

## 동영상과 수치지도의 결합에 관한 연구

### Integrating Video Image into Digital Map

김 용 일\*  
Kim, Yong Il

편 무 욱\*\*  
Pyeon, Mu Wook

#### 要 旨

본 연구는 동영상과 수치지도를 결합하는 기법 및 공정의 개발을 그 목적으로 한다. 이를 위해 본 연구에서는 동영상 GIS에 도입하는 과정에서 필요한 동영상의 위치색인(georeferencing)기법을 개발하고 실험용 데이터베이스를 구축하여 평가를 수행하였다.

본 연구에서 개발된 동영상의 georeferencing 기법은 DGPS를 이용한 위치측정, 이상점의 제거, 지도융합기법, time-tag을 이용한 동영상의 위치색인등으로 구성되며, 정확한 위치가 알려져 있는 가로등을 기준으로 위치정확도 평가를 행한 결과, 92.8%의 기준점이 전후 2프레임안에 포함되는 결과를 얻었다.

본 논문의 궁극적 의미는 기존의 2차원 수치지도의 한계를 넘어선 새로운 개념의 수치지도에 대한 가능성을 제시하였다는 것에 있다.

#### ABSTRACT

The objective of this research is to develop a process of integrating video image into digital map. In order to reach the research objective, the work includes the development of georeferencing technique for video images, the development of pilot system and the assesment process.

Georeferencing technique for video images is composed of DGPS positioning, filtering of abnormal points, map conflation, indexing locations for key frames via time tag and indexing locations for total frames. By using the proposed building process, we could find the result that the accuracy of image capturing test points is 92.8%(±2 frames).

The eventual meaning of this study is that it is possible to find a new conception of digital map, which overcomes a limitation of exiting two dimensional digital map.

#### 1. 서 론

Geographic Information System(GIS)은 지리적으로 참조 가능한 여러 형태의 정보를 효과적으로 수집, 저장, 갱신, 조정, 분석, 표현할 수 있도록 설계된 수단들의 통합체<sup>1)</sup>로 의사결정지원시스템 개념을 포괄하는

정보기술(information technology)이다.

현재까지 GIS 데이터베이스의 기반을 이루는 수치지도 데이터는 거의 대부분이 2차원 평면의 형태로, 주로 지형도, 항공측량, 위성사진, 도면 등으로부터 취득된 것이다<sup>2)</sup>. 그러나, 기존의 수치지도는 정적현상을 표현한 것으로 동적인 실세계 묘사에 한계가 있다.

\* 서울대학교 도시공학과 교수

\*\* 서울대학교 공학연구소 연구원

또한, 평면이라는 차원적인 제약과 지도화 과정에서의 왜곡으로 인해 정보의 누락 및 오차가 발생하며, 정보 제공체계의 선형성으로 인한 정보전달기능의 저하 등의 문제점을 안고 있다<sup>3)</sup>.

기존지도의 이러한 문제점들을 극복하고자 하는 하나의 대안으로서, 여러 가지 유형의 멀티미디어(multimedia)정보, 즉 문자, 그래픽, 소리, 애니메이션(animation), 비디오(video)와 같은 동영상(moving image)을 수치지도에 도입하여 정보전달력을 높이고자 하는 노력이 시도되고 있다<sup>4)</sup>. 이러한 시도의 가장 큰 특징은 지리공간정보기술 분야에 있어서 다양한 매체의 정보를 수치화하여 저장하고 그것의 활용을 가능하게 하고 있는 것으로 GIS의 기능을 향상시키는 데 큰 역할을 할 것으로 기대된다. 특히, 이 멀티미디어 정보 중에서 동영상을 활용할 경우, 공간데이터의 시각화 능력향상에 주목할 만한 영향을 미칠 것으로 기대되고 있다<sup>5),6)</sup>.

GIS의 다양한 정보는 좌표계 기반의 위치를 중심으로 구성되므로, 동영상을 수치지도에 도입하기 위해서는 동영상에 대한 위치색인기법에 대한 고려와 함께 위치가 색인된 동영상의 미소단위를 GIS의 수치지도의 구성요소와 결합하는 기법에 대한 실용적인 연구가 필요하다.

이러한 분야에 대한 기존의 연구를 살펴볼 때, 수치지도의 점, 선, 면 요소와 고정점에서 촬영된 동영상 파일을 단순히 관계적으로 연결하는 수준에서 머무르고 있으며, 동영상을 활용하는 것이 가능한 기존의 상용 GIS 시스템 역시 동영상 단위파일에 대한 위치색인에 머무르고 있다. 특히, 도로 및 그 주변의 동적인 변화에 대한 시각적 정보가 요구되는 시설물관리, 자동차항법장치, 조경계획 등에 필요한 동영상 개별 프레임(frame)에 대한 위치색인 기법과 수치지도와의 통합기법에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구의 목적은 동영상을 GIS에서 실용적으로 활용하기 위해서 필수적인 동영상의 위치색인(georeferencing)기법 및 그 데이터베이스 구축기법을 개발하므로써, 궁극적으로 기존의 2차원 수치지도의 한계를 극복하는 하나의 대안을 제시하고자 하는 데 있다.

이를 위해서 동영상의 위치색인을 위한 DGPS의 적용 기법, 동영상과 수치지도를 접합하는 지도융합(map conflation) 기법, 이상점의 필터링 기법, time-tag을 이용한 동영상의 위치색인 등에 대해서 연구한 후, 서울대학교 순환도로를 대상으로 실제 실험을 행하고 그 결과를 평가하였다.

## 2. 동영상의 위치결정 기법

동영상을 수치지도에서 활용하기 위해서는 동영상 georeferencing기법이 필요하다. 일반적으로 georeferencing은 특정 대상체를 평면직각좌표 또는 경위도 좌표상에 그 위치를 표현함을 말하며<sup>7)</sup>, 본 논문에서의 동영상 georeferencing은 도로를 따라 취득된 동영상 프레임에 좌표계를 기반으로 하는 취득위치를 색인하는 것과 동영상의 미소단위인 프레임(frame)상에 나타나는 지형지물의 영상내 위치를 결정하는 것을 의미한다. 이러한 동영상 georeferencing은 취득된 동영상 및 동영상내의 지형지물에 고유의 위치를 색인하므로써 2차원 수치지도와 위치를 매개로 연결하여 활용하는 것을 그 목적으로 한다.

