로, 식(3)에서 κ_1 만으로도 렌즈의 방사방향 왜곡을 0.1화소 미만의 오차 범위 안에서 측정할 수 있다[6]. 따라서 κ_1 만을 이용하여 $X_u = X_d \cdot (1 + \kappa_1 r_d^2)$ 를 방사방향 왜곡 모델로 채택할 수 있다[7].

본 논문에서는 카메라 검정 및 보정을 통해 6개의 카메라별로 κ_1 을 계산하여 1차 보정을 수행했으며 원영상과 왜곡보정한 영상은 [그림 11]의 (a)와 (b)이다. 그러나 일반적인 왜곡보정과는 달리 여러 대의 카메라들이 원형 형태로 배치된 경우에는 이들 카메라들로부터 취득된 영상들이 원형형태로 굴절된다[8]는 점을 고려하고 또한 이들 영상을 원통형의 면에 투영하여 사용자에게 360도의 이어진 파노라마 영상으로 보여지기 위



(a) 원본영상

(b) 1차 보정

(c) 2차 보정

그림 11. 취득한 영상과 1차 및 2차 보정을 거친 영상

해서 중첩된 부분들의 왜곡은 보존하였다. 그럼에도 불구하고 이러한 방법으로는 중첩되는 부분에서 어느 정도 일치하는 부분을 찾아 블랜딩하여 합성할 경우 매끄럽게 연결되지 않는다. 이를 해결하기 위해서 왜곡보정된 영상을 토대로 인접한 좌우의 2개의 영상을 기울어진 각도를 고려하여 여러 번의 실험을 통하여 2차 보정을 수행하였다.

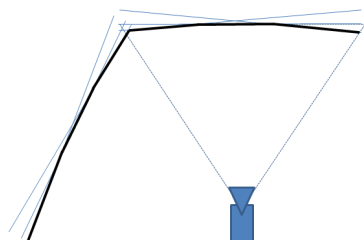


그림 12. 2차 보정방법을 적용한 파노라마 영상을 구성하기 위한 인접한 영상의 배치

이 방법은 1차 보정된 영상을 각각 ± 5 도의 기울기를 갖도록 y 축으로 회전시킨 후 z축으로 이동시켜 배치시킨다. 이렇게 재배치된 3개의 영상들로부터 카메라에 근접한 부분들을 선택한다([그림 12]의 좌측과 상단의 굵은 검은색 부분). 곡면을 갖는 원통형 평면에 취득된 영상을 투영시킬 수 있지만 계산식이 복잡하고 하나의 360도 파노라마 영상을 구성하는데 많은 처리 소요 시간이 걸린다. 그럼에도 불구하고 처리된 결과가 본 논문에서 제시하는 방법에 의한 결과([그림 11]-(c))와 비교해볼 때 시각적으로 확연한 차이를 구분하기 어렵기 때문에 본 논문에서 제시하는 방법을 적용하였다. 이 때 육각형의 모서리에 위치하는 추가 보정된 영상들은 중첩도를 갖고 있지만 촬영체의 흔들림으로 인하여 실험을 통해 취득된 예측 위치를 벗어난다. 이를 보정하기 위해서 세 개의 GPS로부터 측정된 P_i 값을 사용하여 위치 및 자세를 보정하였다.

1차 보정 후 [그림 10]에 따른 실험결과는 [그림 13]과 같고 2차 보정 후 [그림 12]에 따른 실험결과는 [그림 14]와 같다. [그림 13]과 [그림 14]를 서로 비교해 보면 인접한 영상이 서로 이어지는 부분에서 [그림 14]가 좀 더 정확하게 이어져 있음을 볼 수 있다.

본 논문에서와 같이 다중 카메라를 사용할 경우, 그들의 렌즈의 중심들이 카메라 구성의 중심으로부터 일정 거리만큼 떨어져 있기 때문에 휘어진 중첩된 부분에 가변치를 두어 화면에 투영하기 위해 [9]에서 언급된 동차좌표변환을 이용한 3차원 공간의 변환식 (4)를 활용한다.

$$\begin{aligned} y' &= (dx + ey + f)/(px + qy + r) \\ x' &= (ax + by + c)/(px + qy + r) \end{aligned} \quad (4)$$

여기서 $X = (x, y, 1)$ 와 $X' = (x', y', 1)$ 은 동차좌표이며 $a, b, c, d, e, f, p, q, r$ 상수는 가로와 세로의 확대율, 3축(x, y, z) 방향으로의 거리와 회전각, 그리고 시점의 위치(z)와 스크린 위치(z')에 의해 결정된다. 이렇게 계산된 8개의 파라미터들을 보완하기 위해서 [10]에서 언급된 Levenberg-Marquardt 방법을 적용하여 재투영 오류를 최소화하는 파라미터 집합을 구하였다.

3. 사용자 관점 윈도우

기존의 방법들로 투영된 360도 파노라마 영상을 사용자가 요구한 수평각도에 의거하여 보여주기 위해서는 [11]에서 언급된 roll을 이용한 회전연산으로 구현될 수 있다. (x, y) 를 θ 만큼 (u, v) 로 회전시키기 위해서 둘 다 동일한 기준좌표를 갖기 때문에 식(5)에 의해 계산된다.

$$u = x \cos \theta - y \sin \theta, \quad v = x \sin \theta + y \cos \theta \quad (5)$$

IV. 결론

본 논문에서는 지금까지의 모바일매핑시스템 등 위지기반의 지상공간정보 취득시스템 방식과는 달리 저가의 GPS 및 카메라를 이용하여 정지영상 및 동영상 기반의 영상 취득기술을 토대로 geoData를 취득하고 위치 및 자세와 시각 정보를 포함하는 360도 파노라마 영상 형태의 geoContents 저작 시스템을 제안하였다. 이를 위해 6개 카메라 동시 제어 및 영상 보정과 압축, GPS 수신 인터페이스, 3-GPS 취득 데이터를 통한 위



