한국측량학회지, 제 30권 제 1호, 2012. 2 : pp. 59~65

형상유사도 기반의 면 객체 매칭을 통한 갱신 객체 탐지

Automatic Detection of the Updating Object by Areal Feature Matching Based on Shape Similarity

김지영[1] · 유기윤[2]
Kim, Jiyoung · Yu, Kiyun

Abstract

In this paper, we proposed a method for automatic detection of a updating object from spatial data sets of different scale and updating cycle by using areal feature matching based on shape similarity. For this, we defined a updating object by analysing matching relationships between two different spatial data sets. Next, we firstly eliminated systematic errors in different scale by using affine transformation. Secondly, if any object is overlaid with several areal features of other data sets, we changed several areal features into a single areal feature. Finally, we detected the updating objects by applying areal feature matching based on shape similarity into the changed spatial data sets. After applying the proposed method into digital topographic map and a base map of Korean Address Information System in South Korea, we confirmed that F-measure is highly 0.958 in a statistical evaluation and that significant updating objects are detected from a visual evaluation.

Keywords :Updating, Areal feature, matching, Shape Similarity

초 록

본 연구에서는 축척과 갱신 주기가 상이한 공간 데이터 셋에서 기하정보를 이용한 형상유사도 기반 면 객체 매칭을 통하여 갱신 객체를 탐지하는 방법을 제안하였다. 이를 위하여, 먼저 축척이 상이한 공간 데이터 셋의 매칭 관계를 분석하여 갱신 객체를 정의하였다. 다음으로 시멘틱 매칭을 통하여 추출된 기준점을 이용한 아핀변환을 수행하여 축척이 상이한 데이터간의 계통오차를 제거하고, 중첩 분석을 통하여 다수 면 객체를 단일 객체화하였다. 각각의 단일 객체를 대상으로 형상유사도 기반의 면 객체 매칭을 적용하여 갱신 객체를 탐지하게 된다. 제안된 갱신 객체 탐지 방법을 우리나라의 수치지도 2.0과 도로명주소 전자지도에 적용한 결과 F-측정값이 0.958로 나타났으며, 시각적 평가에서 유의미한 갱신 객체가 탐지되는 것을 알 수 있었다.

핵심어 : 갱신, 면 객체, 매칭, 형상유사도

1. 서 론

내비게이션, 지도검색 서비스 등과 같은 위치기반서비스가 확대되면서 공간정보에 대한 국민의 요구가 증가하고 있으며, 이에 신속한 공간정보의 제공이 요구되고 있다. 공간정보의 신속한 갱신을 위하여 기존의 축척별 개별 갱신을 수행하는 방법은 노동집약적이고 시간과 비용이 많이 요구되는 한계가 있어, 매칭을 통하여 이종의 데이터 셋을 연계함으로써 갱신을 수행하는 연구가 꾸준히 진행되고 있다(Laurini, 1994; Uitermark, 2002; van Goesseln 등, 2003; Matikainen 등, 2010; Qi 등, 2010). 특히 최신의 공간 데이터 셋을 이용하여 갱신될 공간 데이터 셋을 갱신하는 과정은 갱신될 공간 데이터 셋에서 갱신될 객체를 탐지하고, 탐지된 갱신 객체를 이용하여 갱신될 공간 데이터 셋

1) 서울대학교 대학원 건설환경공학부 박사과정(E-mail:soodaq@snu.ac.kr)
2) 교신저자 · 정회원 · 서울대학교 공과대학 건설환경공학부 교수(E-mail:kiyun@snu.ac.kr)

을 갱신하는 순으로 이루어진다. 본 연구에서는 갱신될 객체를 탐지하는 단계를 중점으로 연구를 진행한다.