수치지도의 도로선형데이터에 도로의 속성을 연결하는 기법으로 Linear Referencing System(LRS)이 많이 적용되어 왔다<sup>8)</sup>. LRS는 도로이정, 기준점 등을 이용하여 도로의 누적연장을 따라 포장재질, 차선수, 사고지점 등의 속성을 표현하는 기법으로 동적분할(dynamic segmentation)기능과 함께 도로교통분야의 GIS에서 특히 집중적으로 사용되어 오고 있다. 그러나, 이 LRS는 1차원의 도로연장이라는 거리개념으로 위치를 관리하므로 하나의 좌표값으로 모든 속성이 관리된다.

이러한 LRS를 기반으로 위치를 색인 하는 경우, 다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 연장거리를 측정하기 위한 장비가 필요하며, 이 장비가 탑재된 차량의 운행방식에 따라 오차가 발생할 수 있다.

둘째, 도로의 구배조정, 신설 등으로 인해, 도로선형이 변화할 경우, 도로의 누적연장이 변화하므로, 전체적인 위치색인 역시 바뀌어야 한다.

셋째, 수치지도의 선형을 이용하여 연장거리를 계산할 경우에는 수치지도의 입력정밀도에 따라 그 거리가 일정하지 못하므로 정확한 위치색인에 어려움이 있을 수 있다.

더구나, 대부분의 GIS 데이터의 위치표현을 위한 좌표체계는 (X, Y) 또는 (X, Y, Z)의 2차원이나 3차원이다. 이와 같은 이유들로 인해 LRS는 외부에서 작성된 공간적으로 분산된 데이터(2차원 좌표계)를 조합하는 데에 많은 어려움이 있다. 이에 대한 대안으로 2차원 이상의 좌표계를 기반으로 하는 속성데이터를 지도융합(map conflation) 기법을 이용하여 도로선형 네트워크와 연결하는 Geographic Linear Referencing System(GLRS)에 대한 연구가 진행되고 있다<sup>9)</sup>. 이 GLRS는 2차원 이상의 좌표를 활용하므로써 기존에 작성된 다양한 GIS 데이터와 직접 연결이 가능하고, 데이터의 구축이 신속하며, 도로선형의 변화에 영향을 받지 않으므로 데이터의 작성 및 유지관리에 유리하다는 장점이 있다. 또한, 이 기법은 다양한 분산속성을 2차원 또는 3차원의 좌표와 함께 GIS 데이터베이스로 작성하는 것이 가능한 GPS를 사용할 경우 보다 효율적이다.

한편, 동영상의 데이터 구조는 시간에 따라 연속적으로 연결된 정지영상의 집합형태(보통 25-30 frame/sec)로 1차원의 선형적 구조로 이루어져 있다. 도로를 따라 영상 데이터 취득할 경우 수치지도의 도로데이터 역시 일반적으로 연속된 점들의 집합으로 표현되는 1차원의 형태이므로 차원개념에서 볼 때는 두 데이터는 유사한 형태를 보인다. 그러나 도로선형 경우 공간적으로 볼 때 끊임없이 연결된 형태를 보이지만, 동영상의 경우는 단속적인 분산속성의 형태이다. 이렇게 분산된 형태의 영상 데이터베이스와 GIS 데이터베이스의 도로선형과 연결하는 연구는 Fletcher에 의해 진행된 바가 있다<sup>10)</sup>. 그러나 이 시스템은 거리계, 기하변위측정장비 등의 복잡한 장비로 구성되어 있고, 또한 차량의 운행방식이 주행연장계산에 많은 영향을 미칠 수 있다. 결론적으로 촬영사진의 위치결정이 누적거리에 의해 결정되므로 고유의 위치좌표를 갖지 못하는 단점이 있다. 따라서 이 동영상 데이터를 수치지도의 도로선형데이터와 결합을 위해서 본 연구

에서는 기존의 누적거리에 의해 위치를 결정하는 방식이 아닌 DGPS를 이용한 동영상 georeferencing 대해서 연구하였다.

DGPS 기법을 이용한 동영상 georeferencing 과정은 크게 DGPS 측정, 이상점 필터링, 지도융합(map conflation), time-tag을 이용한 동영상의 위치색인으로 나뉜다.

## 2.1 DGPS 위치측정

위치측정은 동영상의 취득을 위한 비디오가 탑재된 이동국과 오차보정의 기준이 되는 좌표를 알고 있는 기지점인 고정국에서 수신이 동시에 행해져야만 추후에 DGPS보정이 가능하다.

위치측정 작업이 끝나면 이동국에서 취득된 데이터는 단독 GPS 위치취득 자료로 많은 오차를 포함하고 있다. 이 데이터를 고정국에서 취득된 데이터와 함께 처리하여 DGPS보정을 행한다.

## 2.2 이상점의 제거

코드방식에 의해서 결정된 DGPS 측정결과와는 일반적으로 여러 가지 요인으로 인해 미터레벨의 오차를 포함하게 된다. 서울대학교 측정결과 6m내에 95%가 들어오게 되었으나<sup>11)12)</sup>, 지형적인 요인 및 안테나의 자세 문제로 인해 도로에서 상당히 벗어나는(과대오차를 포함하는) 이상점들이 존재하였다. 이러한 점들은 실제 촬영위치에서 상당히 벗어나므로 이 측정점에 영상을 연결할 경우 문제가 있다. 따라서 이들 이상점을 삭제할 필요가 있다. 이러한 이상점은 도로에서 벗어난 경우, 한 지점에서의 취득위치가 시간적으로 먼저 취득된 위치보다 더 앞서서 있는 경우(그림 2.1)가 있다.

