

3차원 공간정보 제작을 위한
3차원 symbol의 자동 mapping에 관한 연구
3D symbol mapping
for 3D spatial database construction

박승용* · 이재빈 · 유기윤 · 김용일
park, seungyong · Lee jaebin · yu, kiyun · Kim, yong-il
서울대학교 지구환경시스템공학부

要 旨

정보화 시대에 있어 급변하는 기술발전과 함께 인간의 문화적 욕구가 증대됨에 따라 3차원 공간정보에 대한 수요가 증가하고 있다. 하지만 현재 3차원 공간정보를 구축하는 과정은 일반적으로 수작업 또는 반자동에 의해 이루어지고 있다. 이는 데이터의 구축 및 표현에 많은 시간과 비용이 소요된다는 제약을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 3차원 symbol 라이브러리를 구축하여 분류된 객체에 부합되는 3차원 symbol을 자동으로 선택하며, 선택된 3차원 symbol을 파라메타를 이용하여 자동으로 mapping 하는 과정을 구축하였다. 이를 통해 3차원 공간데이터의 구축 및 표현에 요구되는 시간과 오류를 최소화할 수 있었다. 또한 LiDAR(Light Detection And Range) 데이터의 3차원 정보를 활용하여 symbol의 자동 mapping을 위한 파라메타들을 산출하였고, symbol의 분류를 위한 기본 데이터로 활용하였다. 구축된 알고리즘의 평가를 위하여 실제 데이터의 3차원 공간 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터에 대해 symbol선택 및 자동 mapping 과정에 대한 오류 검사를 수행하였고, 더불어 구축된 3차원 데이터의 활용 가능성을 평가하였다. 그 결과 본 연구로부터 구축된 알고리즘들은 3차원 공간정보를 표현함에 있어 신속하고 안정적으로 기여할 수 있을 것으로 판단되었다.

Key Word: 3차원 공간정보구축, 3차원 Symbol, symbol 자동선택, symbol 자동mapping

1. 서론

정보화 시대와 유비쿼터스의 등장으로 도시계획 및 관리 LBS, U-city, 가상현실 등에서 3차원 공간정보의 요구는 계속 증

대되고 있다.(건설교통부, 2003)

전통적으로 3차원 데이터 구축의 경우 사진측량의 기법을 사용하여 자동화된 DSM(Digital Surface Model) 및 DTM(Digital Terrain Model)을 구축하였

지만 폐색지역과 그림자영역 및 인공구조물 부재에 의한 영향으로 매칭의 어려움은 가중되었다 (Zhou et al., 1999) 따라서 3차원 데이터의 용이한 취득을 위해 LiDAR 시스템의 사용이 확대되었고 현재 LiDAR 데이터를 이용한 연구는 다양한 분야에서 응용되고 있다.

그 중에서도 특히 3차원 모델링을 위한 건물 추출 및 재구성 분야에 LiDAR 데이터를 이용한 많은 연구가 이루어졌다. 하지만 LiDAR 데이터만을 이용한 연구에서는 3차원 모델링 작업시 제약사항들이 존재하므로 (vosselman and mass, 2001; Yoon et al., 2002) 항공사진등과 같은 자료들이 효과적인 작업을 위한 보조의 자료로 사용되어져 왔다.

특히 3차원 데이터베이스 구축기술 중 건축물들을 데이터베이스화 하기 위한 기술은 3차원 복원 및 모델링 작업을 통하여 생성되며 이는 3차원 가시화 기법에 있어 기본이 된다. 여기서 정밀한 건물 모델링 기술은 건물을 최대한 현실 모습에 가깝게 표현하기 위해 3차원의 도시모형에서 건물의 외부 및 내부를 모델링하는 기술로서 이를 위해 원근에 따른 표현기법 및 여러 가지 유형의 기술을 이용하고 있으며 표현기법 및 방법에 따라 소요시간 및 비용의 차이가 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 또한 가시화 기법 적용시에 적절한 폴리곤 수의 제한에 따라 최적의 폴리곤으로 구성해야 하는 어려움이 존재하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 제약조건 및 3차원데이터 구축의 어려움들을 3차원 symbol을 이용하여 극복하고자 하였다. 이를 위해 3차원 symbol 라이브러리를 구축하고 symbol mapping의 자동화를 통해 건물과 같은 객체 모델을 표현하는데 중점을 두어 3차원 공간정보 구축 및 처리

과정에 기여할 수 있도록 하였다.

