

# 지도사용의 인지적 효과 측정에 관한 연구

## A Study on the Measurement Methods of the Cognitive Effects of Map Use

조 현 정\*      신 휴 석\*\*      박 기 호\*\*\*  
 Hyun-Jeong Cho      Hyu-Seok Shin      Key-Ho Park

**요약** 이 연구는 공간인지 이론을 기반으로 하여 최근에 급격히 발달하고 있는 길찾기 목적의 웹지도 효과를 측정하기 위한 기본 개념과 평가틀을 설정하고 정량적 분석방법을 제안하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 특정 지도사용상황에서 길찾기 과제를 수행한 후 지도사용으로 얼마나 효과적으로 공간인지가 이루어졌는지를 측정하는 ‘인지적 지도사용효과’의 개념과 정확성, 신속성, 자신감의 분석항목을 기반으로 하는 평가틀을 제안하였다. 제안한 평가틀을 실증적으로 검증하기 위해 실험조사를 실시하고, 실험 결과물인 인지지도를 2차원 회귀분석 방법을 적용하여 실험결과를 계량화하였다. 분석결과, 공간을 정확하게 인식하거나 빠르게 회상하는 데에는 지도표현방법보다 사용자의 특성과 반복적인 지도사용 등의 요소가 영향을 미치며, 2차원 지도와 3차원 지도를 동시에 참조하는 경우 공간인지에 대한 자신감이 낮은 것으로 나타났다. 이 연구결과는 효과적일 것이라고 예상되는 새로운 지도표현방법이 실제로 그렇지 않거나, 사용자마다 효과적이라고 판단하는 지도표현방법이 다른 이유에 대한 근거를 제공해 준다.

**키워드** : 공간인지, 인지지도, 2차원 회귀분석, 길찾기, 웹지도

**Abstract** The purpose of this study was to establish an analytical framework and quantitative methodologies to analyze ‘the cognitive effects of web map use’ and to empirically test it. This experimental design was established based on the literature about spatial cognition. Accuracy, reaction time, and confidence within each participant were compared to measure the cognitive effects of web map use for wayfinding. Geometric accuracy of the cognitive maps was estimated and calculated based on the bidimensional regression. The experimental results showed that characteristics of map users and repetition of map use rather than types of map representation did significantly affect accuracy and reaction time of spatial cognition by using web maps. And confidence appeared to be low when the participants referred to both 2D and 3D maps for wayfinding tasks on the web maps. Understanding spatial cognition of web map users, which was suggested in the study, will help cartographers make more effectively-communicated maps.

**Keyword** : Spatial cognition, Cognitive map, Bidimensional regression, Wayfinding, Web map

### 1. 서론

그동안 2차원 지도로 제공되던 웹지도(web map)가 최근에는 위성사진지도, 구글어스(Google Earth)와 같은 3차원 지도, 또는 파노라마 이미지(로드뷰, 스트리트뷰 등)와 같은 사진자료와 함께 볼 수 있도록 제공되고 있다[26]. 전통적인 2차원 지도가 현실 세계의 추상화 과정에 의한 결과물이었다면, 최근에 등장하고 있는 새로운 표현방법의 지도서비스는 사용자가 마치 현장에 있는 것과 같은 실재감을

전달할 수 있는 가상현실(Virtual Reality)의 형태로 발전하고 있다[27].

그렇다면, 최근에 등장하고 있는 3차원 지도가 2차원 지도보다 더 효과적인가? 그러나 지도표현방법의 평가와 관련한 지도학 및 GIS 분야의 선행연구를 살펴보면, 지도의 효과를 평가하기 위한 명확한 기준이나 정의를 찾기 어렵다는 사실을 알 수 있다.

특히 다양한 사용자를 가지는 현대의 지도학적 결과물의 경우 더욱더 그러한 경향이 나타나고 있

\* 안양대학교 스마트도시공간연구소 연구교수 hjcho76@lycos.co.kr

\*\* 서울대학교 국토문제연구소 객원연구원 gisci.hyu@gmail.com

\*\*\* 서울대학교 지리학과 교수 khp@snu.ac.kr(교신저자)

는데, 모든 사용자에게 적합하게 개발된 하나의 표현방법이란 있기 어렵기 때문이다. 같은 지도표현방법이라 하더라도 어떠한 상황에서 사용되었는지에 따라 그 효과가 달라질 수 있다. 그러므로 지도표현방법의 효과는 지도사용자, 지도사용과제 등의 '지도사용상황'에 따른 '지도사용효과'라고 볼 수 있다.

지도학의 커뮤니케이션 이론은 지도사용자가 공간적 문제를 해결할 때 제공된 지도를 어떻게 해석하는지에 대해 관심을 가지고 있다. 주제도의 경우, 선행연구에서 지도의 효과는 정확성과 신속성으로 주로 측정되어지며, 지도사용자가 인식한 속성값(통계값)을 숫자로 표기하게 함으로써 얼마나 정확하고 빠르게 주어진 지도를 읽을 수 있는지 평가한다. 그러나 일반도의 경우, 제공되는 위치, 거리, 방향이라는 공간정보를 일반인이 수치적으로 인식하기 어렵고, 이러한 공간정보를 통합하여 공간을 인지하므로 이를 측정하고 평가할 수 있는 대표적인 방법론을 찾기가 어렵다.

인지지도학 또는 인지심리학에서는 실제 공간에서 지도를 사용하여 길찾기 실험을 하거나 사용자의 선호도 평가, 길찾기 실험후 사용자가 작성한 인지지도를 정성적으로 분석하는 방법 등이 주요 방법론으로 사용되고 있다. 이러한 방법론은 정성적이거나 특별한 목적을 위한 임시적인 방법 혹은 간접적인 방법이므로, 최근 쏟아져 나오는 다양한 현대적 지도학적 결과물에 대한 평가를 위한 보다 체계적이고 정량적인 방법론 모색이 필요한 실정이다.