기본적으로 이동국이 도로상을 주행한다는 전제에서 볼 때 기존의 수치지도가 실폭으로 준비되어 있을 경우에는 도로경계선을 벗어나는 측정점을 제거하고, 도로중심선만 입력되어 있을 경우 도로중심선으로부터 버퍼(buffer)를 설정하여 버퍼를 벗어나는 점을 제거한다. 버퍼의 크기는 차선수를 감안하여 설정한다.

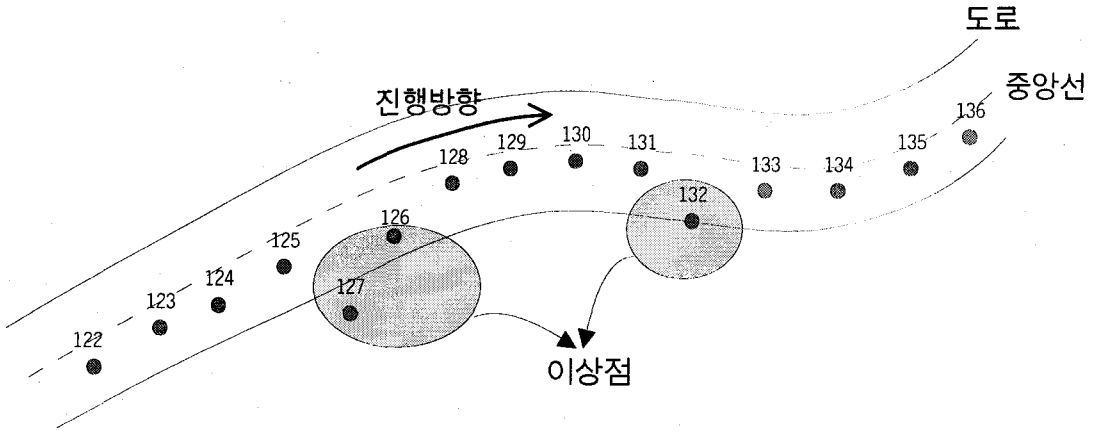


그림 2.1 이상점

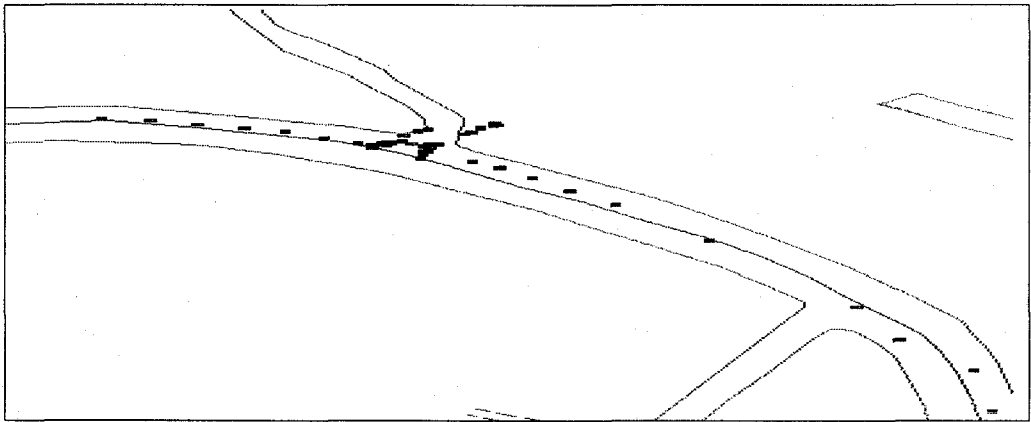


그림 2.2 DGPS 측정결과와 기준 수치지도

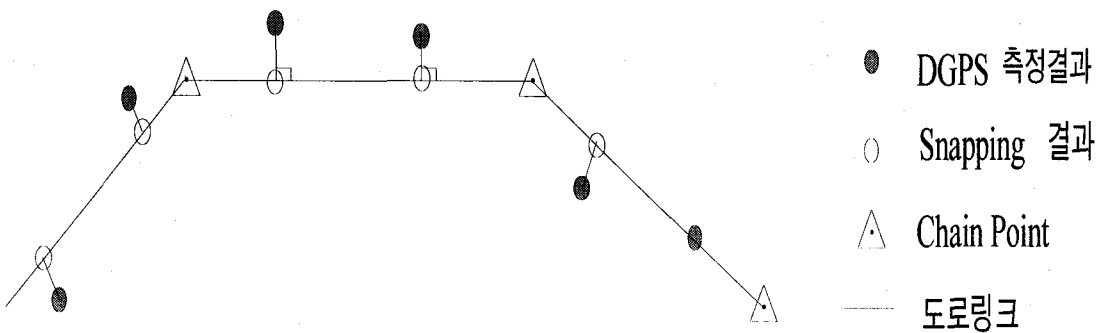


그림 2.3 최단거리 스내핑

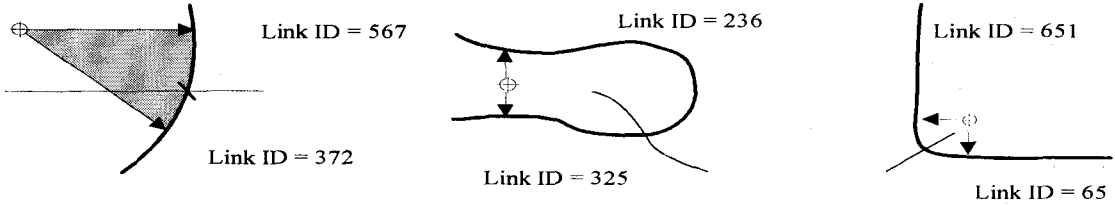


그림 24. 스냅핑 오류

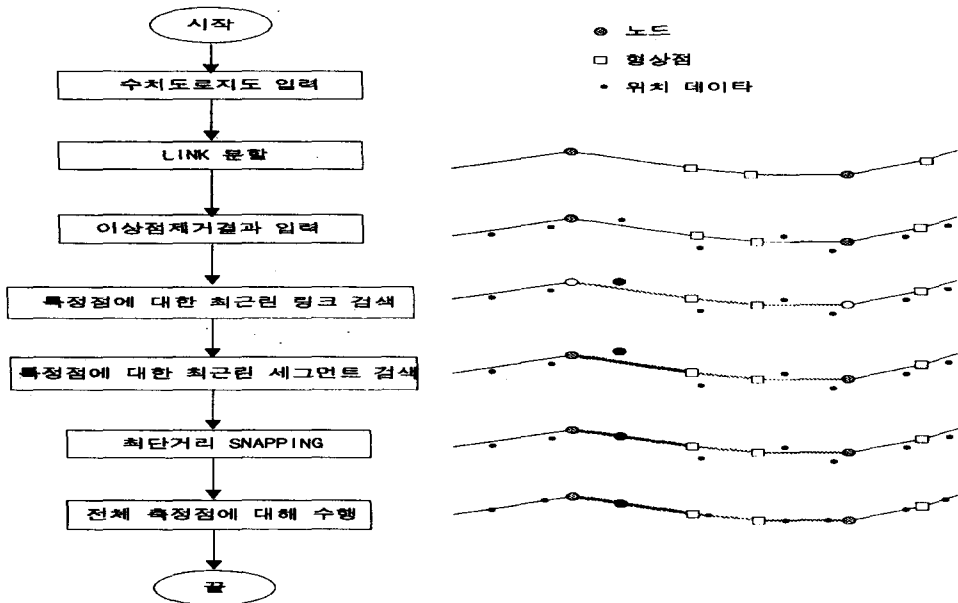


그림 25 Map Conflation 공정 흐름도

한 차선의 폭은 국립지리원 도식규정에 의거하여 3.5m로 계산한다.

본 연구에서는 측정순서의 역전에 의한 이상점을 제거하는 프로그램을 작성하였으며, ESRI의 ARC/INFO에서 버퍼링 기능을 이용하여 도로를 벗어나는 이상점을 제거하였다.

### 2.3 DGPS 관측값과 기존의 수치지도와의 연결 및 접합

한편, 현재 관측된 DGPS결과와 기존의 수치지도와는 그림 2.2와 같이 필연적으로 불일치하게 된다.

이는 DGPS측정이 아무리 정확하게 수행되었다라도 기존의 지도 역시 실세계를 그대로 반영한 것이 아니므로 미소량이라도 불일치하게 된다. 따라서, 기본적으로 도로를 따라서 위치 및 동영상 취득을 행한다는 가정에 비추어 볼 때, 촬영위치는 도로선형상에 존재하여야 한다. 또한, 도로선형이 도로상의 모든 속성이 연결되는 기준이 되므로 일관성의 유지를 위해서도 상이한 두 개의 지도데이터를 융합하는 conflation 기법의 적용이 필요하다.

이 conflation 기법의 적용과정에서는 위치의 불일치, 도로링크의 불일치라는 두 가지 문제에 대한 고려가 필요하다. 먼저 측정된 위치의 도로선형과의 불일치

의 해결을 위해서는 측정된 위치 데이터를 기존의 수치지도선형에 인위적으로 이동시킨다. 이를 snapping 이라 하며, 측정점을 수치지도선형의 세그먼트에 최단거리로 이동시킨다(그림 2.3)