2. 3차원 symbol의 자동 mapping

3차원 symbol의 자동 mapping을 위해서는 분류항목에 맞게 분류되어진 객체가 존재하여야 하며 이에 부합되는 표준화된 symbol에 대한 정의와 라이브러리가 구축되어야 한다. 본 연구에서는 분류 항목을 1:1000의 수치지도 항목을 이용하였으며 그 중 객체를 건물로 한정지어 수행하였고 표준화된 symbol의 구축과 mapping의 자동화를 위한 파라메타를 산출하였다. 이와 같은 처리는 상업용 소프트웨어인 ArcGIS를 이용하였으며 필요한 알고리즘은 VBA로 프로그래밍 하였다.

2.1 분류항목 및 symbol 라이브러리

현재 LiDAR 데이터를 이용한 많은 연구가 진행되고 있지만 LiDAR 데이터로부터 건물을 자동으로 추출하여 건물 레이어를 구축하는 것은 현재 기술로는 한계가 있으며(이동천, 2005) 따라서 본 연구에서는 symbol의 자동mapping을 위해 수치지도를 분류되어진 객체로 이용하였다. 다음 <표 1>은 수치지도의 분류항목을 나타낸다. 또한 라이브러리는 상업용 s/w인 arcgis를 이용하여 표준화된 symbol을 정의 하였다.

표 1. 수치지도 분류항목

코드번호	명 칭	구조
AAA001	일반주택	면
AAA002	연립주택	면
AAA003	아파트	면
AAA004	무벽건물	면
AAA005	온실	면
AAA006	공사중건물	면
AAA007	가건물	면
AAA008	빌딩	면
AAA999	기타	면

표 2. symbol 라이브러리

코드번호	명 칭	symbol	코드번호	명 칭	symbol
AAA001	일 반 주 택		AAA006	공사증 건물	
AAA002	연립 주택		AAA007	가 건 물	
AAA003	아 파 트		AAA008	빌 딩	
AAA004	무 벽 건 물		AAA999	기 타	
AAA005	온 실				

2.2 Symbol 자동선택

3차원 symbol을 이용하기 위해서는 symbol의 선택 단계를 거치게 되는데 symbol matching을 통해서 위와 같은 과

정을 자동화 할 수 있으며 이로 인한 사용자의 선택오류를 방지할 수 있다. 분류되어진 베이스 맵의 객체와 3차원 symbol을 매칭하기 위해서는 두 객체 사이에 공통된 요소가 필요하다.

AREA	PERIMETER	POLY_1	POLY_1	FID_POLY_2	ENTITY	HANDLE	LAYER	COLOR	LINETYPE	ELEVATI	THICKNESS	TEXT
610.216487	131.879485	227	227	187	Polyline		1376_003	7	CONTINUOUS	41.75	0	이음선
930.129555	194.234664	288	288	182	Polyline		1376_00X(1)	7	CONTINUOUS	41.82	0	이음선
1083.045944	303.836973	235	239	129	Polyline		1376_00X(2)	7	CONTINUOUS	45.29	0	이음선
1185.165606	308.230343	243	243	196	Polyline		1376_00X(3)	7	CONTINUOUS	45.44	0	이음선
928.196592	154.069432	254	253	133	Polyline		1376_00X(4)	7	CONTINUOUS	42.83	0	이음선
1100.515657	212.257169	261	261	131	Polyline		1376_00X(5)	7	CONTINUOUS	45.06	0	이음선
800.012420	132.845629	232	232	195	Polyline		1376_00X(6)	7	CONTINUOUS	41.18	0	이음선
911.746237	193.664423	233	233	134	Polyline		1376_00X(7)	7	CONTINUOUS	41.63	0	이음선
613.270618	132.452622	234	234	130	Polyline		1376_00X(8)	7	CONTINUOUS	41.55	0	이음선
37.122375	22.512540	227	224	138	Polyline		1376_00X(1)	7	CONTINUOUS	41.64	0	이음선
504.723948	193.048232	225	225	206	Polyline		1376_00X(2)	7	CONTINUOUS	42.81	0	이음선
265.445800	78.073125	265	263	164	Polyline		1376_00X(3)	7	CONTINUOUS	41.62	0	이음선
106.765753	65.480022	271	271	148	Polyline		1376_00X(4)	7	CONTINUOUS	42.88	0	이음선
17.417670	16.979428	277	277	189	Polyline		1376_00X(5)	7	CONTINUOUS	41.38	0	이음선
905.555353	161.162213	226	226	222	Polyline		1377_00X(1)	7	CONTINUOUS	41.71	0	이음선
916.768725	164.350166	242	242	223	Polyline		1377_00X(2)	7	CONTINUOUS	45.41	0	이음선
1788.629738	304.789149	230	232	221	Polyline		1377_00X(3)	7	CONTINUOUS	41.28	0	이음선
1164.878943	206.498573	235	235	216	Polyline		1377_00X(4)	7	CONTINUOUS	41.23	0	이음선
237.420488	61.257861	247	247	232	Polyline		1377_00X(1)	7	CONTINUOUS	41.68	0	이음선

그림 1 matching 클래스

일반적으로 사용되는 요소는 ID, name, classification ID등을 이용하며 본 연구에서는 수치지도의 코드번호를 사용하여 기구축되어진 symbol과 매칭을 수행하였다. 매칭의 경우 자료의 변환과정에 따른 오차가 발생하지 않는다면 매칭 결과는 일정하게 나타난다. 다음 <그림1>은 다양한 클래스 중에서 매칭 클래스를 나타내고 있다.

