

# 버퍼 기반 네트워크 매칭을 이용한 도로 데이터 갱신기법 연구

## A Study on Updating Methodology of Road Network data using Buffer-based Network Matching

박우진\*

Park, Woo-Jin

### 초 록

수치지도의 도로 데이터를 효율적으로 갱신하기 위해서는 최신 갱신된 지도자료로부터 갱신된 정보만을 추출하여 반영하는 것이 효율적이다. 본 연구에서는 갱신 대상이 되는 네트워크 데이터와 갱신 참조 데이터를 중첩한 후 네트워크 매칭기법을 적용하여 갱신 대상 객체를 탐색한 후, 해당 대상 객체의 갱신 케이스를 분류하고 케이스에 따라 갱신하는 일련의 프로세스를 개발, 적용하고자 하였다. 이를 위해 수치지형도 도로중심선 데이터를 갱신 대상으로 하고 도로중심선 전자지도의 도로구간 데이터를 갱신 참조 데이터로 하여 버퍼 기반 네트워크 매칭 기법을 적용한 후, 각 객체의 중첩길이를 계산하여 매칭 및 갱신 케이스에 따라 객체그룹을 분류하였으며 분류된 객체그룹에 갱신 프로세스를 적용하여 갱신된 수치지형도 도로중심선 데이터를 도출하였다. 적용 결과, 이종의 데이터로부터 갱신정보를 추출하여 도로 네트워크 데이터의 갱신과정에 이를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

**주요어:** 버퍼 기반 네트워크 매칭, 중첩길이기법, 갱신 케이스, 도로 네트워크, 수치지형도

### ABSTRACT

It can be effective to extract and apply the updated information from the newly updated map data for updating road data of topographic map. In this study, update target data and update reference data are overlaid and the update objects are explored using network matching

---

\* 서울대학교 환경정화기술 및 위해성평가 연구센터 연구연구원(E-mail : woojin1@snu.ac.kr)

technique. And the network objects are classified into five matching and update cases and the update processes for each case are applied to the test data. For this study, road centerline data of digital topographic map is used as an update target data and road data of Korean Address Information System is used as an update reference data. The buffer-based network matching method is applied to the two data and the matching and update cases are classified after calculating the overlaid ratio of length. The newly updated road centerline data of digital topographic map is generated from the application of update process for each case. As a result, the update information can be extracted from the different map dataset and applied to the road network data updating.

**Keywords:** Buffer based network matching, Overlaid ratio of length, Update case, Road network, Digital map

## 1. 서론

수치지도가 다양한 분야에서 활용됨에 따라 수치지도의 최신성을 유지하기 위한 갱신기법의 필요성이 더욱 증대되고 있다. 특히, 도로 데이터는 지도에서 차지하는 비율이 매우 높고 지형지물 간의 위치관계를 파악하기 위해 필수적이다. 수치지도에 있어서 도로 데이터의 최신정보를 반영하기 위해서는 전체 데이터를 새로운 데이터로 교체하는 방식보다는 갱신의 대상이 되는 도로 객체만을 탐색하여 갱신 정보를 반영하는 것이 효율적이다. 이 과정에서 도면자료나 대장자료, 최신 갱신된 이종의 지도자료를 이용하는 방법론이 효과적일 수 있다(김원대 등, 2000; 김효중, 2008; 양성철 등, 2009; 김지영 등, 2012). 이를 위해서는 최신의 갱신정보가 반영되어 있는 이종의 도로 네트워크 데이터를 수

