

도시공간 구조 분석을 위한 GIS 기술을 이용한 대지선 산출프로그램 개발에 관한 연구

권창희*, 신승중**, 정종수**, 나중화***, 배상현****

*한세대학교 IT 학부 컴퓨터공학과

**한세대학교 IT 학부 컴퓨터공학과

***한세대학교 IT 학부 컴퓨터공학과

****조선대학교 자연과학대학 전산통계학과

kwonch@hansei.ac.kr

expersin@hansei.ac.kr

tony@hansei.ac.kr

jwna@hansei.ac.kr

shbae@chosun.ac.kr

Research regarding the proposal of the site generation that applied GIS technology due to city spatial structure analysis

Chang Hee Kwon*, seung Jung Shin**, Jong Soo Jung**, JongWha Na***, Sanghyun Bae****

*Dept. of Dept Computer Engineering Hansei Univ.

**Dept. of Dept Computer Engineering Hansei Univ.

***Dept. of Dept Computer Engineering Hansei Univ.

****Dept of Computer Sci. & Statistics Chosun Univ.

요 약

현재 한국과 일본은 실제 대지선을 디지털 맵으로 정비되어 있지 않은 상황에 따라 실 대지선에 대한 근접한 이론적 대지 선을 산출 및 작도하여 시가지 분석에 조력의 역할을 도모 하게 하는 것을 목적으로 본 연구를 수행하였다. 도로와 건물간의 관계와 건물과 건물간의 위상관계를 감안하고 GIS 기술을 적용하여 이론 대지면적을 추출하고 실제측량에 의한 실제 대지와의 차의 정도를 파악하여 시가지 공간분석에 있어서의 필수 불가결한 평면적인 토지이용상황을 나타내는 지표인 건물율을 산출하는데 필수 불가결한 대지면적산출의 정합성을 증명하였다.

1. 본 연구의 목적

지리정보 시스템(GIS)을 이용한 시가지 공간 분석을 행하는데 분석에 필요한 속성 데이터 및 지도 데이터가 기본으로 필요하게 된다. 하지만 처음 지도를 제작하거나 속성데이터를 준비하는 설계단계에서 기본요소를 포함하지 않았던 부분에 대한 대응책으로서 분석가가 직접 제작하여 보충 하여야 할 필요가 있다. 그 중에서 가장 문제가 되고 있는 것인 건물에 대한 대지에 대한 데이터의 결여이다. 현재 일본과 한국은

실제 대지선이 디지털맵으로 정비되어 있지 않은 상황에 놓여있다. 실제 실지 대지선을 구축하기는 참으로 어려운 점을 감안하여 볼 때 본 연구는 실지 대지선에 근접한 정합성이 높은 이론적 대지 선을 구축하는 방법을 제시 함으로서 앞으로의 시가지 분석에 조력의 역할을 도모 하게 하는 것으로 본 연구를 수행 하였다.

연구 방법으로서 먼저, 시가지의 기본 구성 요소 중의 하나인 도로와 건물간의 관계와 건물과 건물간

```

/----- ply2brd aml-----Xoon ChangHeo
/----- IN $polycov
/----- OUT plybrd (Before GENERALIZE)
/----- plybgn (After GENERALIZE)
/-----
$stype [ date -vfull ]
$e polycov = $usply /* polygon coverage name
$e den_tol = 1 /* distance between vertices on a denaified arc UNIT:map
$e weed_tol = 1 /* Generalize tolerance distance UNIT:map

$do sur $!list den ver thi rel bgn
  $if [exist ply$aur% -coverage ] $then
    $do
      KILL ply$aur% all
    $end
  $end

/----- ARC session
SENSITIVITY $polycov $plyden $den_tol% /* set propriate vertex resolution
BUILD
  plyden LINE
  ARCPOINT plyden plyver LINE plyden-id /* VERTEX -> POINT cover
  THIESSEN plyver plythi

/----- ARCPLOT session
ARCPLOT
RESELECT plythi LINE OVERLAP $polycov% POLYGON
INSELECT plythi LINE
WRITERESELECT plythi.res
Q

RESELECT plythi plyrel line plythi.res
BUILD plyrel LINE
BUILD plyrel POLY

RESELECT plyrel plybrd LINE
RES LPOLY% no RPOLY%
[unquote]
N
N

/----- ARCDIT session
ARCDIT
EDIT plybrd
EDITF ARC
SEL ALL
UNSPILT
SAVE
Q

BUILD plybrd
GENERALIZE plybrd $weed_tol% /* set propriate weed_tolerance
BUILD plybgn
$stype [ date -vfull ]
    
```