2.3 3차원 symbol 자동 mapping

symbol 자동 mapping이란 정의된 분류 항목에 맞도록 자동선택된 symbol을 자동적으로 위치와 크기를 결정하여 안착시키는 과정이다. 기존의 symbol mapping은 수동 또는 반자동에 의한 방법으로 작업자의 오류가 발생할 수 있으며, 수행시간의 제약이 따르게 된다.

symbol mapping의 자동화는 기존의 3차원 모델링 작업 시 숙련된 전문가에 의해 수동 또는 반자동으로 수행된 부분을 3차원 map 적용 시 편리하게 이용할 수 있다. 하지만 자동 선택되어진 symbol을 자동으로 mapping 하기 위해서는 무게중심의 좌표, 넓이, 폴리곤을 이루고 있는 라인의 최대길이, 높이, 건물의 회전량이 필요하다

이는 symbol을 mapping하기 위한 기본적인 파라미터로서 더 정밀한 mapping을 위해서는 이 외에 x, y, z offset과 maintain-aspect-ratio 등의 파라미터가 필요하다. 하지만 본 연구에서는 위의 파라미터 중 무게중심의 좌표, 넓이, 폴리곤을 이루고 있는 라인의 최대길이, 높이, 건물의 회전량을 이용하여 자동 mapping을 수행하였다. 파라미터들을 산출하기 위한 식은 아래와 같다.

① 폴리곤의 넓이

폴리곤의 넓이를 이용하여 symbol의 넓이를 산출한다.

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i)$$

여기서 폴리곤은 폐합되었다고 가정한다.

A: mapping을 위한 참고 폴리곤의 넓이
 x_i, y_i : 폴리곤을 이루고 있는 vertex의 좌표(x, y)

symbol의 넓이

$$\text{Size: RfeatArea} = (1+a)S * \text{TfeatArea} \quad (3)$$

여기서,

RfeatArea: 2차원 폴리곤의 featureArea

a : 안전율

S : scale factor

TfeatArea: 기구축된 symbolfeatureArea

② 폴리곤 평면의 무게중심

무게 중심 좌표(X,Y 2차원)는 symbol의 자동mapping을 위한 기본적인 요소로서 symbol의 중심위치를 제공한다.

$$O_x = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{N-1} (x_i + x_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (1)$$

$$O_y = \frac{1}{6A} \sum_{i=0}^{N-1} (y_i + y_{i+1})(x_i y_{i+1} - x_{i+1} y_i) \quad (2)$$

여기서 폴리곤의 밀도는 균일한 재료로 이루어져 있다고 가정한다.

또한 x_n 은 x_0 이 된다고 가정함으로 폴리곤은 폐합이 되었다고 가정한다.

O_x, O_y : 폴리곤 무게중심 값

x_i, y_i : 폴리곤을 이루고 있는 vertex의 좌표(x, y)

A: 폴리곤의 넓이

③ polyline의 길이

symbol의 mapping을 위해 폴리곤을 이루고 있는 polyline 중 최대길이의 polyline을 이용한다.

polyline의 계산은 azimuth와 가장 가까운 vertex부터 시작하여 시계방향으로 회전하면서 계산한다.

단 최대길이가 동일한 polyline이 있다면 그 중 첫 번째 polyline을 이용한다.

length=max(polygon length:

$$\text{arc object analysis}) \quad (4)$$

여기서 max의 의미는 폴리곤을 이루고 있는 polyline 중 선분의 길이 최대인 것을 선택하는 것이다.

④ 높이

symbol의 높이를 결정하기 위해서 수직정확도가 높은 LiDAR 데이터의 높이 자료를 이용하여 취득한다.

먼저 LiDAR 데이터를 수치지도의 각 폴리곤으로 grouping 하고 grouping 된 LiDAR 데이터의 높이값을 산술평균하여 사용한다.

