

지도 주기의 위치 할당 자동화에 관한 연구

김혜진

경희대학교 지리학과

1. 서론

지도는 기호, 주기, 색상, 경위선, 축척 등과 같은 여러 요소들을 사용하여 지도 사용자들에게 다양한 지리적 사상들(geographic features)의 존재와 그들의 상관관계를 전달하는 일종의 의사소통 수단이다(황철수, 2002). 주기(註記, label)는 「지역, 인공물, 자연물의 고유명칭 및 고유명이 없는 것의 종류 또는 상태 등을 표시하는 설명 및 표고와 등고선수치 등을 문자 또는 숫자로서 표기하는 것¹⁾」, 즉 지도에 나타나는 사상들에 대해 설명하기 위해 입력되는 문자열을 의미하는 것으로 지도의 여러 가지 요소들 중에서도 가장 직접적이고 구체적으로 사상을 표현할 수 있는 요소이다. 따라서 주기를 통해 지도의 의사소통 기능을 극대화하고 지도 제작자와 사용자 간의 관계를 밀접하게 함으로써 지도 사용 시 주기를 쉽고 정확하게 파악할 수 있다면, 지도상의 정보 해석이 용이해져 지도의 이용효과를 크게 향상시킬 수 있다.

1960년대 이후 지도 제작의 많은 과정이 자동화되었음에도 불구하고 지도 주기 입력은 여전히 대부분 수작업에 의해 수행되고 있어 상당한 시간을 소요한다(Morrison, 1980). 또한 컴퓨터 기술과 인터넷의 발달로 지도와 사용자 간의 의사소통이 활발해지면서 사용자의 요구를 즉각적으로 반영한 지도가 생산되어야 할 경우가 증가하고 있으므로 주기 자동 입력의 필요성이 증대되고 있다. 이에 본 논문에서는 보다 효율적인 지도 제작을 위해 지도 사상의 주기 위치를 자동으로 할당하는 방법을 고찰하였다.

2. 선행 연구 및 현황 파악

1) 주기에 관한 이론적 고찰

앞에서 언급한 바와 같이, 주기는 지도상의 사상들에 대한 정보를 제공하기 위해 입력된 문자열이다. 이러한 주기는 문자적 기능, 유추적 기능, 기능적 기능을 수행한다. 문자적 기능은 단순히 주기 문자(lettering)의 표현 자체만으로 사용자에게 사상의 명칭을 인지하도록 하는 기능이고, 유추적 기능은 주기가 입력된 위치나 주기 글자의 크기, 색상, 글꼴 등을 통하여 사상의 정보를 제공하는 것이며, 기호적 기능은 기호의 표현이 사상의 정보 표현에 적합하지 않을 때 주기 문자를 기호로 사용하여 나타냄으로써 갖게 되는 기능이다. 본 연구에서는 이들 기능 중에서도 주로 문자적 기능 즉 주기 문자(lettering)의 표현 자체만으로 사용자에게 사상의 명칭을 인지하도록 하는 기능에 초점을 맞추었다.

지도에 표현되는 사상들은 그 종류, 형태, 크기가 다양하고, 그에 따라 중요도에 차이가 있으며, 사상의 공간적 분포 양상도 일정하지 않다. 이와 같이 복잡하게 나타나는 지도 사상에 대해 적절하게 주기 입력을 하기 위해서는 각 경우를 고려한 적절한 세부적인 규칙들을 제시하고 적용함으로써 주기 입력의 일관성이 유지되도록 하여 양질의 지도 결과물을 도출할 수 있게 된다. 하지만 세

1) 지도도식규칙(건설교통부령 제 247호, 1997. 9. 18) 제 9조의 규정에 의하여 국립지리원 시 제 91-98호(1991. 8. 29) "1/5,000 지형도 도식적용규정"을 개정한 국립지리원 고시 제 2001-312호 제 11장 제 1절에 의한 정의