표-1 대지선 산출 AML 프로그램

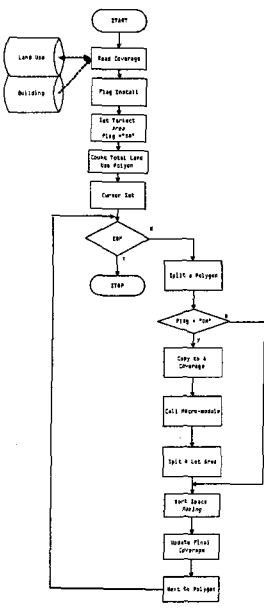


그림-1 대지선 처리 흐름도

동경 23 구를 보면 4m 미만의 폭원을 가진 도로에 접하고 있는 주택호수는 전체의 약 34%이고 6m 미만의 도로는 67%가 되고 있다. 또한 대지규모에 대해 보면 자기소유의 토지에 독립주택의 거주세대 중 약 10%는 100㎡ 미만 대지의 면적에 거주하고 있다. 이러한 도로와 대지간의 상관에 대한 연구는 많이 있으나 대지면적 그 자체에 대한 자동산출에 대한 연구는 전무한 상황이다. 특히 현재 지적 전자지도는 대지를 필지로 표현하는 것으로 그치고 있으므로 도시공간분석이나 토지이용상황을 파악하는 때에는 각 건물단위의 대지에 따르는 건폐율을 산출할 수 없었다. 그러므로 결국 블록 단위 면적에 대한 건물의 총면적으로 평균건폐율로 계산 되어 지역을 평가하는 방법으로 밖에 수평적 토지 이용인 각각 건물에 대한 건폐율의 본포나 토지이용, 주거환경 등을 평가하는 척도가 없었다.

3. 연구방법

3-1. Delauay 삼각형 분할 알고리즘과 Voronoi 알고리즘의 적용

2 차원 공간에 있어서 N 개의 독립된 점 $P(i) (1 \leq i \leq N)$ 에 대한 $V(i)$ 의 집합을 다음과 같이 정의한다.

$$V(i) = \{X | |X - P(i)| < |X - P(j)| \text{ for all } i \neq j\}$$

(X, P 는 위치 벡터이며, ||는 유클리드한 공간의 거리를 나타낸다.)

$V(i)$ 과 $V(j)$ 가 인접 할 경우, Voronoi 다각형의 경계는 점 $P(i)$ 과 점 $P(j)$ 를 연결한 선분의 수직 2 등분한 선의 일부가 된다. Voronoi 다각형의 점(Vertices)은 인접하는 다각형의 의하여 공유되는 성질이 있기 때문에 인접하는 3 다각형 중에 위에 정의한 3 개의 점을 연결하여 3 각형을 형성할 수 있다. (Delauay 삼각형)

건물 지도 데이터(Polygon)는 건물도형을 구성하는데 복수의 정점을 가지고 있으며 그 정점을 모점으로 하여 Voronoi 알고리즘을 이용한 각 모점들의 세력분할을 실행하였다. 그 결과 $G_v = (U, A_v)$ 로 표기한다. U는 각 정점들의 집합, A_v 는 Voronoi 알고리즘으로 작성된 선들의 집합이다. 이에 따라 GIS 를 이용한 D-4에서 D-9의 과정을 통하여 대지선을 산출하게 하였다. 사용된 프로그램은 AML(Arc Macro Language)을 이용하였으며 부분적으로 C언어를 사용하였다.

본 연구에서 수행한 알고리즘개발의 내용은 상기의 이론을 바탕으로 다음과 같은 작업과정을 수행하였다. 대지선은 건물과의 간격에 종속된다. 이러한 특성을 응용하여 건물과 건물 사이에 중간 점들을 형성할 필요성이 있었다. 대지선을 생성하기 위한 첫번째의 착안점은 먼저 건물커버리지의 건물에 대한 위상속성이 구축되어진 도형(polygon, arc)자료가 준비가 되어져야 한다. 그러므로 본 연구에서는 동경시가 보유하고 있는 디지털 맵(건물 레이어)을 사용하였다.