van Goesseln 등 (2003)은 이종의 데이터에 ICP를 이용하여 국지적 변환을 수행하여 위치를 맞춘 후 면 객체를 중첩하여 교차되지 않는 영역의 면적을 고려하여 자동으로 갱신 객체를 탐지하였다. Matikainen 등 (2010)은 항공 레이저 스캔과 항공사진에서 추출된 변화된 건물 경계선을 이용하여 기존의 벡터 구조의 공간 데이터 셋의 객체와 중복 면적비나 버퍼 분석을 통하여 자동으로 갱신 대상 객체를 탐지하였다. 또한 Qi 등 (2010)은 축척이 상이한 벡터 구조의 두 공간 데이터 셋의 건물 객체 간에 발생되는 불일치를 분석하여 수치화하고, 원인 분석을 통하여 갱신 객체를 자동으로 탐지하는 방법을 제안하였다. 이때, 중복 면적 기반으로 불일치를 정량화하여 갱신 객체를 탐지하였다. 선행연구를 살펴본 결과, 면 객체의 갱신 탐지를 위해서는 이종의 데이터 셋의 매칭을 통하여 갱신 객체를 탐지하는 과정이 요구된다. 그러나 이들 선행연구는 매칭을 통하여 갱신 객체를 탐지하는 과정에서 하나의 기하학적 성질 즉, 중복 면적만을 비교하였으나, 하나의 기하 정보만을 사용하여 매칭하는 것은 정확한 기하학적 성질을 평가할 수 없다는 한계가 있다(Bel Hadj Ali, 2001). 따라서 면 객체를 이용한 매칭과 관련된 연구에서는 이종 데이터 셋을 매칭하기 위하여 다양한 기하 정보 즉, 매칭 기준(criterion)을 이용하였다(Bel Hadj Ali, 2001; Samal 등, 2004; Wenjing 등, 2008; Fu 등, 2008; Huang 등, 2010). 이와 같이 다양한 매칭 기준을 이용하여 매칭 되는 면 객체를 판별하기 위해서는 여러 개의 매칭 기준을 하나의 매칭 기준으로 통합할 필요가 있다. 그러나 대부분의 연구에서 훈련이나 연구자가 선정한 가중치를 바탕으로 여러 개의 매칭 기준을 가중 선형 조합하여 통합된 하나의 매칭 기준을 생성하거나 데이터마이닝 기법을 통하여 각 기하 정보별 임계값을 선정하고 있다. 그러나 주관적인 방법으로 가중치를 결정하는 것은 항상 유용한 방법이 아니다(Wang 등, 2010).

따라서 본 연구에서는 선행연구를 바탕으로 축척이 상이한 이종의 데이터 셋에서 갱신 객체를 구분하고, 여러 개의 매칭 기준에 객관적 방법을 적용한 가중 선형 조합으로 통합된 형상유사도 기반 면 객체 매칭을 통하여 갱신 객체를 탐지하는 방법을 제안하고자 한다. 이때, 축척이 상이한 이종의 데이터 셋은 국가 기본도인 수치지도 2.0과 도로명주소를 관리하기 위하여 제작된 도로명주소 전자지도를 대상으로 한다.

2. 축척이 상이한 데이터 셋에서의 갱신 객체 정의

수치지도 2.0은 2년 주기로 갱신되고 있으며, 도로명주소 전자지도는 매달 갱신되고 있다. 또한 전자의 축척은 1:5,000, 후자는 1:1,000으로 수치지도 2.0이 상대적으로 소축척이다(이하 수치지도 2.0: 소축척, 도로명주소 전자지도: 대축척). 따라서 갱신주기가 짧은 대축척인 도로명주소 전자지도를 이용하여 갱신주기가 긴 소축척인 수치지도 2.0의 건물 객체에 대한 갱신 정보를 생성할 수 있을 것이다.

축척이 상이한 두 데이터 셋은 크게 일반화 정도의 차이로 인한 불일치와 건물의 철거나 신축 등과 같은 실질적 변화로 인한 불일치로 나눌 수 있다. 예를 들어, 소축척인 공간 데이터 셋에서는 하나의 폴리곤으로 표현된 객체가 대축척인 공간 데이터 셋에서는 다수의 폴리곤으로 표현된 경우에는 일반화 정도의 차이로 인한 불일치로 판단할 수 있다. 그렇지 않고 소축척의 공간 데이터 셋의 다수의 객체가 대축척의 공간 데이터 셋의 단일 객체와 매칭이 되는 경우는 일반화로 인한 불일치이기 보다는 건물의 철거나 신축 등 실질적 변화로 인한 불일치로 판단할 수 있다. 그러나 아직까지 우리나라의 경우 축척별 일반화를 위한 세부 규정이 명확하지 않아 일반화로 인한 불일치를 보다 세밀하게 구분하는데 한계가 있다(박청 등, 2010).