도로링크의 불일치는 그림 2.4와 같은 경우에 발생한다. 이 문제의 해결을 위해서는 DGPS 위치취득과 동시에 고유의 도로링크번호를 입력함으로써 해결한다. 그림 2.5은 map conflation의 전체공정 흐름도이다.

### 2.4 Time-tag을 이용한 동영상의 촬영위치 색인

지금까지 기존의 수치지도와 DGPS 측정결과를 결합하였다. 이 결과를 바탕으로 동영상의 미소단위인 프레임과 도로선형상의 포인트를 연결한다.

동영상은 시간적인 연속성을 갖는 프레임의 집합으로 특정 프레임은 시간의 함수로 표현될 수 있다.

$$F_n = \text{FRAME}(ID, \text{Time})$$

따라서 동영상 데이터의 초기시간( $T_{int}$ )과 초당 촬영된 프레임수( $N_f$ )를 알고 있다면 특정 시간( $T_i$ )에서 촬영된 프레임을 결정할 수 있다.

$$F_i = (T_i - T_{int}) * N_f + 1$$

여기서  $F_i$  : 검색대상 프레임 번호

$T_i$  : 촬영시간

$T_{int}$  : 영상취득 초기시간 (해당 영상데이터의 첫 프레임 시간)

$N_f$  : 초당 촬영 프레임 수 ( frame/sec)

DGPS는 시간을 이용한 위치측정방식으로 측정된 모든 위치에 고유의 시간이 결합(time-tagging)되어 있다. 이 시간과 동영상 데이터의 영상취득시간( $T_i$ )을 비교하여 해당 프레임과 DGPS측정 위치를 연결한다 (표 2.1 참조).

또한, 표 2.1 에서 보이듯이 DGPS의 측정시간 간격은 평균적으로 약 1초이다. 그러나, 일반적으로 동영상은 초당 최대 30 프레임의 연속된 영상으로 구성된다. 또한, DGPS측정과정 및 수치지도와의 접합과정

표 2.1 DGPS 측정결과

SSF->ASCII V2.05 Thu Mar 21 11:37:05 1996		
Input File : C:\PFPRO\DATA\PFINDER\SNU95\A090407A.SSF		
Output File : C:\PFPRO\DATA\PFINDER\SNU95\A090407A.ASC		
Datum		: TOKYO TD
Coordinate System		: UTM [ 52S ]
Output positions		

Parameter	Columns	Units
Latitude	[ 1, 20 ]	Degrees Minutes Seconds
Longitude	[ 22, 40 ]	Degrees Minutes Seconds
Velocity	[ 42, 50 ]	Kilometers/Hour
Time	[ 52, 70 ]	

