

도시하천 복원경로 추적모형 개발

Development of Restoration Path Tracking Model for Urban Stream

임용호*, 엄정섭

Yong-Ho Lim*, Jeong-Seob Eom

경북대학교 지역정보학과(GIS전공)

gisman@daegumail.net*, jsaeom@knu.ac.kr

요약

도시가 성장하면서 도시내의 소하천은 복개되거나 사라져 다른 용도로 토지가 이용되어 도시내의 수공간 부족현상을 유발하고 있다. 최근 도시의 질적인 성장을 추구하면서 기존에 복개되었던 하천을 복원하려는 사업이 많이 진행이 되고 있으나 도시화과정에서 사라진 소하천을 복원하는 사례는 거의 없는 상태이다. 이에 도시화 과정에서 사라진 도시내 소하천을 추적하고 이를 복원할 때 현실적으로 가장 적절한 경로를 찾을 수 있는 모형을 개발하고자 하였다. GIS기법으로 사라진 하천의 경로추적이 가능한지를 판단하기 위해 1:1,000 수치지도상의 고도 Point자료를 이용하여 DEM을 만들고 GIS의 공간분석 기능으로 사라진 도시내 소하천을 추적하고 그 결과를 고문헌에 의한 구하도와 비교하여 타당성을 평가하였다. 평가한 결과 DEM으로부터 추출된 하천의 경로가 고문헌에 의한 하천경로와 많은 차이가 나지 않음을 확인되어 GIS로 사라진 소하천의 경로를 추적할 수 있음이 평가 되었다.

찾아진 소하천을 복원하고자 할 때 복원경로에는 다양한 요인이 영향을 주는데 GIS를 이용하여 고도, 토지이용상태, 지가를 동시에 고려한 최적 복원경로를 추적하는 모형을 만들었다. 본 연구의 결과는 친환경도시를 계획하고 있는 기존의 도시에서 사라진 하천을 찾아내고 이를 복원할 때 가장 이상적인 경로를 찾는 데 기여하여 쾌적한 환경을 만드는 데 일조를 할 것으로 평가됨

1. 서론

가. 연구의 배경 및 목적

인류가 농경사회에서 산업사회로 바뀌면서 도시라는 정주공간을 만들었다. 도시는 산업사회에서 정보화사회로 바뀌는 과정에서도 유지되고 발전되었다. 도시는 기존의 토지피복형태를 생활의 편리를 위해 인공의 구조물로 바꾸어 갔으며 지표상의 장애물을 인위적으로 제거하면서 도시를 확장시켜갔다.

도시의 성장은 지표면에 흐르던 소하천의 상류의 물길을 돌리고 다른 용도로 하천부지를 이용하게 되었다. 소하천은 규모가 크지 않아 손쉽게 다른 용도로 전용이

가능했다. 규모가 어느정도를 초과하는 하천에 대해서는 복개사업을 통해 하천부지를 도로나 다른 용도로 활용하게 되었다.

최근에 삶의 질을 향상하기 위한 질적인 성장에 관심을 갖게 되었면서 쾌적한 환경에 대한 국민의 관심이 높아지고 환경의 질이 국가 경쟁력의 중요한 요인이 되고 있고 개발사업이 이루어질 때에는 '환경친화적', '지속가능한' 도시라는 말이 예외 없이 동원되고 있다.

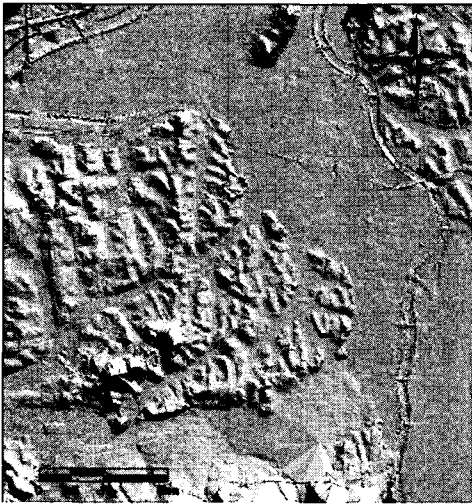
도시의 자연환경개선에 가장 중요한 요인은 수공간의 확보라고 할 수 있다. 예전에 복개한 하천을 복원하여 자연상태의 흐르는 수공간을 확보하려는 시도가 많이

이루어지고 있으나 사라진 소하천을 복원하려는 노력은 거의 보이지 않고 있다.