LiDAR 2D map(feature) -grouping

LiDAR 데이터 그룹화 각 객체의 높이

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n GH_i \quad (5)$$

여기서 h: 각 폴리곤의 높이

GH_i: 폴리곤에 grouping 된 LiDAR 데이터의 각각의 높이값

n: 폴리곤에 grouping 된 LiDAR 데이터의 개수

⑤ 회전각

symbol의 mapping을 위해 회전각을 계산하여야 하는데 이는 azimuth와 maxlength를 이용하여 구할 수 있다.

$$\Theta = \text{getangle}(\text{azimuth}, \text{maxlength}) \quad (6)$$

여기서 θ : 회전각

getangle: azimuth를 기준으로 시계방향으로 maxlength까지의 각을 계산한다.

다음 <그림 2>는 분류된 객체에 대한 산출된 파라메타를 보여주고 있다.

3. 실험 및 평가

3.1 연구지역

연구 대상지역은 대전광역시 청사주변의 주택지로 주로 아파트 건물과 빌딩 건물이 밀집된 지역으로 선정하였으며 <그림 3>은 3차원 symbol mapping을 위한

FID	Shape#	FID	AREA	PERIMETER	POLY	POLY	FID_P	ENTITY	NAM	LAYER	ICO	LINETYPE	ELE	THICK	TEXT	X	Y
0	Point ZM	227	610.218487	131.870483	227	227	137	Polyline		1378_003	7	CONTINUOUS	41.75	0	미표	233945.723971	318402.094836
1	Point ZM	236	930.129535	194.234654	236	236	132	Polyline		1378_003(1)	7	CONTINUOUS	41.52	0	미표	233749.687311	318430.461019
2	Point ZM	239	1093.849944	209.630673	239	239	129	Polyline		1378_003(2)	7	CONTINUOUS	45.23	0	미표	233657.456449	318436.654951
3	Point ZM	243	1165.163608	206.270342	243	243	136	Polyline		1378_003(3)	7	CONTINUOUS	45.44	0	미표	233864.586522	318447.693448
4	Point ZM	258	929.195882	194.059492	258	258	133	Polyline		1378_003(4)	7	CONTINUOUS	42.63	0	미표	233749.659057	318467.391821
5	Point ZM	261	1100.915667	212.237183	261	261	131	Polyline		1378_003(5)	7	CONTINUOUS	45.06	0	미표	233657.558711	318491.821236
6	Point ZM	282	906.012820	192.616809	282	282	135	Polyline		1378_003(6)	7	CONTINUOUS	41.16	0	미표	233655.859558	318544.313067
7	Point ZM	283	911.748567	193.654438	283	283	134	Polyline		1378_003(7)	7	CONTINUOUS	41.89	0	미표	233749.940425	318544.365318
8	Point ZM	284	613.270618	132.459203	284	284	130	Polyline		1378_003(8)	7	CONTINUOUS	41.35	0	미표	233845.68861	318544.22982
9	Point ZM	224	31.122325	82.812540	224	224	189	Polyline		1378_008(1)	7	CONTINUOUS	41.64	0	미표	233718.366314	318386.51435
10	Point ZM	225	538.723849	99.048296	225	225	206	Polyline		1378_008(2)	7	CONTINUOUS	42.9	0	미표	233895.796317	318400.765690
11	Point ZM	253	265.445660	79.079125	253	253	164	Polyline		1378_008(3)	7	CONTINUOUS	41.86	0	미표	233824.610529	318490.926419
12	Point ZM	271	188.165153	65.480052	271	271	146	Polyline		1378_008(4)	7	CONTINUOUS	48.68	0	미표	233628.230657	318514.479966
13	Point ZM	277	17.417070	16.979429	277	277	189	Polyline		1378_008(5)	7	CONTINUOUS	41.98	0	미표	233875.593562	318535.123435
14	Point ZM	226	905.553333	188.162213	226	226	222	Polyline		1377_003(1)	7	CONTINUOUS	41.77	0	미표	233965.918789	318402.12038
15	Point ZM	242	916.789725	194.959166	242	242	223	Polyline		1377_003(2)	7	CONTINUOUS	45.41	0	미표	233965.800087	318447.122193
16	Point ZM	262	1165.809158	206.180166	262	262	221	Polyline		1377_003(3)	7	CONTINUOUS	41.28	0	미표	233974.906452	318462.774914
17	Point ZM	265	1164.878941	206.436753	265	265	216	Polyline		1377_003(4)	7	CONTINUOUS	41.23	0	미표	233978.672325	318543.955061
18	Point ZM	247	237.420488	61.957891	247	247	232	Polyline		1377_008(1)	7	CONTINUOUS	41.68	0	미표	233333.894652	318455.472022