따라서 본 연구에서는 축척이 상이한 이종의 데이터 셋을 중복하여 면 객체별 교차되는 면 객체의 수 즉, 매칭 관계를 분석하여 표 1과 같이 일반화로 인한 불일치와 실질적 변화로 인한 불일치를 구분하고, 실질적 변화로 인한 불일치에 해당하는 면 객체만을 갱신 객체로 정의한다. 소축척 공간 데이터 셋에만 건물이 존재하는 경우(1:0)는 소축척 공간 데이터 셋의 건물 객체가 삭제되어야 하며, 갱신된 대축척 공간 데이터 셋에만 건물이 존재하는 경우

표 1. 매칭 관계에 따른 갱신 객체 정의
(소축척 공간 데이터 셋 : 대축척 공간 데이터 셋)

매칭 관계	갱신 객체	비 고
1:0	O	실질적 변화로 인한 불일치(철거)
0:1	O	실질적 변화로 인한 불일치(신축)
1:1	X	동일 객체
1:n	X	일반화에 의한 불일치
n:1	O	실질적 변화로 인한 불일치
n:m	O	실질적 변화로 인한 불일치

(0:1)는 소축척 공간 데이터 셋에 갱신된 대축척 공간 데이터 셋의 건물이 삽입되어야 한다. 소축척 공간 데이터 셋의 다수의 건물과 대축척 공간 데이터 셋의 하나 이상의 건물이 매칭되는 경우(n:1, n:m)는 소축척 공간 데이터 셋의 건물이 대축척 공간 데이터 셋의 건물로 대체되어야 한다.

3. 형상유사도 기반 매칭을 통한 갱신 객체 탐지 방법

본 연구에서는 갱신 객체를 탐지하기 위하여 먼저 이종의 데이터 셋에서 발생하는 계통오차를 제거한 후 매칭을 통하여 갱신 객체를 탐지하게 된다. 이때, 다대다 매칭 관계 즉, n:1, 1:n, n:m 매칭 관계의 경우는 매칭과정에서 해당 객체를 그룹화할 필요가 있다. 즉, 형상유사도 기반의 매칭은 참조자료의 면 객체와 목표자료의 면 객체를 각각 비교하면서 매칭이 수행되므로, 실제로 대축척 공간 데이터 셋의 다수의 면 객체가 소축척 공간 데이터 셋의 하나의 면 객체와 매칭되는 경우에 대축척 공간 데이터 셋의 다수의 면 객체를 단일 객체로 변형하여 소축척 공간 데이터 셋의 하나의 면 객체와 매칭여부를 분석해야 한다. 따라서 계통오차를 제거한 후 중첩 분석을 통하여 매칭 관계를 분석 후 다대다 매칭 관계인 경우 다수의 객체를 단일 객체로 변형한 후에 형상유사도 기반의 객체 매칭을 수행한다. 마지막으로, 탐지된 매칭 객체는 2절에서 정의된 기준에 따라 갱신 객체인지 판별하게 된다(그림 1).