이에 본 연구는 도시화과정에서 사라진 소하천을 GIS기법으로 확인하고 확인된 예전의 하천을 복원하는데 영향을 주는 다양한 요인들중 고도, 토지이용상태, 지가를 선정하여 이들 3가지요인을 모두 고려한 최적의 복원경로를 찾을 수 있는 모델을 개발하여 GIS를 쓰지 않았을 때의 많은 문제점을 해결하고 사라진 소하천을 복원할 때 최적경로를 찾는 모델을 제공하여 쾌적한 환경도시를 만드는데 기여할 것이다.

나. 연구대상지역

본 연구의 대상지역은 고문현상에 하천이 기록되어 있으나 현재는 사라지고 없는 대구광역시 남구와 중구, 서구, 북구에 해당하는 55.7km²를 대상으로 하였다.



[그림 1] 연구대상지역 음영기복도

2. 본론

가. 선행연구

본 연구와의 관련이 있는 선행연구를 조사해본 결과 하천복원과 관련해서는 복개하천을 복원하는 방법이나 하상의 인공구조물을 복원하는 방법에 관한 연구만 있었고 사라진 하천을 복원하는 방안에 관한 연구는 찾아볼 수 없었다. 하천경로와 관련해서는 순수한 하천경로에 관한 연구는 거의 없고 하천의 경로에 따른 유

수의 역학적 작용에 관한 공학논문이 주를 이루고 있었다. GIS를 이용한 하천관련논문은 다양하게 발표되었지만 사라진 하천에 관한 논문은 없었고 GIS의 Overlay기능을 이용하여 하천을 계량화 한 논문이 많이 발표되었다.

나. 실시간 자료교환 체계

1) 추진목적

대구광역시에서는 NGIS추진의 문제점을 해소하고 지역의 경쟁력을 제고하고자 행정기관과 유관기관이 각각 구축하여 운영 중인 Spatial Database의 Real Time Exchange을 통한 공유체계를 구축함으로써 Batch Processing에서 발생하는 제반 문제점을 해결하고자 하였으며, Real Time Data Exchange을 통하여 지역의 모든 GIS BaseMap Database에 대한 표준화, 일치화, 변화된 개체만을 송수신하여 공유하는 기법구현 등을 개발하였다.

나. 이론적 배경

본 논문에서 다루어질 내용은 소하천과 도시하천, GIS를 이용한 하천연구 등이다.

도시하천은 도시를 통과하여 흐르는 하천을 말한다. 자연상태에서 도시하천은 존재하지 않는다. 다만 인간이 도시를 만들고 유지하면서 도시내부를 가로지르는 하천이 도시민의 식수와 각종용수를 제공하여 도시를 유지시키는 큰 역할을 담당하고 있다. 하지만 우리나라의 도시하천은 대부분이 산업화로 인한 도시의 인구집중으로 도로, 주차장 등의 부족한 토지를 확보하기 위해 혹은 하천수질 오염 증가에 따른 악취방지의 이유로 복개되었다. 하지만 하천 복개는 도시 환경을 말살시키는 주범이다.

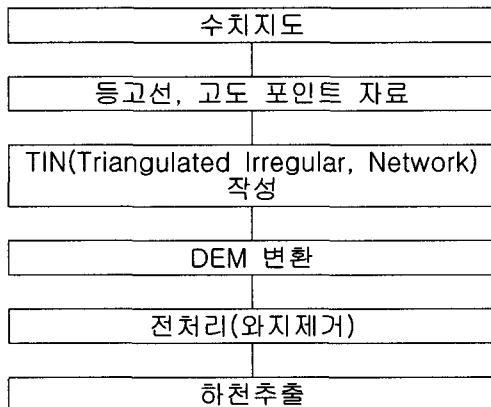
소하천은 하천법의 적용 또는 준용을 받지 아니하는 하천으로 시장·군수 또는 자치구의 구청장이 그 명칭과 구간을 지정고시한 것으로서 일시적이 아닌 유수가 있거나 있을 것이 예상되는 구역으로서 평균하폭이 2m이상이고 시점에서 종점까지의 연장이 500m이상인 하천을 말한다. 이러한 소하천의 공간은 수량 및 수질과

