(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년09월08일
(11) 등록번호 10-0857529
(24) 등록일자 2008년09월02일

(51) Int. Cl.
G06T 7/40 (2006.01) *G06T 7/00* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0064931
(22) 출원일자 2007년06월29일
심사청구일자 2007년06월29일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020050078670 A
KR1020060062154 A
논문1:한국GIS학회

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울 광진구 군자동 98 세종대학교
(72) 발명자
정형섭
서울 강남구 논현동 271-18 모던빌 102호
이동천
서울 용산구 청파동3가 132-12 효창리츠빌 102-302
염재홍
경기 고양시 일산서구 주엽2동 문촌마을 606-303
(74) 대리인
이명택, 정중원, 최지연

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 김혜원

(54) 라이다 자료로부터 건물 경계의 추출방법

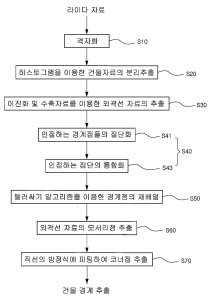
(57) 요 약

본 발명은 라이다자료로부터 건물의 경계를 자동 추출하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료(Lidar data)로부터 히스토그램 분석을 통해 일정지역의 건물자료만을 분리추출하고, 수축자료를 이용하여 건물의 외곽선자료를 추출하고, 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 외곽선 자료의 경계점을 재배열한 후에 직선의 방정식에 피팅하여 모서리점을 추출하고, 추출된 모서리점과 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 대표하는 직선의 방정식을 구한 후에 직선들의 교점을 건물의 코너점으로 하여 건물 경계를 단순화함으로서, 최종적으로 실제 건물의 경계와 거의 동일한 건물의 경계를 추출하는 방법에 관한 것이다.

본 발명의 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법은 (S10) 일정지역에 대한 라이다 자료를 격자화하는 단계; (S20) 상기 격자화된 라이다 자료에서 건물에 해당되는 자료를 분리 추출하는 단계; (S30) 상기 추출된 건물 자료에서 건물의 외곽선 자료를 추출하는 단계; (S60) 일정크기의 윈도우 내에 포함되어 있는 상기 외곽선 자료를 구성하는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하여 상기 외곽선을 구성하는 경계점들 중 모서리점들을 추출하는 단계; (S70) 상기 추출된 모서리점들을 기준으로 인접하는 두 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하고, 피팅되어 얻어지는 직선들간의 교점을 구하고, 구해진 상기 교점들을 각각 건물의 코너점으로하여 건물의 경계를 단순화하는 단계;를 포함하여 이루어진다.

그리고 상기 (S30)단계 이후에 (S40) 상기 추출된 건물들의 외곽선 자료를 건물별로 분리하는 단계;와 (S50) 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 상기 건물의 외곽선 자료에서 특이점들을 추출하고, 상기 특이점들을 기준으로 상기 건물의 외곽선을 구성하는 경계점들을 일방향으로 차례로 순번을 갖도록 재배열하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10540
부처명	서울특별시
연구사업명	전략산업 혁신클러스터 육성 지원사업
연구과제명	서울형 공간정보산업 활성화를 위한 핵심 및 응용기술의 혁신
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2005.12.01-2011.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

(S10) 일정지역에 대한 라이다 자료를 격자화하는 단계;

(S20) 상기 격자화된 라이다 자료에서 건물에 해당되는 자료를 분리 추출하는 단계;

(S30) 상기 추출된 건물 자료에서 건물의 외곽선 자료를 추출하는 단계;

(S60) 일정크기의 윈도우 내에 포함되어 있는 상기 외곽선 자료를 구성하는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하여 상기 외곽선을 구성하는 경계점들 중 모서리점들을 추출하는 단계;

(S70) 상기 추출된 모서리점들을 기준으로 인접하는 두 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하고, 피팅되어 얻어지는 직선들간의 교점을 구하고, 구해진 상기 교점들을 각각 건물의 코너점으로하여 건물의 경계를 단순화하는 단계;를 포함하여 이루어진 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 (S30)단계 이후에

(S50) 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 상기 건물의 외곽선 자료에서 특이점들을 추출하고, 상기 특이점들을 기준으로 상기 건물의 외곽선을 구성하는 경계점들을 일방향으로 차례로 순번을 갖도록 재배열하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 (S30)단계 이후 그리고 상기 (S50)단계 이전에

(S40) 상기 추출된 건물들의 외곽선 자료를 건물별로 분리하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 (S40)단계는

(S41) 라인(또는 열) 순서대로 검출되는 상기 경계점들 각각에 집단번호를 부여하되, 최초로 검출되는 경계점에는 임의의 집단번호를 부여하고, 다음에 검출되는 경계점들은 이미 집단번호가 부여된 경계점으로부터 소정거리 이내에 인접하는 경우에는 동일한 집단번호를 부여하고, 소정거리를 벗어나 존재할 경우에는 다른 임의의 집단번호를 부여하여 인접하는 경계점들을 집단화하는 단계;와