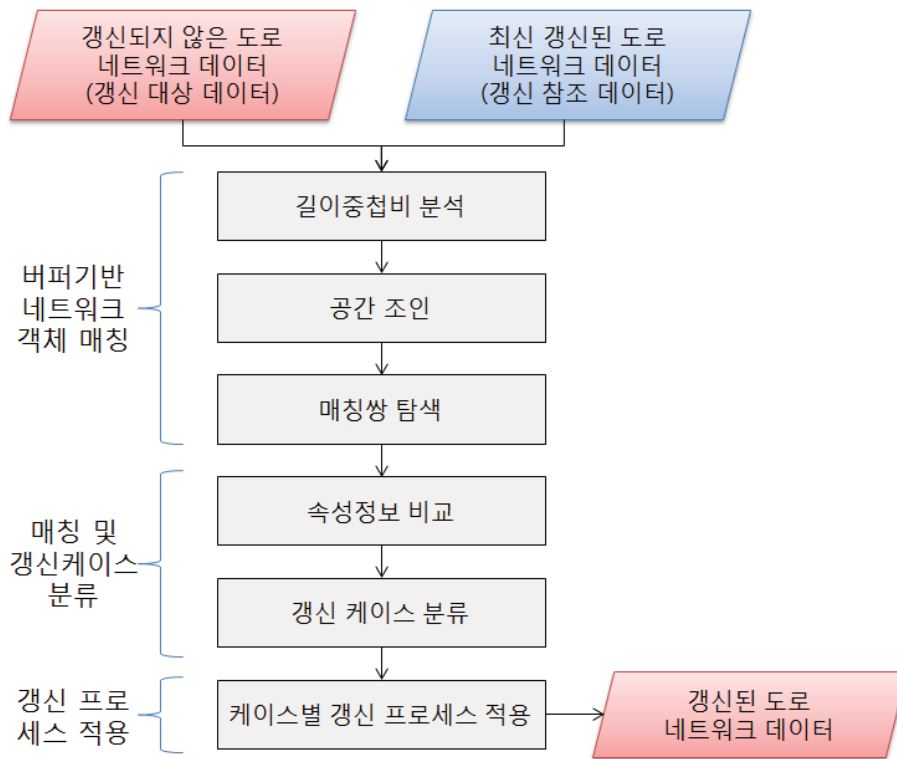
치지도 도로중심선 데이터와 중첩하여 객체 간 매칭을 통해 갱신 대상 객체를 효율적으로 분류할 필요가 있다.

매칭은 실세계의 같은 현상을 표현하는 지리적 객체들 간의 대응 관계를 구축하기 위한 기술이며(Filin and Doytsher, 1999; Walter and Fritsch, 1999) 매칭 기법을 활용한 GIS DB 갱신은 효율성, 비용, 데이터 일관성 보존 측면에서 매우 중요한 방법론이다(Qi 등, 2010). Shen 등(2007)의 연구에서는 네비게이션을 위한 도로 네트워크 데이터를 효율적으로 관리하기 위해 갱신정보만을 추출, 적용하기 위한 갱신 프레임워크를 제시한 바 있으며 갱신 이벤트를 출현, 소실, 속성 변화, 확장, 분할로 구분하고 갱신 케이스를 추가, 삭제, 수정으로 구분한 바 있다. Briat 등(2008)은 DCM(Digital Cartographic Model)의 객체와 표현을 갱신하기 위해 DLM

(Digital Landscape Model)으로부터 갱신된 사항들을 추출해서 반영하는 방법론을 제안하였으며 Hu 등(2008)은 대축척(1:10,000)의 새로운 데이터로부터 소축척(1:50,000)의 오래된 GIS 데이터를 갱신하기 위해 매칭 기법과 선택적 삭제 기법으로 이루어진 도로 데이터 갱신 기법을 제안하였다. 그러나 이들 연구에는 갱신 케이스를 분류하고 갱신하는 상세과정에 대한 설계는 제시되지 않았다. Jahard 등(2003)은 자동 일반화와 점진적(incremental) 갱신 프로세스를 이용한 지도 갱신 기법을 제안, 적용하였으며 도로 객체에 대한 갱신 규칙을 크게 ‘생성, 속성정보 수정, 도형정보 수정’의 세 카테고리로 나누고 다시 각 케이스에 대한 갱신 프로세스를

정의한 바 있다. Zhang and Couloigner(2004)의 연구에서도 도로 데이터의 갱신을 위한 변화 탐지 기법이 제시되었는데, 객체 간 매칭을 바탕으로 하여 변화정보만을 추출하고 이를 반영하는 방법론을 제시하였다. 그러나 위의 연구에서도 마찬가지로 갱신 케이스를 분류하는 정량적 기준이나 과정 등이 상세히 제시되지 않는 한계가 있었다. 따라서 아직까지 도로 네트워크 데이터의 갱신에 있어서 네트워크 매칭 기법을 통해 이중의 데이터베이스로부터 갱신정보를 추출하고 이를 반영하는 상세한 일련의 프로세스를 제시하고 적용한 사례는 많지 않은 것으로 판단된다.

본 연구에서는 갱신이 되지 않은 갱신 대상 네



[그림 1] 본 연구의 네트워크 데이터 갱신 방법론에 대한 상세흐름도

트위크 데이터와 최신 갱신된 갱신 참조 네트워크 데이터를 중첩한 후 버퍼 기반 네트워크 매칭 기법을 적용함으로써 갱신 대상 객체를 탐색하고, 해당 대상 객체의 갱신 케이스를 분류하여 갱신 프로세스를 적용하는 일련의 갱신 방법론을 개발하고자 하였다.