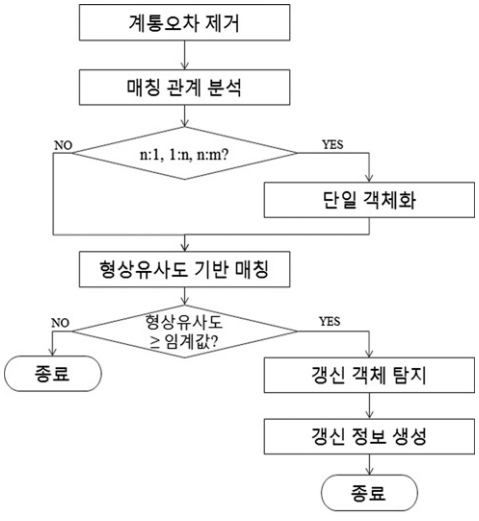


그림 1. 형상유사도 기반 매칭을 통한 갱신 객체 탐지를 위한 연구 흐름도

3.1 계통오차 제거

본 연구에서 대상으로 하는 수치지도 2.0과 도로명주소 전자지도는 각각 세계측지계에 기준한 TM좌표와 동경측지계에 기준한 UTM-K좌표로 생성되어 이를 세계측지계에 기준한 TM좌표로 통일한다. 좌표계를 통일한 이후에도 상이한 축척으로 인한 계통적 오차가 발생하는데, 이것은 아핀변환을 통하여 제거할 수 있다(Masuyama, 2006; Qi, 2010). 이때, 수치지도2.0의 갱신 객체를 탐지해야 하므로 수치지도 2.0을 참조자료로 하여 목표자료인 도로명주소 전자지도의 계통오차를 제거하게 된다. 본 연구에서는 김정옥 (2010)의 방법을 적용하여 두 공간 데이터 셋의 속성정보 중에서 건물 명칭을 비교하여 건물 명칭이 완전히 일치하는 객체를 선택하고, 선택된 객체의 공간적 위치를 비교하여 최종 랜드마크 즉, 기준점을 추출한다. 추출된 랜드마크를 이용하여 아핀변환을 수행하며, RMSE는 "수치지형도작성작업규정(제2010-981호)"에 제시된 위치 정확도인 0.7m 이내로 한다.

3.2 단일 객체화

수치지도 2.0과 계통오차가 제거된 도로명주소 전자지도를 중첩 분석하여 교차되는 면 객체를 매칭 후보군으로 산정한다. 중첩 분석은 양방향으로 수행된다. 먼저 수치지도 2.0을 참조자료로 하고 도로명주소 전자지도를 목표자료로 하여 중첩 분석을 수행하고, 다음으로 반대로 도로명주소 전자지도를 참조자료로 중첩 분석을 수행하여 매칭 관계를 도출한다. 특히 매칭 관계가 n:1, 1:n, n:m인 경우는 다수의 면 객체를 단일 객체로 변환한다.

참조자료의 면 객체와 목표자료의 교차되는 다수의 면 객체 각각에 포함함수(식 1, I(A,B))를 적용하여 포함함수가 0.4보다 큰 목표자료의 객체를 선택한다. 선택된 객체 즉, 포함함수가 0.4보다 큰 다수의 면 객체는 Huff 등(1977)이 제안한 curve-fitting알고리즘을 적용하여 다수 객체의 convex hull을 추출한다. 결과적으로 단일 객체화 과정을 통하여 기존의 중첩 분석을 통한 후보 매칭 쌍이 새롭게 정의된다.

$$I(A,B) = \frac{\text{면적}(A \cap B)}{min(\text{면적}(A), \text{면적}(B))} \quad (1)$$

여기서, A : 참조자료의 면, 객체 B : 목표자료의 면 객체

3.3 형상유사도 기반 면 객체 매칭

3.2에서 정의된 후보 매칭 쌍에 대하여 형상유사도를 구하여 유사한 객체를 찾는다. 형상유사도(Sim_{SS}(A,B))는

후보 매칭 쌍 각각을 대상으로 면 객체의 대표점인 무게중심간의 거리를 이용한 위치 기준(Sim_P(A,B)), 면 객체의 형상적 특징을 설명하는 형상지수를 이용한 형상 기준(Sim_S(A,B)), 중복면적비를 이용한 면적 기준(Sim_A(A,B))의 가중 선형 조합으로 산출된다(식 2). 이때, 가중치는 Diakoulaki 등(1995)이 제안한 방법을 적용하여 각 매칭 기준의 표준편차와 매칭 기준간의 상관관계를 고려하여 자동으로 선정된다.

$$Sim_{SS}(A,B)=\omega_1\times Sim_P(A,B)+\omega_2\times Sim_S(A,B)+\omega_3\times Sim_A(A,B)$$

여기서, A : 참조자료의 면, 객체 B : 목표자료의 면 객체 (2)

$$Sim_P(A,B)=1-\frac{D(P_A,P_B)}{max(D(P_{A_{all}},P_{B_{all}}))},\ D(P_A,P_B)=\sqrt{(X_A-X_B)^2+(Y_A-Y_B)^2}$$

$$Sim_S(A,B)=1-\frac{S(A,B)}{max(S(A_{all},B_{all}))},\ S(A,B)=\left|\frac{둘레(A)}{2\sqrt{\pi\times 면적(A)}}-\frac{둘레(B)}{2\sqrt{\pi\times 면적(B)}}\right|$$

$$Sim_A(A,B)=1-\frac{A_{ov}(A,B)}{max(A_{ov}(A_{all},B_{all}))},\ A_{ov}(A,B)=\left|\frac{면적(A\cup B)-면적(A\cap B)}{면적(A)+면적(B)}\right|$$

$$\omega_j=\frac{C_j}{\sum_{k=1}^{m}C_k},\ C_j=\sigma_j\times\sum_{k=1}^{m}(1-r_{jk})$$