그림 2. 분류된 객체에 대한 파라메타

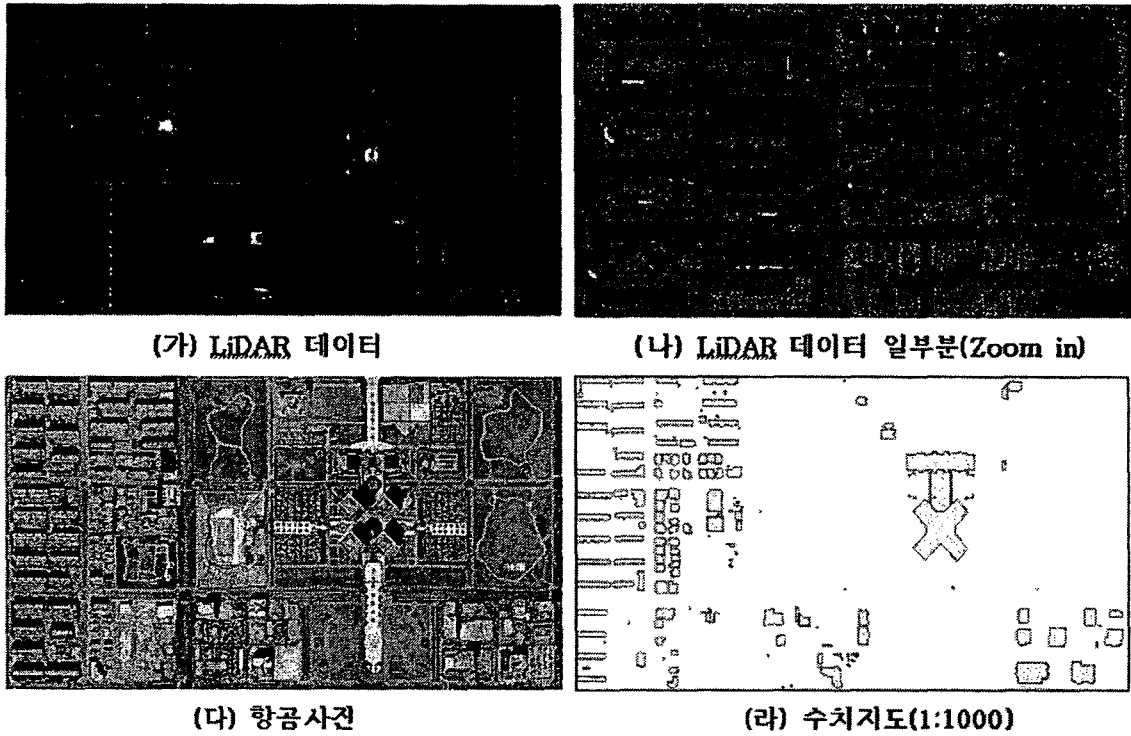


그림 3 연구 대상지역

연구지역의 LiDAR 데이터와 항공사진 그리고 수치지도를 보여주고 있다. LiDAR 데이터는 Optech사의 ALTM3070을 이용하여 획득하였으며, 레이저 측정점의 점밀도는 6점/m² 이었다. 시스템의 주요제원은 <표 3>과 같다.

표 3 ALTM 3070의 제원

항목	내용
주사 고도	200~3000m
수직 정확도	비행고도 1200m에서 <15cm
	3000m에서 ,35cm
수평 정확도	1/2000 * 비행고도
주사 각도	0~50°
반사강도	12bit
이중 반사파 측정	1~4th range

3.2 3차원 공간정보 구축

3차원 symbol 사용의 목적은 3차원 공간정보 구축의 편리함과 3차원 시각화의 유용성이다. 본 연구에서는 3차원 시각화를 위해 배경이 되는 베이스 맵을 항공사진을 이용하여 구축하였다. 이 베이스 맵은 동일한 좌표상의 LiDAR DEM을 이용 항공사진을 mapping하였다.

다음 <그림 4>는 베이스 맵의 구축과정과 symbol mapping을 나타내고 있다.

3.3 검증

symbol mapping에 있어 평가는 정량적 평가와 정성적 평가로 나누어 mapping의 정확도 평가와 3차원 symbol mapping 후의 시각적 평가를 수행하였다.