이를 위해 본 연구에서는 버퍼 기반 네트워크 객체 매칭, 매칭 및 갱신 케이스 분류, 갱신 프로세스 적용의 세 단계로 이루어진 갱신 방법론을 적용하였다. 더욱 상세한 방법론은 다음과 같다. 갱신 대상 데이터와 갱신 참조 데이터의 두 네트워크 데이터에 각각 버퍼를 적용하여 폴리곤화한 후, 네트워크 선형 객체가 버퍼 폴리곤과 중첩된 비율을 계산하여 중첩길이를 분석하였다. 중첩길이를 바탕으로 두 네트워크 데이터의 공간조인을 실시하여 매칭쌍을 탐색하여 매칭 케이스를 분류하였다. 여기서 탐색된 매칭쌍을 바탕으로 속성정보를 비교하여 갱신 케이스를 다시 분류하였다. 분류된 각각의 갱신 케이스별 갱신 프로세스를 정의하고 이를 적용하여 최신 갱신된 도로 네트워크 데이터를 생성한 후, 적용 결과에 대한 통계적 분석을 실시하였다. [그림 1]은 본 연구의 전체적인 갱신 방법론에 대한 상세 흐름도이다.

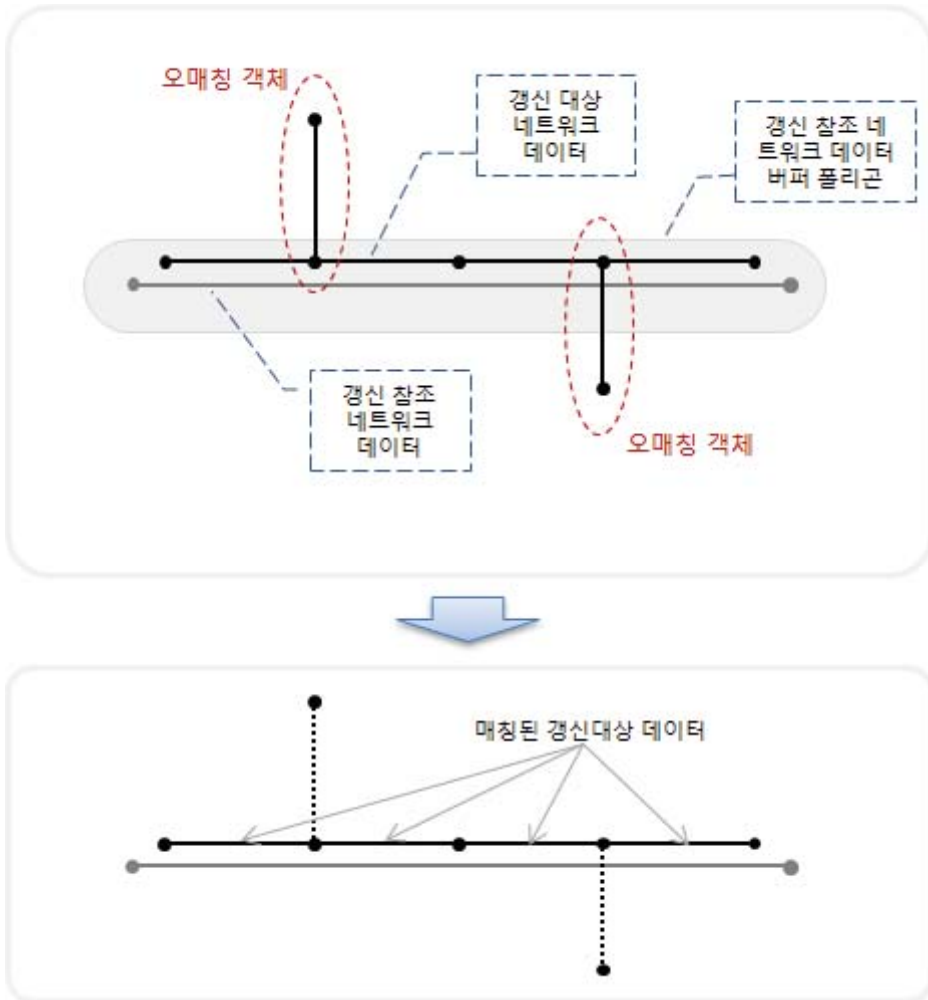
## 2. 버퍼 기반 매칭기법을 이용한 갱신 케이스 분류

도로 네트워크 데이터에 대한 버퍼 기반 매칭 프로세스는 다음과 같다. 우선, 갱신 대상 데이터와 갱신 참조 데이터에 적절한 크기의 버퍼를

적용하여 폴리곤화한다. 그런 다음, 갱신 대상 데이터를 갱신 참조 데이터의 버퍼 폴리곤과 중첩한다. 중첩된 결과를 바탕으로 각 객체의 중첩길이를 계산하고 같은 방법으로 갱신 참조 데이터를 갱신 대상 데이터의 버퍼 폴리곤과 중첩하여 각 객체의 중첩길이를 계산한다. 식 (1)은 중첩길이비( $Ratio_{length}$ )를 계산하는 식을 나타낸다.

$$Ratio_{length} = \frac{length(Link_A \cap BufferPolygon_B)}{length(Link_A)} \times 100 \quad (1)$$

다음으로, 갱신 참조 데이터에 대한 버퍼 폴리곤과 중첩된 갱신 대상 데이터를 매칭된 객체의 후보 객체군으로 분류하였다. 매칭 후보 객체군에 포함된 객체들 중에서 버퍼 폴리곤과 중첩된 도로 객체 중 실제로 매칭되지 않아야 할 객체가 매칭되는 경우(commission error)가 발생할 수 있다. 