

Network 컴포넌트 구현을 통한 수자원시스템 개발에 관한 연구

○김경탁* · 최윤석** · 박동선*** · 이정일****

1. 서론

지난 10여 년 동안, 국내에서도 NGIS사업과 더불어 각 분야에서 GIS의 활용에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 수자원분야에서도 관련 공동주제도 제작사업 및 시스템 개발사업 그리고 WMS, TOPMODEL, ArcView SWAT 등 GIS를 활용한 수문모형의 국내 적용성 평가 및 개발 등에 대한 연구가 진행되고 있다.

주제도 제작의 경우 수자원단위지도의 개발이 수자원분야에서 이루어진 첫 사업이라 생각되며 현재, 관련 정부부처의 협의를 거쳐 대권역, 중권역, 표준권역에 대한 기본안이 확정된 것으로 발표된 바 있다. 또한 정부주도의 시스템 개발사업으로는 하천관리지리정보시스템(RIMGIS)이 개발되었으며(건설교통부/수자원공사, 1999), 하천지도전산화사업(건설교통부/한국수자원공사, 2001)을 통해 보완되어, 각 지방국토관리청에서 국가하천을 관리하기 위한 시스템으로 활용되고 있다. 그러나 현재까지 개발된 하천관리시스템은 하천정비기본계획에서 구축되는 하천관련 정보를 전산화하여 활용하고자 하는 일종의 행정지원을 위한 시설물관리시스템이라 할 수 있다.

『물은 높은 곳(상류)에서 낮은 곳(하류)으로 흐른다.』 새삼스럽지만 수자원관리를 위해서 반드시 고려되어야 하는 불멸의 진리이다. 강우-유출모형, 수질모형, 수리모형 등 모든 수자원관련 모형은 모형의 적용에서 상·하류를 반드시 고려하여 필요한 자료를 입력하고, 흐름 방향을 따라 하류로 이동하며 원하는 지점에서의 유출량 및 수질, 유속 등을 모의하고 있다. 또한 하천관리를 위해서도 관련 시설물들이 하천에서의 상대적인 위치를 판단할 수 있어야 한다. 그러나 현재까지 개발된 시스템이 어떤 지점이 상류이며 하류인가를 판단할 수 있는 구조 즉, 위상관계에 대한 설정이 설계 및 구축되어 있지 못하므로 이러한 기본적인 판단에 대한 정보를 시스템이 제공할 수 없는 실정이다. 즉, 일반적인 지리정보 자료는 평면좌표(x, y)에 따라 해당 시설물의 위치를 판단하고 있으며, 다만, Network 모형을 사용할 경우는 단지 어떤 (A)지점으로부터 어떤 (B)지점까지의 Network상의 거리에 관한 선형참조(linear reference)정보를 판단할 수 있는 정도이다.

한편, 수자원 Network 모형에서는 어떤 (A)지점에서부터 어떤 (B)지점까지의 Network상의 거리에 관한 선형참조정보뿐만 아니라 Network상에서 즉, 하천 Network상에서 A 지점이 B 지점의 상류에 있는 지점인지, 하류에 있는 지점인가를 판단할 수 있어야 한다. 즉, 수자원관련 지리정보시스템의 개발은 데이터 모델의 구현에서부터 이러한 기능을 제공할 수 있도록 설계되어야 수리·수문 분석을 위한 동적모델링이 가능하도록 시스템을 개발할 수 있다.

본 고에서는 수자원기본지리정보 데이터모델(안)을 정립하기 위해 기존의 국내외 데이터모델에 대한 분석과 통합수자원 관리를 위한 업무 분석을 실시하고, 이를 바탕으로 수자원기본지리정보 데이터모델(안)을 제안하였으며, 제안된 데이터모델에서의 4개 지형지물 그룹 중 Network 그룹의 구축방법에 대한 표준화에 관하여 중점 기술하였다. 시범시스템은 컴포넌트 기반으로 개발된 GEOMania v3.0을 이용하여 제작하였으며, 제작된 시범시스템을 이용하여 Network 그룹을 구현하고 그 기능을 소개하고자 한다.

2. 수자원기본지리정보 데이터모델(안)

수자원 데이터모델의 개념은 ESRI와 CRWR(Center for Research in Water Resources)에 의해서 개발된 ArcGIS Hydro Data Model에 근간을 둔 것이다. ArcGIS Hydro Data Model은 4개의 공간자료 그룹과 시계열

* 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 선임연구원
** 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
*** (주)GEOMania 부설연구소 소장
**** (주)GEOMania 부설연구소 연구원

자료를 이용하여 효과적인 수자원 데이터모델링을 가능하게 하며 그림 1과 같다.

