

시공간데이터 분석을 위한 다차원 모델과 시각적 표현에 관한 연구

조재희* · 서일정**

Multidimensional Model for Spatiotemporal Data Analysis and Its Visual Representation

Jaehee Cho* · Iljung Seo**

Abstract

Spatiotemporal data are records of the spatial changes of moving objects over time. Most data in corporate databases have a spatiotemporal nature, but they are typically treated as merely descriptive semantic data without considering their potential visual (or cartographic) representation. Businesses such as geographical CRM, location-based services, and technologies like GPS and RFID depend on the storage and analysis of spatiotemporal data. Effectively handling the data analysis process may be accomplished through spatiotemporal data warehouse and spatial OLAP. This paper proposes a multidimensional model for spatiotemporal data analysis, and cartographically represents the results of the analysis.

Keywords : OLAP, Multidimensional Model, Spatiotemporal Data, SOLAP

논문접수일 : 2005년 9월 15일

논문게재확정일 : 2006년 3월 10일

※ 이 논문은 2004년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

* 광운대학교 경영대학 경영정보학과 교수, (139-701)서울시 노원구 월계동 447-1, Tel : 02-940-5433, Fax : 02-940-5430,

e-mail : mis1@kw.ac.kr

** 광운대학교 경영정보전공 박사과정

1. 서 론

시공간데이터(Spatiotemporal Data)는 시간에 따른 이동객체(Moving Object)의 공간 변화를 기록한 데이터이다. 예를 들어 휴대폰 이용정보, 교통정보, 태풍의 이동 등을 기록한 데이터가 대표적인 시공간데이터라고 할 수 있다. 비즈니스 환경에서 흔히 접하는 대부분의 데이터는 국가, 지역, 우편번호, 주소 등과 같은 공간적인 요소들을 포함하고 있으며[ESRI, 2005] 실제로 기업 데이터베이스에 저장되어 있는 데이터의 약 80%가 공간적인 요소(위치, 모양, 크기 등)를 가지고 있다[Franklin, 1992]. 그러나 지금까지 시공간데이터의 공간적인 요소는 지도 위에 점, 선, 면 등으로 표현될 수 있는 지리적인 의미보다는 대한민국, 서울시, (우)139-701 등과 같이 서술적인 의미로만 저장되어왔다.

최근 GPS, RFID 등의 정보기술을 이용하여 이전보다 시공간데이터의 수집이 용이해졌다. 또한 gCRM과 위치기반서비스 분야 등에서 시공간데이터를 저장하고 분석하려는 필요성이 제기되면서, 이를 지원하기 위한 시공간 데이터 웨어하우스(Spatiotemporal Data Warehouse)와 SOLAP(Spatial On-Line Analytical Processing)이 등장하게 되었다.

시공간데이터를 효과적으로 저장하기 위한 데이터 모델에 관한 연구들[Parent와 2인, 1999 ; Tryfona와 2인, 2003 ; Lujan-Mora와 2인, 2002]이 수행되었으나, 이들 대부분은 ER 모델이나 UML을 기반으로 하고 있으며 데이터 분석을 목적으로 하는 정보시스템이 아닌 운영체시스템의 개발에 초점을 맞추고 있다. 시공간데이터의 분석 시스템인 SOLAP을 지원하는 다차원 모델에 관한 연구는 찾아보기 힘들다. 이에 본 연구는 시공간데이터인 지하철 패스카드 데이터(패스카드를 이용한 지하철 승객의 승차와

하차정보를 기록한 데이터)를 사용하여 SOLAP에 적절한 다차원모델을 제안하고 그 분석 결과를 GIS 마케팅 툴인 Marzer[니즈아이, 2005]를 사용하여 실제 지도에 시각적으로 표현하였다. 그리고 연구결과의 유용성을 객관적으로 평가하기 위하여 연구결과에 대한 관련 전문가들의 의견을 조사하였다.