이렇게 오매칭된 객체를 분류해서 매칭 후보 객체군으로부터 제거해야 하는데, 버퍼 폴리곤과 중첩된 도로 객체 중 길이, 중첩률, 매칭쌍 객체 간의 방향성 등을 고려하여 오매칭된 객체들을 제거할 수 있다. 본 연구에서는 실험적으로 길이가 3m 이하이고 중첩률이 80% 이하이거나 매칭된 객체와의 편각이 45° 이상일 경우를 오매칭 객체로 분류하였으며, 이들 객체를 매칭 후보 객체군으로부터 제외시켰다. [그림 2]는 이러한 버퍼 기반 네트워크 객체 매칭과정에 대한 예시를 나타낸다.



[그림 2] 버퍼 기반 네트워크 객체 매칭과정 예시

중첩길이비가 계산된 두 도로 데이터를 중첩하여 공간조인을 실시하였으며, 공간조인된 데이터를 바탕으로 각 데이터의 중첩길이비를 이용한 분류식을 적용하여 매칭 케이스를 분류하였다.

다음으로, 위에서 도출된 매칭 케이스를 바탕으로 다시 갱신 케이스로 재분류하였다. <표 1>은 중첩길이비를 이용하여 갱신 대상 데이터에 대한 매칭 케이스와 갱신 케이스를 분류하기 위한 조건식을 나타낸다.

본 연구에서 매칭 케이스는 1:1, n:1, n:n, 1:0, 0:1의 5가지로 분류하였으며 갱신 케이스는 ‘도형정보 유지 및 속성정보 수정, 도형정보 수정 및 속성정보 수정, 삭제, 추가’의 4가지로 구분하였는데, 이는 Shen 등(2007)의 연구와 Qi 등(2010)의 연구를 종합적으로 참고한 결과이며 중첩길이비에 대한 임계치는 실험적으로 결정하였다.

〈표 1〉 갱신 대상 네트워크 데이터와 갱신 참조 네트워크 데이터 간의 매칭 케이스 및 갱신 케이스

	분류식		매칭 케이스 (갱신대상: 갱신참조)	갱신 케이스
	갱신 대상 데이터 중첩길이비 (%)	갱신 참조 데이터 중첩길이비 (%)		
case 1	중첩길이비갱신대상≥80	중첩길이비갱신참조≥80	1:1	도형정보 유지, 속성 매칭 후 속성정보 수정
case 2		80)중첩길이비갱신참조≥20	n:1	
case 3	80)중첩길이비갱신대상≥20	중첩길이비갱신참조≥20	n:n	도형정보 수정 및 속성정보 수정
case 4	20)중첩길이비갱신대상≥0	-	1:0	삭제
case 5	-	20)중첩길이비갱신참조≥0	0:1	추가

