

UML Design of Graphic User Interface for Aerial Triangulation Using ArcGIS

최선옥¹⁾ · 김정우²⁾ · 염재홍²⁾

Choi, Sun Ok · Kim, Jeong Woo · Yom, Jae Hong

¹⁾ 세종대학교 대학원 지구정보공학과 석사과정 (E-mail:sunok78@hanmail.net)

²⁾ 세종대학교 지구정보공학과 교수

Abstract

Efficient representation is crucial in the analysis of complex geospatial information. In case of aerial triangulation, most of currently available software are designed as black boxes where only an experienced user would be able to prepares the preformatted input file and interpret the result of the adjustment.

This paper introduces a solution to this problem through the UML design of a Graphical User Interface (GUI) for the aerial triangulation task. The design was then implemented with ArcGIS. The error of the exterior orientation of each aerial imagery was represented with a 3-D error ellipse, enabling the visualization of the adjustment result. The attributes of images and points (control points, tie points and image points) were maintained as a database which enables the searching and querying of adjustment information.

1. 서 론

지리정보(geographical information)는 빠르게 성장하고 있으며, 현대 정보사회의 중요한 부분을 차지하고 있다. 지리정보의 가장 큰 장점은 여러 현상에 대한 방대한 양의 데이터를 그래픽적으로 시각화하고 통합할 수 있다는 것이다(BEST-GIS consortium, 1997). 따라서 GIS의 사용자 인터페이스는 적어도 사용자들이 효율적으로 데이터를 선택하고, 검색할 수 있으며, 조작할 수 있고 분석결과를 디스플레이 할 수 있어야 한다. 하지만 대부분의 GIS 소프트웨어는 전문가들을 위해서 개발되었기 때문에 비전문 사용자들이 사용하기에 복잡하고, 배우는데 많은 시간을 요구한다.

국내에서는 GIS와 관련된 GUI 연구는 활발하게 진행되어 왔다. 부기동(1999)은 컴포넌트 소프트웨어 제작 기술인 로컬서버 자동화 기법을 사용하여 벡터지도와 속성 정보를 연계한 맵핑/디스플레이 및 점단의 공간 분석이 가능한 GIS의 사용자 인터페이스를 개발하는 방법을 제시하였다. 오병우 등(1995)은 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스인 질의어, GUI, 개발 도구 방법에 대해서 설명하였으며, 최용세(1997)는 GIS를 위한 데이터 모델인 관계형 모델과 객체지향 모델의 장단점을 분석하였다.

그러나 이러한 연구는 GIS의 application 분야의 end-user를 대상으로 연구되었으며, GIS 데이터 획득 분야의 하나인 항공삼각측량 업무에 대해서는 체계적인 연구가 추진 된 바 없다.

본 연구는 항공삼각측량업무를 주요 도메인으로 선정하여 GUI를 UML로 설계하였다. 또한 텍스트의 형태나 2차원 평면상에 표현되어 사용자들이 분석하기에 어려웠던 항공삼각측량의 결과인 외부표정요소와 오차량을 사용자들이 쉽게 분석할 수 있도록 Visual Basic 6.0과 ArcScene의 Control을 사용하여 3차원으로 나타내었으며, 데이터의 쿼리가 가능하도록 하여 사용자들이 원하는 특정 데이터들의 검색이 용이하도록 하였다.

2. 항공삼각측량에서 효율적인 GUI의 필요성

항공삼각측량 분야의 경우 현재 사용되고 있는 소프트웨어들은 몇 년의 경험이 있는 숙련자들만이 결과를 신속히 분석할 수 있는 인터페이스를 가지고 있는 경우가 많다. 그 중의 하나가 오차량을 표현하는 방법이 한눈에 들어오지 않는다는 것이다. 주로 평면상에 오차량을 원이나 타원으로 표시하는 방식을 사용하고 있으며, PAT-M의 경우는 GUI를 제공하지 않기 때문에 오차량을 기록한 텍스트를 사용자가 직접 보면서 분석해야 하는 불편함이 있다. Bingo의 경우에는 그림 1과 같이 X, Y의 오차량은 평면 오차타원으로 나타내었고, Z값의 오차량은 Z축으로 오차량만큼 올라가는 직선으로 표현하고 있다. 또한 Match-AT 분석도구에서는 오차량을 원으로 나타내었는데, 많은 영상의 점을 취급할 때에는 여러 개의 원이 겹쳐지기 때문에 분석이 용이하지 않다는 단점이 있다(그림 2).

