

연역 기능을 갖는 지리정보시스템의 설계 및 구현

손 영일*, 최 태원*, 윤 지희*, 이 건배**

* 한림대학교 컴퓨터공학과

** 경기대학교 전자공학과

1. 서론

지리정보 시스템이란 사용자와 응용 분야에 따라 다양한 방식으로 정의될 수 있으나 일반적으로 지리정보에 관련된 데이터(공간, 비공간 데이터)를 저장, 관리하여 검색 및 분석 기능을 제공하는 시스템으로 볼 수 있다. 최근 지리정보 시스템을 기반으로한 다양한 응용 시스템의 개발에 관한 관심이 매우 높아지고 있으며, 도시계획 및 기반시설 관리, 환경 관리, 자원 관리, 각종 정보 서비스 등에 적극적으로 활용되고 있다[1].

이와 같은 시스템에서는 기본적으로 각종 지리 정보의 간편한 입력 방식, 저장 및 관리 방법, 검색 및 분석(기하적 질의처리, 위상적 질의처리)기능, 다양한 출력 방식 등이 제공되어야 한다[2]. 또한 이 들 응용 시스템에서는 문제 해결을 위한 경험적 지식의 표현 방식, 사용자와의 상호 작용에 의한 문제 해결 방식, 각종 지형 정보 및 경험적 지식을 이용한 문제 해결 및 의사 결정 지원 방식, 얻어진 해결 방안의 정당성 제시 기능, 얻어진 해결 방안 외의 대안 제시 기능 등이 제공되어야 한다.

이 들 기능을 갖는 지리정보 시스템을 구현하기 위하여는 기존의 지리정보 시스템의 주요 기능으로 열거될 수 있는 지도작성 기능, 데이터 관리 기능, 해석 기능 외에 지식베이스의 표현, 관리 기능 및 추론 기능 등이 필요하다. 최근 지리정보 시스템에 의사결정 지원 기능 등을 추가하기 위한 방법에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으며, 대표적인 방식으로 기존의 상용 지리정보 시스템과 전문가 시스템을 상호 결합하는 방식[3]과 전문가 시스템의 기능이 추가된 지리정보 시스템의 구현 방식[4] 등을 들 수 있다. 전자의 경우, 시스템 구현이 간단하고 신뢰도가 높은 시스템의 구현이 용이하다는 장점이 있으나, 서로 상이한 시스템을 연결한 형태로 사용자에게 제공되므로 사용자는 두 시스템을 동시에 인식하고 각기 다른 언어를 익혀야 하는 등 단점이 있다. 후자의 경우, 사용자에게 단일화된 사용자 환경을 제공할 수 있으며, 질의의 효율적 평가가 가능하다는 점 등을 장점으로 들 수 있으나 시스템 구현이 용이하지 않으며 특히 현재 PC 환경에서 작동하는 상용 툴이 개발되어 있지 않다.

본 논문에서는 지식베이스 관리 및 연역 추론 기능을 갖는 지리정보 시스템의 개발에 관하여 논한다. 본 시스템 구성은 전자의 구현 방식에 해당하며, 지리정보의 관리, 분석을 위하여 상용의 지리정보 시스템인 ArcView(ArcInfo)[5]를 이

용하고, 지식베이스 기술, 관리 및 추론 기능 등을 제공하기 위하여 규칙기반 프로그래밍 언어인 Eclipse[6]를 사용한다. 단, 이 둘 두 시스템은 데이터를 직접 공유하도록 결합되어 있으므로 데이터 교환을 위한 사용자의 개입이 필요하지 않다. 또한 Visual Basic[7]을 통한 DLL, DDE 기능에 의하여 두 시스템을 통합하고 있으므로 사용자는 Visual Basic으로 작성된 사용자 인터페이스를 사용하여 개개의 서브 시스템을 인식하지 않고 단일화된 환경하에서 작업할 수 있다.