부적인 사항들을 규정함에 앞서 이들을 모두 포함할 수 있는 포괄적인 원칙이 필요하다. 원칙은 가독성, 명확성, 심미성으로 분류된다. 가독성(Legibility)은 사용자가 읽을 수 있도록 주기가 입력되어야 한다는 원칙으로 주기가 다른 주기 혹은 사상과 겹치지 않아야 하며, 읽을 수 있는 크기(legible size)로 입력되어야 한다는 것이다. 명확성(Unambiguity)은 주기와 사상 간의 관계가 분명하여야 한다는 원칙이며, 심미성(Aesthetics)은 주기가 입력된 상태가 전체적으로 조화를 이루어야 한다는 것이다. 주기 입력 시 이상의 세 가지 원칙은 반드시 지켜지도록 해야 하며, 위배할 경우에는 사용자의 정확한 지도 판독을 저해할 수 있다.

2) 주기 입력 상태 분석

우리나라와 외국의 주기 입력 상태를 지형도, 수치지형도, 인터넷 지도를 대상으로 살펴보았다. 우리나라에서는 지도 주기 입력 시 고려해야 할 사항들을 법령²⁾으로 정해놓고 있다. 법령이 실제 지도 제작 시 적용되고 있는지 검토해 본 결과, 주기와 사상, 주기와 주기 간의 겹침 현상이 많이 발생하여 주기를 읽거나 사상을 확인할 수 없는 경우가 많았으며, 주기가 다른 주기를 단절시키며 입력되어 있거나 주기와 사상의 관계가 명확하게 드러나지 않는 경우가 적지 않았다. 인터넷 지도의 경우에는 일정한 규칙 없이 서비스를 제공하는 업체마다 주기 입력 양식이 다른 것으로 나타났다. 주기 입력 위치에 일관성이 없어 주기가 가리키는 사상이 무엇인지 직관적으로 파악하기 어려웠으며, 주기 문자열을 사상의 종류에 상관없이 동일하게 표현하거나 너무 다양한 크기·색상·글꼴 등을 사용하여 정보 획득이 쉽지 않았다.

외국의 지도 주기 입력 상태 분석에는 미국, 영국, 프랑스의 지도가 사용되었다. 대체로 우리나라의 지도 주기 입력 상태에 비해 양호 것으로 나타났다. 특히 미국의 경우 도시체계 도로를 중심으로 구성되어 있는 만큼 지도 표현 및 주기 입력도 선 사상을 중심으로 하고 있어, 건물이나 행정구역 등의 점·면 사상에 대해 집중적으로 주기를 입력한 경우보다 사용된 주기의 수가 적었으며 따라서 겹침 현상도 거의 발견되지 않았다.

3) 주기 입력 자동화 연구 현황

주기 입력 자동화에 관한 최초의 연구는 1972년 Yoeli의 연구로, 이후 현재까지 그 분야를 다양화하며 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 1990년대부터 주기 입력 자동화를 최적화하기 위한 알고리즘 개발 중심으로 연구되고 있다. 자동 주기 입력 수행 과정은 연구에 따라, 또 사상의 특징에 따라 조금씩 다르게 나타난다. 하지만 사상의 위치를 대표하는 하나의 점을 기준으로 적절한 위치에 주기를 입력하게 된다는 것은 공통적이라고 할 수 있다. 주기를 자동으로 입력하는 과정은 일반적으로 다음과 같다.

우선, 주기 입력의 후보 위치(사상에 대한 주기를 입력할 수 있는 모든 위치의 집합)를 정한다. 보통 4~8개를 정하게 되며, 다음으로 이 후보 위치들 중 적절한 곳에 주기를 입력하기 위해 4가지 고려사항 - 사상과의 거리, 주기 간의 겹침, 주기와 다른 사상과의 겹침, 제거된 후보위치의 수 - 에 따라 적절성을 평가한다. 그 결과에 의해 주기를 입력하게 되며, 이후에도 겹침 현상이 나타나거나 시각적 부조화를 야기하는 주기가 존재한다면 재할당 작업을 통해 주기 입력 상태를 최적화한다.

2) 지형도의 주기 입력 규칙은 「지도도식규칙」과 「지형도 도식적용규정」에, 수치지형도의 주기 입력 규칙은 「수치지도 작성 작업 규칙」과 「수치지도 작성 작업 내규」에 규정되어 있다.