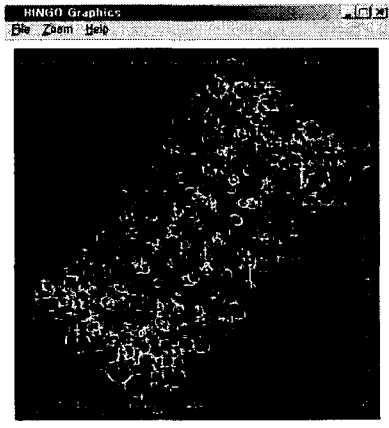


그림 1. Bingo Error Ellipsoid

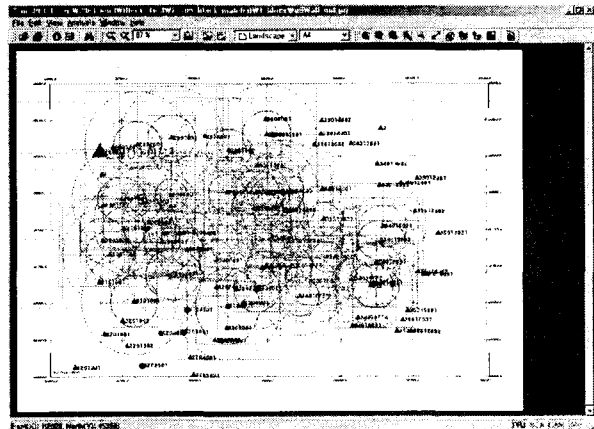


그림 2. Match-AT Error Ellipsoid

외부표정요소의 오차량은 항공삼각측량에서 중요한 의미를 가지고 있다. 외부표정요소의 오차량이 큰 경우 오차를 줄이기 위해서는 항공삼각측량 과정 중 최소제곱법에 사용된 점들 중에서 오차량을 크게 만드는 점들을 다시 측정하거나 제거하여 오차량을 줄여야 한다. 기존에는 오차량이 큰 외부표정요소를 찾으려면 결과값 텍스트에서 사용자가 일일이 찾아줘야 하는 불편함이 있었다. 따라서 오차량을 사용자들이 쉽게 분석할 수 있도록 시각화하는 것이 중요하다. x, y, z 방향으로의 오차량을 3차원 오차타원으로 표현하면 상대적으로 오차량이 큰 외부표정요소를 쉽게 찾을 수 있게 된다. 또한 기존에는 데이터들을 텍스트형태로 나타내기 때문에 사용자들이 특정 데이터를 검색하는데 어려움이 따랐다. 예를 들어, 사용자가 지정한 값 이상의 오차량을 갖는 외부표정요소를 검색하거나, 어떠한 Tie Point가 몇 번의 영상들과 연계가 되어있는지 등을 검색하려면 역시 사용자가 텍스트에서 일일이 찾아줘야 하는 불편함이 있었다. 텍스트 형태의 입출력 데이터들을 데이터베이스화하여 쿼리가 가능하도록 하면 위의 상황과 같은 검색과 분석이 용이할 것이다.

3. 항공삼각측량의 UML 모델링과 GUI 구현

본 연구에서는 이러한 일련의 과정들을 프로그래밍하기 위해 항공삼각측량 과정을 UML을 이용하여 객체 지향적으로 모델링 하였으며, 이를 ArcObjects의 Visual Basic Application기능 중 ArcScene의 control 들을 이용하여 3차원 오차타원을 구현하였다.