또한 본 시스템에서는 지식베이스 및 추론 기능을 활용한 다양한 시스템 기능 확장을 꾀하고 있으며, 특히 연역 추론 방식에 의한 협력질의응답 기능을 제공하고 있다. 협력 질의응답 기능[8]이란 데이터베이스 검색시 시스템과 사용자와의 협력 과정을 거쳐 사용자에게 질의에 대한 정확한 해 외에 그 질의와 관련된 주변 정보 및 일반화 된 해의 집합 등 보다 폭넓은 지식을 사용자와의 합의하에 제공하는 기능을 말한다. 본 논문에서는 이 들 방식을 이용한 여행 안내 정보 시스템의 구현의 예를 들어 본 시스템의 실용성과 유용성을 보인다. 여행 안내 정보 시스템은 철도, 항공, 도로 등을 이용하여 여행하고자 하는 사용자에게 목적(출발지, 목적지, 일시, 시간, 요금)에 적합한 교통편 및 각종 정보를 가시화된 지도 정보와 함께 제공하는 시스템으로서, 사용자는 협력질의 과정에 의하여 적절한 교통편을 선정하는 작업을 적극적으로 지원 받을 수 있다.

2. 연역 방식에 의한 시스템 기능 확장

지리정보 시스템에 지식베이스 및 추론 엔진에 의한 연역 데이터베이스 기능을 추가함으로써 다음과 같은 다양한 시스템 기능의 확장을 기대할 수 있다.

(1) 지식관리 및 의사 결정 기능 : 도시계획, 기반시설 관리, 환경 관리, 자원 관리 시스템 등에서는 특정 응용 영역에 따른 전문적, 경험적 사실들이 중요한 정보로 저장, 활용되어야 한다. 본 시스템에서는 이 들 정보를 규칙(rule)형태의 지식베이스로 기술, 관리하며, 또한 이 들 지식베이스를 활용한 문제의 발견, 문제의 해결, 대안의 제시, 해결 방안의 정당성 제시 기능을 제공할 수 있다.

(2) 사용자 환경개선 : 지리정보 시스템을 이용하여 초기 데이터로부터 복잡한 과정을 거쳐 원하는 정보를 얻기까지 사용자는 일반적으로 내부 데이터베이스의 구조, 명령어의 사용 방법 등에 관한 구체적이고 정확한 지식이 필요하다. 특히 일반 사용자에게 이 과정은 매우 어렵고 복잡한 작업이 될 수 있다.

본 시스템에서는 질의 대상 영역의 지식베이스 관리 및 주어진 질의의 추상화, 구체화 작업 등에 의한 협력질의 응답 기능[8]을 지원하고 있다. 따라서 사용자는 시스템과의 협의 과정에 의하여 질의의 재구성, 해의 선정 문제 등을 적극적으로 지원 받을 수 있다.

또한 본 시스템에서는 상황에 따라 구동되어야 할 적절한 명령어 집합을 지식 베이스로 관리하여 자동 호출함으로써 사용자의 시스템 사용 부담을 경감시킬 수 있는 방안을 채택하고 있다.

(3) 복합 공간 객체의 자연스러운 표현방식의 도입 및 관리[9,10] : 지리정보를

나타내는 각종 공간 객체에는 복합 구조를 가질 수 있으나, 기존의 지리정보 시스템에서는 이들 객체를 분해하여 저장, 관리하는 것이 일반적이다. 규칙 기술 형식에 의하여 복합 공간 객체의 특성을 분해하지 않는 자연스러운 복합구조 표현 방식을 채택할 수 있으며, 또한 이에 따른 효율적 관리를 기대할 수 있다.

(4) 공간질의 효율적 평가[9,10] : 기존의 지리정보 시스템에서의 공간 연산은 특정 알고리즘, 특정 데이터 구조에 근거하여 일반 프로시저 언어에 의하여 프로그래밍 되어 있다. 규칙 기반 프로그래밍 언어를 이용하여 공간 객체간의 관련성에 관한 연산(기하적, 위상적 질의)을 구현하여, 시스템 기능을 확장할 수 있다. 이들 방식에 의하여 공간 연산을 수행하는 경우, 일반적으로 질의 평가 시간이 오래 걸리는 단점이 있으나, 유연성과 기능 확장성 등에 있어서는 매우 뛰어난 성질을 갖는다.