건물의 도형은 몇개의 복수의 선으로 구성되어 있고 그 선은 수많은 점의 집합이라고 생각하면 각각의 선분에 일정 간격으로 점(Vertices)을 생성한 후 건물과

의 경계를 가지고 대지선을 작성하여 이른 대지면적을 추출하고 실제 측량에 의한 실제 대지와와의 정도를 파악하여 시가지 공간분석에 있어서의 필수불가결한 평면적인 토지이용 상황을 나타내는 지표인 건폐율을 산출하는데 필수불가결한 대지면적산출의 정합성을 증명하는 방법을 채택하였다.

2. 본 연구의 배경과 의의

건물간의 중간 지점을 계산하기 위하여 각 점의 중간 점을 구하고 그 점과 점들을 연결하여 선을 그리게 하였고 이론적 대지 선을 구하도록 필요 없는 가지처럼 난 불요한 선을 삭제하도록 하는 자동화 프로그램 처리를 실행하였다. 여기에 Delauay 삼각형분할 알고리즘과 Voronoi 알고리즘을 이용한 Arc Macro Language 프로그램을 실행하였다.(표-1)

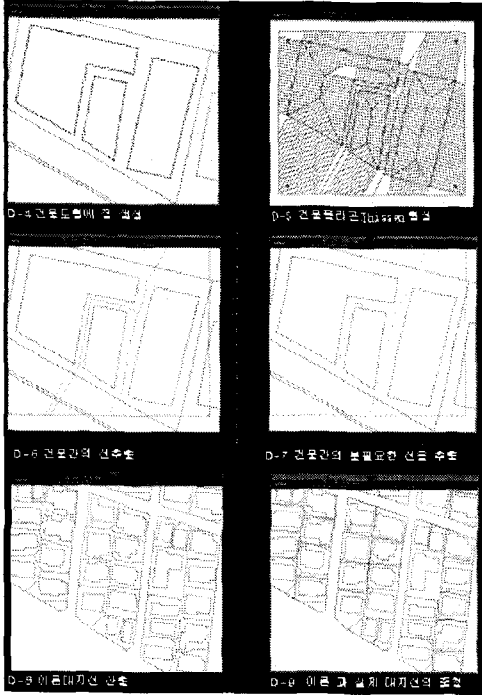


그림-2 이론 대지선 생성 절차의 일예

3-2 지리정보 시스템의 적용

본 연구에서는 UNIX Arc Info 를 사용하여 대지선을 추출하기 위해서 다음과 같은 절차를 실행하였다. (그림-1, 그림-2)

1. 선분을 고밀도 간격으로 점을 형성한다.
2. 상기의 결과를 포인트 커버리지를 만든다.
3. Thiessen 매크로를 이용한 Delauay 삼각형 분할을 실행한다.
4. 3.에서 실행한 Delauay 삼각형 분할선과 건물 레이어나 OVERLAP 한 후 건물과 교차한 선을 추출한다.
5. 4.에서 선택한 선에 대한 반전(NSELECT)을 취하여 얻어진 정보를 파일로 출력한다.
6. 상기의 5.의 값을 가지고 건물과 교차하지 않는 선에 대한 POLYGON 레이어를 만든다.
7. 인접하는 POLYGON 이 동일한가 아닌가를 판정하여 불필요한 선을 삭제한다.
8. 선상에 불필요한 점을 삭제한다.
9. 선의 직선화 작업을 행한 후 POLYGON 레이어를 만든다.(Weed Tolerance 를 적정치로 조정)

3-3 고찰

본 연구는 인접이상관계의 토폴로지(topology)을 구축하여 구축한 결과가 그림-2와 같이 나타난다.

그림-2의 D-9에서 보는 바와 같이 대부분이 거의 근접하게 실제의 대지와 일치한 부분이 많이 보여진다. 대지는 건물에 인접한 polygon을 취하므로 대지를 얻는 과정에서는 큰 문제는 발생하지 않았지만 대상건물이 위치하는 대지면적의 일부를 차지하게 되는 결과를 얻게 되어 결국, "세타가야구(世田谷區) 데이터의 블록의 총면적=이론대지면적+에러(error)면적"인 식의 내용으로 가공처리 됨을 알 수 있었다.