3.1 사용데이터

본 연구는 서울지역 항공사진 데이터를 이용하였다. 그림 3은 연구지역의 데이터를 도식적으로 표현한 것으로 총 28장 4스트립 1블록으로 구성되어있으며, 종방향으로는 약 60%, 횡방향으로는 약 20%의 중복도를 보이고 있다.

이 데이터를 이용하여 항공삼각측량을 실행하기 위해 표 1과 같은 형식의 입력파일을 작성하였다. 확장자 명이 prj인 이 파일은 크게 나누어서 카메라 정보, 이미지 정보, 지상기준점 정보를 포함하고 있다.

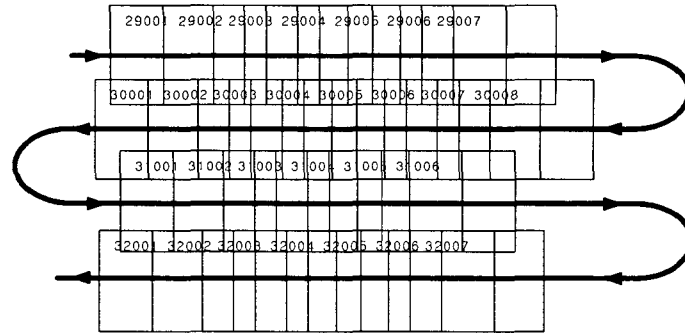


그림 3. 연구지역의 촬영경로

```
#-----
$CAMERA_NUMBER : 사진촬영에 사용된 카메라의 고유 번호
$UNITS : 측정 단위 (m, mm, micron, feet, inch)
$PRINCIPAL_DISTANCE : 카메라의 초점거리
$PRINCIPAL_POINT_PPS : 카메라의 이격거리
$GIVEN_FIDUCIALS : Calibration된 카메라 Fiducial의 x, y 좌표
$DISTORTION : 렌즈 중심으로부터의 거리에 따른 왜곡량
$CAMERA_END : 카메라 정보가 끝남을 알려줌
#-----
$image_NUMBER : 사진 번호
$COORDINATE_TYPE : PHOTO인 경우 내부표정이 필요하지 않고, PIXEL의 경우 내부표정을 거쳐야 한다.
$image_REGION : 사진의 UpperLeft"ERight, LowerLeft"ERight의 좌표
$OBSERVED_FIDUCIALS : 사진상에서 관측한 Fiducial의 x, y 좌표
$image_POINTS : 선점된 점의 번호와 x, y 좌표, tie point의 번호와 x, y 좌표
$image_END : 사진 정보가 끝남을 알려줌
#28개의 사진정보를 위와 동일한 형식으로 입력한다.
#-----
$GROUND_CONTROL : 지상기준점 정보 시작
: 선점된 점의 번호와 지상측량 좌표(x, y, z)
$GROUND_CONTROL_END : 지상기준점 정보 끝남을 알려줌
#-----
```

표 1. test.prj 파일 형식

3.2 UML(Unified Modeling Language) Diagram

Booch, Jacobson, Rumbaugh 등에 의해 개발된 제 3세대 객체지향 방법론인 UML은 객체지향 시스템을 분석할 뿐만 아니라, 소프트웨어 개발 목적으로 시스템을 규정, 기록, 가시화, 구축하는 언어이다(Bootch, 등, 1997). UML은 복잡한 시스템의 구조, 기능, 데이터 관계 등을 모델링하기 위한 다양한 모델링 도구들을 제공하고 있다(Rational Software Corporation, 1996).

