

GPS의 GIS로의 적용성

김용일 (서울대학교 도시공학과 조교수)

1. Key Issues of GIS Data Sources

① Accuracy

In general, considering that data conversion costs increase proportionally with required accuracy, data needs of specific applications should drive the accuracy needs of database.

The combined effect of source error and data conversion error must be considered during the determination of source accuracy levels and the establishment of quality control error thresholds.¹⁾²⁾

취득원이 갖고 있는 오차와 GIS DB구축시 발생하는 오차는 취득원의 정확도 정도() 결정시에 고려되어야 한다. 정확도는 적용분야별 GIS Application에 사용될 수 있는 취득원인가의 기준이 된다.

② Coverage

The geographic coverage of the source document should be inventoried and compared with the required mapping extent of the GIS project. Often the geographic coverage of sources does not the entire GIS project, or there may be holes in the coverage.

When multiple sources with different accuracies are used to complete a database's coverage during data conversion, the user must be alerted to what accuracies can be reasonably expected within various portion of the database.

취득원이 GIS DB를 구축코자 하는 지역을 모두 포괄하고 있어야 한다. 종종 빈 공간이 있는 경우가 있는데 이 경우 현지 측정 및 조사 혹은 서로 다른 정확도의 여러 취득원을 조합시켜 이를 보완하기도 한다. 이때 소요측척에 따른 정확도 구분과 표현방법에 따라 중첩보완시 야기되는 상이한 표현을 감안해야 한다.

③ Completeness

Sources should show most, if not all, specific features. Source precedence must be determined for each and every item to be converted into the GIS database. Secondary and tertiary sources should be provided to cover instances where a data item is missing from, or illegible on, the preferred (primary) source.

대부분의 대상에 대한 입력이 누락없이 이루어져야 한다. 2, 3차 자료원도 다른 자료원이 없을

1 Glenn E. Montgomery, Harold C. Schuch, GIS Data Conversion Handbook, 1993, pp.67~72

2 Stan Aronoff, Geographic Information Systems : A Management Perspective, WDL Publications, 1989, pp.133~149

경우 용이하게 도움이 되도록 해야 한다.

그러나 2, 3차 자료를 자료원으로 채택하였을 경우 추가되는 사항에 대한 수정 및 편집에 따른 비용증대와 source내 자료가 중복되었을 경우 생기는 문제가 발생하게 된다.

④ Timeliness (Currentness, Vintage)

The timeliness of each source document is another factor that is reviewed during the source evaluation process. It represents how current the information contained on the source map or document is. When evaluating the timeliness of a data source, the user must note that all items in the source may not be updated at the same time and there may be multiple update cycles for a particular source.

GIS DB에 구축될 data가 얼마나 현재성(최신의 데이터)을 갖느냐의 문제이다. 갱신주기가 빈번한 것이 현재성이 우월하다.

중요한 것은 모든 항목이 동시에 갱신되지 않고 항목마다 제각각의 갱신주기를 갖는다는 것이다. 따라서 각각의 항목에 대해서 현재성의 평가가 이루어져야 한다.

⑤ Correctness

The correctness of a data source measures whether it shows information that matches the real world. For example, a high way is shown as such and not as a river, and vice versa. Correctness is a crucial factor for GIS data conversion. At times it may be necessary to use field inventory methods to make sure that the sources are correct.

얼마나 현실세계를 정확히 보여주고 있는가에 대한 문제이다. 세부항목에 대한 현지조사는 물론 속성입력 정확도에도 중점을 두어야 한다.

⑥ Credibility

Source type credibility is also considered as a data quality factor. If multiple sources agree on the value of a certain attribute, credibility in that value increases.

신뢰성은 여러 가지 자료원으로 부터 동시성을 통하여 구축될 수 있다. 여러 자료원에서부터 구축하고자 하는 data의 값이나 형태가 일치한다면 그 자료원의 신뢰도는 높다고 볼 수 있다. Data에 대한 중복검토시 불일치가 생긴다면 현지조사 및 측정이 최근에 이루어진 자료를 우선으로 놓는다.

⑦ Validity

The question asked for each data item on each source type is : "Does this source certain only valid values?" The incorrect value could reduce the overall validity of the source. Correctness differs from validity in that it dicates how well the information depicted upon the source actually reflects the real world conditions.