2. SOLAP

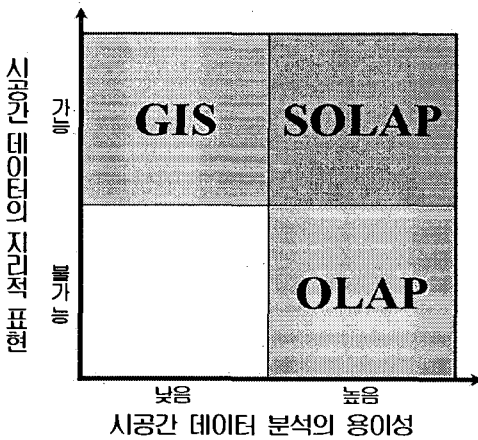
2.1 SOLAP의 배경과 정의

E.F Codd[1993]는 기업의 데이터 모델을 정적 모델과 동적 모델로 구분하고 OLAP을 “동적 모델로부터 정보를 생성, 조작, 활성화, 종합하는 데 필요한 역동적 기업분석”이라고 정의하였다. OLAP을 통하여 최종 사용자는 심층분석(Drill Down), What-if 분석, Goal-seeking 등이 가능하며 다차원적으로 데이터를 분석할 수 있다[조재희, 1999]. 다차원적으로 데이터를 분석하기 위해서는 다차원 모델의 설계가 필수적으로 수반되어야 한다.

다차원 모델은 비즈니스 정보에 대한 논리적 모델로, 비즈니스를 표현하는 가장 자연스러운 형태이며 전적으로 사용자의 분석목적에 맞도록 사용자 관점에서 설계되어야 한다[조재희, 박성진, 1999]. 다차원 모델을 구성하는 가장 기본적인 요소는 차원이며, 차원은 차원항목을 갖는다. 차원항목은 항목들의 특성을 기술하는 애트리뷰트를 가질 수 있으며, 비즈니스 툴을 반영한 관계식이 설정된다.

기존의 OLAP에서는 공간차원의 차원항목을 지리적인 의미가 아닌 단지 서술적인 의미로만 간주하였기 때문에, 시공간데이터 분석을 함에 있어 심각한 한계를 드러내고 있다[Rivest와 2인, 2001]. 이러한 한계를 극복하기 위하여 SOLAP의

개념이 등장하게 되었다. Bédard[1997]는 SOLAP을 “표나 다이어그램뿐만 아니라 지도를 통해 분석결과를 표현하는 것이 가능하고, 다차원적 접근에 따라 쉽고 빠르게 시공간데이터를 탐색하고 분석할 수 있도록 특별히 고안된 시각적 분석 환경”이라고 정의하였다. 즉, SOLAP은 시공간데이터의 탐색과 분석을 위해서는 기본적으로 OLAP의 기능을 필요로 하고, 데이터의 시각적인 표현을 위해서는 GIS의 기능을 필요로 한다고 해석할 수 있다. Rivest와 2인[2001]도 OLAP과 GIS의 통합은 시공간데이터의 분석과 탐색에 적합한 의사결정지원시스템이 될 수 있을 것이라고 하였다.



<그림 1> SOLAP과 GIS, OLAP의 비교

<그림 1>은 시공간데이터의 지리적 표현(지도 이용 표현)과 분석의 용이성(데이터 탐색, 질의응답속도, 심층분석 등) 측면에서 SOLAP과 GIS, OLAP을 비교한 것이다. 기존의 OLAP은 시공간데이터의 지리적 표현이 불가능한 반면, GIS는 지도를 통한 지리적 표현은 가능하나 OLAP과 같은 데이터 탐색과 분석 기능이 미약하다. 결과적으로, 이런 한계점을 극복하기 위한 노력이 SOLAP이라고 할 수 있다.