(S43) 어느 한 경계점에 서로 다른 두 집단번호가 부여되는 경우, 상기 두 집단번호는 동일건물에 대한 것으로 간주하여 두 집단번호를 임의의 집단번호로 통합하는 인접 집단의 통합화 단계;를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

청구항 5

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (S20)단계의 건물에 해당되는 자료는 상기 격자화된 라이다 자료에 대한 히스토그램을 제작하여 대지와 건물을 구분하는 임계고도를 결정하고,

결정된 임계고도 이하의 고도값을 갖는 격자의 라이다 자료에 널(NULL) 값을 적용하여 분리 추출되는 것을 특징으로 하는 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

청구항 6

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 (S30)단계의 건물의 외곽선 자료는 상기 추출된 건물에 해당되는 격자와 그 외의 격자를 0과1로 이진화하여 구분하고,

상기 이진화된 자료에 3×3 윈도우커널을 이용하여 상기 윈도우커널 내의 모든 격자가 건물의 이진화값인 1을 갖는 경우에는 1, 그렇지 아니한 경우에는 0을 대입한 수축 자료를 제작하고,

상기 추출된 건물의 이진화 자료에서 상기 수축 자료를 빼는 방식으로 추출되는 것을 특징으로 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법.

명 세 서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<15> 본 발명은 라이다자료로부터 건물의 경계를 자동 추출하는 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료(Lidar data)로부터 히스토그램 분석을 통해 일정지역의 건물자료만을 분리추출하고, 수축자료를 이용하여 건물의 외곽선자료를 추출하고, 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 외곽선자료의 경계점을 재배열한 후에 직선의 방정식에 피팅하여 모서리점을 추출하고, 추출된 모서리점과 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 대표하는 직선의 방정식을 구한 후에 직선들의 교점을 건물의 코너점으로 하여 건물 경계를 단순화함으로서, 최종적으로 실제 건물의 경계와 거의 동일한 건물의 경계를 추출하는 방법에 관한 것이다.

<16> 라이다 시스템은 넓은 지역에 대한 다량의 3차원 공간좌표 자료를 신속하고 정확하게 획득할 수 있을 뿐만 아니라 항공사진과는 달리 기상조건에 영향을 덜 받으며 주야에 관계없이 데이터 획득이 가능하다. 최근에는 상업용 라이다 시스템이 보편화됨에 따라 국내외적으로 다양한 분야에서 활용이 급진적으로 증가하고 있는 추세이다. 라이다 자료를 이용한 주요 활용분야 중 하나는 건물의 경계 추출이다.

<17> 라이다 자료는 영상이 제공하는 정보와 다르게 불규칙적인 측정점의 분포와 시각적 및 의미적 정보의 결여로 인하여 지형지물의 재현을 위해 필수적인 처리과정인 데이터의 분류와 분할이 매우 어렵다. 특히 라이다 자료로부터 추출된 건물의 경계는 불규칙적인 측정점으로부터 추출하였기 때문에 울퉁불퉁하여 실제 건물의 경계와 많은 차이를 보이는 문제가 있다.

<18> 따라서 라이다자료로부터 추출된 건물의 경계를 실제 건물과 유사하게 직선화시킬 필요가 있고, 이러한 방법으로 공개특허 제2005-78670호 '라이다 데이터로부터 셰도-그리드를 이용한 건물 외곽선 자동추출방법', 공개특허 제2000-57266호 '라이다 데이터를 이용한 건물 추출방법과 그 프로그램소스를 저장한 기록매체'가 제안되었다.

<19> 상기 전자의 공개특허는 건물의 외곽 데이터를 추출하는 과정에서 큰 오차가 발생될 수 있고, 건물의 경계가 단순한 형상(예; 사각형)이 아닌 경우에 추출되지 않는 특이점(건물 경계의 코너점을 대표함)이 발생될 수 있어 최종적으로 추출되는 건물의 경계가 실제 건물의 경계와 다르게 왜곡될 위험이 있다.

<20> 그리고 상기 후자의 공개특허는 건물의 크기, 면적, 높이, 간격 등에 대한 가정치를 이용함으로 정확도가 떨어지는 문제가 있고, 과정이 복잡하여 건물 경계의 추출이 신속하게 수행되지 않고, 하우변환 및 면적조건을 이용하여 추출되는 특이점은 정확도가 떨어진다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<21> 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 안출된 것으로서, 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료(Lidar data)로부터 실제 건물의 경계와 거의 동일한 건물의 경계를 신속하면서 정확하게 자동적으로 추출할 수 있는 건물 경계 추출방법을 제공하는 그 목적이 있다.