입력정도()가 개발하고자 하는 GIS의 사용자 요구에 부합하는가의 문제를 말한다. Correctness는 얼마나 현실세계를 잘 묘사하고 있는가의 문제지만 타당성은 사용자의 요구정도와

상관된 것으로 예를 들어 1m단위로 자료가 구축된 DB의 사용 타당성이 있는가의 문제를 의미한다.

⑧ Reliability

The cause of the unreliability may be a variety of reasons, but regardless of this, the map users have simply confirmed that information contained on such maps cannot be relied upon.

여러 가지 원인에 의하여 입력데이터의 부정확성이 내재되어 있다. 그것은 일정치 못한 작업환경 및 작업자의 기술 숙련도 차이에서 나올 수도 있다. 이러한 점에도 불구하고 지도나 기타 지형정보를 취득하여 GIS DB를 구축하고자 하는 사용자들은 이러한 부정확성에 대한 개념없이 DB를 구축함으로써 문제가 발생할 수 있다.

⑨ Convenience

Convenience is often an important factor in assessing data source suitability for GIS Data Conversion purpose.

이 항목은 실제로 자료원으로서의 접근과 사용이 얼마나 용이한가의 문제이다.

⑩ Condition

Many source documents are so old and frail that special handling and reproduction techniques must be employed to minimize further document deterioration. The information on maps and records is much more important than the paper it is written on, and it can be lifted photographically or electronically(scanning).

일반적으로 GIS의 자료원은 오래되고 낡은 것이 많아 더이상 발생하는 오차나 왜곡을 최소화하기 위하여 사진이나 스캐닝된 화상 등 다른 매체에 이를 보존시킨다.

⑪ Readability

Legibility or readability of source material is perhaps the most important of the source quality factors because data conversion is usually done by contract personnel who are not familiar with the sources.

GIS를 구축하고자 하는 사용자 측에서 조차 알아볼 수 없는 자료원(지도 혹은 대장기록사항)은 실제로 Database를 구축하는 기술자도 알아볼 수 없다. 따라서 입력코자 하는 자료원에 대한 판독성을 본격적인 DB 구축작업이전에 반드시 검토해야 한다.

⑫ Precedence

하나의 입력대상이 여러 가지 자료원으로부터 중복되어 기록되어 있을 경우 자료원의 선택이 이루어져야 하는데, 이때는 자료의 우선 순위를 고려하여 입력하여야 한다. 그러나 자료원의 선택이 항상 1차 자료원에 국한되는 것은 아니며 오히려 2, 3차 자료원이 보존이나 관리상태가 양호할 수도 있다.

2. The Characteristics of GPS data

① 절대좌표 및 상대좌표의 해석³⁾

위성신호 수신 즉시 수신기의 위치를 계산할 수 있는데, 단독 수신기를 이용할 경우 계산된 위치의 정확도는 비교적 낮다. 이것은 선박, 자동차, 항공기 등의 항법에 주로 이용된다. 상대좌표의 해석은 두 대이상의 수신기를 동시에 작동시켜 각 수신기의 공통적인 오차요소를 소거시킴으로써 높은 정확도를 얻는 것으로서 위치 및 거리의 정확도가 높다.

② 위성정보의 해석

위성측지수행을 위한 각종 매개변수를 해석하는 단계로 위성신호해석을 위한 전자-통신 지식이 필요하며, 위성궤도정보, 시간정보, 지구물리학적 정보 등의 기반지식을 필요로 한다.

③ Portability⁴⁾

GPS/GIS 수신기들은 보통 두개의 portability categories(Handheld/Backpack)로 나뉠 수 있다. 일반적인 위치측정장비가 setting하고 작업결과를 기록하는데 드는 시간과 비용에 대하여 portable GPS 수신기를 이용할 경우 많은 양을 절약할 수 있다. Handheld 수신기의 경우 모든 부속품의 장착이 self-contained 되어 있으며 안테나, 배터리, 디스플레이, keypad 합해서 1킬로그램을 넘지 않는다. Backpack 수신기들은 항상 pole에 얹혀져 분리된 안테나를 갖고 있다. 수신기와 배터리는 backpack에 있고 data logger와 keypad는 손에서 작동되는데 약 3킬로그램정도 된다. 배터리 life/portability 교환은 용량에 의존하며 모든 수신기들은 power supply가 연결이 안되었을 때도 기억데이터를 잃지 않기 위해서 built-in-memory 배터리를 가진다.