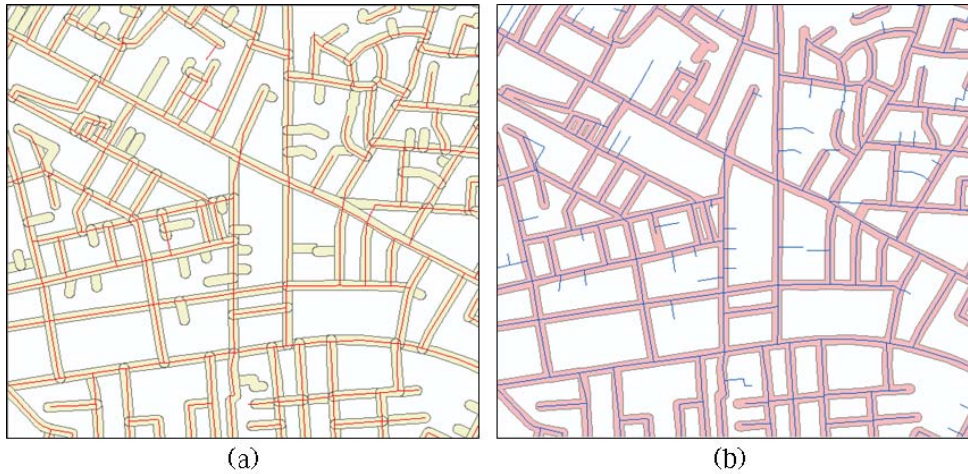
### 3. 적용 및 결과

본 연구에서의 갱신 방법론을 적용하기 위한 테스트 데이터는 다음과 같이 구축하였다. 갱신 대상 데이터로는 서울시 관악구 신림동 지역에 대한 1:5,000 축척의 수치지형도(Ver. 2.0) 도로 중심선 레이어(도엽번호: 37612007, 37612008, 37612009, 37612017, 37612018, 37612019)를 사용하였으며, 최신 갱신정보를 가지고 있는 갱신 참조 데이터로는 동일한 지역에 대한 도로명

주소 전자지도의 도로구간 데이터(구축시기: 2014년 2월)를 사용하였다. [그림 3]은 본 연구에서 사용된 수치지형도 도로중심선 데이터와 도로명주소 전자지도 도로구간 데이터를 각각 나타낸다. 전처리로 두 데이터의 좌표체계를 수치지형도의 좌표체계(GRS80 타원체, TM투영, false northing: 500,000m, false easting: 200,000)로 통일시켰다.



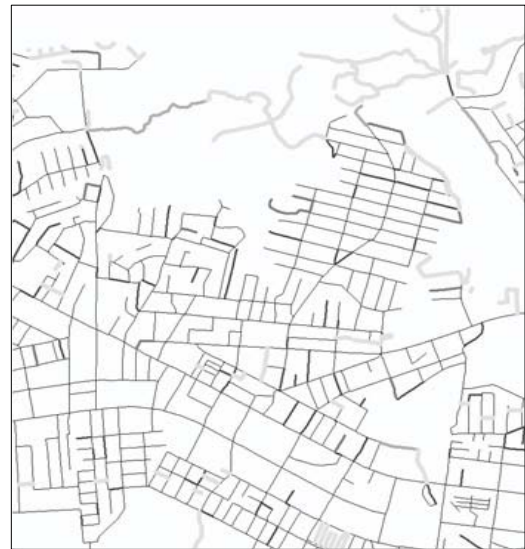
[그림 3] (a) 대상지역(서울시 관악구)에 대한 1:5,000 수치지형도 도로중심선 레이어,  
(b) 대상지역(서울시 관악구)에 대한 도로명주소 전자지도 도로구간 레이어



[그림 4] (a) 도로명주소 도로구간 데이터의 버퍼 폴리곤 위에 중첩된 수치지형도 도로중심선 데이터, (b) 수치지형도 도로중심선의 버퍼 폴리곤 위에 중첩된 도로명주소 도로구간 데이터