특히 최근 기술적으로 급격히 발달하고 있는 현대 지도의 경우, 일반 사용자들이 편리함은 느끼지만, 사용 후 오히려 공간정보를 잘 기억하지 못하거나 과거의 전통적인 지도보다 지도사용과 공간정보의 이해에 있어서 어려움을 겪기도 하여 일반도의 인지적 효과에 대한 연구의 필요성이 증가하고 있다.

이와 같은 문제의식에서 이 연구는 최근 더 다양한 표현방법이 적용되고 있는 일반도를 통한 공간인지의 효과를 평가하기 위한 기본 개념과 평가틀을 설정하고, 정량적으로 분석할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

또한 제안한 평가틀을 근거로 하여 지도표현방법에 따른 인지적 지도사용효과를 실증적으로 비교·분석하고자 한다.

## 2. 이론적 검토

### 2.1 지도의 효과 측정

'상식 지리학(Naive Geography)'은 공간에 대하여 일반 사람들이 생각하는 상식적인 견해를 정리한 내용으로 일반 사람들이 지각·인지하는 지리공간을 모형화한 것이라고 볼 수 있다. 상식 지리학의 주요 내용 중 하나는 지도가 지리적 공간을 탐색하기 위한 매우 자연적인 수단을 제공하고 있으며, 지도에 나타난 공간을 실제 경험한 환경보다 더 현실적으로 지각한다는 것이다. 이는 지도가 공간지식을 설명하고 의사소통하는 기존의 어떠한 매체보다도 그 이상의 효과를 가진다는 것이다[7].

최근에는 디지털 기술의 발달로 전통적인 지도표현방법의 대안으로서 다양한 3차원 시각화 시스템이 제공되고 있는데, 전통적인 지도와 3차원 지도의 효과를 비교한 선행연구에서 서로 상충된 분석결과를 보여주고 있다.

F. Dickmann[5]은 종이 지형도와 3차원 웹지도를 통한 지형정보의 전달 효과를 비교하였다. 연구결과, 2차원 종이지도는 더 빠르게 사용할 수 있고 자세한 공간정보를 이해하는데 효과적인 반면, 3차원 웹지도는 공간정보에 대한 복잡한 이해가 필요한 경우 더 효과적인 것으로 나타났다. 특히 종이지도 사용의 경험이 적은 사용자의 경우, 웹기반 3차원 지형도의 효과가 높은 것으로 나타났다.

M. Wood, et. al.[22]의 전통적인 지형도와 컴퓨터 기반 3차원 시각화 시스템의 효과에 대한 비교 연구에서 지도를 통한 경로탐색 결과, 정확성에 있어서 유의한 차이가 나타나지 않았으나 참가자의 66% 이상이 심리적으로 시각화 시스템을 선호하는 것으로 나타났다.

그러나 J. Döllner[6]와 Plesa and Cartwright[15]의 연구결과에 따르면 도시지역에서의 장소인식과 경로탐색에 있어서는 3차원의 사실적 표현방법보다 2차원의 추상적 표현방법이 심미적으로 더 선호될 뿐만 아니라, 잠재력이 더 높은 것으로 나타났다.

그러나 이처럼 컴퓨터기반 상호작용 시스템의 가치에 대한 많은 연구가 있어왔지만, 대부분 엄격한 실험적 접근방법을 따른 것은 아니었다.

그동안 지도학에서는 지형도와 통계지도의 경우 속성정보의 값이나 지리자료의 공간적 분포패턴(과른 정도, 군집된 정도 등)에 대한 질문을 통해 응

답의 정답률과 반응시간으로 정확성과 신속성을 측정하고, 선호도를 나타내는 형용사로 사용성을 측정하는 다소 정성적인 방법으로 지도의 효과가 평가되어져 왔다[23].

그러나 일반도의 경우, 정확성과 신속성에 대한 직접적인 측정방법의 부재로 실제 환경에서 지도를 참조하여 길찾기를 하면서 길을 잘 못 들어서 돌아 나온 횟수, 지도를 보기위해서 멈추어 선 횟수, 소요시간, 총 이동거리, 이동속도, 길찾기에 대한 어려운 정도에 대한 평가 등 길찾기 행태분석을 하거나, 인지지도 분석과 같은 간접적인 방법으로 지도의 효과를 분석해왔다

최근 경로탐색을 위한 상호작용 지도서비스의 사용이 증가하고 있으므로, 이러한 새로운 지도학적 결과물에 대한 과학적 연구가 필요할 뿐만 아니라, 선행연구 검토결과, 지도사용효과를 측정하고 평가하기 위한 보다 직접적이고 정량적인 분석방법이 필요하다는 사실을 알 수 있다.

## 2.2 공간지식의 특성과 발달과정

인지지리학(cognitive geography)은 인문지리학에서 행태적 접근법의 한 구성요소로 출발하였으며, 방위찾기(orientation)와 방향감각상실(disorientation), 지리교육, 지도디자인, 도시계획, 경관 디자인, 공간적 행태와 상호작용 모델을 이해하고 향상시키기 위한 연구를 아우르는 분야라고 볼 수 있다[13].

사람들은 이동하면서 자신의 이동 형태와 장소의 공간적 관계에 대한 지식을 획득하게 된다. 이러한 지식은 기억 속에 부호화되고 저장되어, 효과적으로 다시 그 장소를 찾을 수 있게 될 뿐만 아니라, 다른 사람과 위치에 대해 의사소통할 수 있게 된다.