발명의 구성 및 작용

<22> 이와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 라이다 자료로부터 건물의 경계를 추출하는 방법은

<23> (S10) 일정지역에 대한 라이다 자료를 격자화하는 단계;

<24> (S20) 상기 격자화된 라이다 자료에서 건물에 해당되는 자료를 분리 추출하는 단계;

<25> (S30) 상기 추출된 건물 자료에서 건물의 외곽선 자료를 추출하는 단계;

<26> (S60) 일정크기의 윈도우 내에 포함되어 있는 상기 외곽선 자료를 구성하는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하여 상기 외곽선을 구성하는 경계점들 중 모서리점들을 추출하는 단계;

<27> (S70) 상기 추출된 모서리점들을 기준으로 인접하는 두 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하고, 피팅되어 얻어지는 직선들간의 교점을 구하고, 구해진 상기 교점들을 각각 건물의 코너점으로하여 건물의 경계를 단순화하는 단계;를 포함하여 이루어진다.

<28> 그리고 상기 (S30)단계 이후에

<29> (S40) 상기 추출된 건물들의 외곽선 자료를 건물별로 분리하는 단계;와

<30> (S50) 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 상기 건물의 외곽선 자료에서 특이점들을 추출하고, 상기 특이점들을 기준으로 상기 건물의 외곽선을 구성하는 경계점들을 일방향으로 차례로 순번을 갖도록 재배열하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 한다.

<31> 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다.

<32> 도1은 본 발명에 따른 건물 경계 추출방법을 도시한 플로우차트이고, 이 외의 도면은 각 단계를 보다 구체적으로 설명하기 위한 도면이다.

<33> (S10)단계에서는 일정지역에 대한 라이다 자료를 최근린 내삽법에 의해 격자화한다. 여기서, 상기 최근린 내삽법은 격자화 하는데 일반적으로 사용되는 것이므로 이에 대한 구체적인 설명은 생략한다.

<34> 건물 경계를 추출하고자 하는 일정지역을 일정 간격으로 격자화 한 후에, 각각의 격자에 라이다 점자료를 하나씩 할당한다. 여기서 상기 점자료는 위도(X), 경도(Y), 고도(Z)의 값을 갖는다.

<35> 라이다 자료는 불규칙하므로, 두 개 이상의 점자료가 포함되어 있는 격자도 있고, 하나의 점자료도 없는 격자도 있다.

<36> 이때 두 개 이상의 점자료가 포함된 격자는 미디어 오페레이터를 이용하여 포함되어 있는 점자료들의 평균치 값을 그 격자의 점자료 값으로 결정하고, 점자료가 없는 격자는 인접한 격자의 점자료 값을 그 격자의 값으로 결정하되, 인접한 격자가 두 개 이상이면 이때도 역시 미디안 오퍼레이터를 이용하여 그 격자의 점자료 값으로 결정하여, 각각의 격자에 점자료를 하나씩 할당한다.

<37> 도2는 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료를 격자화한 자료(ㄱ)와, 격자화된 자료를 3차원으로 투영시킨 일례(ㄴ)를 도시한 것이다. 격자화된 자료(ㄱ)에서 보는 바와 같이 건물의 경계가 직선형태로 단순화되지 못하고 울퉁불퉁하다. 이를 실제 건물의 경계처럼 직선화 하기 위해 하기의 단계들이 수행된다.

<38> (S20)단계에서는 격자화 단계(S10)를 통해 격자화된 라이다 자료에서 건물에 해당되는 자료만을 분리하여 추출한다.

<39> 이를 위해 격자화된 라이다 자료에 대한 히스토그램을 제작한다. 그리고 제작된 히스토그램에서 대지와 건물을 구분하는 임계고도를 결정하고, 결정된 임계고도 보다 낮은 고도값을 갖는 격자는 그 격자에 할당되어 있는 격자값을 널(NULL)값으로 대체하여, 격자화된 라이다 자료에서 건물에 해당되는 격자만을 분리 추출한다.

<40> 도3은 도2의 격자화된 라이다 자료에 대한 히스토그램을 도시한 것으로서, 도면에서 보는 바와 같이 특정고도에서 피크들이 나타난다. 낮은 고도에 나타나는 피크는 지상면(대지)이고, 높은 고도에 나타나는 피크는 건물이다.

<41> 도면에서 보는 바와 같이 대지를 나타내는 피크의 하단부의 고도는 51m이고, 건물을 타나내는 피크는 82m와 97m 부근에 나타난다. 따라서 임계고도는 51m에서 80m 사이에서 결정된다.

<42> 도4는 임계고도를 51m로 정하여, 도2의 격자화된 라이다 자료에서 건물을 분리 추출한 것을 도시한 것이다.

<43> 건물에 해당되는 라디더자료를 분리 추출시에 히스토그램을 제작할 지역이 넓고, 지상면이 편평하지 못하고 높낮이 차가 큰 경우에는 지역을 여러 구획으로 나누어 각 구획에 대한 히스토그램을 제작하고 각각의 히스토그램에서 낮은 피크의 고도를 찾아 건물을 분리 추출해 내는 것이 바람직하다.

<44> 이와 같이 히스토그램을 통해 건물을 추출함으로서 계산시간을 단축시키는 장점이 있다.