37°27'21.315"N,	126°57'03.237"E,	0.000,	07:43:57.10
37°27'21.318"N,	126°57'03.246"E,	3.420,	07:43:58.48
37°27'21.295"N,	126°57'03.239"E,	3.360,	07:43:59.19
37°27'21.265"N,	126°57'03.229"E,	3.443,	07:44:01.14
37°27'21.217"N,	126°57'03.286"E,	3.330,	07:44:02.64
37°27'21.206"N,	126°57'03.337"E,	3.359,	07:44:03.35
37°27'21.172"N,	126°57'03.370"E,	3.331,	07:44:04.14
37°27'21.113"N,	126°57'03.382"E,	3.222,	07:44:05.64
37°27'21.095"N,	126°57'03.323"E,	3.234,	07:44:06.39
37°27'21.098"N,	126°57'03.298"E,	3.312,	07:44:07.38

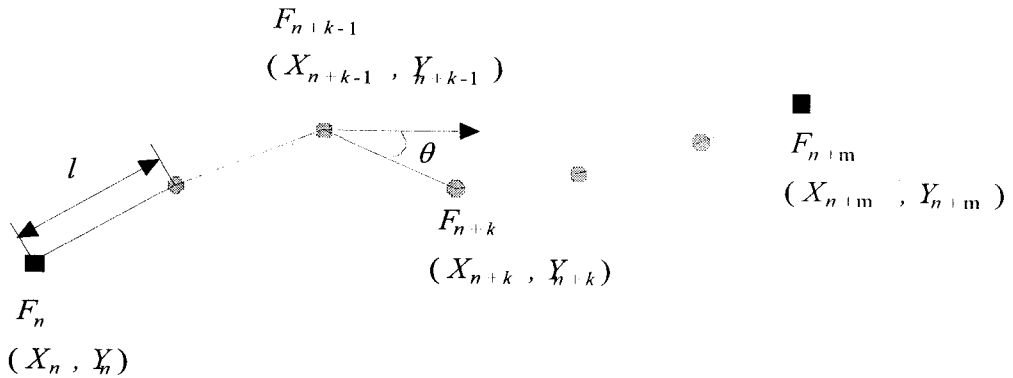


그림 2.6 개별 프레임에 대한 위치결정

에서 제거되는 이상점 등을 고려할 때 이 시간간격은 더 늘어날 수 있으며, 특히 데이터 수집차량의 속도에 따라 단위 시간간격당 프레임수는 불규칙적으로 변화한다. 따라서, DGPS 측정지점에서 제외되는 수많은 프레임에 대한 위치색인 기법이 필요하다.

이 위치색인은 DGPS 관측점과 관측점사이의 세그먼트 총연장을 두 점사이의 총 프레임수로 나눈 후 동적으로 각 링크 상에 연속적으로 할당하여 일치하는 좌표를 그 위치로 한다. DGPS에 의해 위치가 결정되지 않는 프레임의 위치할당 방법은 다음과 같다(그림 2.6).

$$X_{n+k} = l \cos \theta + X_{n+k-1}$$

$$Y_{n+k} = l \sin \theta + Y_{n+k-1}$$

여기서,

$X_{n+k}, Y_{n+k}$  :  $n+k$ 번째 프레임 좌표

$$l = \frac{L}{m}$$

$$L = \sum_{k=1}^m \sqrt{(X_{n+k} - X_{n+k-1})^2 + (Y_{n+k} - Y_{n+k-1})^2}$$

$m$  : DGPS에 의해 위치가 결정된 인접 프레임간의 번호 차이

$\theta$  : 진행 방향각

이상의 과정을 수행하는 프로그램을 C언어를 이용하여 작성하였다.

지금까지 언급한 동영상의 촬영위치색인 공정은 그림 2.7과 같다

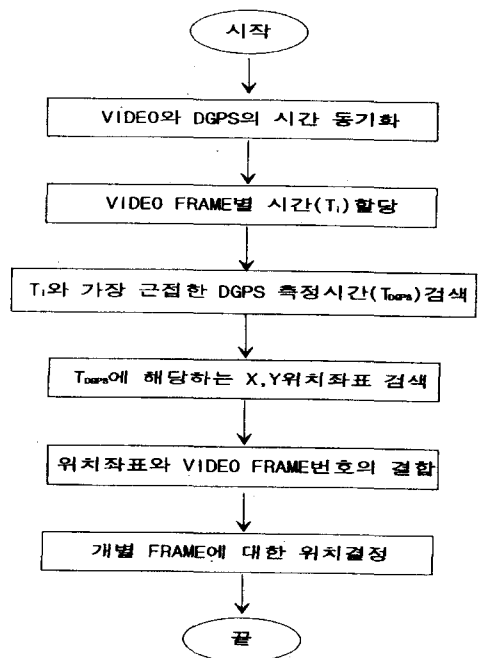


그림 2.7 Time-tag을 이용한 동영상의 촬영위치색인 공정 흐름도

### 3. 평가용 데이터베이스 구축

본 연구에서는 앞에서 연구된 동영상의 위치색인 정확도를 평가하기 위해서 설계된 구축공정에 따라 2차원 수치지도 및 동영상의 데이터베이스를 구축하였다.