3. 시스템 구성

3.1 전체 구조

본 시스템은 지리정보의 종합적 관리, 분석 기능을 갖는 지리정보 시스템, 지식베이스의 관리 및 추론 기능을 갖는 추론 시스템, 이들 두 시스템을 통합 관리하여 사용자와의 질의 응답 기능을 수행하는 사용자 인터페이스로 이루어진다. 그림 1에 시스템의 전체 구조를 보인다. 지리정보 시스템으로는 상용의 ArcView(ArcInfo)를 이용하고, 추론 시스템으로는 규칙기반 프로그래밍 언어인 Eclipse를 사용한다. 사용자 인터페이스는 Visual Basic을 이용하여 구현되어 있으며, Eclipse 시스템과 ArcView 시스템은 각각 DLL(Dynamic Link Library), DDE(Dynamic Data Exchange) 기능에 의하여 Visual Basic으로 작성된 사용자 인터페이스에 결합되어 있다.

Visual Basic과 Eclipse 사이의 인터페이스는 Eclipse 자체에서 제공하는 VBxpert란 custom control에 의한 API 기능에 의하여 제공된다. VBxpert 객체에는 Initialize, Callback 등의 프로시저가 정의되어 있으며, 이들 프로시저를 통하여, 지식베이스의 초기화 작업 및 VBxpertArg() 함수를 이용한 데이터의 교환 등이 이루어진다. 한편 Visual Basic과 ArcView는 DDE 기능에 의하여 결합되어 있으며, 상호 메소드(LinkRequest, LinkExecute, DDEClient.Request, DDEClient.Execute 등)를 호출하여 데이터의 교환이 이루어진다.

3.2 데이터의 교환

그림 1에 보인 바와 같이 ArcView와 Eclipse 시스템은 데이터를 직접 공유하도록 결합되어 있다. ArcView에서는 지형정보에 관한 각종 속성 정보(INFO 데이터)를 관계 데이터베이스 형태로 저장 관리하고 있다. Eclipse에서는 의사결정 등을 위하여 ArcView에서 생성된 이들 지리정보를 필요로 하며, 따라서 이들 지리 정보를 포함한 데이터베이스로부터 필요한 정보를 전송하여, Eclipse

가 사용하는 데이터 형태로 변환하여야 한다. Eclipse에서는 자체적으로 지원하는 DLL(DBF.DLL, DBASE.DLL)에 의하여 이 들 데이터베이스 화일로부터의 데이터의 입출력, 템플리트 생성, 데이터베이스 생성 기능 등이 제공된다.

다음의 그림 2는 ArcView와 Eclipse 시스템 간에 데이터가 상호 전송되는 과정을 보여준다. 즉, Eclipse에서는 해당 지리 정보를 fact로 인식하기 위하여 DBF OPEN 명령어를 이용하여 template을 자동 생성한 후, ArcView가 관리하는 train.dbf 화일로부터 각각의 레코드를 Eclipse 시스템 내에 fact형태로 로드시키고 있다. 또한 Eclipse 시스템에서 추론 과정 등에 의하여 새로운 결과(fact)가 생성 되면 이 들 데이터는 DBF APPEND 명령어에 의하여 ArcView가 관리하는 train.dbf 화일에 새로운 레코드로 첨가 될 수 있다.