더불어 소하천환경을 형성하는 3대요소의 하나로서, 소하천의 수면을 포함하는 주변 하천부지와 제방 등 소하천을 주체로 한 모든 공간을 의미한다. 또한 소하천 공간은 자연의 입장에서 지형의 일부이고 소하천 생태계의 서식처이지만, 인간사회의 입장에서 친수기능 및 경관기능을 갖고 있다. 따라서 소하천공간의 기능은 친수활동, 경관 및 자연생태계 등 각 요소가 상호 유기적으로 관련되어 있다.

마지막으로 GIS를 이용한 하천분석기법은 DEM으로부터 하천을 추출하는 기법과 연구대상지역의 유역경계와 유역분지를 분석하는 기법, 하천차수를 분석하는 기법, 최단거리를 찾는 분석기법, 누적비용거리 분석기법 등 다양한 기법이 하천분석에 활용되고 있다. 본 연구에서는 DEM으로부터 하천을 생성하는 방법과 대상지역에 비용을 할당하고 최소누적비용을 찾는 누적비용분석과 최단거리를 찾는 분석기법을 활용하였다.

다. DEM으로부터 하천 추출

1:1,000수치지도를 이용하여 연구대상지역의 고도값을 가지는 Point Data로 DEM을 만들고 만들어진 DEM을 이용하여 아래의 과정을 거쳐 하천을 추출하였다.



<표 1>수치지도로 하천추출과정
GIS로 추출한 하천과 고문헌을 따라 추정하천과의 이격도를 분석한 결과 하천의 상류, 중류, 하류에서의 이격도는 아래의 <표 2>와 같다.

<표 2> 지점별 이격거리

지점	최소	최대	평균
상류	0m	140.73m	37.17m
중류	0m	130.61m	43.51m
하류	15.62m	247.07m	108.82m

위의 표에서보면 상류와 중류에서는 추정하천과 큰 차이가 없지만 하류에서는 많은 차이가 나는데 이는 하류부분은 거의 평지여서 하천의 유로를 찾기힘든 영향이 있었던 것으로 추정된다. 정확히 일치하지는 않지만 추출한 하천과 추정하천이 거의 일치하고 있어 GIS로 사라진 하천을 추출하는 것은 가능하다고 평가되었다.

라. 하천복원 경로 추적

하천을 복원할 때 복원경로를 결정짓는 요인으로 고도와, 토지이용, 지가를 선정하여 이들 각각의 최적경로를 분석하고 3가지 요인을 합한 최적경과지를 분석했으며 가중치를 이용하여 3가지요인을 가장 적절하게 반영하여 이상적인 복원경로를 분석하는 모델을 만들었다.

1) 고도에 의한 경로 추적

가장먼저 고려한 것은 고도인데 이는 자연하천이 고도를 거슬러 흐르지 않기 때문에 자연상태라면 고도만 고려해도 무방한 요소이다.