<45> (S30)단계에서는 건물의 외곽선 자료를 추출한다. 본 발명은 라이다 자료의 건물 경계만을 실제 건물의 건물 경계에 근접되도록 추출하는 것을 목적으로 하므로, 건물 경계 외의 자료는 관심 밖이고, 이들 자료는 오히려 건물 경계를 추출하는데 시간을 소비시키고 오차를 발생시키는 요인이 될 수 있다.

<46> 종래의 외곽선 자료 추출은 미분필터(에지필터 라고도 함)를 이용하였는데, 미분필터를 이용하는 경우 계산속도가 늦고, 건물의 외곽선(특히 코너 부근에서)가 왜곡될 수 있는 문제가 있다.

<47> 이에 본 발명은 상기 건물의 외곽선 자료를 추출하기 위해 본 발명에서는 수축자료를 이용하여, 계산속도를 높이고 왜곡이 발생되지 않도록 하였다.

<48> 도5는 건물의 외곽선 자료를 추출하는 과정을 도시한 것으로서,

<49> 우선, (ㄱ)에서 보는 바와 같이 건물에 해당되는 격자는 1로, 그 외의 격자는 0으로 이진화 하여 구분하고,

<50> 다음으로, 상기 이진화자료에 3×3 윈도우커널을 이용하여 (ㄴ)에서 보는 바와 같이 수축자료를 제작한다. 수축자료 제작을 보다 구체적으로 설명하면, 윈도우커널의 모든 격자가 1의 값(이진화된 건물의 격자 값)을 가지면(즉, 이진화된 어느 격자가 1의 값을 갖고, 주의의 모든 격자도 1의 값을 갖는 경우) 1로, 그렇지 않으면 0으로 대입함으로서 수축자료를 제작한다. 수축자료는 건물이 형상을 거의 그대로 유지한 상태로 수축된다.

<51> 다음으로, (ㄱ)의 이진화 자료에서 (ㄴ)의 수축자료를 빼면 (ㄷ)과 같은 건물의 외곽선 자료가 추출된다.

<52> (S40)단계에서는 상기 추출된 건물들의 외곽선 자료를 건물별로 분리한다. 상기 (S30)단계에서 추출된 외곽선 자료는 많은 건물의 외곽선 자료들이 함께 포함되어 있는 거이므로, 다음 단계를 거치기 위해서는 각 건물의 외곽선 자료를 건물별로 분리해야 한다.

<53> 상기 (S40)단계는 외곽선 자료를 구성하는 경계점들을 집단화하는 단계(S41)와, 인접 집단을 통합화 하는 단계(S43)로 이루어진다.

<54> 상기 (S41)단계는 외곽선 자료를 구성하는 경계점 각각에 집단번호를 부여하여 동일건물인지 여부를 일차적으로 구분하는 단계이다.

<55> 우선, 격자를 라인 또는 열 순서대로 검출해 간다. 검출과정에서 최초로 검출되는 경계점(하나의 격자에는 하나의 경계점만이 있거나 없다.)에 임의의 집단번호를 부여하고, 다음에 검출되는 경계점은 이미 집단번호가 부여된 경계점과 일정거리 이내에 인접해 있으면 동일한 집단번호를 부여하고, 일정거리를 벗어나 있으면 다른 집단번호를 부여한다.

<56> 이를 도6의 (ㄱ)을 참조하여 설명하면,

<57> 격자를 라인 방향으로 검출해 가면 최초로 제1라인의 (a)의 경계점이 검출된다. 이 (a)점에 집단번호 1을 부여한다. 다음으로 제2라인을 검출하면 (b)의 경계점이 검출되고, (b)의 경계점은 이미 집단번호가 부여된 (a)의 경계점과 일정거리 이내에 있으므로 동일한 집단번호 1을 부여한다. 다음으로 검출되는 제2라인 (c)의 경계점 역시 (a)의 경계점과 일정거리 이내에 있으므로 동일한 집단번호 1을 부여한다. 다음으로 검출되는 제2라인 (d)의 경계점은 이미 집단번호가 부여된 (a),(b),(c)의 경계점들과 일정거리 이내에 있지 아니하므로 새로운 집단번호 2를 부여한다. 이와 같은 방식으로 모든 라인을 검출해 모든 경계점에 집단번호를 부여한다.

<58> 이때, 제3라인 (j)의 경계점은 집단번호 1이 부여된 경계점에서 일정거리 이내에 있으면서 동시에 집단번호 2가 부여된 경계점에서도 일정거리 이내에 있다. 이럴 때의 (j)의 경계점은 두 집단번호 1,2가 모두 부여될 수도 있고, 어느 하나가 부여될 수도 있다. 다만, 두 집단번호 1,2가 모두 부여될 수 있다는 것은 저장된다.

<59> 상기 (S43)단계는 동일한 건물의 경계점임에도 불구하고 다른 집단번호가 부여된 경계점들의 집단번호를 통합(단일화)하여 건물별 외곽선 자료를 분리하는 단계이다.