4. 대지의 신뢰도분석

4-1 신뢰도 분석의 환경설정에 대하여

본 연구의 대지선 자동 생성 알고리즘의 실행결과에 대한 정밀도의 근거의 적합성을 증명하기 위하여 본 연구에서 개발된 대지선 데이터와 세타가야구(世田谷區)에서 특별히 현지 수작업 측량으로 특별히 제작된 대지선 타마가와 3동(玉川3초메) 전지역을 대상으로 한 수치지도와의 유의차이를 검증 하였다.(대지선 비교범위는 세타가야구가 현지조사하고 실측한 대지선이 있는 폴리곤과의 비교만을 수행하였고 그렇지 않은 영역은 제외시켰다.) 검증 방법의 내용은 다음과 같다.

건물과 토지이용레이어 간을 오버레이(OverLay)하여 건물과 건물 사이에 선이 존재하면 대지선을 생성하게 하고 그렇지 않으면 대지선을 생성시키게 하지 아니하게 하여 이론치의 대지선과 실제의 대지선간의 오차를 검출 하는 것으로 하였다. 여기서 대지선제작을 행한 영역과 그 밖의 영역을 합친 영역이 곧, 대지선 토탈(total) 영역이라고 정의 하였다.

한편, 집합주택의 경우, 대지 선을 긋지 못할 경우(건물이 이어져 있을 때)가 발생하게 된다. 이때, 대지선을 작성한 면적은 251.04 평방미터였고, 그렇지 않고 작성하지 못한 평균 대지선 면적은 226.20 평방미터였다.

세타가야구 데이터와 이론 데이터와의 데이터의 평균차이인 건물 개별적 대지면적의 비교와 블록단위의 이론과 실지의 대지면적간의 차이를 수행하였고 블록 단위 대지면적간의 비교는 지리정보시스템의 머지(merge)매크로 명령을 수행하여 총 47 블록(block:도로로 둘러싸여진 지구(地區))으로 설정하였다. 즉, 도로로 둘러싸여진 영역 즉, 블록단위의 이론대지면적을 산출하고 세타가야구의 실측한 실지대지면적과의 비교를 수행하였다.

4-2 신뢰도 분석의 결과

상기의 신뢰도 분석조건을 바탕으로 대지면적의 이론과 실제의 차를 비교한 결과는 다음과 같다.

제 1블록에서 제 24블록까지 건물면적은 거의 100 평방미터에서 200 평방미터의 규모로 거의 비슷한 대지면적을 나타내어 시스템의 안정화를 꾀 할 수 있겠다고 볼 수 있을 것이다. 이 지역의 특성은 대부분 독립주택으로 이뤄진 지역임을 알 수 있다.

한편, 32블록으로부터 55블록간에 있어서는 프로그

램으로 산출된 이론 값이 세타가야구(世田谷區) 현지 측량 데이터와 거의 유사한 근사값을 얻었다. 그 밖의 블록 인 경우에는 울퉁불퉁한 모양의 블록인 경우나 토지이용레이어와 건물레이어를 중첩 시 토지이용 polygon 과 건물 polygon 간에 서로 겹쳐진 상태인 경우에는 대지선 생성이 불가능함도 알 수 있었다.

한편, 이론적 대지선 생성 알고리즘의 정합성을 알기 위하여(이론상으로 추출한 대지면적과 실제 현지 측량에 의해 작성 되어진 대지선과의 차이의 정도의 차) 모 평균차이의 검정(t)검정을 수행하였다.

본 통계 결과로서 본 연구의 대상이 되는 전 지역에 있어서 총 5 블록만이 유의 차가 나타났다. 더 구체적으로 살펴 보게 되면, 제 19 번의 블록이 가장 많은 이론과 실제 값과의 차이(즉 435.69 평방미터 면적의 오차가 있어 5%의 유의 차가 인정)를 나타내고 있음을 알 수 있었고, 제 25 번 블록 구역 또한, 이론치와 실제 치간에 큰 차이(600 평방미터)를 발견할 수 있었다. 제 30 번의 블록인 경우를 보게 되면 이론치가 실제치보다 약 24m² 가 적다는 결과(대응있음/비대응에서 각각 1%의 유의 차가 인정)를 얻었고, 제 43 번의 블록인 경우에는 면적은 거의 일치하고 있음에도 불구하고 1%의 유의 차가 인정된다.