, C_j : 각 매칭 기준의 정보량, σ_j : 각 매칭 기준의 표준편차, r_{jk}: 매칭 기준간의 상관관계

각 후보 매칭 쌍에 대하여 형상유사도가 구해지면 유사한 객체인가를 판단하기 위한 기준이 요구된다. 이를 위하여 훈련자료에서 수동으로 정 매칭 쌍과 오 매칭 쌍을 추출하여 각각의 형상유사도를 구한 후, 치우친 분포가 반영된 조정된 상자도표(adjusted boxplot)를 이용하여 특이점이 나타나는 구간을 정의한다. 이 구간에서 각각의 형상유사도 값이 교차되는 지점을 임계값으로 하여 유사한 객체를 판단한다. 즉, 각 후보 매칭 쌍에서 구해진 형상유사도가 임계값 이상인 경우 해당 객체는 서로 유사한 즉, 정 매칭인 객체이다. 본 논문의 형상유사도 기반 면 객체 매칭은 김지영 등(2011)이 제안한 방법으로 자세한 내용은 해당 논문을 참고한다.

3.4 갱신 객체 탐지 및 갱신 정보 생성

수치지도 2.0과 도로명주소 전자지도의 매칭을 통하여 정 매칭으로 판별된 객체 중에서 수치지도 2.0의 객체가 단일 객체화된 경우는 n:1과 n:m인 매칭 관계로 2절에서 정의한 갱신 객체에 해당된다. 또한 수치지도 2.0과 도로명주소 전자지도에만 각각 면 객체가 존재하는 경우도 갱신 객체이다. 따라서 표 2와 같이 각 데이터 셋의 면 객체의 식별자와 갱신 타입 등으로 이루어진 갱신 객체 테이블을 생성하여 탐지된 갱신 객체 정보를 제공한다.

표 2. 갱신 객체 테이블 (소축척 공간 데이터 셋 : 대축척 공간 데이터 셋)

필드명	타 입	설 명
UFID	String	· 수치지도2.0의 유일식별자 · U_TYPE=0인 경우 NULL / U_TYPE=1인 경우 1개 / U_TYPE=2 or 3인 경우 2개 이상의 BD_MGT_SN가 입력됨
BD_MGT_SN	String	· 도로명주소 전자지도의 건물관리번호 · U_TYPE=0 or 2인 경우 1개 / U_TYPE=1인 경우 NULL / U_TYPE=3인 경우 2개 이상의 UFID가 입력됨
U_TYPE	Integer	1:갱신 객체 (M_TYPE=1~4인 경우) / 2: 후보 객체 (형상유사도가 임계값 이하인 경우)
M_TYPE	Integer	1: 매칭 관계 0:1 / 2: 매칭 관계 1:0 / 3: 매칭 관계 n:1 / 4: 매칭 관계 n:m / 5: 매칭 관계 1:n

4. 적용 및 평가

4.1 실험 자료

본 연구에서는 2006년 촬영되고, 2007년에 갱신된 수치지도2.0 37709081도엽의 건물 레이어를 참조자료로 동일 지역의 2010년 8월 갱신된 도로명주소 전자지도의 건물 레이어를 목표자료로 사용하였다. 실험 대상 지역은 실험 자료의 일부분으로 수치지도 2.0의 1,051개와 도로명주소 전자지도의 1,156개의 면 객체가 포함되어 있다.

4.2 실험 결과 및 평가

갱신 객체를 탐지하기 위하여 첫 번째로, 계통오차를 제거하였다. 이를 위하여 실험 자료의 좌표를 세계측지계에 기준한 TM좌표로 통일한 후, 건물명이 일치하는 객체를 36개 선정하였다. 선정된 건물 객체 중에서 거리와 각도오차가 임계값 이내인 최종 랜드마크 12개를 이용하여 아핀변환을 수행하였다(그림 2). 이때, RMSE는 0.62m이다.