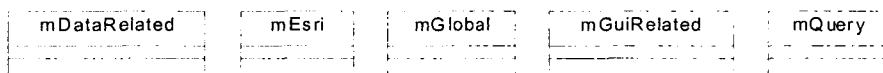


그림 4. UML Diagram (Modules)

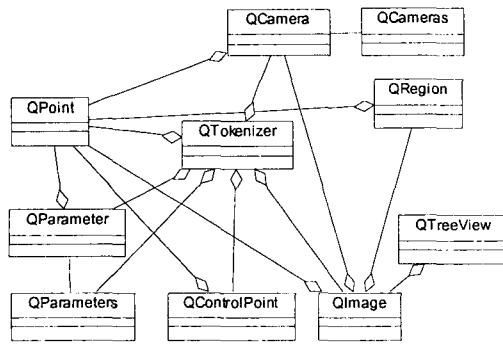


그림 5. UML Diagram(Part 1)

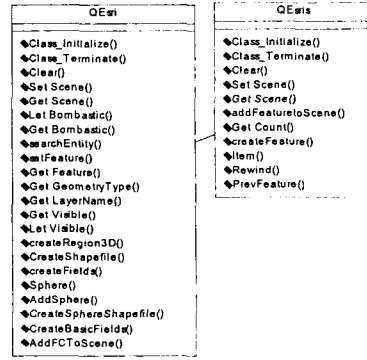


그림 6. UML Diagram(Part 2)

Rational Rose를 이용하여 본 연구에서 사용된 4개의 모듈과 13개의 클래스의 관계를 설계하였으며 그 결과는 그림 4~6과 같이 UML Diagram으로 작성하였다. 이 다이어그램에서 클래스간의 관계를 나타내는 —<> 표시는 <>부분이 가까운 클래스의 객체를 —의 끝부분에 가까운 클래스에서 사용하는 관계 (aggregation:집합연관)를 나타낸다(Terry Quatrani, 1998). 생성된 4개의 모듈 중 mDataRelated 모듈은 데이터를 입력받으며, mEsri 모듈은 스크린 좌표에서 기하학적 좌표로 변환하는 함수를 포함하고 있다. mGlobal 모듈은 모든 전역변수와 전역함수를 선언하고 있으며, mGuiRelated 모듈은 GUI구현에 관련된 함수들을 포함하고 있으며, mQuery 모듈은 쿼리와 관련된 함수들을 포함하고 있다.

클래스는 총 13개로 이루어져 있는데 서로 관련이 있는 것들을 모아 두 개의 다이어그램으로 분류하였다. QCamera, QCameras, QControlPoint, QImage, QParameter, QParameters, QPoint, QRegion, QTokenzier, QTreeView 클래스는 주로 입력되는 파일을 변수에 저장하고 사용하는 것과 관련된 클래스들이고, QEsri, QEsris 클래스는 ArcObject의 Visual Basic Application의 기능을 사용한 클래스로 오차타원을 표현하는 함수를 포함하고 있다.

QCamera 클래스는 항공사진의 카메라 정보를 저장하는 클래스이며, QCameras 클래스는 QCamera의 컬렉션이다. 컬렉션이란 관련 개체 집단(QCamera)을 포함하는 개체를 의미한다. QCamera 개체는 addCamera 함수를 통해 QCameras 컬렉션 개체에 추가될 수 있으며, 인덱스를 통해서 QCamera 개체를 컬렉션으로부터 얻어낼 수도 있다. QControlPoint 클래스는 ControlPoint를 컬렉션에 추가시키며, QImage 클래스는 이미지 정보를 저장한다. QParameter 클래스에는 외부표정 요소와 오차값 등에 관한 변수 선언을 하고 있으며, QParameters는 QParameter 개체를 포함하는 컬렉션이다. QPoint 클래스에서는 x, y, z 포인트 등을 선언하고 있으며, QRegion 클래스는 이미지의 Boundary에 관한 변수와 함수를 포함하고 있다. QTokenzier 클래스는 입력데이터를 읽어서 카메라정보, 이미지정보, 지상기준점 좌표 등의 변수에 저장하는 역할을 한다. QTreeView 클래스는 트리뷰를 초기화하고, 트리뷰에 이미지와 지상기준점과 카메라정보를 추가하는 함수를 포함하고 있다.

QEsri 클래스는 시각적인 효과, 예를 들어 이미지의 Boundary나 ControlPoint를 뷰에 표현하거나, Shapefile, Table, 오차타원 등을 만드는 함수를 포함하고 있다. QEsris 클래스는 QEsri의 컬렉션으로 QEsri의 개체들을 추가할 수 있다.