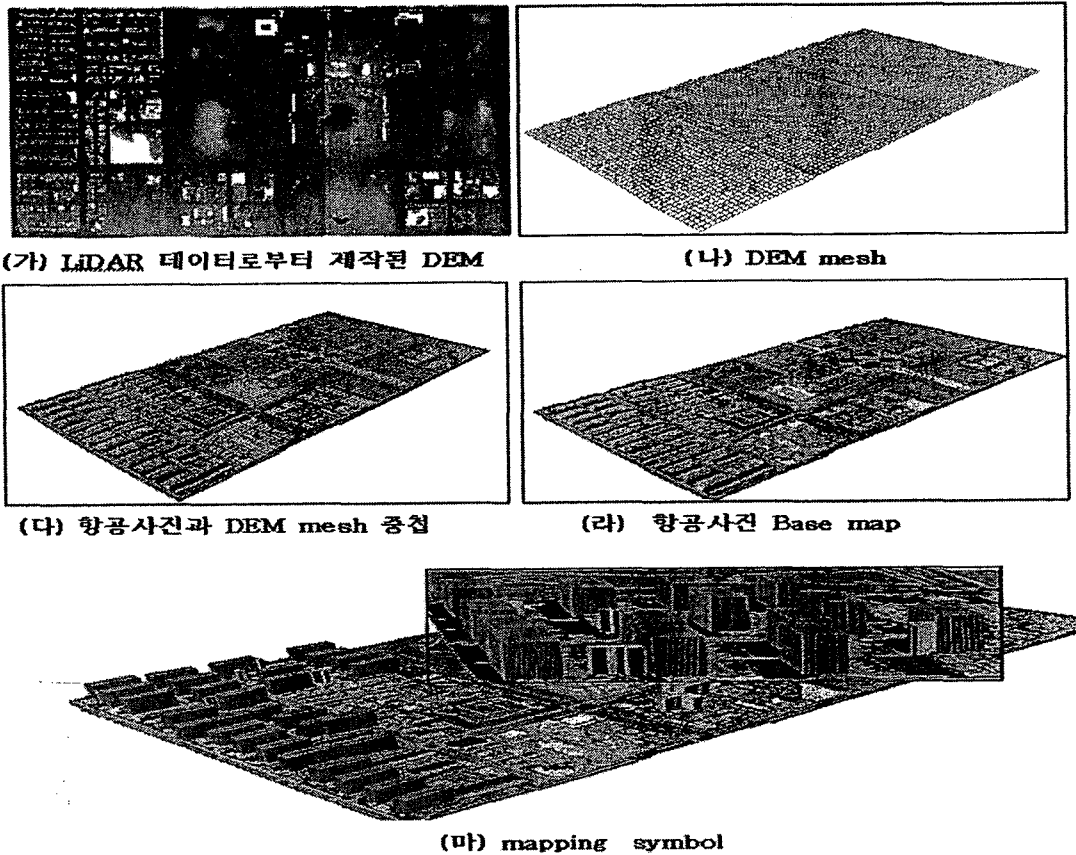


그림 4. 3차원 공간정보 구축 과정

3.3.1. mapping 정확도 평가

mapping의 정확도 평가는 symbol 자동선택에 관련한 평가와 mapping 정확도로 나누어 수행하였다. <표 4>는 symbol 자동선택에 관한 결과를 보여주고 있으며 symbol 자동선택에 따른 오류는 나타나지 않았다. mapping 정확도의 경우 중심좌표는 2D 폴리곤과 symbol이 같은 중심좌표를 사용하며 maxlength의 경우 수치지도의 편집오류로 인해 일반화의 과정을 수행한 후 평가한 결과 symbol의 크기와 같을 수 있었으며 회전각 또한 건물의 회전방향과 일치함을 확인 할 수 있었다. 넓이의 경우 안전율을 생략한다면 폴리곤의 넓이와 같다.

표 4 symbol 자동선택 결과표

	분류 항목(개수)	matching 항목(개수)	자동선택 오류
일반주택	10	10	0
연립주택	0	0	0
아파트	30	30	0
무벽건물	0	0	0
온실	0	0	0
공사중건물	4	4	0
가건물	12	12	0
빌딩	19	19	0
기타	0	0	0
총합	75	75	0

X	Y	ANGLE	AREA
233845.72398099900	318402.08489600000	1.80000000000	911.74848723000
233749.68731099900	318430.48101899800	1.90000000000	931.65955481000
233657.45644899800	318438.65495100000	1.91000000000	1095.37994354000
233864.56952199900	318447.69344800000	1.80000000000	1166.69360799000
233749.65909700000	318487.39182100000	1.90000000000	930.72958207300
233657.55871099900	318491.82123900000	1.90000000000	1102.04566658000
233665.85955800000	318544.31306700000	1.87000000000	907.54281999600
233749.94042500000	318544.38531800000	1.83000000000	913.27858741000
233845.69881000000	318544.22882000000	1.84000000000	614.80061598200
233718.38691400000	318586.51455000000	34.00000000000	32.65232544550
233895.79631700000	318400.76568998000	78.00000000000	510.25394888300
233824.61052900000	318490.92641900000	1.90000000000	288.97568049400
233828.23095699900	318514.47896600000	88.00000000000	189.69515312800
233875.58356199900	318535.12343500000	89.00000000000	18.94707029880
233985.81878800000	318402.13203799800	1.98000000000	907.08533343400
233995.80008700000	318447.12219299900	1.83000000000	918.31872463500
233974.90645200000	318492.77491400000	1.82000000000	1167.33815770000
233979.67232499900	318543.95508099900	1.83000000000	1166.50894127000
233933.99465199900	318455.47202200000	0.33000000000	238.95048846700