ArcGIS Hydro Data Model을 분석하고, 기존의 국내외 공간정보 관련 데이터모델의 분석을 통하여 수자원기초지리정보 데이터모델(안)을 개발하였다. 그림 2는 본 연구에서 제안한 수자원기초지리정보 데이터모델(안)의 핵심데이터와 이들의 공간적 특성을 나타낸 것이다. 본 고에서 다루게 될 Network 컴포넌트는 수자원기초지리정보 데이터모델(안)의 「배수구역」, 「하도」, 「유역관리」로 정의한 컴포넌트와 시계열 컴포넌트의 데이터를 서로 참조시켜주는 선형참조(linear referencing) 기능을 담당하게 된다.

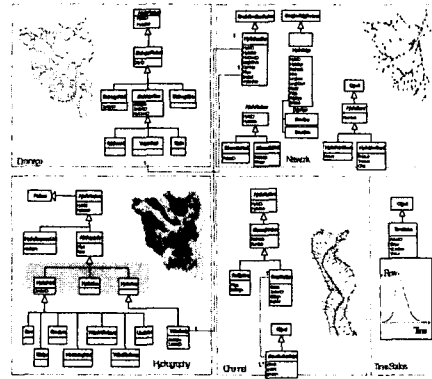


그림 1. ArcGIS Hydro Data Model

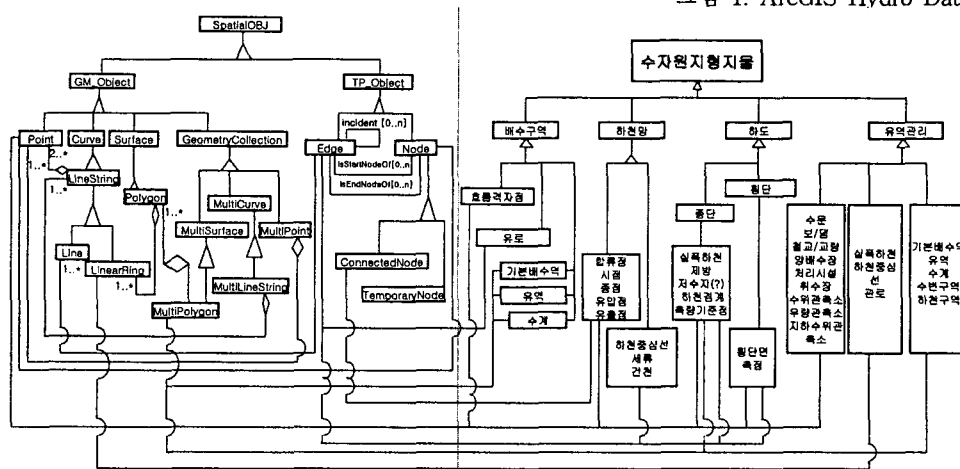


그림 2. 수자원기초지리정보 데이터모델(안)

3. Network 컴포넌트의 구현

Network 컴포넌트는 시스템과 수리·수문모형과의 동적결합을 가능하게 해주며, 유역관리 및 하천과 관련된 각종 정보를 선형참조할 수 있게 하는 기반 컴포넌트로 사용된다. 즉, Network로 구성된 하천망과 이와 연계된 각종 유역정보는 유역 내에서 하천을 따라 상, 하류의 위상관계를 가지며 유역 관리 및 수자원 모델링에서 유용하게 사용될 수 있다. 또한 하천과 관련된 지형인자의 자동 계산과 하천 Network 상의 임의 지점에서 선형추적이 가능하다. 본 연구에서는 Network 그룹의 자료 구축 방법에 대하여 표준화 할 수 있는 기준을 제시하고, 시험유역인 경안천을 대상으로 실제적인 자료를 구축하였다.

(가) 하천망 구축

Network 그룹을 형성하기 위해 필요한 수자원 지형지물은 하천망이다. 하천망은 하천중심선과 세류, 건천을 연결시켜 방향성이 있는 1차원 Network로 구축한다. 합류점, 시점, 종점 등의 point 객체는 구축된 하천망의 edge와 node에서 node의 속성을 이용해서 표시하게 된다. 하천망 구축의 범위는 수자원 관리와 유역내에서 하천으로서의 정의가 필요한 소하천까지로 제한하였다.