1) 구축 대상지역

서울대학교 구내의 순환도로, 구내 일부도로 및 도로주변의 건물

2) 사용기자재

위치취득 장비 : Trimble 4000 SSE, Trimble Pathfinder

영상취득 장비 : Sony 8mm Video Cam, Video Blaster Frame Grabber

위치 데이터처리 소프트웨어 : PC Arc/Info, Workstation Arc/Info

영상데이터 처리 소프트웨어 : Adobe Premier

3) 구축대상 데이터베이스

2차원 수치지도 : 서울대학교 향측도로부터

도화된 1:500 지형도로로부터 도로 및 건물 (DXF 형식) 추출

동영상 : 서울대학교 구내 순환도로와 일부 도로 주변의 동영상(AVI 형식)

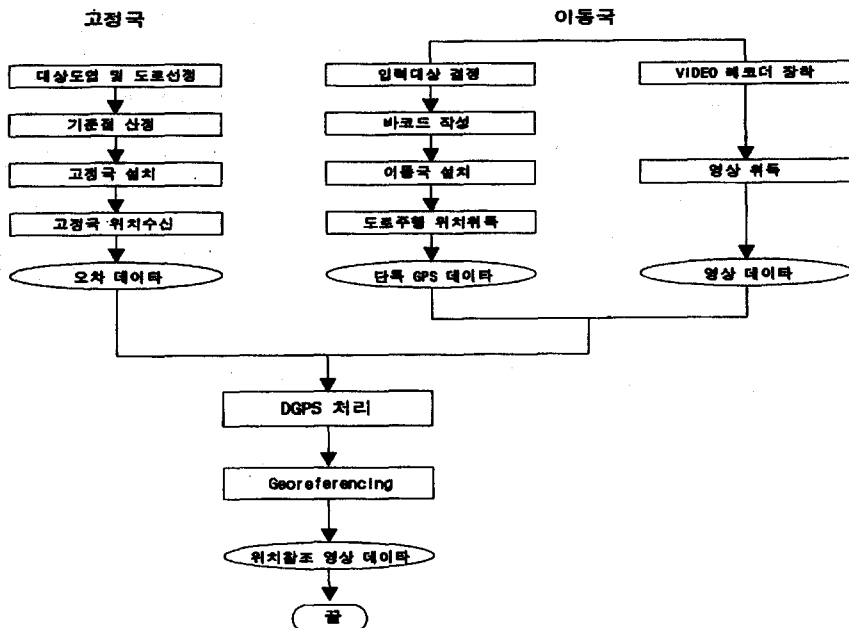
DGPS 위치데이터 취득 : 서울대학교 구내 순환도로와 일부 도로 주변

4) 데이터베이스 구축방법

먼저 차량에 비디오 녹화기와 이동국 GPS를 장착하고, DGPS 처리를 위해 고정국에 역시 GPS를 설치한 후, 동시에 영상취득 및 2대의 GPS에서 위치를 수신하였다.

수신된 위치정보는 후처리로 DGPS 보정을 행한 후, 이상점 필터링 및 map conflation을 거쳤으며, 얻어진 비디오 녹화결과를 frame grabber 를 이용하여 컴퓨터로 저장하고 AVI 형식의 동영상으로 변환하였다. 이렇게 얻어진 위치정보와 동영상을 Time-tag을 이용하여 동영상에 위치색인(georeferencing)을 행한다. 그림 3.1은 구축공정흐름도 이다.

그림 3.1 데이터베이스 구축 공정





#### 4. 동영상의 Georeferencing 정확도 평가

데이터베이스 구축공정에 따라 취득된 동영상이 과연 정확한 위치와 결합되었는지를 평가하기 위해서 비디오 카메라를 차량진행방향의 직각방향으로 설치한 후, 정확한 위치를 알고 있는 서울대학교 순환도로 주변의 가로등을 정확하게 포착하는 지를 실험하였다.

##### 4.1 평가방법

1) 기작성된 1:500 서울대학교 수치지도상에 표현되어

있는 순환도로 주변의 가로등의 위치를 도로중앙선으로 최단거리 이동시킨 다음 이것을 평가 기준으로 활용한다.

2) 기준점에 고정국 GPS를, 차량에 이동국 GPS 수신기를 설치하고 가로 주변의 가로등을 촬영할 수 있도록 비디오카메라를 진행방향에 직각으로 차량에 장착한 후, 주행하면서, 위치정보와 동영상정보를 동시에 취득한다(그림 4.1).

3) 평가기준점을 선택하여 그 좌표값에 해당하는 동영상 상에 가로등이 포함되어 있는 지를 평가한다. 즉, 그림 4.2과 같이 가로등이 존재할 것으로 예상되는 좌표값과 일치하는 프레임을 호출할 경우에 프레임 상에 가로등의 포착여부를 평가한다.