두 번째로, 단일 객체화를 수행하기 위하여 양방향의 중첩 분석을 통하여 실험 자료 사이의 매칭 관계를 분석하였다. 그 결과는 표 3과 같으며, 다대다 매칭 관계의 객체는 해당 면 객체 각각에 대한 포함함수를 구하여 그 값이 0.4보다 큰 면 객체끼리 그룹핑을 하여 단일 객체화하

였다. 그 결과 수치지도 2.0에서 50개, 도로명주소 전자지도에서 79개의 객체가 단일 객체화 대상 객체로 추출되었으며, 최종적으로 수치지도 2.0에서 23개, 도로명주소 전자지도에서 38개의 convex hull이 생성되었다(그림 3). 기존의 실험 자료에서 단일 객체화에 사용된 면 객체를 그룹핑한 convex hull로 대체하여, 형상유사도 기반 매칭이 수행될 면 객체는 수치지도 2.0와 도로명주소 전자지도에서 각각 1,024개와 1,115개이다.

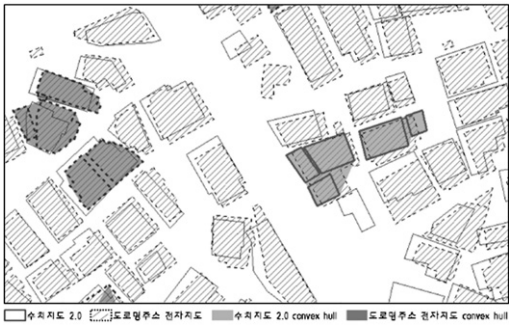
그림 2. 아핀변환에 이용된 최종 랜드마크

표 3. 양방향 중첩 분석을 통한 매칭 관계
(수치지도2.0 : 도로명주소 전자지도)

매칭 관계	해당 객체	비 고
1:0	108개	
0:1	48개	
1:1	816개	
n:m	488개	1:n, n:1 포함

세 번째로, 단일 객체화가 수행된 실험 자료를 이용하여 형상유사도 기반 객체 매칭을 수행하였으며, 이때 각 유사도에 대한 가중치는 표 4와 같다. 본 실험 자료의 경우 면적 기준이 형상유사도를 결정하는데 중요하고, 위치 기준, 형상 기준 순으로 나타났다. 본 연구와 동일한 실험 자료를 사용한 김지영 등(2011)의 연구와 가중치가 상이한 이유는 아핀변환과 단일 객체화 과정에서 생성된 convex hull로 인

(a)단일 객체화 대상 객체



(b) 단일 객체화 대상 객체의 **convex hull**

그림 3. 단일 객체화 결과

하여 형상 기준보다는 면적 기준과 위치 기준에 보다 높은 가중치가 부여된 것으로 판단된다. 형상유사도를 매칭 후보군에 대하여 측정한 후 김지영 등(2011)이 제시한 임계값 0.797을 적용하여 형상유사도가 0.797이상인 경우 면 객체가 서로 유사하고, 그렇지 않은 경우는 유사하지 않다고 판단하였다. 그 결과, 후보 매칭 1,256쌍 중에서 유사한 매칭 쌍 즉, 정 매칭 쌍으로 797쌍이 탐색 되었다.

마지막 단계로, 형상유사도 기반의 매칭을 바탕으로 2절에서 정의한 갱신 객체를 탐지하였다. 탐지된 갱신 객체는 표 5와 같으며, 갱신 객체에 대한 정보는 갱신 객체 테이블(2절의 표 2)로 정리되었다. 이때, 갱신 객체 테이블은 단일 객체화 단계 이전의 원시자료의 객체 정보를 바탕으로 생성된다. 이는 단일 객체화로 생성된 convex hull의 경우 주변의 기존 건물 객체와 교차하는 등의 충돌이

표 4. 형상유사도 산출 시 사용된 상관관계와 가중치(ω)

	위치 기준	형상 기준	면적 기준	σ	ω
위치 기준	1	0.11	0.04	0.143	0.341
형상 기준	0.11	1	0.42	0.064	0.121
면적 기준	0.04	0.42	1	0.271	0.537