<60> 어느 한 경계점에 두 집단번호가 동시에 부여되는(또는 부여될 수 있는) 경우에는 이 두 집단번호의 경계점들은 모두 동일 건물의 경계점들이다. 따라서 이들을 하나의 집단번호로 통합한다. 도6의 (ㄱ)에서 보는 바와 같이 집단번호 1의 경계점들과 집단번호 2의 경계점들은 (j)의 경계점을 통해 모두 인접해 있다. 이럴 때는 도6의 (ㄴ)에서 보는 바와 같이 집단번호 1의 경계점과 집단번호 2의 경계점을 동일한 집단번호로 통합(도면은

집단번호 1호 통합)한다.

<61> 도7은 인접하는 경계점들의 집단화(S41)와 인접 집단의 통합화(S43)의 일례를 도시한 것이다.

<62> (S50)단계에서는 각 건물의 외곽선 자료를 구성하는 경계점들을 건물의 경계를 따라(즉, 일방향으로) 차례로 순번을 갖도록 재배열 하는 단계이다.

<63> 도8은 재배열 전의 경계점 순번과 재배열 후의 경계점 순번을 도시한 것이다. 도8의 (ㄱ)에서 보는 바와 같이 (S40)단계를 거친 경계점들은 그 배열순서가 좌에서 우로, 위에서 아래로 되어 있다. 그러나 건물의 코너를 정확히 찾기 위해서는 경계점의 순서는 도8의 (ㄴ)에서 보는 바와 같이 건물의 경계를 따라 일방향으로 배열되어 있어야 하고, 본 발명의 이후 단계를 진행하기 위해서도 경계점들의 순서를 재배열하여야 한다.

<64> 경계점을 재배열은 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용하여 특이점을 추출하고, 인접 특이점 사이의 건물 경계점을 찾아 재배열하는 과정을 거친다.

<65> 여기서 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘은 건물의 경계점에서 최외곽에 분포하는 볼록한 원에 가까운 특이점을 둘러싸는 순서대로 추출하는 잘 알려진 알고리즘이다. 둘러싸기 알고리즘으로부터 추출된 인접 특이점을 기준으로 하여 건물의 경계점을 재배열한다. 도9는 둘러싸기 알고리즘으로부터 특이점을 추출하고, 인접 특이점으로부터 건물 경계점을 찾아 재배열하는 과정을 보여준다.

<66> 우선, 건물의 경계점에서 둘러싸기 알고리즘을 통해 특이점들을 추출한다. 그리고 첫 번째 특이점에서부터 두 번째 특이점까지 사이에 있는 건물의 경계점을 차례로 순서대로 추출한다.

<67> 이 때 하기의 두 가지 조건으로부터 건물의 경계점을 순서대로 추출한다.

<68> 1) 가장 가까운 경계점을 선택한다. 2) 인접하는 두 특이점을 연결하는 선에 가까운 경계점을 선택한다.

<69> 건물의 경계점이 복잡한 경우에는 경계점을 잘못 선택하여 따라 갈 수 있다. 그러므로 하기의 두 가지 경우에 건물 경계점을 잘못 선택하여 진행한 경우로 간주하고, 건물의 경계점 사이의 최소거리에 건물의 경계점이 있을 때까지 진행해온 방향의 역방향으로 진행하여 다시 경계점을 선택한다.

<70> 1) 건물의 경계점 사이의 최소거리에 건물의 경계점이 없는 경우와 2) 인접 두 특이점 외의 특이점을 선택한 경우.

<71> 도10은 역방향으로 진행하는 경우의 일례를 보인다. 분리된 건물 경계점은 불규칙한 라이다 자료로부터 추출되었기 때문에 매우 불규칙하게 된다. 이와 같은 이유로 도10과 같이 역방향으로 진행해야 하는 경우가 매우 많다. 도11은 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용한 건물 경계점을 재배열한 일례를 도시한 것이다.

<72> (S60)단계에서는 일정크기의 윈도우 내에 포함되는 재배열된 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하여 그 피팅 오차가 큰 곳의 경계점을 모서리점으로 선택하는 단계이다.

<73> 우선 위도우의 크기를 결정한다. 윈도우의 크기를 5로 하였다면, 재배열된 경계점 1번에서 5번까지의 경계점을 직선의 방정식에 피팅하고, 다시 2번에서 6번까지의 경계점을 직선의 방정식에 피팅하고, 다시 3번에서 7번까지의 경계점을 피팅한다. 이와 같이 모든 경계점을 직선의 방정식에 피팅한다.

<74> 피팅된 각각의 직선의 방정식들은 각자의 기울기와 절편을 갖는다. 그리고 건물의 코너 부분에서 기울기가 급격하게 변화된다. 이렇게 기울기가 갑자기 변하는 곳(즉, 피팅 오차가 큰 곳)의 경계점을 모서리점으로 선택한다.