2.2 공간차원

Rivest와 2인[2001]은 공간차원을 ‘비지리적 공간차원’과 ‘지리적 공간차원’ 그리고 이 둘이 혼합된 ‘혼합형 공간차원’으로 구분하고, 비지리적 공간차원은 차원항목으로 단순히 특정 지명과 같은 명목 데이터를 사용하여 지리적인 표현이 불가능하다고 하였다. 기존의 OLAP에서 일반적으로 사용되는 공간차원이 바로 이 비지리적 공간차원이다. 공간차원의 나머지 두 유형은 지도 등을 통하여 시각적으로 표현될 수 있는 점, 선, 면 등과 같은 지리적인 요소들을 차원항목으로 갖는다[Rivest와 2인, 2001 ; Stefanovic와 2인, 2000]. <그림 2>는 공간차원의 유형을 그림으로 표현한 것이다.



<그림 2> 공간차원의 유형

시공간데이터 분석을 위한 다차원 모델에서는 차원뿐만 아니라 측정지표도 지역의 범위 또는 경계 등을 나타내는 지리적인 의미를 가질 수 있지만[Han와 2인, 1998 ; Stefanovic와 2인, 2000], 본 연구에서는 차원만을 연구대상으로 하였다.

2.3 SOLAP의 특성

Rivest와 2인[2001]은 SOLAP 시스템의 특성을 제시하였는데 이를 정리하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 SOLAP의 특성

구분	세부내용
데이터의 시각화	지도를 이용한 표현과 표 또는 다이어그램을 이용한 표현이 모두 가능
	융통성 있는 시각적 표현의 관리
	하나 이상의 측정지표를 동시에 표현
	지형, 지물, 행정구역 등의 배경 데이터의 시각화
	지도 기호의 수정
	상호작용이 가능한 범례
데이터의 탐색	모든 표현(표, 다이어그램, 지도)에서 데이터 탐색을 위한 조작이 가능
	시공간데이터 분석 기능이 가능
	스크롤 바 같은 인터페이스를 이용하여 시간차원을 조작
	파생되는 새로운 측정지표의 추가
	차원항목의 필터링 기능
데이터의 구조	다수의 지리적 차원과 혼합 공간차원을 위한 지원
	기하학적 집계와 조합을 위한 지원
	지도의 자동적인 생성과 다중 표현을 위한 지원
	기하학적 이력 데이터의 저장을 위한 지원
	이중 데이터 소스를 위한 지원

3. 시공간데이터분석을 위한 다차원 모델

3.1 지하철 패스카드 데이터

지하철 패스카드 데이터는 패스카드를 지불 수단으로 하여 지하철을 이용한 내역을 기록한 데이터이며 <그림 3>과 같이 이용일, 승차시간, 하차시간, 승차역, 하차역 등과 같은 속성을 갖는다. 이는 시간의 경과(승·하차시간)에 따라 공간상의 변화(승·하차역)를 기록한 전형적인 시공간데이터라고 할 수 있다. 특히, 승차역과 하차역이 동일 레코드에 발생하여 시공간데이터 분석에 적절한 데이터라고 할 수 있다.

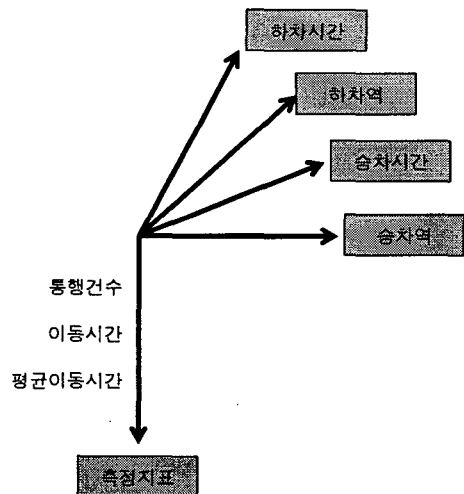
이용일	승차시간	하차시간	승차역	하차역
2004년 5월 24일	오전 7:48	오전 8:28	독산	명동
2004년 5월 24일	오후 12:46	오후 1:11	경원대	오리
2004년 5월 24일	오후 3:01	오후 3:38	청량리	홍대입구
2004년 5월 24일	오후 6:18	오후 7:15	야탑	신림
2004년 5월 24일	오후 9:36	오후 10:14	강남	합정