3.3 GUI 구현과 데이터 질의응답

3.3.1 GUI 구현

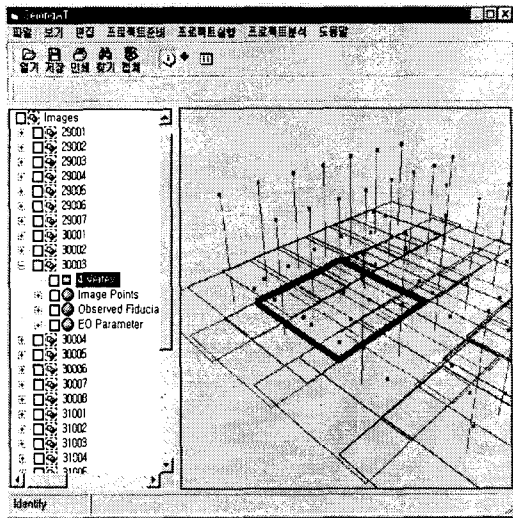


그림 7. GUI 구성과 개체선택

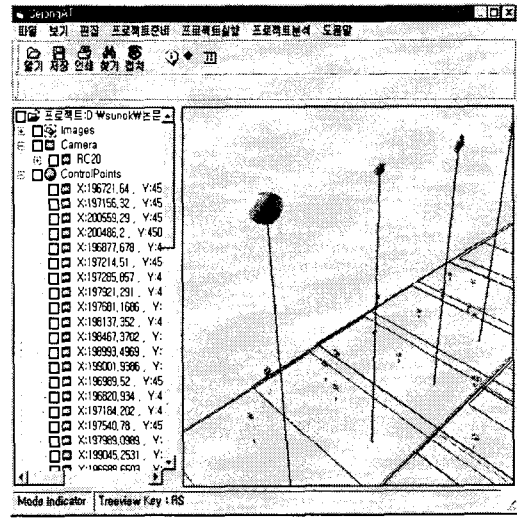


그림 8. 외부표정요소의 오차타원

그림 7은 구현된 GUI를 나타내며 디스플레이 된 데이터는 초기 외부표정요소와 지상기준점을 표현한 것이다. 초기화면은 크게 세부분으로 구성되어 있는데, 상단부분에는 메뉴바와 툴바, 중앙 왼쪽에는 트리뷰, 오른쪽에는 Scene Viewer Control Box를 배치하였다. 또한 Viewer에 있는 개체를 선택했을 때 왼쪽의 트리뷰에서 속성을 찾아 하이라이트 한 것을 보여준다.

그림 8은 항공삼각측량을 실행한 후 결과로 나온 외부표정요소를 오차타원과 함께 표현한 것이다. 타원의 크기와 모양으로 오차가 큰 곳의 방향과 오차량을 한눈에 분석할 수 있다.

3.3.2 데이터 질의응답

그림 9와 10은 입출력 데이터를 사용자가 질의응답 한 결과를 보여준다. 검색하고자 하는 필드를 선택하고, 범위를 선택하면 사용자는 원하는 데이터가 표의 형태로 표현된다.

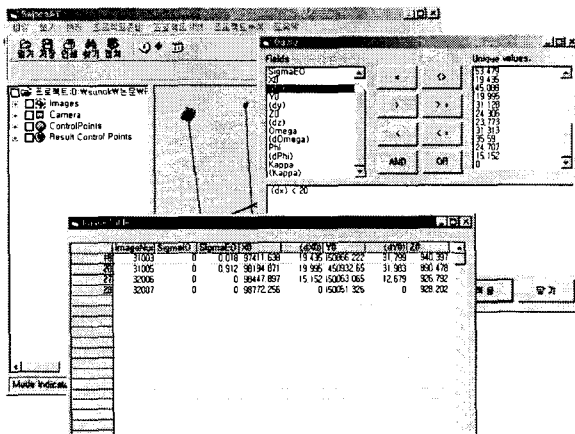


그림 9. 이미지데이터 질의응답
($(dx) < 20$)