그림 5. 2D 데이터 파라메타

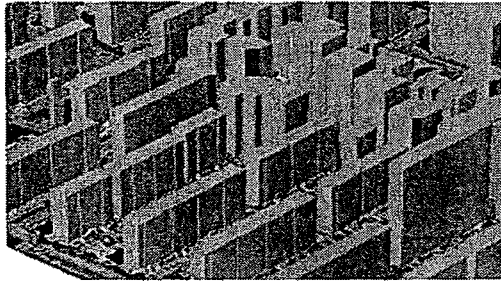
X	Y	ANGLE	AREA
233845.72398099900	318402.08489600000	1.80000000000	610.21848726000
233749.68731099900	318430.48101899800	1.90000000000	930.12955481000
233657.45644899800	318438.65495100000	1.91000000000	1095.84984354000
233864.56952199900	318447.69344800000	1.80000000000	1165.16360798000
233749.65909700000	318487.39182100000	1.90000000000	929.19958207300
233657.55871099900	318491.82123900000	1.90000000000	1100.51568858000
233665.85955800000	318544.31306700000	1.87000000000	908.01281999600
233749.94042500000	318544.38531800000	1.83000000000	911.74858741000
233845.69881000000	318544.22882000000	1.84000000000	613.27081598200
233718.38691400000	318586.51455000000	34.00000000000	31.12232544550
233895.79631700000	318400.76568998000	78.00000000000	509.72384888300
233824.61052900000	318490.92641900000	1.90000000000	285.44568049400
233828.23095699900	318514.47896600000	88.00000000000	188.16515312800
233875.58356199900	318535.12343500000	89.00000000000	17.41707029880
233985.81878800000	318402.13203799800	1.98000000000	905.55533343400
233995.80008700000	318447.12219299900	1.83000000000	916.78872463500
233974.90645200000	318492.77491400000	1.82000000000	1165.80815770000
233979.67232499900	318543.95508099900	1.83000000000	1164.97894127000
233933.99465199900	318455.47202200000	0.33000000000	237.42048846700

그림 6. mapping 후 파라메타

3.3.2 시각적 평가

시각적 평가는 실제 3차원 symbol을 mapping 시켰을 경우의 시각화 위주로 평

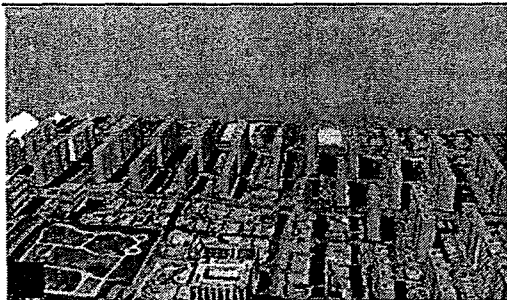
가 하였으며 이를 위해 단순 폴리곤의 3차원화, 상용 소프트웨어의 3차원 시각화 화면과 비교하였다.



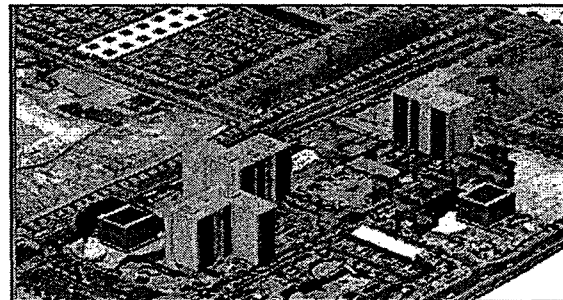
(가) Polygon 3차원 시각화



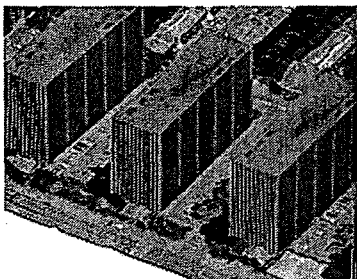
(나) symbol 이용 3차원 시각화



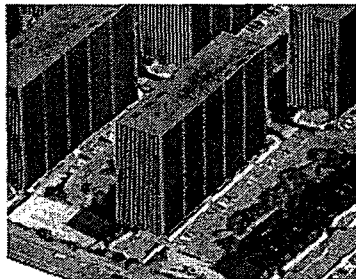
(다) 상용소프트웨어 시각화(수동)