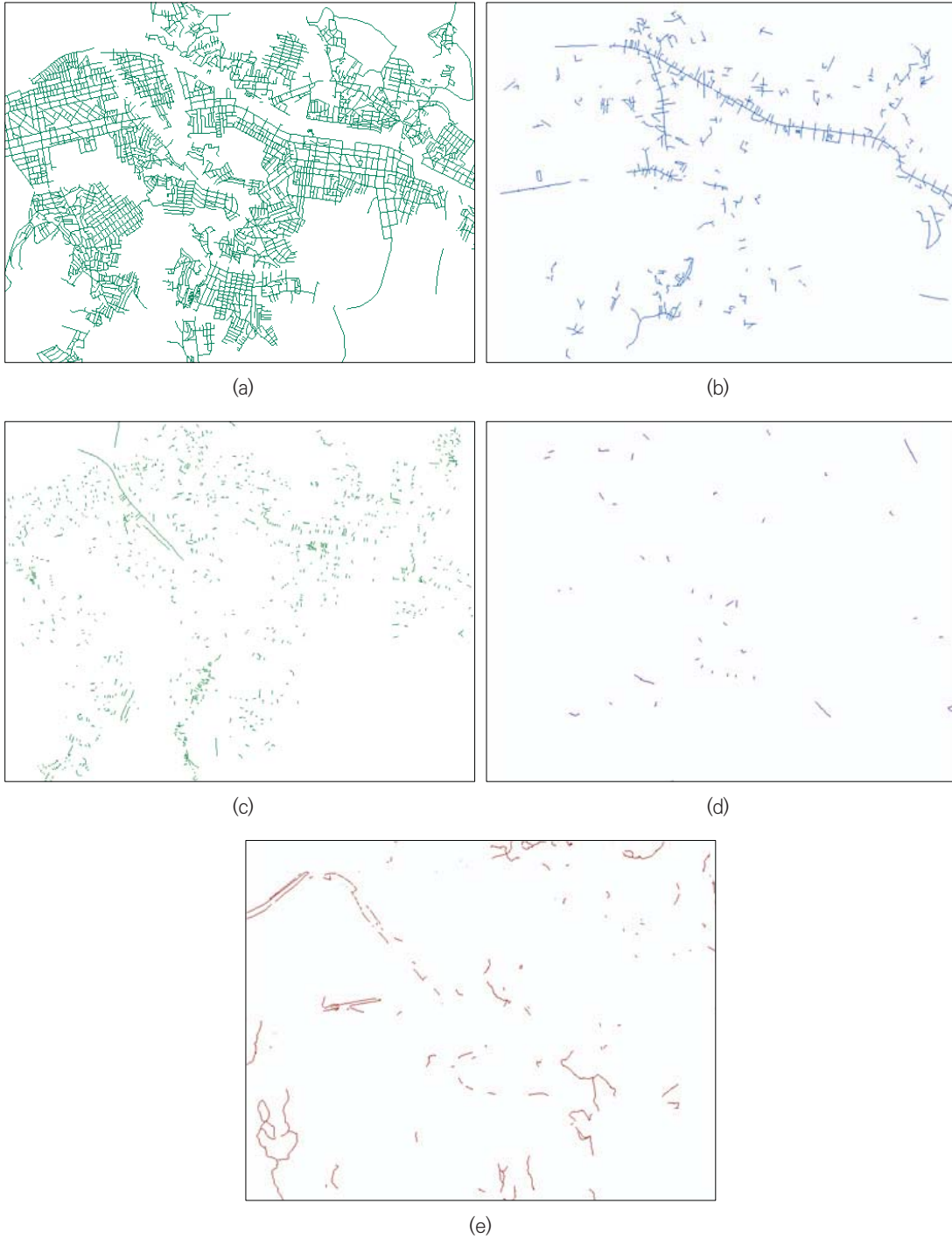
위의 테스트 데이터에 대하여 각각 버퍼(buffer)를 적용하여 폴리곤화한 후 서로 중첩하였다. 이때 버퍼의 크기는 두 데이터의 위치오차, 형상적 차이 등을 고려하여 실험적으로 6m를 적용하였다. [그림 4]는 두 데이터를 서로의 버퍼 폴리곤 데이터와 중첩한 결과를 나타낸다.

다음으로, 중첩결과를 바탕으로 각 객체의 중첩길이를 계산하였다. 즉 수치지형도 도로중심선 객체가 도로구간 폴리곤과 겹치는 비율을 계산하여 도로중심선 객체의 속성정보에 중첩길이를 저장하였으며, 동일한 방법으로 도로구간 객체에 대한 중첩길이도 계산하여 속성정보로 저장하였다. [그림 5]는 중첩길이에 따라 수치지형도 도로중심선을 분류한 결과를 나타낸다. 색깔이 진할수록 중첩비가 높은 객체를 나타내며, 색깔이 옅을수록 중첩비가 낮은 객체를 나타낸다.