또한 신체를 움직여서 세상과 지각적이고 운동적인 상호작용을 함으로써 공간지식을 ‘직접’ 얻기도 하고, 세상의 공간적 형태와 배열에 대하여 표현된 매체를 통하여 ‘간접적으로’ 얻기도 한다[19]. 이러한 공간지식은 랜드마크 지식(landmark knowledge), 경로 지식(route knowledge), 개관지식(survey knowledge)으로 구성된다[17].

랜드마크 지식은 특정 위치의 시각적 세부사항에 대한 정보로, 독특한 건물과 같이 눈에 띄는 지각적 특성에 대한 기억이다. 경로지식은 절차적 지식(procedural knowledge)이라고도 하며, 특정 경로를 따라가기 위하여 필요한 연속된 행위에 대한 정보

로, 분리되어있는 랜드마크 지식의 조각들을 연결하여 더 넓고 복잡한 구조로 구축된다. 개관지식은 랜드마크 지식과 경로지식이 하나의 완전한 형태로 통합되어 지도같은 모양으로 기억되는 것이다. 지역에 대한 개관지식이 잘 형성된 사람은 보이지 않는 장소에 대하여 직선거리와 방향을 정확하게 추정할 수 있고 방문한 경험이 없는 장소간의 경로 계획도 잘 세울 수가 있다. 이러한 개관지식은 능숙한 길찾기에 필수적인 것으로 알려지고 있다[4].

공간지식의 발달과정에 대한 연구는 더욱더 심층적인 연구 주제로서, 일반적으로 공간지식의 획득은 몇 단계의 과정을 통해 진화되는 것으로 알려져 있다. 학자들마다 이러한 단계에 대한 의견 차이는 다소 있지만, 대체적으로 랜드마크 지식, 경로지식, 개관지식의 세 가지로 구분하고 있고, 각 단계들은 순차적으로 발달되는 별개의 독립적인 형태라기보다 [11], 한 사람의 공간지식이 발달해 감에 따라 랜드마크 수의 증가와 같은 정량적 변화뿐만 아니라, 개별적인 대상에서 경로에 대한 지식으로 정성적 변화도 함께 이루어진다고 보는 견해가 우세하다[3].

## 2.3 인지지도 분석의 의미 및 분석방법

공간인지(spatial cognition)는 공간을 마음속에 나타내고, 상호작용하는데 사용되는 심상의 과정으로, 넓은 의미에서 실제 세계의 공간현상에 대한 지각, 이를 토대로 구성되는 인지적 프로세스, 그리고 인지 결과를 포괄한다[25].

인지지도는 공간지식의 심적 표현으로서, 인간 마음의 공간정보는 계층적으로 표현된다[10]. 인지지도는 공간인지의 결과로서, 지리학, 심리학, 지도학 등의 공간인지 연구에서 사용되어온 오랜 연구방법으로서, 인지지도의 분석은 공간적 의사결정 과정에 대한 이해를 위해서 필요하다.

인지지도와 관련되어 가장 많이 연구되고 있는 주제는 개인의 공간문제 의사결정, 특히 공간 이동(navigation)과 관련하여 인지지도가 미치는 영향에 대한 연구가 가장 많은 비중을 차지하고 있다[2]. 인지지도가 잘 형성된 사람은 인지적 요구사항이 적게 필요하며, 자신의 내부 지식에 기초하여 공간이동을 잘 수행할 수 있기 때문에, 예상치 못한 특정 상황이나 개인적 선호도에 따라 여러 대안 중에서 경로를 선택할 수 있는 유연성을 가질 수 있게 된다.

또한 인지지도 분석은 지도학에서 인지적 접근을 위한 주요 연구방법으로서 인지적 관점에서 이루어지는 지도 해석이라고 볼 수 있다. 그러므로 인지지도의 특성을 기술하고, 실세계와 비교하여 인지지도의 정확성을 평가하는 것은 인간과 동물이 공간 환경에서 표현하고 추론하며 기능적 역할을 수행하는 방법을 이해하는데 있어 매우 중요하다[9].

K. Lynch[12]는 개인이 새로운 환경에서 방위를 파악하기 위해 광역의 랜드마크를 사용하는 경향이 있으며, 인지지도를 형성할 때까지 점차적으로 심층적인 공간정보를 추가한다고 하였다. 그러므로 환경에 대한 지식을 획득하기 위해서 매체를 사용하여, 자신의 인지지도에 새로운 공간관계를 추가함으로써 점차적으로 개관지식으로 지도화하게 되며[18], 이처럼 지역과 지역을 상호연결하는 과정을 개관적 지도화(survey mapping)라고 한다[24].

지도사용과제의 수행결과로서 지도사용자가 작성한 인지지도를 분석하는 방법은 세 가지로 구분할 수 있다.

첫 번째는 인지지도에 포함된 랜드마크의 수, 분할된 경로의 수, 경로의 교차점인 결절의 수를 측정하는 방법이고[14], 두 번째는 D. Appleyard[1]가 제시한 인지지도의 복잡성을 평가하는 방법으로 사용자가 공간을 어떻게 변형하여 인지지도를 그렸는지에 따라 연속적 지도와 공간적 지도로 분류한다.

사람들이 인지지도를 그리는데 있어서 중요한 요소 중의 하나는 지도에 포함된 요소간의 인지거리(cognitive distance)로, 이는 사람이 인지하는 심리적 거리이다. 인지거리는 사람들이 그들의 인지지도에 포함된 요소들을 배열하는 기반이 된다[24]. 세 번째 분석방법은 이러한 인지거리를 측정하는 방법으로, 인지지도의 위상적 정확성을 정량적으로 평가하는 방법이다.