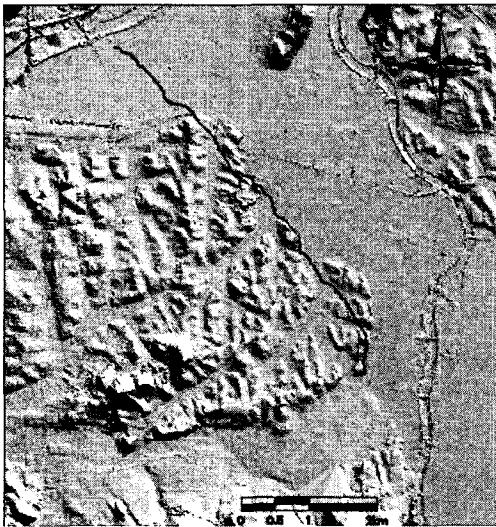
[그림 2] 음영기복도 상의 고도기준 최적 복원경로

대상지역의 고도는 경로를 찾는 분석은 17m에서 256m에 달하고 있으며 이들 고도를 그대로 비용으로 할당했다. 연구지역에 2㎡마다 비용을 할당하고 출발지점에서 도착지점까지 갈 수 있는 최소비용경로를 찾는 것이기 때문에 반드시 고도가 낮은 쪽으로의 경로가 분석되지는 않는다. 위의 [그림 2]는 고도를 기준으로 했을 경우의 최적 복원경로를 보여준다.

2) 지가에 의한 경로 추적

지가는 도시화가 된 상태에서 사라진 하천을 복원할 때 매우 중요시 고려되는 사항으로 복원에 소요되는 비용이 너무 많으면 복원을 하기 어려운 문제가 있기 때문에 하천을 복원할 때 지가는 반드시 고려되어야 한다.

대상지역의 공시지가를 이용하여 비용을 할당했다. 대상지역은 공시지가상으로 1㎡에 50여만원에서 약2000만원의 지가를 나타내고 있었다. 대상지역의 20만3천여 필지를 계급으로 분류하기 위해 평균 지가와 표준편차를 이용하여 9단계로 나누고 나누어진 단계별로 20에서 100까지 비용을 할당한 후 최적경과지 분석을 실시하였다.



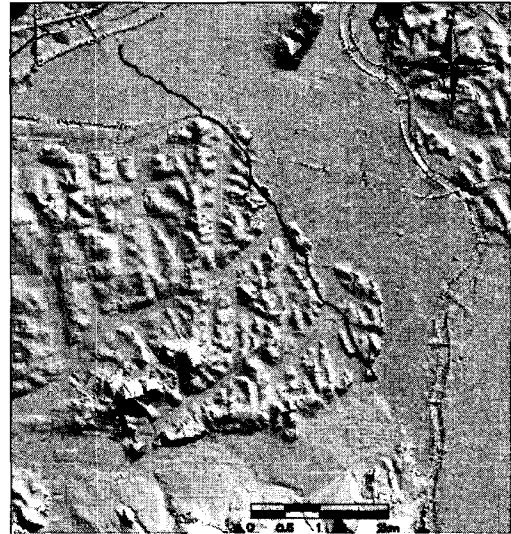
[그림 3] 음영기복도상의 지가기준 최적 복원경로

지가를 기준으로 했을 때는 지가가 비교적 싸게 나타나는 고지대를 통과하고 있음을 알 수 있다.

3) 토지이용에 의한 경로 추적

1:1,000수치지도를 이용하여 대상지역의 토지이용을 분류하였다. 수치지도를 이용하여 토지이용을 분류하는 방법은 다양한 연구에 의해 많이 발표되었다. 본 연구에서는 이들 연구에서 제시한 토지이용에서 불필요한 요소를 제거하고 10가지로 분류하였다.

본 연구에서 분류한 토지이용형태는 단독주택, 연립주택, 아파트, 상업용건물, 도로, 하천, 지하도, 저장소, 호수, 대지로 분류하고 이들을 상호 비교하여 복원할 때 어려운 정도를 평가하였고 복원이 힘든 정도에 따라 비용을 할당하여 최적경과지를 분석하였다.



[그림 4] 음영기복도 상의 토지이용기준 최적 복원경로

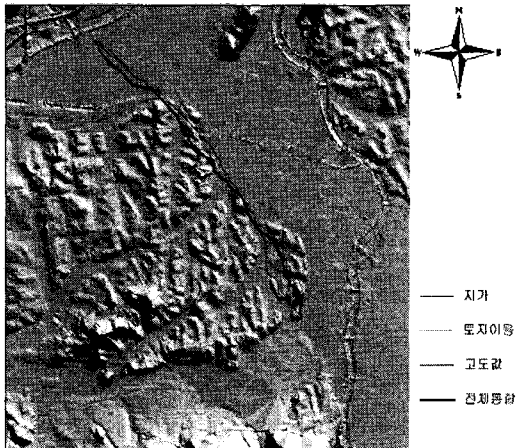
위의 [그림 4]를 보면 대지나 일반주택 등이 분포하는 지역으로 최적경과지가 분석된 것을 확인 할 수 있다.