본 연구에서는 하천망 구축을 위하여 그림1과 같이 1/5,000 수치지도에서 하천망을 추출하여 기본 자료로 사용하였다. 그러나 수치지도에서 추출한 하천망을 수자원 모델링분야에서 직접적으로 사용하기에는 부적합한 부분이 있다(그림 4(a)). 하천망의 불연속, 저수지, loop형 하천, 농수로 및 도심에서의 불명확한 하천 등의 하천망 오류는 현지답사, 하천정비기본계획보고서, 하수도정비기본계획보고서, RIMGIS 하천망 등을 이용한 일정한 기준을 적용하여 수정하였다(그림 4(b)). 또한 1/5,000에서의 하천망을 모두 포함하여 Network를 구성할 경우

미세한 지류를 포함하게 되며 이에 따른 방대한 자료와 이의 분석을 위한 시스템이 필요하게 된다. 본 연구에서는 수자원 관리에서 하천으로서의 규정이 필요하다고 생각되는 소하천까지를 하천망의 범위에 포함시켰다. 그림 4(c)는 최종적으로 소하천까지 표현된 경안천의 하천 Network를 나타낸 것이다.

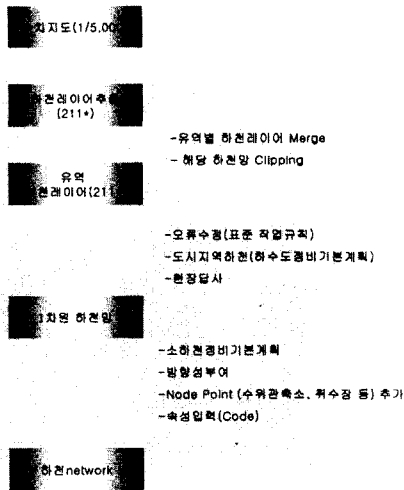


그림 3. 하천 Network 구축절차

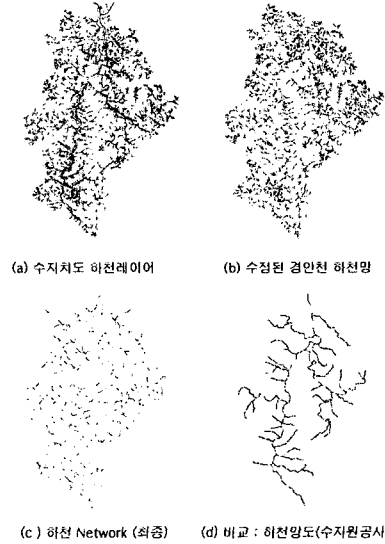


그림 4. 경안천유역 하천 Network

(나) 수자원 Network 구현

본 연구에서 도출된 수자원기본지리정보 데이터모델(안)에서의 Network 그룹을 구현하기 위해 컴포넌트 기반으로 개발된 GEOMania3.0의 새로운 컴포넌트인 HydroNetwork 컴포넌트를 개발하였다.

그림 5는 시스템에서 개발된 HydroNetwork 컴포넌트를 UML(Unified Modeling Language)로 나타낸 것이다. 그림 6은 HydroNetwork 컴포넌트가 구현된 시스템을 경안천 상류를 대상으로 나타낸 것이다.

본 연구에서 구현한 Network 컴포넌트는 제안된 수자원기본지리정보 데이터모델(안)을 기반으로 하여 수자원통합시스템의 구축을 위한 첫 단계로 하천망을 이용한 Network 분석을 가능하게 한다. 현재는 수자원기본지리정보 데이터모델(안)의 4개 그룹 중 「하천망」 그룹에 해당하는 Network 컴포넌트가 우선적으로 구현된 상태이며, 향후 계속되는 연구의 결과로 「배수구역」, 「하도」, 「유역관리」 그룹의 구현이 수행될 예정이다. 현재까지 본 연구에서 구현된 Network 컴포넌트의 기능은 다음과 같다.

① Network 생성

Arc와 node로 이루어진 하천망(Hydro Feature) 정보를 참조하여 Network에서 사용될 junction과 edge를 생성한다. 이때 node는 하천의 시점, 종점, 점 속성을 가지는 하천 시설물 및 sink, source를 나타내게 된다.

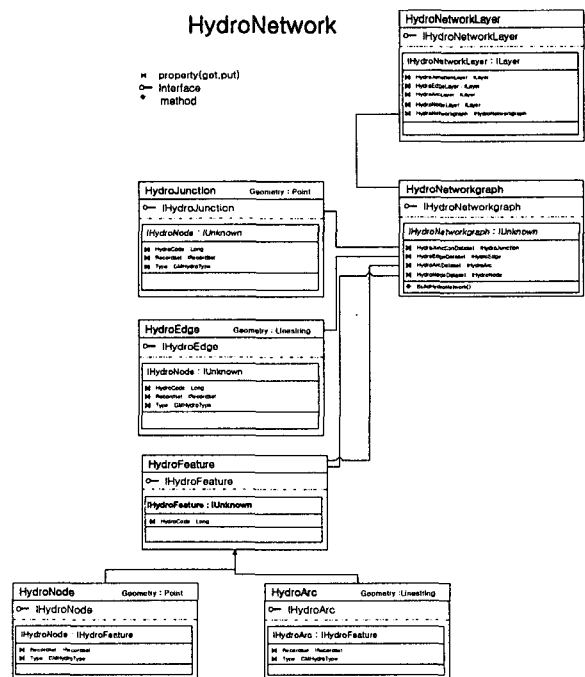


그림 5. HydroNetwork Component

② Network 구성

'Network 생성'에 의해 얻어진 junction과 edge를 이용하여 하천 Network를 구성한다. 두개의 junction과 하나의 edge로 이루어진 하천은 edge의 양끝에 있는 junction의 ID를 참조하여 방향성을 부여하게 된다. 그림 7은 Network 생성 / Network 구성 창을 나타낸다.