그림 13. 1차 보정 후 [그림 10]에 의한 방법을 적용한 결과



그림 14. 2차 보정 후 [그림 12]에 의한 방법을 적용한 결과

치 및 시각 정보 등을 추출, 영상과 GPS 데이터간 시각 동기화, 그리고 시각, 위치, 자세, 방향정보 등을 이용한 파노라마 영상 제작 방법을 연구하여 시제품을 제작하였다. 제작된 시제품을 일반 차량에 탑재하여 60Km/h 이상의 속도로 주행하며 초당 15~30 프레임의 시각, 위치정보와 동기화된 거리 영상을 취득하여 360도 실사 거리 파노라마 영상을 제작하여 다양한 위치기반 콘텐츠 서비스에 제공할 수 있음을 확인하였다.

그러나 본 논문에서 제안 및 구현된 시스템은 한정적 자원의 한계로 수평의 360도 파노라마 영상만을 제공하며, 보다 정확한 카메라 검정 및 보정과 이를 통해 파노라마 영상 저작시 영상왜곡의 보정을 개선하기 위한 방법 등이 추가적으로 진행되어야 했다. 또한 본 논문에서의 geoContents 저작은 geoData 취득시스템이 필수적이지만 한정적인 자원으로 인하여 360도 파노라마 영상 이외의 응용에 있어서는 유연한 정보를 충분히 제공하지 못해 적용 가능한 응용별 추가적인 후처리가 요구될 수 있다.

앞으로 더욱 다양한 분야에서의 사용자 요구에 대응

하기 위해서는 다양한 방식의 GPS 및 영상 수신 장치간 동기를 위한 인터페이스 기능의 개선, 취득 시스템의 소형화 및 경량화 등을 통한 다양한 환경에서의 취득 솔루션 개발, 그에 따른 취득장비의 정확성을 고려하여 다양한 서비스 분야에 응용될 수 있는 추가적인 개발이 여러 분야에서 융합되어 진행되어야 할 것이다.

본 논문에서 제안한 geoData 취득 및 geoContents 저작 시스템을 토대로 향후 기대되는 향상된 시스템은 영상을 활용한 입체적인 공간정보구축 및 위치기반의 실감형 파노라마 영상 맵 데이터 등을 제공함으로써 다양한 사용자 요구를 만족시키고, 보다 양질의 위치기반 공간정보 서비스 제공을 가능하게 할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] 최중현, *모바일 매핑을 위한 4S-Van 시스템 개발*, 충남대학교 박사학위 논문, 2003.
 [2] 배영주, 황재원, 배경호, "실사거리 촬영시스템 다

- 중카메라 개발”, 2010 한국지형공간정보학회 춘계학술대회, pp.94-95, 2010(3).
- [3] 정동훈, *차량측량시스템을 위한 카메라 검교정 및 3차원 위치결정에 관한 연구*, 인하대학교 박사학위 논문, 2004.
- [4] 박영무, 이종기, 성정근, 김병국, “모바일 매핑시스템을 위한 멀티 센서 통합 및 동기화 구현 방안 연구”, 한국공간정보시스템학회 논문지, 제6권 제1호, pp.51-58, 2004(6).
- [5] 권찬오, 조현구, 이형, 이영진, “위치기반의 시각 동기화를 위한 S/W 개발에 관한 연구”, 2008 대한토목학회 정기학술대회, pp.4060-4063, 2008(10).
- [6] H. A. Beyer, “Accurate Calibration of CCD-cameras,” *Int. Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1992(6).
- [7] 김대현, 신형철, 오주현, 남승진, 손광훈, “비선형 줌-렌즈 왜곡 모델을 이용한 비디오 영상에서의 줌-렌즈 왜곡 보정,” *방송공학회논문지*, 제14권 제3호, pp.299-310, 2009(4).
- [8] R. Benosman and S. B. Kang, *Panoramic Vision: Sensors, Theory and Applications*, 1st ed. New York:Springer-Verlag, 2001.
- [9] S. Dasgupta and A. Banerjee, “An Augmented-Reality-Based Real-Time Panoramic Vision System for Autonomous Navigation,” *IEEE Transaction on System, Man, And Cybernetics - Part A : System And Humans*, Vol.36, No.1, pp.154-161, 2006.
- [10] W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Tuokolskym, and W. T. Vetterling, *Numerical Recipes in C: The Art of Scientific Computing*, 2nd ed. Cambridge, U.K.:Cambridge Univ. Press, 1992.
- [11] D. A. Forsyth and J. Ponce, *Computer Vision: A Modern Approach*, 1st Ed. Upper Saddle River, NJ:Prentice-Hall, 2003.

저 자 소 개

조 현 구(Hyeon-Koo Cho)

정회원



- 2001년 2월 : 충남대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2001년 2월 ~ 2005년 4월 : 버추얼아이텍(주) 연구원
- 2005년 5월 ~ 2009년 12월 : (주)지토피아 부설연구소 선임

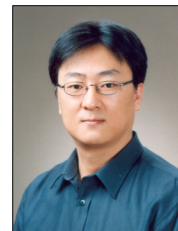
연구원 및 연구소장

- 2010년 9월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 보안관계 기술연구팀 선임기술원

<관심분야> : 영상처리, GIS, LBS, 보안관계

이 형(Hyung Lee)

정회원



- 1997년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 2001년 3월 ~ 현재 : 대전보건대학 방송제작과 조교수

<관심분야> : 영상/비디오처리, 디지털방송