4) 3가지 요인을 고려한 경로 추적

위의 3가지 요인을 모두 고려한 최적경과지를 분석하기 위해서는 각각의 요인들이 가지고 있는 비용값을 통일할 필요가 있다. 요인별로 분석할 때는 비용분포가 문제가 되지 않을 수 있지만 3가지를 모두 반영하기 위해서는 비용의 분포가 같아야 동일하게 영향을 줄 수 있기 때문이다.

3가지 요인들이 가지는 비용의 범위를

0에서 100까지로 통일하고 이를 합산하여 0에서 300의 비용분포를 갖는 데이터를 만들고 이 데이터를 이용해서 출발점에서 도착점까지가는 최소비용경로를 분석하였다.



[그림 5] 3가지요인을 모두 고려한 최적 복원경로

위의 [그림 5]는 앞에서 본 3가지 요인별 최적경로와 이들을 모두 합친 최적경로를 모두 보여주고 있다.

5) 복원경로 추적모형 개발

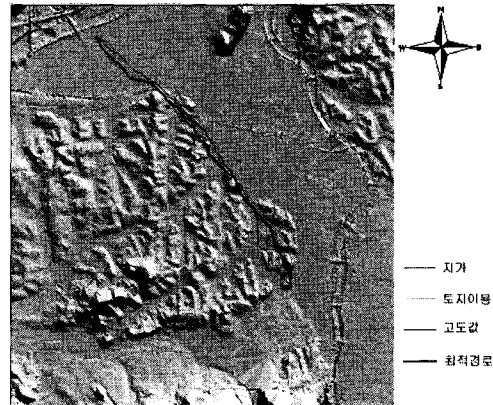
앞에서 살펴본 3가지 요인은 동일한 가중치로 적용될 수 없고 중요도에 따라서 서로 다른 가중치를 적용하여 분석할 때 가장 이상적인 결과가 나올 것이다.

다변인에서 가중치를 부여하는 방법은 합이 10이 되도록 하거나 합이 100이 되도록 가중치를 부여하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 합이 10이 되도록 3요인에 가중치를 부여하고 누적비용이 최소가 되는 가중치 조합을 찾아 이를 가장 이상적인 가중치로 선정하였다.

3가지 요인을 합이 10이 되도록 가중치를 부여하는 모든 경우의 수는 36가지가 있었다. (1,1,8)(1,2,7)(1,3,6).....(8,1,1) 36가지의 모든 경우의 수를 적용하여 누적비용분석을 하고 출발지에서 도착지까지 소요되는 누적비용이 최소가 되는 조합은 지가 * 6, 고도 * 2, 토지이용 * 2였다.

본 연구에서는 이들의 가중치가 가장 이상적인 가중치로 평가하고 사라진 소하

천을 복원할 때 복원경로를 찾고자할 때는 지가에 6의 가중치, 고도에 2의 가중치, 토지이용에 2의 가중치를 적용하여 분석하면 됨을 알았다.



[그림 6] 최적가중치에 의한 복원경로

위의 [그림 6]은 최적 가중치를 적용하여 복원경로를 추적한 결과이다.

3. 결론

본 연구는 GIS기법을 이용하여 도시내에 사라진 소하천의 경로를 찾을 수 있는지를 평가하고 소하천의 경로를 GIS기법으로 찾을 수 있다면 찾아진 소하천의 최적 복원경로를 추적하기 위한 모형을 개발하기 위해 연구를 시작하였다..

연구대상지역에 예전 문헌에 존재하던 소하천의 경로를 문헌과 GIS분석결과를 비교평가한 결과 다소간의 오차는 있으나 GIS기법을 이용하면 소하천의 경로를 유추할 수 있다는 결론을 얻었다.