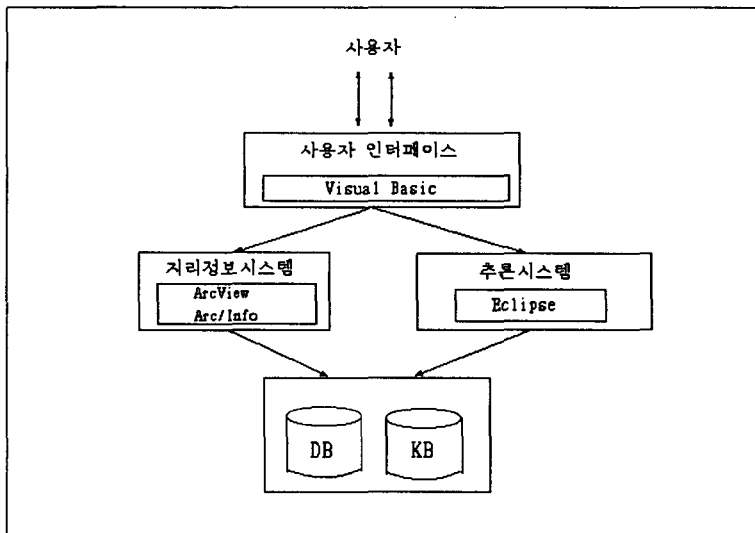


그림 1. 시스템 구성도

4. 여행 안내 정보시스템

여행 안내 정보시스템은 사용자의 여행 목적, 출발지, 도착지, 일시, 시간, 요금 등에 적합한 교통편의 선정을 도와주며, 이와 관련된 각종 정보를 가시화된 지도 정보와 함께 제공하는 시스템이다. 이와 같은 응용 분야의 경우 시스템에서는 사용자와 상호 작용에 의하여 사용자의 문제 해결을 적극적으로 지원하는 기능이 필수적이다. 본 시스템에서는 여행안내를 지원할 수 있는 공간 데이터, 속성 데이터, 안내에 필요한 각종 지식 등 관련 정보를 지리정보 시스템의 데이터베이스, 추론시스템의 지식베이스 등에 분산 관리하여, 필요에 따라 이 들 정보를 통합, 가공하여 사용자에게 제공하고 있다.

특히, 여행안내 시스템에서는 연역추론 방식을 이용한 협력질의응답 기능을 제공하여, 데이터베이스 상에 사용자가 입력한 질의문에 해당하는 해가 없는 경우에도 시스템과의 협의 과정을 거쳐 적절한 정보를 얻도록 지원한다. 다음의 그림 3은 본 시스템에 의한 협력 질의 과정의 한 예로 사용자가 원하는 출발역에서 도착역까지 해당 시간에 운행하는 적절한 기차가 예약 불가능한 경우, 시스템은 차선의 방식으로 같은 시간대에 운행하는 다른 기차편의 선정을 제안하고 있다. 이 방식을 사용자가 수용하면, 시스템은 그 노선, 요금 등 관련 정보를 지도 정보 등과 함께 제시한다.