④ Field Observation

기본적으로 GPS를 이용한 지형정보의 취득은 실외작업이다. 일반적으로 GPS수신기는 인공위성까지 시각적으로 장애물이 없는 환경을 필요로 한다. GIS application에 대한 중요한 issue는 나무 밑에서의 GPS 사용이다. GPS신호는 몇몇 물질-signal attenuation이라 불리는 현상-을 통과할 때 흡수된다. GPS신호는 나뭇잎정도는 통과하지만 tree trunk와 같은 몇cm두께의 딱딱한 나무는 통과하지 못한다. 그러므로 나무는 수신기에 대한 가시위성의 수와 수신되는 신호의 강도에 영향을 준다. 더구나 개팔지가 아닐 때 수신기는 반사된 신호(multipath)에 의해 방해받기 쉬워서 이 또한 정확도를 저하시킨다.

⑤ Compatibility

GPS 제작자에 의해 제공되는 후처리 소프트웨어는 GIS 데이터베이스와 통합한다는 의미에서 중요하다. 처리 소프트웨어는 IBM compatible PC에 탑재될 수 있다. GPS 수신기는 serial port를 통해서 컴퓨터와 통신한다. 소프트웨어는 사용하기 쉽고 통신도 용이하고, 투영기능이 제공되고 있다. (RINEX:Receiver INdependent EXchange)

⑥ The movement of the receiver platform

3 유복모, 지형공간정보론, 동명사, 1994, pp.237~238

4 Frank van Diggelen, GPS for GIS - A Comparative Survey, GIS World, 1994.10, pp.34~40

자동차, 배, 비행체에 GPS 수신기를 탑재시켜 지형대상 측정을 행하는 것으로서 실시간 처리와 후처리로 나뉜다. 실시간 처리는 처리 성과를 즉시 이용할 수 있는 장점이 있는 반면 정확도가 떨어지고, blunder detection이 어렵다. 후처리 방식은 잔차에 대한 세밀한 분석과 blunder detection의 분석으로 비교적 높은 정확도의 성과를 얻을 수 있으나 처리시간이 전자에 비해 길어진다.

⑦ Convenience

대부분의 GPS/GIS수신기들은 위치정보 뿐만 아니라 저장하고, 데이터 사전-사용자에 의해 입력될 대상물과 속성 list- 을 이용하여 속성정보도 함께 저장할 수 있는 기능을 가진다. 데이터 사전은 계단식 구성을 이루고 있다. 또한 GPS 수신기로 부터 일정한 offset을 가지는 offset feature를 지원한다. offset feature 기능은 접근할 수 없는 지형 대상물을 매핑할 수 있도록 한다.

⑧ Diverse Application

측지측량분야, 차량항법분야, 레저스포츠분야, 항공기 분야 및 군사분야, 해상위치 파악 등 GPS는 광범위한 분야에서 사용되고 있으며, H/W분야의 급격한 기술발전과 가격하락으로 사용자폭이 더욱더 확대될 전망이다.

⑨ 기타.

4. Accuracy of GPS application for GIS

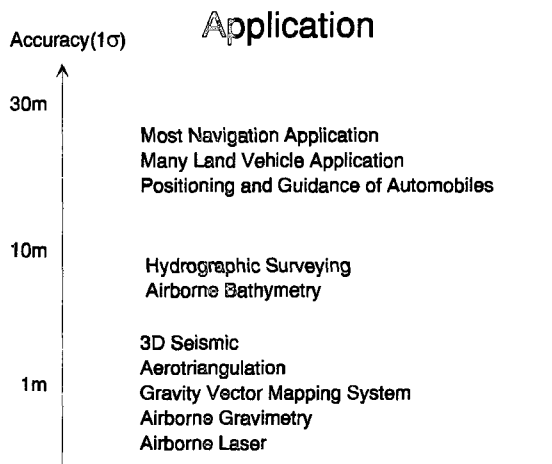


그림 2. Range of Applications⁵⁾

5 David Wells, Guide to GPS Positioning, Canadian GPS Associates, 1986

5. Error type in GPS data

① 위성 궤도 오차

실시간의 위성위치는 위성에서 발사된 항법정보 중에서 위성궤도요소를 이용하여 계산된다. 이 때 가장 어려운 것은 수신된 위성신호의 발신시각을 정확히 추정하는 것이다. 이것은 위성의 궤도오차에 포함된 오차보다 위성신호의 발신시각 추정오차가 더욱 큰 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 위성의 궤도요소에 포함된 오차(ϵ -dithering)가 비교적 큰 오차거리로 나타나는 것이 확인된바 있다. NOAA에서 제공되는 정밀궤도좌표를 기준으로 계산한 바에 의하면 RMSE가 약 5~25m로 나타나고 있다.⁶⁾

② 위성시계의 편의

위성시계 편의에 의한 거리오차(range error)는 SA가 적용되지 않을 때 10m이하로 된다. 그러나 SA적용시 30m이상인 된다. 위성시계의 편의는 위성의 항법정보에 포함된 보정계수와 케플러 방정식의 수렴해인 eccentric anomaly를 이용하여 실시간으로 추정할 수 있다.