찾아진 소하천을 복원하기 위한 최적의 복원경로를 추적하기 위해 소하천 복원에 영향을 줄 수 있는 고도, 지가, 토지이용의 3가지 요인에 대해 각각 최적복원경로를 추적했다. 각각의 경로는 서로 상이하게 나타났으며 모두 하나의 요인에는 만족하는 방향으로 복원경로를 보여주었다.

하천복원에 영향을 주는 3가지요인을 모두 반영하는 하천복원경로를 분석한 결과 요인별로 가중치를 어떻게 주느냐에 따라 복원경로가 다르게 나타나기 때문에 하천을 복원할 때 가장 많은 영향을 주는 것에 가중치를 많이 주고 적게 영향을 주

는 요인에 가중치를 적게 주어야 하는데 본 연구에서 분석된 최적 가중치는 지가에 6의 가중치, 고도에 2의 가중치, 토지이용에 2의 가중치를 적용하는 것이 가장 이상적인 가중치이고 이를 이용하면 사라진 소하천 복원시에 가장 적절한 복원경로를 분석할 수 있는 모델로 활용하면 될 것이다..

본 연구결과로 도시화 과정에서 사라진 소하천을 복원하는데 관심을 유발할 수 있기 바란다.

< 참고 문 헌 >

이창식, 2006, 충북지역 주요도시의 환경질 평가를 위한 환경지수 개발, 충북대학교 대학원 박사학위

박일우, 2002, 자연형 하천복원을 위한 도시 중소하천의 하천자연도평가에 관한 연구, 경희대학교 대학원, 석사학위

전혜경, 2002, 복개하천의 하천기능 회복에 관한 연구, 홍익대학교 대학원 석사학위

박종관, 1996, 환경지리적 관점에서 본 녹색도시와 도시하천 복개, 한국수자원학회지

이미영, 2002, 도시하천에 관한 연구 : 수원천을 사례로, 동국대학교 교육대학원 석사학위

김덕진, 2006, “도시하천의 수변식생 복원기법에 관한 연구”, 영남대학교 사업대학원 석사학위논문

심정선, 2005, “도시하천의 인문·사회적 복원계획 : 광주광역시 광주천을 대상으로, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문,

최형욱, 2003, “환경친화적 하수처리장 건설을 통한 오산천 자연형하천 복원 계획”, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문

이정아, 2000, “운천천 자연형하천의 복원과정 모니터링에 관한 연구”, 동아대학교 대학원 석사학위논문

박정수, 2006, “지형학적 순간단위도(GIUH)에 의한 강우-유출해석”, 상지대학교 대학원 석사학위논문

윤인혁, 1980, “금강유역의 하계망 및

경사분석, 경북대학교 대학원, 석사학위논문

김군수, 1972. “영남지방 수행의 지리학적 고찰”, 경북대학교 교육대학원, 석사학위논문

정동양, 1996, 하천복개와 하천환경, 수자원학회지

김재천, 2000, 도시하천의 효율적 관리방안에 관한 연구, 대전대학교 산업정보대학원 석사학위

大矢雅彦, 1983, 地形分類の手法と展開, 古今書院

Tor Bernhardsen, 1992, Geographic Information System, viak IT

ESRI, 1994, Customising ARC/INFO with AML, California

ESRI, 1994, Introduction to ARC/INFO, California

ESRI, 1994, ARC/INFO TIN Training Course, California

ESRI, 1995, Using TIN/Network with ARC/INFO Rev7, California

H.J.deBlij, Petter O.Miller, 1995, Physical Geography of the Global Environment

ESRI, 1994, Using GRID with ARC/INFO Rev 6.1

Unwin D.J., 1996, GIS, Spatial-analysis and spatial statistics, Progress In Human Geography vol 20 no4

Lovejay S.B., 1997, Watershed Management for Water-Quality Protection - are GIS and simulation-models the answer, Journal of soil and water Conservation, vol52, no2

Jeffrey Star, John Estes공저, 1990, “Geographic Information System”

Rogowski A. S., 1996, GIS Modeling of recharge on a watershed, Journal of Environmental Quality, vol 25, no 3