그림 4.1 영상의 위치색인 정확도 평가를 위한 가로등 측정

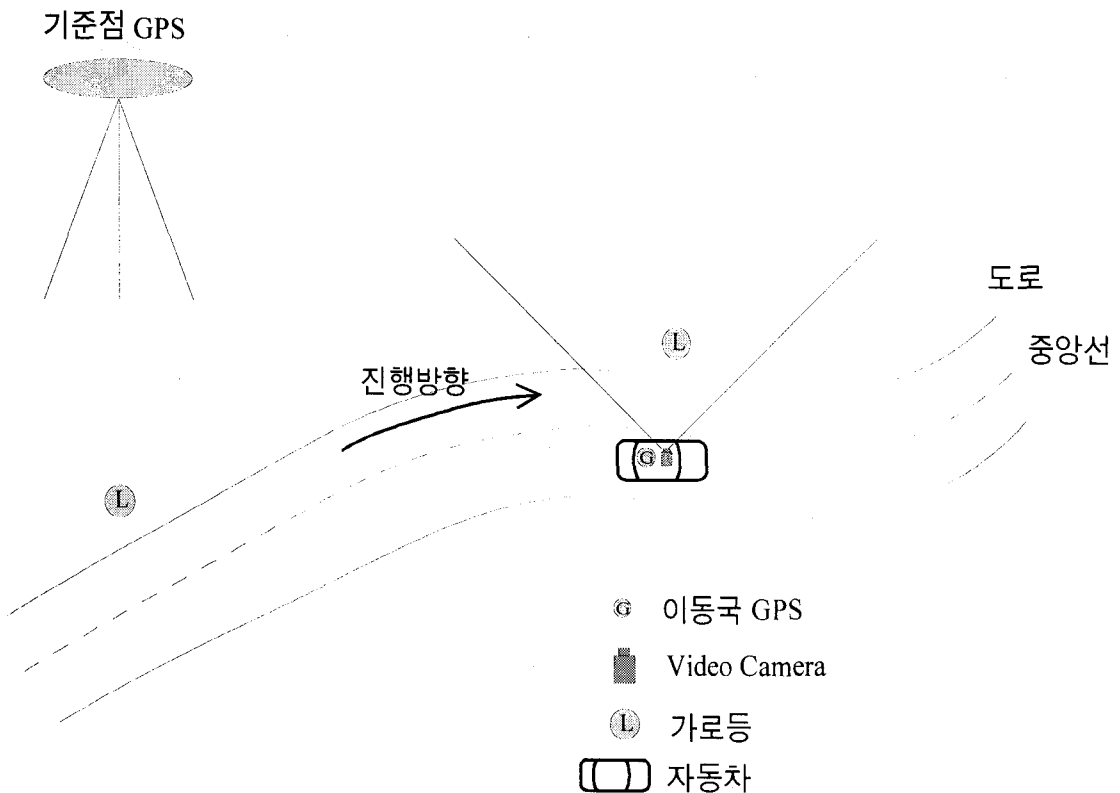
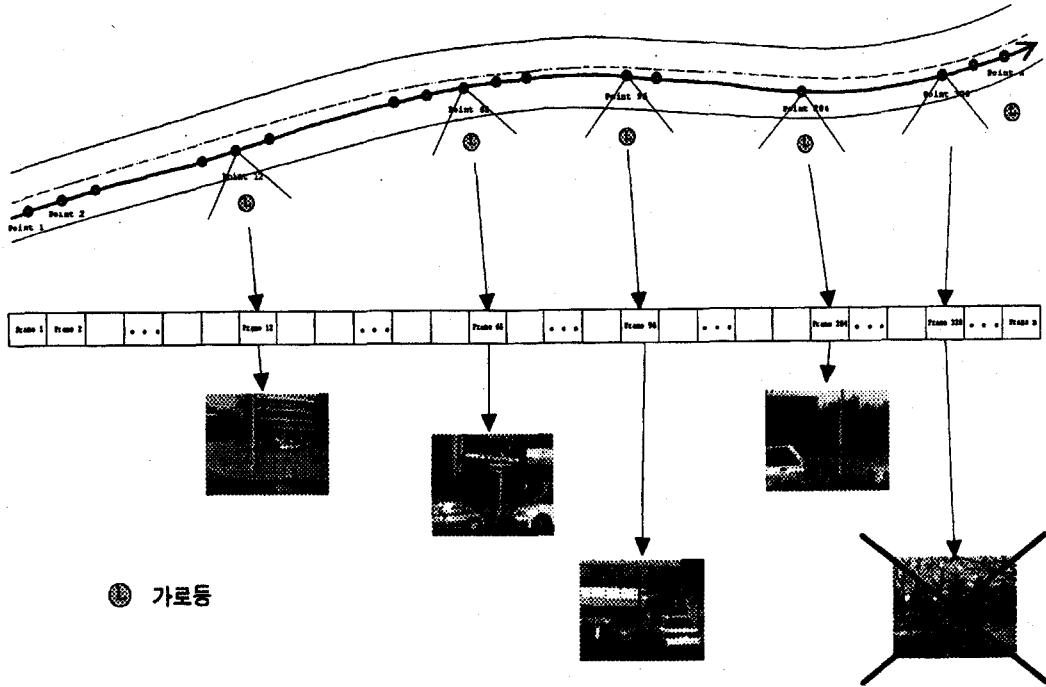


그림 4.2 가로등을 이용한 Georeferencing 정확도 평가



4.2 평가결과

평가는 순환도로 주변의 가로등에 대해서 양방향으로 행해졌으며, 한 방향은 22점, 다른 한 방향은 66점으로 총 78점에 대해서 평가가 행하여 졌다.

평가결과의 분석은 가로등이 있을 것으로 예상되는 위치의 프레임에 가로등이 포착된 경우와 포착이 안된 경우 포착 프레임으로부터의 프레임치를 산출하였으며, 그 결과는 표 4.1과 같다.

표 4.1 동영상 위치색인 결과 평가

프레임수	방향 1		방향 2		양방향 합계	
	점수	누적비율(%)	점수	누적비율	점수	누적비율
0(=포착)	12	54.5	48	85.7	60	76.9
±1	0	-	0	-	0	-
±2	7	86.4	5	94.6	12	92.3
±3	0	-	1	96.4	1	93.6
±4	1	90.9	0	-	1	94.9
±5	0	-	0	-	0	-
±6	0	-	0	-	0	-
±7	1	95.5	1	98.2	2	97.4
±8	0	-	1	100	1	98.7
*	*	*	*	*	*	*
±15	1	100	0	-		100
합계	22	-	66	-	78	

표 4.1에서 보면 78점의 평가 기준점과 위치색인된 동영상상을 비교한 결과 76.9%인 60점이 해당 프레임에 포착되었으며 포착에 실패한 기준점도 포착예상 프레임 전후 2 프레임 안에 12점이 존재함으로써 92.8%의 기준점이 포착예상 프레임의  $\pm 2$  프레임 내에 존재함을 알 수 있다. (한 프레임의 시간차이는 0.1초로 평균 시속 36 km로 주행하면서 취득한 실험대상영상상을 감안할 때 약 1m의 오차를 갖는다고 볼 수 있다.)

한편, 표 4.1에서 보면, 방향 1에서의 결과가 방향 2의 촬영결과에 비해서 현격하게 그 포착율이 떨어짐을 알 수 있다. 그 이유는 방향 1에서 GPS 수신 중에 약 10초간의 신호단절이 발생하였고 전반적으로 수신 상태가 불량했던 것으로 밝혀졌다.