표 5. 제안된 방법으로 탐지된 갱신 객체 (수치지도2.0 : 도로명주소 전자지도)

구 분		매칭 관계	해당 객체	갱신 사항
유사 객체	갱신 객체	1:0	108개	수치지도2.0에서 대상 객체 삭제
		0:1	48개	수치지도2.0에 대상 객체 삽입
		n:1	16개	수치지도2.0의 대상 객체 삭제 후 도로명주소 전자지도의 대상 객체 삽입
		n:m	1개	
비 유사 객체	후보 객체	1:1 / n:1 / 1:n / n:m	64개	형상유사도 기반 매칭에서 매칭되지 않은 객체로, 육안 확인이 필요한 객체

표 6. 탐지된 갱신 객체의 매칭 쌍에 대한 통계적 평가

	제안된 방법으로 탐지된 매칭 쌍	수동 추출된 정 매칭 쌍	탐지된 매칭 쌍 중 정 매칭 쌍	정확도	재현율	F-측정값
결과	797쌍	848쌍	788쌍	0.989	0.929	0.958

발생하는 추가적인 문제가 발생하며, 이는 본 연구의 범위인 갱신 객체 탐지에 벗어나므로 본 연구에서는 원시자료에 갱신관련 정보만을 생성하였다.

다음으로 본 연구에서 제안한 방법인 형상유사도 기반 객체 매칭 방법으로 탐지된 갱신 객체에 대한 정확도 평가를 위하여, 실험 자료에서 수동으로 유사한 즉, 정 매칭 쌍을 추출하여 온톨로지 매칭의 결과를 평가하는 척도인 F-측정값으로 평가하였다(김지영 등, 2011). 제안된 방법으로 탐지된 갱신 객체의 통계적 평가를 수행한 결과는 표 6과 같으며, F-측정값이 0.958로 나타났다. 또한, 시각적으로 평가한 결과 기하학적 형상이 유사하지 않고, 우연오차로 인하여 위치 오차가 큰 객체에서 매칭 쌍이 탐색되지 않았으며, 다대다 매칭의 경우 매칭 쌍이 잘 찾아진 것을 확인할 수 있다(그림 4).

그림 4. 수치지도 2.0에서 탐지된 정 매칭 쌍과 갱신 면 객체

5. 결 론

본 연구에서는 축척과 갱신 시기가 상이한 공간 데이터 셋을 대상으로 갱신 객체를 자동으로 탐지하는 방법을 제안하였다. 이를 위하여 축척과 갱신 시기가 상이한 공간 데이터 셋의 중첩 분석을 통하여 발생할 수 있는 경우를 분석하여, 본 연구의 대상이 되는 갱신 객체를 정의하였다. 다음으로 갱신 객체 탐지를 위하여, 첫째 좌표체계를 통일하고, 거리와 각도 오차가 임계값 이내인 랜드마크를 이용하여 아핀변환을 수행하여 계통오차를 제거하였다. 둘째, 매칭 관계를 분석하여 다대다 매칭 관계의 객체는 포함함수를 적용하여 0.4이상인 객체들은 해당 객체의 convex hull을 생성하여 단일 객체화한다. 셋째, 새롭게 생성된 객체에 대하여 중첩 분석을 통하여 형상유사도 기반 면 객체 매칭을 수행한다. 이때, 임계값이 0.797이상인 면 객체는 유사하다고 판단한다. 넷째, 중첩 분석에서 도출된 매칭 관계와 형상유사도 기반 매칭의 결과를 이용하여 갱신 주기가 길고, 소축척 공간 데이터 셋 대한 갱신 객체 테이블을 생성한다. 이를 우리나라의 갱신 주기가 길고, 소축척인 수치지도 2.0과 갱신 주기가 짧고, 대축척인 도로명주소 전자지도에 적용한 결과 탐지된 갱신 객체의 매칭 쌍의 정확도 즉, F-측정값이 0.958으로 나타났다. 또한 시각적 평가를 수행한 결과 기하학적 형상이 유사하지 않거나, 위치오차가 큰 객체를 제외하고는 비교적 유의미한 갱신 객체 정보가 제공되는 것을 확인할 수 있었다.