〈그림 3〉 지하철 패스카드 데이터

본 연구에 사용된 지하철 패스카드 데이터는 2004년 5월 24일 하루 동안 K신용카드사의 패스카드로 승차요금을 결제한 1,184,170건의 통행 데이터이며 일련의 전처리 과정을 거쳐 1,135,092건을 연구에 사용하였다.

3.2 차원과 측정지표의 설정

지하철 패스카드 데이터가 내포하고 있는 시공간성을 파악하기 위해서는 <그림 4>와 같이 다섯 개의 차원을 갖는 다차원 모델이 필요하다. 측정지표로는 통행건수와 이동시간이 있으며, 이 두 가지 변수를 이용하여 평균이동시간을 파생시켰다



〈그림 4〉 다차원 모델

〈표 2〉 다차원 모델의 세부구조

차원	차원항목(에트리뷰트)	비즈니스 룰	
측정지표	통행건수		
	이동시간		
	평균이동시간	이동시간/통행건수	
승차역	서대문(308905, 552073) ... 혜화(311990, 553928)	종로구 계	합계
	명동(310612, 551498) ... 서울역(309264, 551038)	중구 계	
	
	정왕(288296, 529181), 오이도(288467, 529697)	시흥시 계	
하차역	서대문(308905, 552073) ... 혜화(311990, 553928)	종로구 계	합계
	명동(310612, 551498) ... 서울역(309264, 551038)	중구 계	
	
	정왕(288296, 529181), 오이도(288467, 529697)	시흥시 계	
승차시간	05시, 06시, 07시, 08시, 09시	출근 계	합계
	10시, 11시, 12시, 13시, 14시, 15시	오후 계	
	16시, 17시, 18시, 19시, 20시, 21시	퇴근 계	
	22시, 23시, 24시, 01시	야간 계	
하차시간	05시, 06시, 07시, 08시, 09시	출근 계	합계
	10시, 11시, 12시, 13시, 14시, 15시	오후 계	
	16시, 17시, 18시, 19시, 20시, 21시	퇴근 계	
	22시, 23시, 24시, 01시	야간 계	

〈표 2〉는 다차원 모델의 세부구조를 나타내며 각 차원과 차원항목, 측정지표, 비즈니스 룰(측정지표의 관계식, 차원항목의 계층구조식)을 정리한 것이다.

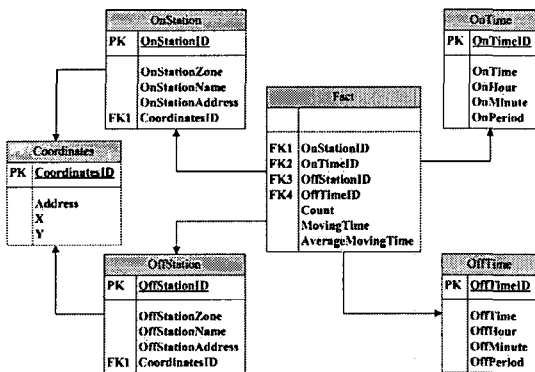
승차역 차원과 하차역 차원은 '지역-지하철역' 순으로 각 레벨 사이에 계층구조를 가지며 상위 레벨인 '지역'은 서울시에서 시행한 '가구통행실태조사[김순관 외, 2003]'에서 지리적 분석단위로 설정한 지역구분을 토대로 하였다. 승차시간 차원과 하차시간 차원은 '시간대 소계-시간대' 순으로 레벨간 계층구조를 가지며 상위 레벨인 '시간대 소계'는 시간대별로 통행건수의 분포를 분석하여 설정하였다.