<75> 도12는 재배열된 경계점들의 피팅 오차를 도시한 것이다.

<76> (S70)단계에서는 상기 모서리점들을 기준으로 인접하는 두 모서리점 사이에 배열되어 있는 경계점들을 직선의 방정식에 피팅하고, 피팅되어 얻어지는 직선들 간의 교점을 구하고, 구해진 교점들을 각각 건물의 코너점으로 하여 건물의 경계를 직선화(단순화)하는 단계이다.

<77> 이 단계는 라이다자료가 불규칙하여 모서리점으로 선택된 경계점과 실제 건물의 코너점은 상당한 오차를 가질 위험이 있어, 이 오차를 최소화하기 위한 것이다.

<78> 도13은 피팅된 직선들과 이들의 교점를 도시한 것이다.

<79> 이와 같은 과정을 거치면 도2와 같이 불규칙한 라이다 자료로부터 직접 추출된 울퉁불퉁한 건물의 경계

는 도14와 같이 단순화(직선화)되어 실제 건물의 경계에 근접하게 된다.

발명의 효과

<80> 상기한 바와 같이 본 발명은 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료로부터 격자화, 히스트그램 분석, 수축자료 제작, 둘러싸기 알고리즘, 경계점의 재배열, 직선의 방정식에의 피팅 과정을 통해 최종적으로 실제 건물의 경계와 거의 동일한 건물의 경계를 쉽고, 빠르게, 그리고 정확하게 추출할 수 있다.

<81> 이상에서 본 발명을 설명함에 있어 첨부된 도면을 참조하여 특정 단계로 구성된 건물 경계의 추출방법에 대해 설명하였으나 본 발명은 당업자에 의하여 다양한 변형 및 변경이 가능하고, 이러한 변형 및 변경은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1 은 본 발명에 따른 라이다 자료로부터 건물 경계를 추출하는 방법을 도시한 개략적인 플로우차트.

<2> 도 2는 불규칙한 3차원 점 자료인 라이다 자료로부터 격자화된 자료와 3차원으로 투영시킨 일례.

<3> 도 3은 히스토그램으로부터 지상 높이를 추출한 일례.

<4> 도 4는 도면 3으로부터 결정된 지상면의 임계치 이하의 격자를 널(NULL) 값으로 대입한 건물 추출 자료의 일례.

<5> 도 5는 건물 추출자료의 이진화 자료, 수축자료 및 건물 경계점 추출 자료의 일례.

<6> 도 6은 건물 경계점 분리 단계에서 인접경계의 집단화와 인접 집단의 통합화를 보여주는 도면.

<7> 도 7은 인접경계의 집단화와 인접 집단의 통합화를 보여주는 일례.

<8> 도 8은 건물 경계점 자료의 배열순서와 재배열된 건물 경계점 자료의 배열순서를 나타낸 도면.

<9> 도 9는 둘러싸기 알고리즘으로부터 건물 경계점을 재배열하는 과정을 나타낸 도면.

<10> 도 10은 건물 경계점 재배열시 역방향으로 진행하는 경우의 일례.

<11> 도 11은 둘러싸기(Convex Hull) 알고리즘을 이용한 건물 경계점을 재배열한 일례.

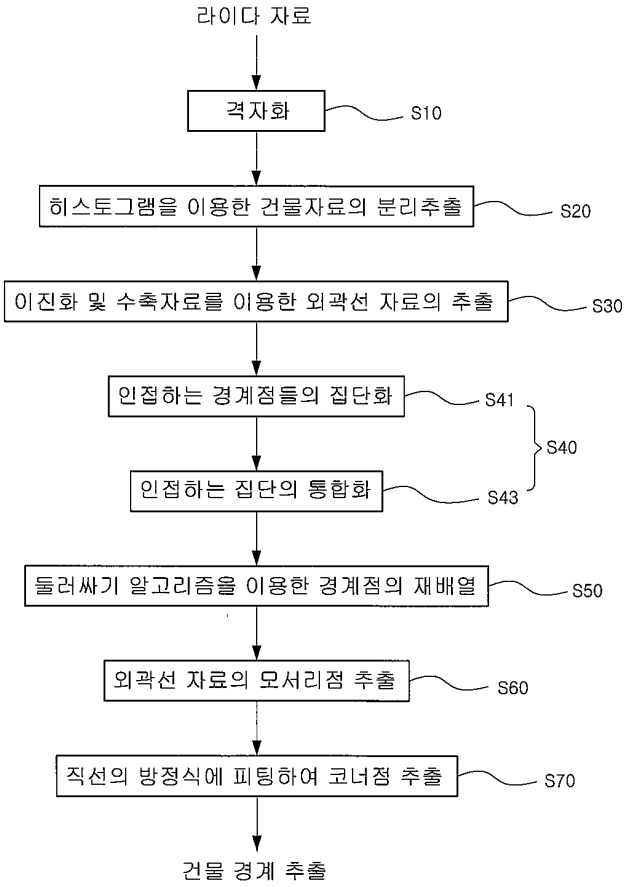
<12> 도 12은 재배열된 건물의 경계점의 피팅 오차로부터 모서리점을 추출한 일례