3. 주기 입력 자동화

1) 주기 입력 규칙

주기 입력 규칙은 지도에 입력되는 주기의 위치, 형태, 크기 등에 대한 규정으로 주기 위치 할당에 있어 일관성이 유지되도록 하여 사용자로 하여금 신속하게 주기와 주기가 가리키는 사상을 올바르게 인지하여 정확하고 빠른 독도가 가능하게 한다. 주기 입력 규칙은 주기 입력 원칙 - 가독성, 명확성, 심미성 - 을 전제로, 주기 입력 시 고려해야 할 사항들을 각 사상 유형별, 상황별, 축척별로 보다 상세하게 정해놓은 것이다. 본 연구에서는 기존의 연구를 종합하여 실제 주기 위치 할당 자동화 프로그램에 적용될 주기 입력 규칙을 구성하였다. 포괄적이고 시각적인 부분에서는 Imhof의 주기 입력 원칙³⁾을 세부적인 내용에서는 우리나라의 지도 도식 규칙을 참고하였고, 기존의 종이로 출력되는 지형도 위주의 규정은 모니터로 출력되는 지도에 사용될 수 있도록 수정하였다.

2) CSP 방법론

주기 입력은 CSP(Constraint Satisfaction Problem; 제한조건 만족 문제)에 속하는 문제로, 변수가 갖고 있는 제한조건을 만족하도록 값을 변수에 할당함으로써 해결될 수 있다. 하지만 CSP에 해당하는 문제들은 NP-hard 문제⁴⁾로 시공간적인 한계가 없다고 하더라도 최적의 결과를 도출할 수 없다. 하지만 문제를 CSP라고 간주할 경우, 원래 문제(original problem)에 좀 더 가깝게 표현할 수 있고 CSP 알고리즘이 단순하여 더 빨리 해에 가장 가까운 값을 구할 수 있다. CSP의 해결 방법으로 가장 효율적인 방법은 제한조건전파기법으로 기존의 해법인 퇴각검색법의 단점(스래싱)과 일관성 기법의 한계를 상호 보완한 기법이다. 일반적으로 CSP가 주어지면 일관성 기법을 통해 이어서 해결할 수 있는 변수에 대한 해를 도출하고, 그 과정을 통해 해를 얻지 못한 변수들에 대해 다시 퇴각 검색을 실시한다. 이러한 과정을 최종 값을 구할 때까지 반복하게 되며, 알고리즘의 효율성을 높이기 위해 탐색할 변수(variable)와 값(value)의 순서를 사전 지식에 의해 먼저 선택할 수 있도록 하는 발전론적 접근법(heuristic approach)인 변수 정렬(variable ordering)과 값 정렬(value ordering)을 사용한다. 주기 입력 자동화에 사용될 수 있는 여러 가지 방법론을 비교한 Wolff(1999)의 연구에 의하면 CSP 방법론이 다른 방법론에 비해 시간적인 측면, 질적인 측면에서 우수한 것으로 나타났다.

3) 주기 위치 할당 자동화 프로그래밍 및 실행

기존의 수치지도와 인터넷 지도의 주기 입력 방법은 수작업에 의존적인 단순한 방식이다. 지도를 표현할 수 있는 최대의 축척으로 놓고, 사상 위에 주기를 적절하게 입력하는 것이다. 수치지도의 경우, 축척을 크게 할 경우 대부분의 사상이면 사상의 형태를 띠게 되므로, 주기가 사상의 내부에 완전히 포함되게 수평으로 입력하며, 인터넷 지도의 경우에는 단지 사상의 주변에 주기가 위치하도록 한다. 이후 지도의 축척이 작아지면 지도에 표현되는 사상과 주기를 지도 제작 의도에 따른 중요도에 따라 단순히 삭제한다.