공간차원인 승차역 차원과 하차역 차원은 '종로구-서대문역' 등과 같은 서술적인 요소와 이

를 지도 위에 표현하기 위해 '(308905, 552073)'과 같은 지리좌표를 포함한다. 이는 앞서 2장 2절에서 소개한 공간차원의 유형 중 혼합형 공간차원이라고 할 수 있다. Rivest의 2인[2001]은 차원항목의 특성만을 가지고 공간차원의 유형을 설명하고 있으나, 이는 차원항목이 항목의 특성을 기술하는 에트리뷰트를 가질 수 있다[조재희 등, 1999]는 사실을 간과한 것이다. 비지리적 공간차원항목은 지리적 특성을 기술하는 에트리뷰트를 통해 지리적인 표현과 탐색이 가능하다. 다시 말해서, 비지리적 공간차원항목인 지하철역은 에트리뷰트로 지리좌표를 가짐으로써 지리적인 표현과 분석이 가능해진다. 이러한 구조를 〈표 2〉에서 '서대문(308905, 552073)'으로 표기하였다.

3.3 시각적 표현

데이터 시각화는 복잡한 시공간 현상과 프로세스로부터 통찰력을 갖게 해줄 뿐만 아니라 데이터에 포함된 구조나 관계를 잘 이해할 수 있도록 한다. 특히, 지도를 이용한 데이터의 시각적 표현은 최종 사용자의 사고 프로세스에 가장 적합한 도구라고 할 수 있다[MacEachren and Kraak, 2001].

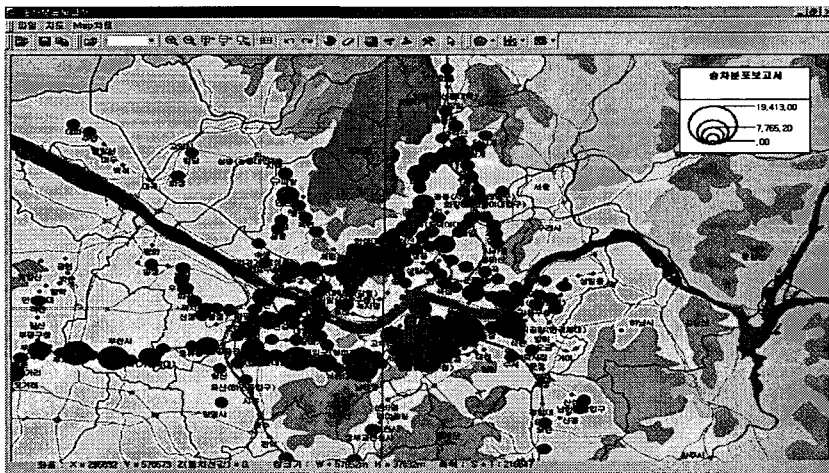


<그림 5> 스노우플레이크 스키마

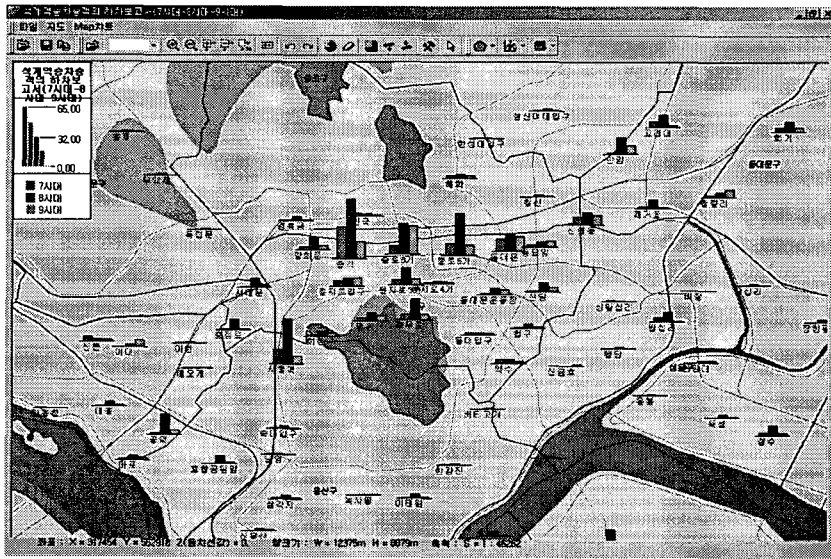
지도 위에 분석결과를 표현하기 위하여, 이전 절에서 제안한 다차원 모델을 반영하여 <그림 5>와 같이 1개의 사실 테이블과 5개의 차원 테이블을 갖는 스노우플레이크 스키마를 설계하였다. 사실 테