[그림 5] 중첩길이비 기반의 수치지형도 도로중심선 분류 결과

다음으로, 도로중심선과 도로구간 데이터를 공간조인하여 탐색된 매칭쌍의 중첩길이에 따라 매칭 케이스와 갱신 케이스를 분류하였다. [그림 6]은 위와 같은 분류식을 적용하여 매칭 및 갱신 케이스를 분류한 결과를 나타낸다.



[그림 6] 매칭 및 갱신 케이스를 분류한 결과. (a) case 1, (b) case 2, (c) case 3, (d) case 4, (e) case 5



〈표 2〉 각 매칭 및 갱신 케이스에 대한 객체 수 및 총연장

	매칭 케이스 (갱신대상: 갱신참조)	갱신 케이스	객체 수	길이(m)		
				합계 (sum)	평균 (mean)	표준편차 (std. dev)
case1	1:1	도형정보 유지, 속성 매칭 후 속성정보 수정	8357	304292.8	37.7	42.2
case2	n:1		799	41708.4	52.2	40.4
case3	n:n	도형정보 수정 및 속성정보 수정	54	2616.5	48.5	49.8
case4	1:0	삭제	444	38411.3	86.5	132.9
case5	0:1	추가	1247	35848.4	28.7	49.2

〈표 2〉는 각 케이스로 분류된 객체그룹에 대한 객체 수, 객체 길이의 통계적 정보를 나타낸다.

통계 분석 결과, 수치지형도 도로중심선 데이터 중 case 1은 8537개의 객체 수와 304292.8m의 연장을 나타내어 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며, case 2는 799개의 객체 수와 41708.4m의 연장으로 두 번째 높은 비중을 차지하였다. case 3은 54개의 객체 수와 2616.5m의 연장으로 가장 낮은 비중을 차지하였고 case 4는 444개의 객체 수와 38411.3m의 연장을 나타내어 세 번째로 높은 비중을 차지하였다. 특히 case 4 객체그룹의 평균 선형 길이는 86.5m로, 상대적으로 매우 긴 객체들이 다소 포함되어 있는 것으로 나타났다. 도로명주소 전차지도의 도로구간 데이터에서 case 5에 해당하는 객체그룹도 1247개의 객체 수와 35848.4m의 연장을 보여, 적지 않은 비중을 차지하는 것으로 나타났으며 평균이 28.7m로 매우 낮아, 상대적으로 길이가 짧은 소로들이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났다.

또한, 도형정보 수정의 측면에서 보았을 때 갱신대상이 되는 객체는 case 3, 4, 5에 해당하는

객체군이라고 할 수 있는데, 객체 수로는 전체 데이터의 16.01%, 총연장으로는 전체 데이터의 18.18%에 해당한다. 이는 본 연구에서의 갱신 케이스 분류 및 갱신기법을 적용하였을 경우, 전수갱신을 하였을 경우에 비하여 도로객체의 도형정보 수정작업의 약 83% 정도를 절감하는 효과가 있다고 볼 수 있다. 따라서 매칭 및 갱신 프로세스가 차지하는 시간소요를 고려하였을 때에도 전수갱신에 비해서는 더욱 높은 갱신효율성을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

마지막으로, 위의 매칭 및 갱신 케이스에 따라 각 객체그룹에 갱신 프로세스를 적용하였다. 속성정보는 두 데이터를 비교한 결과, 양 데이터에서 동일한 속성정보를 나타내는 속성 스키마로 도로폭, 길이, 차선수 등이 있으며, 수치지형도 도로중심선에 속성값이 누락되어 있는 경우가 많아, 속성 매칭을 수행하기에는 어려움이 있었다. 따라서 본 연구에서는 속성 매칭을 제외한 도형 정보의 갱신만을 적용하였으며 도형의 수정, 삭제, 추가만을 갱신 프로세스로 적용하였다. [그림 7]은 도형정보 수정과 삭제, 추가 프로세스가 적용된 갱신 결과물을 나타낸다.