<13> 도 13는 건물의 단순화된 경계선과 모서리점을 추출한 일례

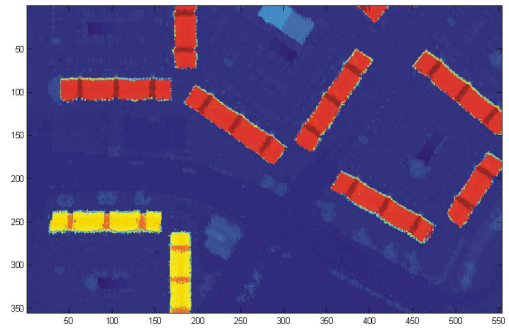
<14> 도 14는 건물의 경계를 추출한 일례

도면

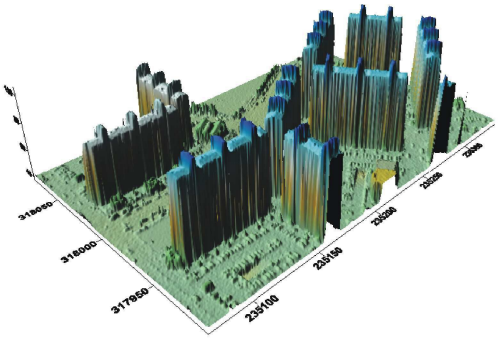
도면1


라이다 자료
격자화
S10
히스토그램을 이용한 건물자료의 분리추출
S20
이진화 및 수축자료를 이용한 외곽선 자료의 추출
S30
인접하는 경계점들의 집단화
S41
S40
인접하는 집단의 통합화
S43
둘러싸기 알고리즘을 이용한 경계점의 재배열
S50
외곽선 자료의 모서리점 추출
S60
직선의 방정식에 피팅하여 코너점 추출
S70
건물 경계 추출

도면2

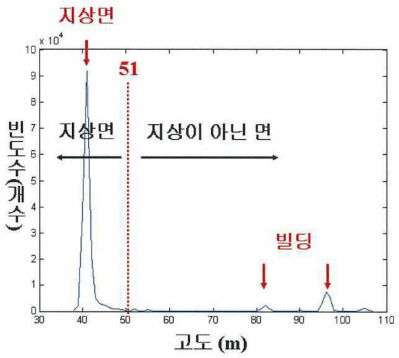


(ㄱ)

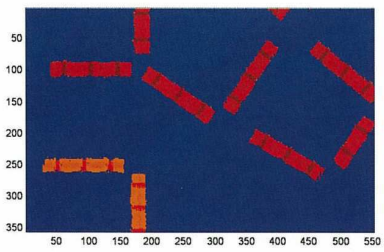


(ㄴ)