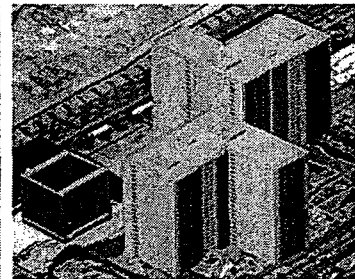
(라) symbol 이용 시각화(자동)



(마) symbol mapping(1)



(바) symbol mapping(2)



(사) symbol mapping(3)

그림 7. 시각적 평가

5 결론

본 연구는 LiDAR 데이터와 항공사진 수치지도를 이용하여 3차원 공간정보 제작시 3차원 symbol의 mapping을 자동화함으로써 작업에 소요되는 시간과 비용을 최소화 하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 수치지도와 LiDAR 데이터를 이용하여 3차원 symbol을 분류하고 symbol의 자동 mapping을 위한 파라메타를 산출하였다. 개발된 알고리즘들을 이용하여 3차원 공간정보 데이터를 작성하였고 작업결과에 대한 시각적, 정량적 평가를 수행하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 기존의 3차원 모델의 mapping 방법은 수작업에 의한 방법으로 사용자의 전문성을 요구하지만 본 연구에서 개발된 3차원 symbol의 자동 mapping 기법은 일반사용자들도 쉽게 이용할 수 있을 것으로 판단된다.
2. 자동 mapping 알고리즘은 프로그래밍을 통해 간편하게 3차원 시각화를 제공하지만 대부분의 symbol 형상은 직사각형이나 정사각형의 형태로 되어있고 그에 맞는 알고리즘만을 제공하기에 복잡한 형상이나 원형의 건물은 추후 연구를 통해 세분된 알고리즘으로 접근해야 할 것이라고 사료된다.
3. 수치지도와 항공사진의 취득시간 차이에 따른 불일치성으로 인하여 symbol mapping의 오류가 발견되며 이는 수치지도의 업데이트 또는 누락된 객체의 추출을 통해 해결할 수 있을 것으로 사료된다.
4. LiDAR 데이터 처리 기술의 발전에 따

라 수치지도에 의한 분류 및 항목은 LiDAR 데이터를 이용한 분류로 대체되어 질 것으로 판단되며 이는 3차원 공간정보에 있어 신속한 업데이트 주기를 가능하게 할 것으로 사료된다.

5. 기존의 3차원 모델링 방법은 시간과 구축에 많은 비용이 소요되었지만 3차원 symbol을 이용하면 시인성이 높은 3차원 공간자료를 효율적으로 구축할 수 있다

참고문헌

- 건설교통부, 2003, 3차원 공간정보구축 수립연구
- 건설교통부, 2004, 3차원 도시공간 모형의 활용성 연구
- 윤창열, 2005, LiDAR 자료를 이용한 건물 분류, 서울대학교 석사학위논문
- 이동천, 염재홍, 2005, LiDAR 데이터를 이용한 수치지도의 건물 및 등고선 레이어 생성 한국측량학회지, 23권 3호, pp.313-322
- ESRI (2004) ArcGIS v. 9.0. Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA
- Guoqing Zhou, C. Song, J. Simmers, P. Cheng, 2004. Urban 3D GIS From LiDAR and digital aerial images. Computers & Geosciences vol.30, pp. 345-353
- Haala, N., Brenner, C., Anders, K.-H., 1998. 3D urban GIS from laser altimeter and 2D map data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing

- 32 (Part 3/1), 339-346.
- Temenoujka Bandrova, 2005, INNOVATIVE TECHNOLOGY FOR THE CREATION OF 3D MAPS, Data Science Journal, Volume 4
- Vosselman, G., 2000. Slope based filtering of laser altimetry data. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing XXXIII (Part B3), pp. 935-942.
- Vosselman, G., Mass, H., 2001. Adjustment and filtering of raw laser altimetry data. Proceedings of the OEEPE Workshop on Airborne Laser scanning and Interferometric SAR for Detailed Digital Elevation Models, Stockholm, 1-3 March.
- Yoon, Jong-suk, Shan, J., 2002. Urban DEM generation from raw airborne LiDAR data. ASPRS Annual Conference, CD-ROM, Washington, DC, April 19-25.
- Zhou, G., Albertz, J., Gwinner, K., 1999. Extracting 3D information using temporal-spatial analysis of aerial image sequences, Photogrammetry Engineering & Remote Sensing, vol. 65, no. 7, pp. 823-832.