③ Network 편집

구축된 Network에서 사용자에게 의해 node와 arc를 추가 혹은 이동하여 Network를 편집한다. 추가된 node와 arc는 junction과 edge로 변환 후 기존의 Network를 재구성하게 된다. 기존 하천망의 변화를 반영하거나 잘못된 자료를 수정하는데 사용될 수 있다.

④ Navigation

Network상의 임의 두 junction간의 경로를 추적한다. 이를 이용하여 오염물질의 과 유량의 이동경로를 파악할 수 있다.

⑤ Upstream/Downstream 검색

Network상의 임의 junction에 대하여 상류와 하류를 결정한다. 이러한 기능은 특정 node에 영향을 미치는 상류구간에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 또한 특정 node가 영향을 미치는 하류영역에 대한 정보도 얻을 수 있다.

⑥ 지형인자 계산

Network상의 임의 두 junction 사이의 거리와 경사를 계산한다. 수자원과 관련된 모델링에서 1차원 하천망의 지형적 특성은 중요한 입력 매개변수로 사용된다. 현재는 임의 두 junction 사이의 거리와 경사를 계산하는 기능이 구현되었고, 향후 최연장 하도 길이 등과 같은 하천망과 관련된 각종 지형인자의 계산을 추가할 계획이다.

4. 결론

본 연구를 통하여 HydroNetwork 컴포넌트를 구현하였다. 향후 수자원기본지리정보 데이터모델(안)을 HydroNetwork 컴포넌트를 기초로 하여 최종적으로 수자원통합시스템의 공간정보를 데이터베이스 형태로 구축할 계획이며, 이러한 공간정보는 시계열 자료와 수자원 분석 모델과 연계됨으로써 유역 관리, 수문현상의 분석 및 의사결정을 위한 정보제공을 원활히 수행 할 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호: 1-2-1)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

- 건설교통부, 한국수자원공사. (2001). 하천관리지리정보시스템(GIS)구축 보고서.
- 국립지리원. (1997/1999). 수치지도 DataModel 연구(I) (II).
- 국립지리원. (2001). 무결점 수치지도 제작 연구.
- David R. Maidment.(2001). ArcGIS Hydro Data Model - Second Draft Data Model and Book Manuscript. 21st Annual ESRI User Conference. San Diego, California, July 2001. CRWR, ESRI.

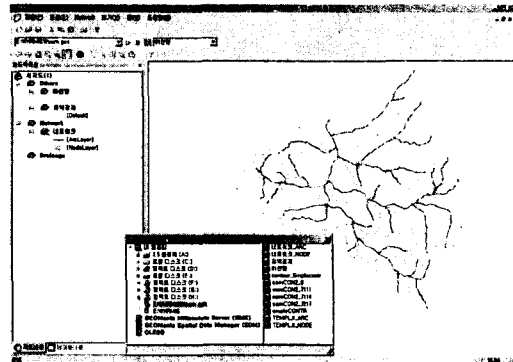


그림 6. HydroNetwork Component의 구현

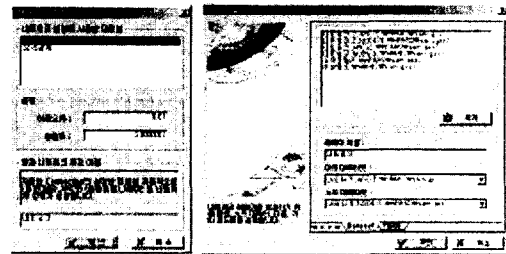


그림 7. Network 생성 / Network 구성 창

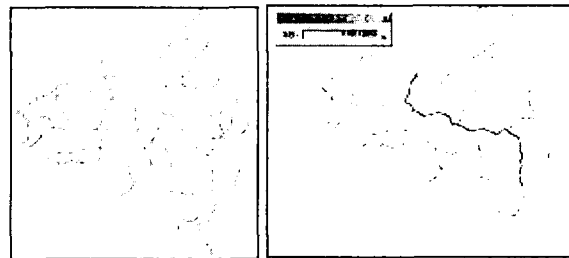


그림 8. Navigation / 지형인자 계산