그러나 앞에서도 언급한 바와 같이 갱신은 갱신 객체를 탐지하고, 탐지된 갱신 객체를 갱신 주기가 긴 소축척의

공간 데이터 셋에 안착시키는 과정까지 수행되어야 한다. 따라서 향후에 탐색된 갱신 객체를 갱신 대상 공간 데이터 셋에 안착하는 과정에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업 (No.00045395)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

김정옥 (2010), **지리적 관계를 이용한 공간데이터 셋의 객체매칭 방법론**, 박사학위논문, 서울대학교, pp. 28-37.

김지영, 허용, 김대성, 유기윤 (2011), CRITIC 방법을 이용한 형상유사도 기반의 면 객체 자동매칭 방법, **한국측량학회지**, 제 28권, 제 2호, 한국측량학회, pp. 113-121.

박청, 박기석, 엄찬용 (2010), 수치지도의 축척별 동시갱신 위한 규정 및 DB 설계 방안 연구, **한국지형공간정보학회 춘계학술대회 논문집**, 한국지형공간정보학회, pp. 97-100.

Bel Hadj Ali, A. (2001), Positional and shape quality of areal entities in geographic databases: quality information aggregation versus measures classification, *Proceeding of ECSQARU "2001 Workshop on Spatio-Temporal Reasoning and Geographic Information Systems*, Toulouse, pp. 1-16.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G. and Papayannakis, L. (1995), Determing objective weights in multiple criteria problems: the CRITIC method, *Computers & Operational Research*, Elsevier, Vol. 22, No. 7, pp. 763-770.

Fu, Z. and Wu, J. (2008), Entity matching in vector spatial data, *Proceedings of the XXIth ISPRS Congress*, ISPRS, China, pp. 1467-1472.

Huang, L., Wang, S., Ye, Y., Wang, B. and Wu, L. (2010), Feature matching in cadastral map integration with a case study of Beijing, *Proceedings of 2010 18th International Conference on Geoinformatics*, IEEE, China, pp. 1-4.

Huff, D. A. and Batsell, R. R. (1977), Delimiting the areal extent of a market area, *Journal of Marketing Research*, American Marketing Association, Vol.15, pp. 581-585.

Laurini, R. (1994), Multi-source updating and fusion of geographic databases, *Computers, Environment and Urban Systems*, Elsevier, Vol. 18, No. 4, pp.243-256.

Masuyama, A. (2006), Methods for detecting apparent differences between spatial tessellations at different time points. *International Journal of Geographical Information Sciences*, Taylor & Francis, Vol. 20, No.6, pp.633-648.

Matikainen, L., Hyyppa, J., Ahokas, E., Markelin, L. and Kaartinen, H. (2010), Automatic Detection of Buildings and Changes in Buildings for Updating of Maps, *Remote Sensing*, Vol.2, pp. 1217-1248.

Qi, H. B., Li, Z. L. and Chen, J. (2010), Automated change detection for updating settlements at smaller-scale maps from updated larger-scale maps, *Journal of Spatial Science*, Taylor & Francis, Vol. 51, No.1, pp. 133-146.

Samal, A., Seth, S. and Cueto, K. (2004), A feature-based approach to conflation of geospatial sources, *International Journal of Geographical Information science*, Taylor & Francis, Vol. 18, No. 5, pp. 459-489.

Uitermark, H.T. (2001), *Ontology-based geographic data set integration*. PhD Dissertation. Deventer, The Netherlands.

van Goesseln. G. and Sester, M. (2005), Change detection and integration of topographic updates from ATKIS to geoscientific data sets. *International Conference on Next Generation Geospatial Information*. USA, pp. 69-80.

Wang, Y. and Luo, Y. (2010), Integration of correlations with standard deviations for determining attribute weights in multiple attribute decision making, *Mathematical and Computer Modelling*, Elsevier, Vol. 51, pp. 1-12.

Wenjing, T., Yanling, H., Yuxin, Z. and Ning, L. (2008), Research on areal feature matching algorithm based on spatial similarity, *Proceedings of Control and Decision Conference (CCDC 2008)*, China, pp. 3326-3330.

(접수일 2012. 01. 12, 심사일 2012. 02. 15, 심사완료일 2012. 02. 26)