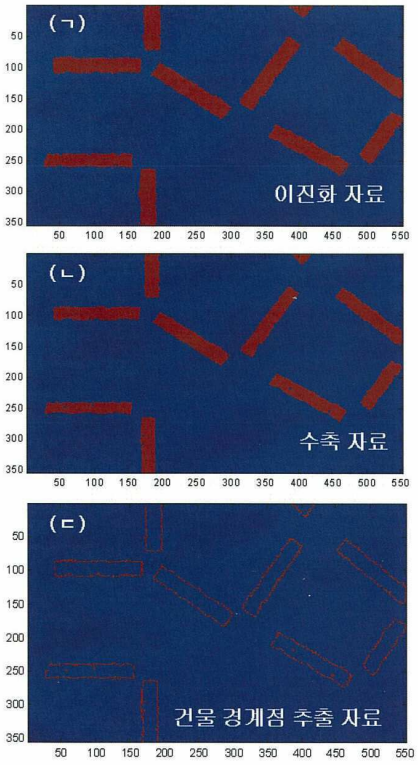
도면3



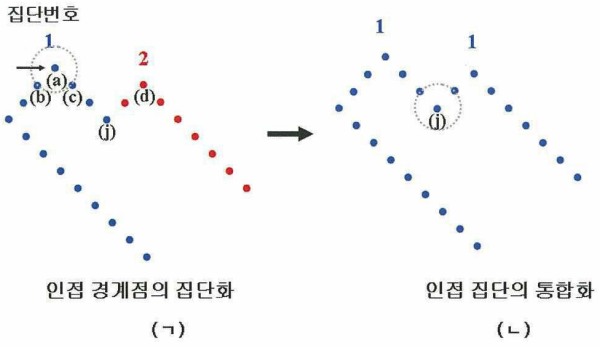
도면4



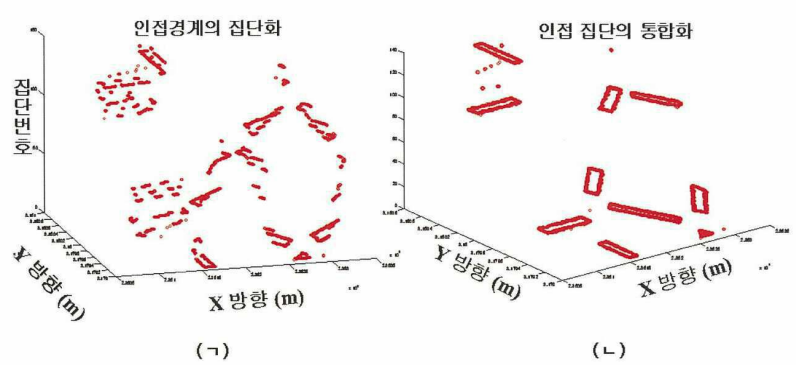
도면5


(ㄱ)
이진화 자료
(ㄴ)
수축 자료
(ㄷ)
건물 경계점 추출 자료
50 100 150 200 250 300 350
50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 550

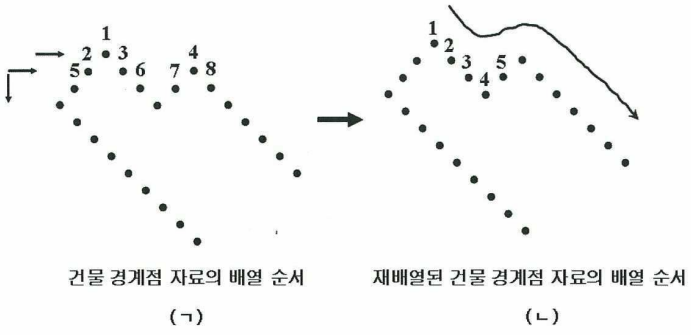
도면6


집단번호
1
2
(a)
(b)
(c)
(d)
(j)
1
1
(j)
인접 경계점의 집단화
(ㄱ)
인접 집단의 통합화
(ㄴ)

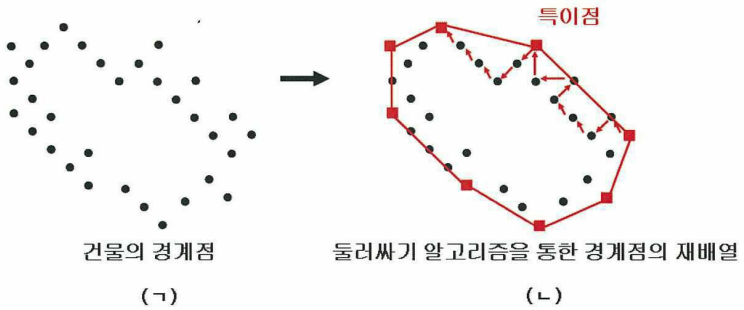
도면7



도면8

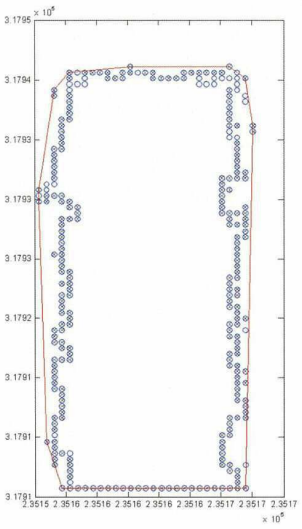


도면9

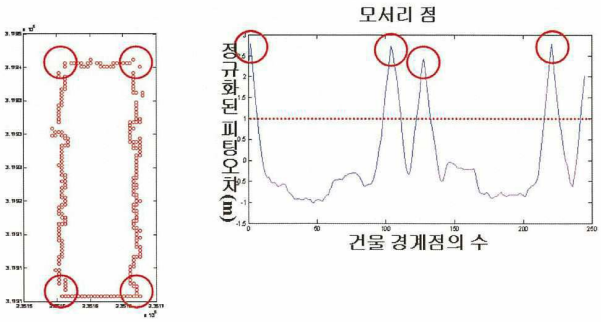


도면10

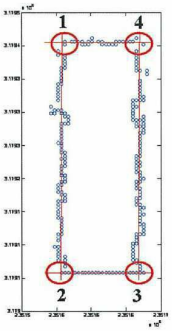
도면11

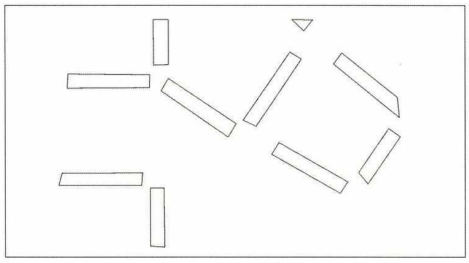


도면12



도면13



pt1 = (235155.81, 317940.49)
pt2 = (235155.63, 317905.73)
pt3 = (235166.86, 317905.73)
pt4 = (235166.89, 317916.65)

도면14