전블럭에 있어서 1.1%의 블럭략에 유의 차를 발견할 수 없었던 것은, 본 연구의 지리정보시스템 기술을 응용한 알고리즘의 이론치가 실측에의해 작성되어진 대지와외의 정합성을 인정을 받았다고 할 수 있겠다. 그러나 타마가와 3 동 전체의 면적을 대상으로 이론과 실제치간의 차이를 보았을 경우, 개별의 대응이 있는 t 검정으로 수행 한 경우, 1%유의 차가 인정되는 결과를 얻게 되었고 한편 개별대응 없음으로 수행한 결과, P 값이 0.039 이며 5%의 유의차이를 인정을 받는 반대의 결과를 검출 할 수 있었다.

5. 결론

지금까지 토지 중 대지에 관한 연구는 지구(地區)단위의 대지형태, 대지면적의 변화, 용도의 변화 등 도시계획관련사업이나 인프라스트럭처(infrastructure) 등의 입지와 관련한 많은 연구가 있다. 하지만, 각각 건물에 대응한 개별 대지선을 산출하는 연구는 아직까지 수행되어진 예는 없었다. 이러한 관점에서 본 연구는 토지이용형태의 현황이나 변화에 있어서 파악해야 할 건물용이나 용적률의 산출의 기초가 되는 건물의 기반이라고 하는 대지를 기하학과 GIS의 기술을 응용해서 대지선을 자동 드로잉(Drawing)하게 하는 알고리즘을 개발 하였다.

본 개발 시스템을 통하여 대상 가구 또는 블록의 토지이용율(건폐율, 평균토지이용율)의 자동산출이 가능하게 되며, 행정측에서 보게 된다면 조사해당구역의 토지이용 상황파악이나 도시재개발하기 위한 현지조사등의 시간과 경비의 낭비를 완전 해소 시킬 수 있다.

지리정보시스템기술을 이용하여 Unix Os 환경에서 Arc Info 어플리케이션운영과 AML(Arc Macro Language)를 이용한 시스템 설계 및 프로그래밍을 수

행하였다. 대지선 제작에 사용된 자료로서는 동경시의 도시계획국의 디지털지도 토지이용도(1/2500)와 건물지도(1/2500)를 바탕으로 대상 건물에 대한 대지선을 자동적으로 그리게 하여 실제 측량한 대지선을 그대로 구현 하는데 성공하였다.

그 결과, 개별건물에 대한 대지선의 자동생성이 가능하게 됨에 따라 특정 블록 단위의 스케일 등 공간

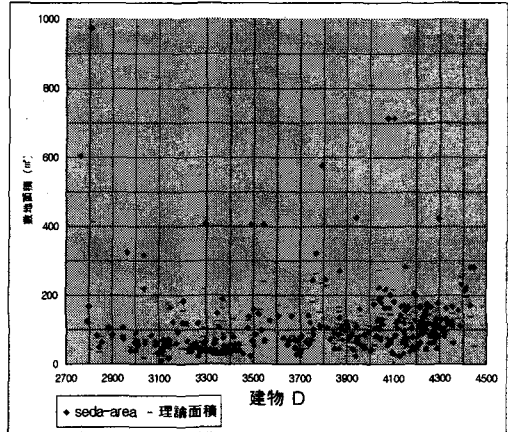


그림-3 대지면적의 분포

분석에 필요한 가변적 공간의 크기로의 블록 단위 집계를 가능화 및 앞으로의 지구계획이나 지역개발을 수행하는 데에 있어서 토지이용 및 공간분석의 기초 조사에 대단히 긴요한 어플리케이션 수단으로 사용되어질 수 있을 것이다.

금후의 과제로서는 ①각종 건물형태에 따른 정도의 오차정도, ②지역특성(밀집지역과 한산한 지역간)이나 건물의 형태의 특성에 따른 검증 등 더욱 구체적인 실증연구가 필요하다고 하겠다.

[참고문헌]

1. 玉川英則編(1998) : 「都市をとらえるー地理情報システムの現在と未来」, 東京都立大学都市研究所, 1996.
2. 高山英華 (1949) 「都市計画における密度に関する研究」 東京大学学位論文
3. 齊藤千尋 (1999) 「配置構成による建物の独立性ー浦安市市街地を事例とした近接する建物の数、距離、規模の分析ー」, 都市計画学会学術研究論文集 vol.34、pp.649-654
4. 杉原厚吉 (1998) 『計算幾何プログラミング』, 岩波書店
5. 市古太郎 (2001) 「近接建物間距離の算定と市街地相隣環境指標としての特性に関する研究」 第 10 回地理情報システム学会講演論文集、pp.83-88
6. 棟塚武志 (1988) 「棟数密度に関する理論的研究」, 第 23 回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.19-24