③ 대류권에 의한 신호전달지연

대류권에 의한 위성신호전달의 지연은 대기에 의한 위성신호의 굴절효과때문이며, 신호전달지연의 정도는 관측지점에서 수직방향으로는 대략 1.9~2.5m이고 관측되는 위성의 cosecant에

비례하여 증가한다. 이러한 신호전달의 지연은 관측지점의 고도에 따라 변하는 온도, 습도 및 기압에 의존한다. 대류권의 영향은 수신기의 관측량을 직접 이용하여 추정할 수가 없으므로 일반적으로 수학적 모델을 이용하여 신호전달지연량을 추정하게 된다.⁷⁾ 기존의 연구에 따르면 Modified Hopfield Model이 98%의 신뢰도를 갖고 있는 것으로 알려져 있다. 전리층을 통과한 GPS 신호는 2~20m 정도의 굴절에 의한 지연이 발생하는 것으로 나타나고 있다.

④ 수신기 시계의 편의

수신기 시계의 편의는 GPS 항법을 위한 해를 구하는 과정에서 주어지며, 일반적으로 복잡한 필터의 구성없이도 손쉽게 관측오차를 상당부분 줄이려는 경우 유용한 자료로 이용된다.

⑤ 전리층에 의한 신호전달지연

전리층 신호전달지연의 가장 큰 요인은 위성신호의 전달경로상에 분포하는 자유열전자이다. 전리층은 대류권과는 달리 위성신호의 주파수에 따라 각각 다르게 영향을 미치므로 2주파 GPS 신호를 이용하여 그 영향을 정확히 추정할 수 있다. 그러나 2주파의 신호를 모두 이용할 수 없는 경우 위성의 항법정보에 포함된 계수를 이용하여 수학적 모형으로 추정해야 한다. 2주파 신호를 모두 이용하는 경우에도 C/A, P코드를 이용하여 추정하는 경우, P코드의 재생시 매우 많은 잡음이 포함되어 있기 때문에 정확한 전리층 신호전달지연량의 추정이 어렵다. 전리층 신호전달지연에 의한 오차는 약 50~150m로 된다.

6 Kim Yong-II, Errors Budget Analysis for the Pseudorange, GPS Workshop Proceeding, 1995, pp.357~364

7 Esmond Mok, Understanding the error sources in GPS Positioning, GIS AsiaPacific, 1995. 8., Vol. 1, No. 4, pp.28~32

⑥ 임의로 부과된 오차(Selective Availability)

SA는 미국방성에서 고의적으로 GPS의 성능을 악화시키기 위하여 추가하는 잡음으로, 수신기의 절대좌표를 필요로 하는 대부분의 사용자에게서 발생하는 위치오차의 가장 큰 부분을 차지한다. 이러한 SA는 위성시계를 조작하여 오차를 발생시키는 δ -프로세서와 위성궤도정보를 조작하여 발생시키는 ϵ -프로세서에 의하여 이루어지는 것으로 알려져 있을 뿐, 그것의 정확한 발생과정은 공개되고 있지 않다.

따라서 SA에 의한 오차는 관측된 의사거리에 포함될 수 있는 모든 오차요소를 분리한 후 잔차를 이용하여 모형화하는 방법을 택하고 있다,

6. Conclusion

- (1) GPS 미래발전상은 현재의 기술상태를 평이하게 만들뿐만 아니라, 추후 많아질 차세대 위성은 현재의 항법, 측지/측량 이외에 새로운 분야에 신기술을 제공할 것이다.⁸⁾
- (2) GPS H/W, data처리, software 등의 급속한 발달이 예상되며, 활용도가 더욱 증가할 것이다.
- (3) GIS data 획득, 수정, 관리에 있어서 큰 역할을 할 것이며 앞으로 더욱 심도 있는 실용적 연구가 이루어져야 할 것이다.

8 B.Hoffman-Wellenhof, GPS, Springer-Verlag Wien NewYork, 1992, pp.314~315