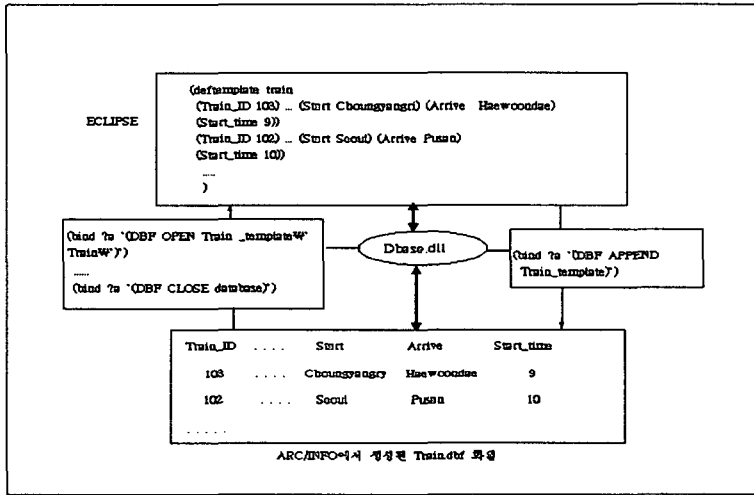


그림 2. ArcView와 Eclipse 간의 데이터 전송

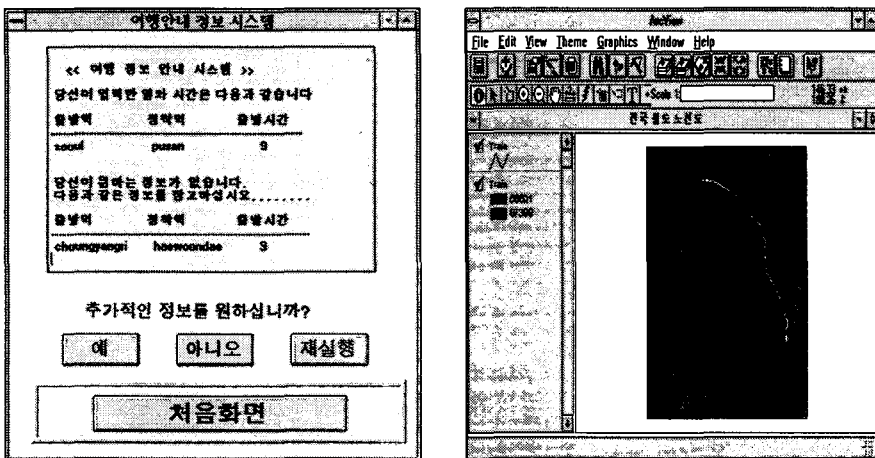


그림 3. 여행안내 정보시스템

5. 결론

본 논문에서는 연역 기능을 갖는 지리정보 시스템의 개발에 관하여 논하였다. 실질적인 시스템은 IBM-PC Windows 3.1 상에서 Visual Basic, ArcView(ArcInfo), Eclipse를 사용하여 구현하였다. 이들 시스템은 DDL, DDE 기능에 의하여 결합되어 있으므로 중간 화일 시스템의 사용없이 각 서브 시스템 간의 데이터 전송이 가능하며, 사용자는 사용자 인터페이스를 사용하여 개개의 서브 시스템을 인식하지 않고 단일화된 환경하에서 작업할 수 있다.

시스템의 연역 기능은 지식베이스 관리, 의사 결정 지원, 사용자 환경개선, 복합 공간 객체의 표현, 공간질의 연산자 구현 등 시스템 기능 확장에 기여한다. 특히 연역 추론 방식에 의한 협력질의응답 기능은 사용자와 상호작용이 큰 요소로 작용하는 응용 분야에서 사용자 환경 개선에 적극 적용 될 수 있다.

본 시스템은 개발 중으로 현재 연역기능을 활용한 공간질의 연산자의 구현 및 성능 평가에 관한 연구를 진행하고 있다.

참고문헌

- [1] 박기석, GIS 지리정보시스템, 동서, 1995.
- [2] Medeiros, C. B., Pires, F., "Databases for GIS," SIGMOD Rec., Vol. 23, No. 1, pp. 107-115, 1994.
- [3] Zhu, X., Healey, R., "Towards Intelligent Spatial Decision Support: Integrating Geographical Information System and Expert Systems," GIS/LIS '92 Annual Conference, Vol. 2, pp. 877-886, 1992.
- [4] 김진덕, 선종복, 문상호, 홍봉희, "객체지향 규칙기반 지형질의어의 설계 및 구현", 정보과학회지, 13권, 3호, pp. 30-47, 1995.
- [5] Introduction to ArcView (Manual 2.0), ESRI, 1995.
- [6] Eclipse Reference Manual.3.3, The Haley Enterprise, Inc., 1994.
- [7] Visual Basic Programming 3.0, 정보문화사, 1995.
- [8] 이윤식, 윤지희, 이진배, "협력 질의 응답 기능을 갖는 대학 정보 시스템의 설계 및 구현", 한국정보처리학회, 추계 학술발표논문집 제2권 제2호. pp. 715-718, 1995.
- [9] Webster, C., "Rule-Base Spatial Search", INT. J. GIS, Vol. 4, No. 3, pp. 241-259, 1990.
- [10] Abdelmoty, A. I., Williams, M. H. and Paton, N. W., "Deduction and Deductive Databases for Geographic Data Handling", SSD'93, pp. 443-464, 1993.