W. Tobler[20]는 점(point)의 배치가 같은 두 개 혹은 그 이상의 표현간 유사성을 비교하는 수단으로 2차원 회귀분석(bidimensional regression)을 도입하였다. 이 방법은 인지지도와 실제 지도간의 형태적 관계를 정량적으로 평가할 수 있는 분석방법으로 좌표쌍 간에 회귀분석과 같은 관계를 상정하여 평면상의 여러 점간 배치의 유사성을 분석하는 방법이다. 이 방법은 축척, 회전각, 비틀림과 같은 두 평면간의 변환 규칙을 산출하여 각 개인 혹은 그룹간 차이를 비교할 수 있다[9].

2차원 회귀분석은 2차원 공간에서 기하학적이고 공간적인 특성을 평가하고 이해하는데 매우 유용하므로 인지지도 데이터를 분석하는데 매우 이상적인 분석방법이라고 할 수 있으나, 분석과 응용의 어려움으로 이론이 도입된 이후 적용되거나 발전되지 못하였으며, 그동안 인지지도는 주로 정성적으로 분석되어 왔다.

### 3. 연구대상 및 실험방법 설계

#### 3.1 연구대상 지도 및 사례 지역

본 연구에서는 특정 지도사용상황에서 지도표현 방법의 변화에 따른 인지적 지도사용효과를 분석하였다. 이를 위해서 새로운 장소를 가기 전에 미리 웹지도로 방문장소를 둘러보는 지도사용상황을 가정하고, 이에 따른 길찾기 과제를 지도사용과제로 설정하였다.

실험참가자는 제시된 지도로 주어진 시나리오에 따라 몇 단계에 걸쳐 길찾기 과제를 수행하고, 지도를 보지 않고 기억에 의존하여 사례 지역에 대한 인지지도를 그린다. 작성된 인지지도를 실제 지도와 비교하여 기하학적 정확성, 인지지도 작성에 소요된 시간(신속성)과 인지지도 작성 후 형성된 자신감을 측정하여 지도사용으로 얼마나 효과적으로 '공간인지'가 이루어졌는지 '인지적 지도사용효과'를 분석하고자 한다.

대상 지역은 격자망이 아닌 불규칙적인 도로망으로 구성되어 있고, 다양한 토지이용과 공간적 특성이 나타나고 있는 서울시 도심부 지역을 선택하였다. 또한 한번 둘러본 경로는 기억하게 되므로 이를 해결하기 위해, 시청과 인사동 지역을 대상으로 하여 공간적 규모(1km<sup>2</sup> 내외)와 목적지간 경로 패턴(대략적으로 도로를 따라 두 번 회전하는 패턴)이 유사하도록 사례지역을 설정하였다.



그림 1. 사례지역 1



그림 2. 사례지역 2

분석대상이 되는 지도는 인터넷에서 흔히 볼 수 있는 2차원과 3차원 지도이다. 2차원으로 제공되고 있는 국내의 웹지도는 그 종류가 많지만, 3차원으로 제공되고 있는 웹지도는 제한적이다. 대표적인 3차원 웹지도인 구글어스(Google Earth)를 조사 대상 지도로 결정하고, 제공되는 공간정보를 동일하게 유지하기 위해서 2차원 지도도 구글의 구글맵스(Google Maps)를 선택하였다.

조사에 사용된 웹지도의 기호학적 특성은 다음과 같다.

표 1. 실험조사에 사용된 지도의 기호학적 특성

	지도표현 방법	지도의 방향	시야	축척의 균일성
구글 맵스 (2차원)	도식적, 추상적 표현	북쪽을 위로 고정	정사영	한 화면에 동일한 단일 축척
구글 어스 (3차원)	실제적, 세밀한 표현	자유롭게 조정 가능	원근적	원근감에 따른 복합 축척

### 3.2 실험과정과 분석방법

공간인지는 장소간 이동을 반복하면서 최종적으로 전체 지역에 대한 개관지식이 형성되는 과정이다. 본 연구는 실제 공간에서 공간지식이 발달되어 가는 공간인지 이론에 기초하여, 가상공간인 웹 지도를 통한 공간인지 발달과정을 개념적으로 설정하고 실험을 설계하였다.

S. Roberts, et. al.[16]은 가상환경에서 공간인지가 형성되는 상황(context), 발달단계(phases), 지식의 형성(knowledge)으로 관련 요소를 개념화하였다. 본 연구는 S. Roberts, et. al의 개념에 근거하여 그림 3과 같이 지도사용을 통한 공간인지 발달과정을 개념화하였다.

본 실험조사는 한 명의 실험참가자가 세 가지 지도표현방법(2차원 지도, 3차원 지도, 2차원과 3차원 지도를 동시에 보는 방법) 중 두 가지를 선택하여 길찾기 과제를 수행하게 된다. 길찾기 과제를 마친 후 실험참가자가 참조한 두 가지 지도표현방법을 통해 획득한 공간지식의 정확성, 신속성, 자신감을 측정하여 비교함으로써 각 지도표현방법의 인지적 지도사용효과를 분석한다. 다만 연구결과는 본 연구의 실험에서 제시한 지도사용상황에서의 효과로 한정한다.

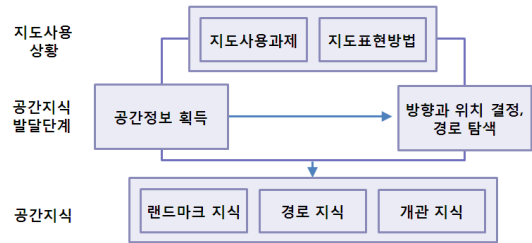


그림 3. 지도사용환경에서 공간인지 발달과정<sup>1)</sup>

데스크탑 환경에서 웹지도로 모르는 지역에 대한 길찾기 과제를 수행하는 상황에서 지도표현방법(2차원, 3차원, 동시보기)에 따라 인지적 지도사용효과(공간지식 획득의 정확성, 신속성, 자신감)가 차이가 있을 것이라는 것이 본 연구의 가설이다.