또한 수신이 양호한 구간에서도 기준점 포착에 실패한 경우가 발생하였다. 그 원인분석을 위해서 DGPS 측정결과로 산출된 각 측정점의 속도와 각도를 추출하여 과대오차를 검출하고 프레임 포착실패 지점과 비교한 결과, 주로 과대오차가 발생한 지점에서 기준점 포착에 실패하였다. 결국 수신이 양호한 지역에서의 기준점 포착에러는 DGPS의 오차로 인한 것으로 분석된다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 동영상을 GIS에 도입하는 과정에서 필요한 동영상의 위치색인(georeferencing)기법을 개발하고 실험용 데이터베이스를 구축하여 평가를 수행하였으며 다음과 같이 그 결과를 정리하였다.

- 1) 본 연구에서는 동영상의 위치색인을 위한 DGPS의 적용기법, 동영상과 수치지도를 접합하는 지도융합(map conflation) 기법, 이상점의 필터링 기법, time-tag을 이용한 동영상의 위치색인 기법 등으로 구성된 동영상지원 수치지도 데이터베이스의 구축공정에 대해서 연구를 행하였으며, 서울대학교 순환도로를 대상으로 실제 데이터베이스 구축실험을 행하였다.
- 2) 본 연구에서 개발된 동영상의 georeferencing 기법을 이용하여 가로등을 기준점으로 위치정확도 평가를 행한 결과, 92.8%의 기준점이 전후 2프레임 안에 포함되는 결과를 얻음으로써 이 기법을 이용하여 평면

수치지도와 동영상의 연계활용이 가능함을 알 수 있었으며, 프레임의 위치색인 오차원인이 주로 DGPS의 위치결정오류에서 발생함을 확인할 수 있었다.

본 연구결과를 활용할 경우, 모든 지형지물을 기호화할 필요 없이 사용자가 동영상에서 직접 직관적으로 대상물을 파악할 수 있고, 평면적인 기준지도의 차원적 한계를 극복할 수 있다. 따라서, 플랜트와 같은 대규모 시설물 관리에 본 연구결과를 적용하면 양적인 면에서나 차원적인 면에서 복잡하게 구성되어 있는 시설물의 관리자료 구축과 활용에 유용할 것이다. 특히, 촬영방향을 변화시킬 경우에는 도로관리를 위한 노면상태 자료, 탐지기를 이용한 지하매설물 정보취득에 활용될 수 있다.

한편, 연구과정에서 드러난 문제점 및 향후에 필요한 연구과제는 다음과 같다.

- 1) 본 연구결과를 보다 정밀한 위치결정이 요구되는 시설물관리 및 지도제작 등에 활용할 경우에 있어서, DGPS의 피할 수 없는 오차(RMSE 2-5m)와 신호단절 및 수신기 탑재차량의 자세 불안정으로 인한 과대오차는 문제가 될 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해서, DGPS 뿐만 아니라 거리계, 자이로스코프, 관성항법장치 등 별도의 센서와의 조합을 통한 위치결정에 대한 연구가 필요하다.
  - 2) 현재 동영상 데이터는 방대한 저장공간을 필요로 하고 이를 처리할 수 있는 컴퓨터의 처리능력에도 한계로 인해 사용자에 대한 정보전달력이 저하될 우려가 있으며, 데이터베이스의 정밀도가 떨어질 염려가 있다. 이에 대한 대안으로써 하드웨어로 동영상의 처리가 지원되는 압축형식을 이용하는 방안에 대한 연구도 필요하다.
  - 3) 스테레오 영상을 이용하면 위치정보의 추가, 갱신까지도 가능하므로, 스테레오 CCD를 이용하여 동영상에서 지형지물의 지상좌표를 자동추출하는 연구가 필요하다<sup>13)</sup>. 이 연구는 신속한 수치지도의 작성에 매우 유용할 것이다.
- 결론적으로 본 연구에서는 동영상과 수치지도의 결합 기법에 대한 연구를 진행함으로써 기존의 2차원 수치지도의 한계를 넘어서 새로운 개념의 수치지도에 대한 가능성을 제시하였다는 것에 있다.

참 고 문 헌

1. 과학기술처, 1993, 지리정보시스템 활용기법, 엔지니어링교재, 제 8 권, 9-13.
2. 이용곤, 1995, GIS 입력 데이터 취득기술(제2회), 월간 CAD/CAM 1995년 2월호, 192-193.
3. Parsons, Ed., 1995, GIS Visualization Tools for Qualitative Spatial Information, Innovations in GIS 2, UK : Taylor & Francis, 201-202.
4. Wallin, E., 1990, The Map as Hypertext - On Knowledge Support Systems for the Territorial Concern, EGIS'90 Proceedings, Vol. 2, 1125-1134.
5. Wood, M., 1994, The Traditional map as a Visualization Technique, Visualization in Geographical Information Systems, Chichester: Wiley, 9-17.
6. Shiffer, M.J., 1993, Augmenting Geographic Information with Collaborative Multimedia Technologies, Auto Carto 11 Proceedings, Minneapolis, Minnesota, 367-376.
7. Bernhardsen, T., 1992, Geographic Information Systems, Viak IT., Arendal, Norway, 3.
8. Deuker, K.J., Vrana, R., 1993, The Role of Conceptual Data Modeling for Developing Geographic Information Systems in Transportation(GIS-T) Applications, GIS-T'93 Proceedings, 128-138.
9. Graziadio, B.J., 1993, Integrating GPS into Dynamic Segmentation Linear Referencing Systems, GIS-T'93 Proceedings, 88-102.
10. Fletcher, D. 1987, Integrating Photolog Data into a GIS, Madison: Wisconsin Department of Transportation.
11. 김용일, 편무욱, 1995, DGPS를 이용한 항법용 수치지도 정확도 검증에 관한 연구, 한국GIS학회 '95 추계학술대회발표요약문, 55-63.
12. 자동차부품연구원, 서울대학교, 1995, 자동차 항법용 수치지도 표준안 개정 및 입력데이터 검증공정에 관한 연구(결과 보고서), 36-50.
13. 안기원, 문명상, 1993, 외부표정요소를 이용한 CCD 카메라 스캐너의 기하학적 왜곡 보정기법 연구, 한국측지학회지, 제 11 권, 제 2 호, 69-77.