본 연구에서는 이러한 방식대신 ADO 방식을 이용하여 공간 자료와 속성자료를 연결함으로써 자동으로 사상에 대한 주기 위치를 할당하는 방법을 사용하였다. 즉 Access의 MDB 파일에 사상의

3) Imhof, E. 1975. "Positioning Names on Maps." *The American Cartographer*, 2(2), pp.128-144

4) NP-hard 문제란 NP에 속하는 어떤 문제보다도 어렵거나 같은 정도로 어려운 문제를 말한다. NP-hard라고 알려진 최적화문제에 대해 구하는 해는 반드시 최적 해가 아닌 근사해(최적해에 가까운 답)면 된다.

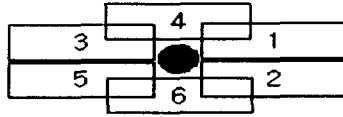


그림 1-1 주기 후보 위치 우선순위

x·y 좌표, 주기 정보(text)를 입력하고 이를 지도상 사상의 좌표와 연결시킴으로써 해당하는 사상 주변에 주기가 자동으로 입력될 수 있게 한 것이다. 주기는 주기 후보 위치 우선순위에 따라 우선순위가 높은 위치에 먼저 할당되고, 겹침현상이 발생할 경우 그 다음 우선순위로 주기 위치를 재할당하는 방식을 따르게 된다. 주기 겹침 현상은 현상 자체를 이벤트로 처리하여 프로그래밍하였다. 주기를 지도상에 하나의 직사각형 형태의 개체로 간주하고 나중에 입력되는 주기의 좌상단·우하단 모서리 좌표가 기존 주기에 포함되는지를 검사하여 처리하게 된다. 이와 같은 주기 위치 할당 방식은 축척이 변경 시 사상의 위치 변화를 좌표의 변화로 인식하여, 축척이 달라질 때마다 해당 축척의 지도에 가장 적합한 주기 입력을 한다.

프로그램 실행에 사용된 자료는 서울시 지하철역의 점 자료로, 정거장의 좌표값과 주기 문자열로 구성된 MDB와 좌표 값이 할당되어 있는 지도를 연결하여 주기 위치를 할당하였다. 그 결과 기존의 방식에 비해 짧은 시간 안에 일관된 위치에 주기를 할당할 수 있는 것으로 확인되었다.

4. 결론

주기 입력 문제는 지도학의 주요 연구 주제로 지도 제작 공정이 자동화되면서 주기 입력과 그 자동화의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 주기 입력 작업은 이제까지 주로 수작업에 의해 수행되어 왔으며, 따라서 상당한 물리적 비용을 소요함은 물론 작업자의 편견이나 선호에 따라 주기 입력 위치가 달라진다는 문제를 갖고 있다. 이에 주기 입력의 포괄적인 원칙과 구체적인 규칙을 정하고, 이를 이용하여 자동으로 주기 위치를 할당할 수 있는 프로그램을 구성하였다. 향후, 점 사상으로 한정된 프로그램에 사용될 수 있는 사상을 선·면 사상으로 확장하고, 주기 위치 할당과 재할당 작업이 하나의 통합된 과정으로 진행되고, 축척 변화에 따라 사상과 주기가 적절히 추가·삭제될 수 있도록 프로그램을 개선해나갈 것이다.

참고문헌

- Edmondson, S., Christensen, J., J. Marks, J., Shieber, S., 1996, A General Cartographic Labeling Algorithm, *Cartographica*, 33(4), pp.13-23.
- Freeman, H., 1991, Computer Name Placement. In D. J. Maruie, M. F. Goodchild, and Rhind, editors, *Geographical Information Systems: Principles and Applications*, pp.445-456, Longman, London.
- Imhof, E., 2000, Rules for Cartographic Name Placement, <http://www2.una.edu/geography/class/ge424/students/mmorc/cartog>
- Kakoulis, K. G., Tollis, I. G., 1998, A Unified Approach to labeling Graphic Features, In Proc. 14th Annual ACM Symposium in Computational Geometry, pp.347-356.
- Marks, J., Shieber, S., 1991, The Computational Complexity of Cartographic Label Placement, Technical Report TR-05-91, Havard University, March.
- Wolff, E., 1999, Automated Label Placement in Theory and Practice, Ph. D. Dissertation, Freie Universitat Berlin.