인지지도의 정확성은 사용자가 작성한 인지지도가 실제 지도와 비교하여 기하학적 형태가 얼마나 정확한지 2차원 회귀분석을 적용하여  $R^2$ 로 측정하였다.

2차원 회귀분석으로 실제지도 좌표(독립변수)가 인지지도 좌표(종속변수)로 변환되는데 사용된 변환규칙을 추정하고, 변환규칙의 정확성( $r^2$ )을 측정할 수 있다[21].  $r^2$ 은 종분산에 대한 설명된 분산의 비율로서, 종속변수(인지지도)의 분산 중에서 몇 %가 독립변수(실제 지도)에 의해 설명되는지 나타내므로, 2차원 상관관계수  $r$ 의  $r^2$ 은 인지지도의 정확성을 나타내는 지표로 적용할 수 있는 근거가 된다.

$$r = \sqrt{\frac{\sum [(A' - M_A)^2 + (B' - M_B)^2]}{\sum [(A - M_A)^2 + (B - M_B)^2]}}$$

$AB$  : 인지지도의 좌표,

$A'B'$  : 변환식에 의해 추정된 좌표

$M_A M_B$  : 인지지도 좌표의 평균값

신속성은 사용자가 길찾기 과제수행 후 인지지도를 작성하는데 소요된 시간으로 측정하였다. 그러므로 반응시간이 커지게 되면 신속성은 낮아지게 된다.

자신감 측정은 지도를 통해 획득한 공간인지효과에 대한 주관적 판단으로서 지도사용과제 수행 후 실제 공간에서의 길찾기에 대하여 얼마나 자신감이 생겼는지를 7점 리커트 척도로 측정하였다.

실험은 크게 세 가지 유형으로 구성하였다. 첫 번

1) S. Roberts, et. al.[16], p.234 그림을 수정하여 작성

제(실험 I, 실험 II)는 결과해석을 위한 기준이 되는 실험으로 한 사용자가 2차원 지도로만 두 차례에 걸쳐 실험에 참여하게 된다. 그 중에서 실험 I은 지리학을 전공하지 않은 대학생을 대상으로 하고, 지도상에 모든 목적지가 나타나 있어 난이도가 낮은 지시검색(target search)을 길찾기 과제로 하였다. 실험 II는 목적지를 모를 뿐만 아니라 지역에 대한 사전 지식도 없어 난이도가 높은 순수검색(naive search) 과제를 지리학 관련 학과의 대학생 혹은 대학원생을 대상으로 실시하였다. 이 때, 사례 지역을 각각 다르게 설정하여 새로운 지역을 대상으로 실험한다는 전제조건을 유지시켰다.

두 번째 실험 유형(실험 III)은 2차원 지도만 참조하는 방법과 2차원 지도와 3차원 지도를 동시에 참조하는 방법의 효과를 비교하기 위한 실험이며, 세 번째 실험 유형(실험 IV)은 2차원 지도와 3차원 지도의 효과를 비교하기 위한 실험이다.

대상 지도가 웹지도이므로 웹기반 조사 프로그램인 Qualtrics(<http://www.qualtrics.com/>)로 실험을 하였다. 이 프로그램의 사용으로 실험에 대한 설명 및 매 실험마다 발생할 수 있는 조사과정의 차이를 최소화할 수 있었으며, 각 문항별 응답에서 소요된 시간(1/1000초 단위) 측정도 가능하였다. 실험참여자의 개인차를 고려하여 과제수행에 있어 시간적 제약은 두지 않았다.

## 4. 인지적 지도사용효과 분석

### 4.1 분석의 개요

실험조사에는 총 83명이 참가하였고, 그 중에서 충실한 답변을 한 53명의 실험결과를 분석하였다. 참가자는 공고를 통해 모집하였으며, 사례지역을 방문한 경험이 없는 경우에만 실험에 참가하도록 하였다. 전체 실험에 소요된 시간은 한 명당 평균 40분 38초이며, 최소 소요시간은 5분 57초, 최대 소요시간은 2시간 24분 43초였다.

실험참가자는 시나리오에 따라 한 지역에서 3곳의 목적지에 대한 길찾기 과제를 수행하고 경로에 대한 약도를 작성함으로써 사례지역에 대하여 학습하게 된다(과제 1, 2, 3). 세 곳의 목적지에 대한 길찾기 과제를 마친 후, 각 목적지의 위치를 회상하여 도로망만 표시된 백지도에 3곳의 목적지를 모두 표시하게 한 뒤(과제 4), 최종적으로 전체 지역에 대

한 사용자의 인지지도를 작성하게 된다(과제 5). 과제 1, 2, 3, 4는 공간지식을 획득하는 과정에 해당되며, 본 실험조사의 목적은 최종적으로 획득한 인지지도(과제 5)를 분석하기 위함이다.

실험조사의 분석은 한 명의 사용자가 각각 다른 지도표현방법을 참조하여 수행한 두 차례의 과제수행결과를 비교하는 방법으로 사용자간 분석이 아닌 사용자가 수행한 '과제간 비교분석' 방법으로 설계하였다. 이는 예비조사를 통해 신속성과 자신감 항목의 개인차가 커서 사용자간 비교가 어렵다는 점이 파악되었고, 이러한 개인차 문제를 해결하기 위해 본 연구에서 새롭게 적용한 분석방법이다. 각 실험군내에서 첫 번째 실험결과와 두 번째 실험결과의 차이를 분석하기 위해 대응표본 T-검정을 적용하였다.

### 4.2 분석결과

지도표현방법에 따른 인지적 지도사용효과의 분석결과를 정리하면 표 2와 같다.

분석결과, 비전공자를 대상으로 두 차례의 과제수행 모두 2차원 지도로 실험한 실험 I은 두 번째 과제수행에서 공간인지의 정확성과 신속성이 향상되었으며, 이러한 결과는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 첫 번째 실험에서 88%이던 정확성이 두 번째 실험에서 92%까지 향상되었으며, 201초 소요되었던 인지지도 작성이 두 번째 실험에서는 대략 100초에 마칠 수 있게 되었다.