[그림 7] 갱신된 수치지형도 도로중심선

#### 4. 결론

본 연구에서는 수치지도의 도로데이터를 효율적으로 갱신하기 위하여 버퍼 기반의 네트워크 매칭기법을 이용한 도로데이터 갱신기법을 제안, 적용하고자 하였다. 본 연구에서의 도로 데이터 갱신 방법론은 크게 세 단계로 구성되어 있다. 첫째, 갱신 대상 도로 데이터(수치지형도 도로중심선)에 대하여 최신의 갱신정보가 반영되어 있는 이중의 지도 데이터(도로명주소 전자 지도 도로구간)를 중첩한 후, 버퍼 기반 매칭기법을 활용하여 각 객체의 중첩길이를 계산함

으로써 객체 간 매칭쌍을 탐색한다. 둘째, 매칭 결과를 바탕으로 중첩길이비와 속성정보를 이용하여 갱신 대상 데이터에 대한 갱신 케이스를 분류함으로써 갱신정보만을 추출한다. 이때 네트워크 객체의 매칭 및 갱신 케이스는 크게 5가지로 분류하였으며 1:1(도형정보 유지, 속성 매칭 후 속성정보 수정), n:1(도형정보 유지, 속성 매칭 후 속성정보 수정), n:n(도형정보 수정 및 속성정보 수정), 1:0(삭제), 0:1(추가)이 그것이다. 셋째, 추출된 갱신정보를 갱신 대상 데이터에 반영시킨다.

본 연구에서의 갱신기법을 적용한 결과, 1:1

매칭 케이스가 전체 데이터 객체 수의 80%가 넘는 가장 높은 비중을 차지하였으며 n:n 매칭 케이스가 0.5% 수준으로 가장 낮은 비중을 차지하는 것으로 나타났다. 삭제된 데이터에는 길이가 상대적으로 매우 긴 도로객체가 다수 포함되어 있었으며, 도로명주소 전자지도로부터 추가되어야 할 데이터도 상당수가 탐색되었는데 주로 소로가 다수 포함되어 있는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 적용하지 못하였지만 도로의 도형정보를 수정하는데 필요한 정교한 프로세스, 속성 스키마의 차이에 따른 속성 매칭 기법 등에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 네트워크 매칭 알고리즘 고도화를 통한 매칭 정확도 향상, 각 갱신케이스 분류식의 고도화를 통해 정확한 갱신정보를 추출하기 위한 방법론에 대해서는 더욱 깊은 연구가 필요하며, 이 부분은 향후 연구과제로 남긴다.

### [감사의 글]

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(11첨단도시G10)에 의해 수행되었습니다.

### [참고문헌]

- 김원대, 이강원, 박흥기(2000), 준공측량도면을 이용한 수치지도 수정/갱신. 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회, 제8권 제1호, pp.85-95.
- 김지영, 유기윤(2012), 형상유사도 기반의 면 객체 매칭을 통한 갱신 객체 탐지. 한국측량학회지, 한국측량학회, 제30권 제1호, pp.59-65.
- 김효중, 양성철, 가철오, 유기윤(2008), 인터넷건축 행정시스템 (e-AIS) 자료를 이용한 수치지도 2.0 의 건물 레이어 갱신 및 검수 방안. GIS 2008 공동총계 학술대회, pp.427-433.
- 양성철, 최재완, 유기윤(2009), 준공도면에서 추출된 CAD 객체를 이용한 수치지형도의 갱신 시스템 개발, 한국지형공간정보학회지, 한국지형공간정보학회, 제 17권 제3호, pp.13-21.
- Briat, M., Monnot, J. and Kressmann, T.(2005), Incremental Update of Cartographic Data in a Versioned Environment, 22nd ICA Conference Proceedings, A Coruña, Spain.
- Filin, S. and Doytsher, Y.(1999), Linear approach to map conflation: matching of polylines, Surveying and Land Information Systems, Vol. 59, No. 2, pp.107-114.
- Hu, Y. G., Chen, J., Li, Z. L. and, Zhao R. L. (2008), Road Data Updating using Tools of Matching and Map Generalization, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B4, Beijing.
- Jahard, Y., Lemarié, C., and Lecordix, F.(2003), The implementation of new technology to automate map generalisation and incremental updating processes. In Proceedings of the 21st International Cartographic Conference, pp.10-16.
- Shen, Y., Lin, L., Xiaofei L., Hu, Z., and Dan, L. (2007), Change-only modeling in Navigation geo-databases. In: ISPRS Workshop on Updating Geo-spatial Databases with Imagery & The 5th ISPRS Workshop on DMGISs. pp.28-29.
- 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*, Vol. 55, No. 1, pp.133-146.

- Walter, W. and Fritsch, D.(1999), Matching spatial data sets: a statistical approach, *International Journal of Geographical Information Systems*, Vol. 13, No. 5, pp.445-473.
- Zhang, Q., and Couloigner, I.(2004), A framework for road change detection and map updating. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. 35, pp.720-734.