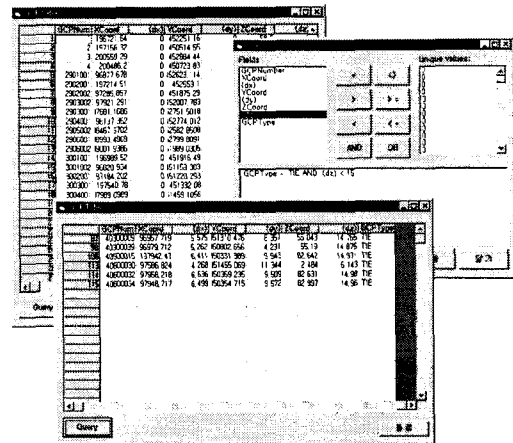


그림 10. GCP 데이터 질의응답
($GCPTType = TIE AND (dz) < 15$)

그림 9는 이미지 포인트 데이터 중에서 X0의 오차량이 20보다 작은 점들을 검색한 결과를 표로 나타낸 것이며, 이를 SQL 문으로 표현하면 다음과 같다.

```
SELECT * FROM IMAGETABLE WHERE  
(dx) < 20 ;
```

그림 10은 지상기준점들 중에서 TIE Point이면서 Z0의 오차가 15보다 작은 지상기준점들을 검색한 결과이다.

```
SELECT * FROM GCPTABLE WHERE  
GCPTYPE = TIE AND  
(dz) < 15;
```

4. 결 론

본 연구는 항공삼각측량의 GUI를 UML로 설계하고, 개선하고자 하였다. 현행 소프트웨어들은 오차량을 평면상에 표시하여 사용자들이 분석하기에 어려운 점이 있었다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 항공삼각측량 결과의 오차량을 3차원 오차타원으로 구현하였다. 이로써 사용자들은 오차타원의 크기와 모양으로 오차량을 시각적으로 분석할 수 있었다. 또한 입출력 데이터를 데이터베이스화하여 쿼리가 가능하도록 하였다. 본 연구에서는 항공삼각측량을 실행하기 위한 입출력 데이터를 .dbf 형식의 데이터베이스 파일에 저장하여 쿼리가 가능하도록 구현하였다. 이로써 사용자들은 공간데이터를 쉽게 분석하고 관리할 수 있어 효율적인 조정결과의 분석을 가능케하여 GIS database의 품질을 향상 시키는데 기여 할 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 과학기술부에서 지원하는 국가지정연구소(No. M10302000063-03J0000-03210)에서 수행된 결과로서 본 연구를 지원하여 주신 과학기술부에 감사로 드립니다. 연구에 도움을 주신 최우영 사장님과 (주)한진정보통신 GIS연구소에도 감사로 드립니다.

참고문헌

- 부기동 (1999), 로컬서버 자동화를 이용한 GIS의 사용자 인터페이스 개발에 관한 연구, 경일대학교 논문집 : 37-II('99.8), pp.782-784
- 오병우, 한기준 (1995), 지리 정보 시스템을 위한 사용자 인터페이스, 정보과학회지 제13권 제3호, p. 19, p. 28.
- 최웅세 (1997), GIS를 위한 객체지향 데이터 모델링과 공간 연산 처리, 서울시립대학교논문집, pp. 510-512
- 한국 ESRI 교육센터 (2002), Introduction to ArcGIS Desktop I, II
- Booch, G., Jacobson, I., and Rumbaugh, J. (1997), The Unified Modeling Language for Object-oriented Development., Documentation Set Version 1.0
- BEST-GIS consortium (1997), Guidelines for Best Practice in User Interface for GIS, ESPRIT/ESSI project no. 21580, pp. 9-11.
- Michael Zeiler, Exploring ArcObjects, ESRI
- Rational Software Corporation (1996), Unified Modeling Language for Real-Time Systems Design, Rational Software Corporation
- Terry Quatrani (1998), Visual Modeling with Rational Rose and UML, pp. 77-89.