그러나 지리학 관련 전공자를 대상으로 실시한 실험 II에서는 세 항목 중에서 단지 신속성 항목만 유의한 차이를 보였다. 실험 I과 실험 II의 분석결과에서 지도표현방법이 아니라 사용자의 지도사용관련 경험이나 지식 등의 요소가 인지적 지도사용효과에 영향을 미치고 있음을 추측할 수 있다.

2차원 지도만 참조하는 경우와 두 가지 지도표현방법을 동시에 참조하는 경우를 비교한 실험 III에서는 신속성과 자신감 항목이 유의한 차이를 보였다. 두 가지 지도표현방법을 동시에 참조하였을 때 신속성은 향상되었지만 자신감은 5.47점에서 4.33점으로 감소하였다.

실험 IV는 2차원 지도와 3차원 지도의 효과를 비교한 실험으로, 3차원 지도로 과제를 수행한 후 인지지도 작성이 더욱더 신속하게 이루어졌음을 알 수 있다.

표 2. 실험분석결과(대응표본 T-검정 결과)

실험 유형	분석목적	실험 참가자	길찾기 과제	지도표현방법 참조 순서		인지적 지도사용효과			
				1단계	2단계	정확성 ( $R^2$ )	신속성 (초)	자신감 (점수)	
실험 I	과제 반복수행의 영향 비교	비전공자 (n=11)	지시검색	2D	2D	1단계(A)	.8836	201.46	4.82
						2단계(B)	.9222	100.04	4.27
						대응차 $t$	-2.832*	2.484*	1.150
실험 II	과제 반복수행의 영향 비교	전공자 (n=15)	순수검색	2D	2D	1단계(A)	.9511	276.98	5.87
						2단계(B)	.9444	183.54	5.60
						대응차 $t$	.594	2.363*	1.293
실험 III	2차원 지도와 동시보기의 효과 비교	전공자 (n=15)	순수검색	2D	2D+3D	1단계(A)	.9348	239.25	5.47
						2단계(B)	.9082	151.54	4.33
						대응차 $t$	.866	2.164*	2.605*
실험 IV	2차원 지도와 3차원 지도의 효과 비교	전공자 (n=12)	순수검색	2D	3D	1단계(A)	.9258	212.42	4.75
						2단계(B)	.9074	102.82	4.67
						대응차 $t$	.557	4.173*	.132

\*,  $p < .05$

이상의 분석결과에서 공간인지의 정확성은 지도 표현방법의 영향보다 사용자 특성의 영향이 더 큰 것으로 보인다. 비전공자를 대상으로 한 실험에서는 2단계 과제수행에서 정확성이 증가한 반면, 전공자를 대상으로 한 실험에서는 지도표현방법이나 과제의 반복수행에 따른 유의한 차이를 보이지 않고 있기 때문이다.

인지지도 작성에 있어서 신속성은 공간인지의 회상과 관련된 항목으로 모든 실험에서 두 번째 과제에서 시간이 단축되었음을 확인할 수 있다.

지도사용을 통한 공간인지에 대한 자신감은 2차원 지도와 3차원 지도를 동시에 참조할 때 감소되는 것으로 나타나, 두 가지 지도표현방법을 동시에 참조하는 방법이 오히려 공간인지에 어려움을 주고 있다는 사실을 확인할 수 있다.

실험 III과 실험 IV에서 2차원 지도만 참조하였을 때 공간인지의 정확성이 더 높게 나타나고 있음을 알 수 있는데, 이는 도시보행자의 경로탐색에 있어서 2차원의 도식화된 지도가 3차원 지도보다 더 효과적이라는 Plesa and Cartwright[15]의 연구결과와 유사하다. 하지만 이번 실험에서 통계적 유의성이 검증되지 않아 2차원 지도의 효과를 검증하기 위해서는 추가적인 조사분석이 필요한 것으로 보인다.

3차원 지도는 상호작용에 의해 원근적인 거리표현 뿐만 아니라 지도의 방향도 회전되므로 이에 따른 방향감각상실의 우려가 예상되었으나, 본 연구에서는 2차원 지도와 3차원 지도 어느 것도 더 효과

적이라는 명확한 증거가 나타나지 않았다. 그러나 두 가지 지도표현방법을 동시에 참조할 때, 실제로 공간인지의 정확성이 떨어지는 것은 아니었지만, 심리적으로 어려움을 느끼는 것으로 파악되었다.

본 연구의 실험분석결과는 다음과 같다.

지도를 통해 공간을 정확하게 인식하는 것은 지도표현방법의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 공간인지의 정확성은 지도표현방법보다 사용자의 특성 혹은 지도사용과제의 반복수행 등 다른 외부적인 요소의 영향을 받는 것으로 보인다.

신속성 항목은 지도표현방법의 영향이라기보다 같은 유형의 과제를 두 번 수행함으로써 발생한 시간단축으로 해석될 가능성이 더 높다.

자신감 항목 분석을 통해, 2차원 지도 혹은 3차원 지도라는 특정 표현방법을 선택하는 것보다 두 가지 표현방법을 동시에 참조할 때 심리적으로 지도 사용효과가 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

이 연구에서 설계한 실험방법의 특성상 과제의 반복수행이 공간인지의 결과에 영향을 미치고 있는 것으로 보인다. 그러나 이와 같은 분석결과는 지도의 반복적 사용 혹은 교육을 통해 지도사용의 효과를 높일 수 있다는 점을 시사하기도 한다.

한편으로는 낯선 지역에서의 길찾기 과제라는 조건을 유지하기 위하여 각각 다르게 적용한 두 사례 지역의 지리적 특성 차이가 영향을 미쳤을 수 있다. 3차원 지도의 효과를 분석하기 위하여 사용한 구글 어스는 극히 일부 지역만이 3차원으로 구현되어 있

어, 지리적 특성이 유사한 두 곳의 사례지역을 찾기에 어려움이 있었으며, 사례지역의 특성 및 복잡성 정도를 맞추기 위하여 노력하였으나, 실험참여자가 두 지역의 복잡성 정도를 다르게 인식했을 가능성이 있기 때문이다.

또한 새로운 장소를 짧은 시간 내에 둘러보고 회상하여 인지지도로 작성해야 하므로 실험대상자의 인지적 부하를 줄이기 위하여 1km<sup>2</sup> 내외의 좁은 지역에서의 길찾기 과제를 설정하였던 점이 정확성 항목에 있어 지도표현방법에 따른 차이가 나타나지 않는데 영향을 미쳤을 가능성도 있다. 추후의 연구에서는 이러한 점을 보완할 수 있는 실험설계가 필요한 것으로 보인다.

## 5. 결론

이 연구는 공간인지 이론을 기반으로 하여 지도 사용자의 마음속에 형성된 공간에 대한 이미지가 실제와 비교하여 얼마나 정확한지, 어떠한 지도표현 방법을 참조하였을 때 마음속 이미지를 더 빨리, 더 자신감 있게 표현할 수 있는지를 분석하기 위한 분석틀을 제안하고, 이러한 개념을 ‘인지적 지도사용 효과’라고 정의하였다. 이를 위해 기존의 정성적이거나 간접적인 방법이 아닌 정량적 방법을 도입함으로써 분석결과를 계량화하였다.

웹지도로 모르는 지역에서의 길찾기 문제를 해결하면서 사용자의 마음속에 공간에 대한 이미지가 단계적으로 형성될 수 있도록 공간인지 이론에 근거하여 시나리오 기반의 조사방법을 설계하였으며, 지도사용과제의 특성상 지도사용능력과 같은 개인적 특성의 영향을 많이 받기 때문에, 사용자의 특성을 배제하고 지도사용효과를 분석하기 위하여 사용자가 수행한 과제간 분석에 초점을 맞추어 실험을 설계하였다.

지도사용자가 지도를 해석한 결과물인 인지지도를 정량적으로 분석하기 위하여, 지도간 형태의 관련성을 분석할 수 있는 2차원 회귀분석 방법을 적용하였다. 이는 W. Tobler[20]에 의해 이론적으로 제시된 바 있지만, 분석도구의 부재로 실증적 분석 사례를 찾기 어려웠던 방법론이다. 이 방법을 적용하여 인지지도의 정확성을 산출하고, 인지지도 작성에 소요된 시간으로 신속성을 측정하였으며, 과제수행 후 향상된 지도사용자의 자신감을 측정하여 지

도사용의 인지적 효과를 분석하였다. 이 연구는 지도사용을 통해 획득한 공간인지라는 개념을 구체화하고 계량화하여 표현할 수 있는 방법을 제시하였다는 점에서 연구의 의의를 찾을 수 있다.

본 연구에서 제안한 실험설계에 따른 실증적 분석결과는 지도를 사용하여 공간을 정확하고 빠르게 인지하는데 있어 사용자의 특성과 반복적인 지도사용이 영향을 미치는 것으로 나타났다. 지도표현방법은 자신감 항목에서 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 2차원 지도나 3차원 지도 중 한 가지 표현방법을 참조하는 것보다, 두 가지 지도표현방법을 동시에 참조하는 경우 자신감이 낮게 나타났다.

이러한 연구결과는 효과적일 것으로 예상되는 새로운 지도표현방법이 실제로 그렇지 않거나, 사용자마다 효과적이라고 판단하는 지도표현방법이 다르게 나타나는 이유에 대한 근거가 될 수 있다.

지도학에서 지도사용자의 특성으로 주로 제시되는 요소는 인구통계학적 특성, 선천적 공간능력, 교육이나 전문적인 지도사용에 의한 지식과 경험의 증가, 선호도와 동기와 같은 심리적 특성 등이 있다 [8]. 효과적인 지도를 디자인하기 위해서는 지도에 표현된 정보를 분석하고 이해하는 데 영향을 미치는 지도사용자의 정신적 과정 또한 이해해야 하므로 사용자 특성에 따른 지도효과분석이 필요하다.

그동안 인지적 지도학 연구는 지도읽기와 관련한 사용자의 개별 변수의 효과 검증에만 그쳐, 지도읽기와 관련한 다양한 복합적 변수를 분석할 수 있는 연구가 부족하였다. 향후 이러한 점을 보완한 방법론 모색을 통해 지도사용자 특성을 고려한 지도사용효과 분석이 이루어지면, 그동안 블랙박스로 취급되어오던 지도가 해석되는 인지적 과정에 대한 이해를 증가시킬 수 있고 지도사용자에 대한 이해의 폭을 넓힐 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] D. Appleyard, 1970, "Styles and methods of structuring a city," *Environment and Behavior*, vol. 2, pp. 100-117.
- [2] P. Arthur, and R. Passini, 1992, *Wayfinding: People, signs and architecture*, New York: McGraw-Hill.
- [3] G. E. Burnett, and K. Lee, 2005, "The Effect of



- Vehicle Navigation Systems on the Formation of Cognitive Maps,” in G. Underwood, *Traffic and Transport Psychology: Theory and Application*, Elsevier, Amsterdam, pp. 407–418.
- [4] R. P. Darken, and J. L. Sibert, 1996, “Navigating Large Virtual Spaces,” *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 8, no. 1, pp. 49–72.
- [5] F. Dickmann, 2005, “Effectiveness and efficiency of tourism maps in the World Wide Web and their potential for mobile map services,” in L. Meng, A. Zipf, and T. Reichenbacher, *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 43–53.
- [6] J. Döllner, 2007, “Non-Photorealistic 3D Geovisualization,” in W. Cartwright, M. Peterson, and G. Gartner, *Multimedia Cartography*, 2nd Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 229–240.
- [7] M. J. Egenhofer, and D. M. Mark, 1995, “Naive Geography,” in A. Frank, and W. Kuhn, *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag, vol. 988, pp. 1–15.
- [8] C. P. J. M. Elzakker, and K. Wealands, 2007, “Use and Users of Multimedia Cartography,” in W. Cartwright, M. Peterson, and G. Gartner, *Multimedia Cartography*, 2nd Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 487–504.
- [9] A. Friedman, and B. Kohler, 2003, “Bidimensional Regression: Assessing the Configural Similarity and Accuracy of Cognitive Maps and Other Two-Dimensional Data Sets,” *Psychological Methods*, vol. 8, no. 4, pp. 468–491.
- [10] S. C. Hirtle, and P. B. Heidorn, 1993, “The Structure of Cognitive Maps: Representations and Processes,” in T. Gärling, and R. G. Golledge, *Behavior and Environment: Psychological and Geographical Approaches*, Elsevier Science Publishers B. V., pp. 170–192.
- [11] R. M. Kitchin, 1994, “Cognitive maps: what are they and why study them?” *Journal of Environmental Psychology*, vol. 14, pp. 1–19.
- [12] K. Lynch, 1960, *The image of the city*, MA: MIT Press, Cambridge.
- [13] D. R. Montello, 2009, “Cognitive Geography,” in R. Kitchin, and N. Thrift, *International encyclopedia of human geography*, Elsevier Science, Oxford, vol. 2, pp. 160–166.
- [14] J. Paskins, 2005, “Are differences in children’s travel reflected in their cognitive maps?” in G. Underwood, *Traffic and Transport Psychology*, Elsevier Ltd., pp. 49–62.
- [15] M. A. Plesa, and W. Cartwright, 2008, “Evaluating the Effectiveness of Non-Realistic 3D Maps for Navigation with Mobile Devices,” in L. Meng, A. Zipf, and S. Winter, *Map-based Mobile Services: Design, Interaction and Usability*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 80–104.
- [16] S. Roberts, A. Parush, and G. Lindgaard, 2005, “Cognitive Theories and Aids to Support Navigation of Multimedia Information Space,” in D. R. F. Taylor, *Cybercartography: Theory and Practice*, Elsevier, Amsterdam, pp. 231–256.
- [17] G. A. Satalich, 1995, *Navigation and Wayfinding in Virtual Reality: Finding the Proper Tools and Cues to Enhance Navigational Awareness*, Master’s Thesis, Department of Computer Science, University of Washington, Seattle.
- [18] I. Seifert, T. Barkowsky, and C. Freksa, 2007, “Region-based representation for assistance with spatio-temporal planning in unfamiliar environments,” *Location Based Services and TeleCartography*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 179–191.
- [19] P. W. Thorndyke, and B. Hayes-Roth, 1982, “Differences in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation,” *Cognitive Psychology*, vol. 14, pp. 560–589.
- [20] W. Tobler, 1994, “Bidimensional regression,” *Geographical Analysis*, vol. 26, pp. 186–212.
- [21] S. Waterman, and S. Gordon, 1984, “A quantitative comparative approach to analysis of distortion in mental maps,” *Professional Geographer*, vol. 36, pp. 326–337.

[22] M. Wood, D. G. Pearson, and C. Calder, 2007, "Comparing the effects of different 3D representations on human wayfinding," in G. Gartner, W. Cartwright, and M. P. Peterson, Location Based Services and TeleCartography, Springer Berlin Heidelberg, pp. 345-356.

[23] M. Wunderlich, and M. Auer, 2008, "Perspective maps in mobile devices - just style or proper function?" Proceedings of the 5th International Symposium on Location Based Services and Telecartography.

[24] 권용우 외, 1998, 도시의 이해: 도시지리학적 접근, 박영사.

[25] 신정엽, 2009, "공간 인지의 성별 차이에 대한 이론적 검토와 지리교육적 함의," 한국지리환경교육학회지, 제17권, 제2호, pp. 125-143.

[26] 정다운, 강영욱, 2012, "모바일 증강현실 기술을 이용한 역사관광정보 서비스에 관한 연구," 한국공간정보학회지, 제20권, 제2호, pp. 59-70.

[27] 황정래, 김태훈, 최현상, 2012, "모바일 공간정보 서비스 활용 활성화 방안 연구," 한국공간정보학회지, 제20권, 제4호, pp. 57-67.



조 현 정

1998년 이화여자대학교 사범대학 사회생활학과 지리전공 문학사  
 2011년 서울대학교 대학원 지리학박사  
 2011년 명지대학교 연구교수  
 2012년~현재 안양대학교 연구교수  
 관심분야는 GIS, 지도학, 공간인지, 공간정보 표준화



신 휴 석

2011년 서울대학교 대학원 지리학박사  
 2011년~현재 (주)지인컨설팅 연구소장  
 2011년~현재 서울시립대학교 공간정보공학과 겸임교수  
 2011년~현재 서울대학교 국토문제연구

구소 객원연구원  
 관심분야는 GIS, 지도학, 공간통계학



박 기 호

1994년 UC Santa Babara 전산학 박사  
 2006년~2010년 서울대학교 국토문제연구소 소장  
 1995년~현재 서울대학교 지리학과 교수

관심분야는 GIS, 공간분석

---

논문접수 : 2012.05.31  
 수정일 : 1차 2012.10.22 / 2차 2012.10.23  
 심사완료 : 2012.10.26