이블은 승차역(OnStationID), 하차역(OffStationID), 승차시간(OnTimeID), 하차시간(OffTimeID)을 속성으로 가지며 이들은 각각의 차원 테이블과 조인 되어있다. 그리고 측정지표인 통행건수(Count), 이동시간(MovingTime), 평균이동시간(Average-MovingTime)을 속성으로 갖는다. 지리좌표 테이블(Coordinates)은 향후 다른 공간 데이터와의 연계를 위하여 승차역 테이블(OnStation)과 하차역 테이블(OffStation)로부터 분리되었다. 이를 기반으로 관계형 데이터베이스를 구축하였으며, 구축된 관계형 데이터베이스에 (주)니즈아이의 GIS 마케팅 툴인 Marzer를 사용하여 질의하였다. 이러한 과정을 통하여 <그림 6, 그림 7, 그림 8>과 같은 시각적인 분석결과를 생성하였다.

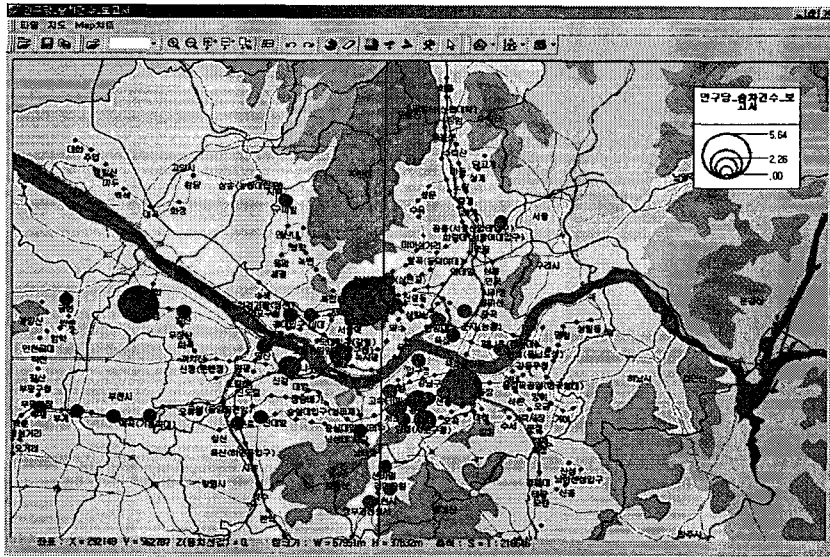
<그림 6>은 전체 역의 승차분포이며 지형(산, 강), 지물(지하철 노선, 지하철역), 행정구역 경계만이 표시되어 있는 1:226648 축적의 지도 위에 해당 역의 승차건수 정도를 원의 크기로 표현하고 있다. 강남, 종로, 부천 지역의 승차건수가 다른 지역에 비하여 확연하게 많다는 것을 쉽게 확인할 수 있다. <그림 7>은 석계역 탑승자의 하차분포를 각 지하철역에 막대그래프를 사용하여 출근시간대인 오전 7시부터 9시까지 시간대별로 보여주고 있다.



<그림 6> 수도권 승차분포



〈그림 7〉 석계역 탑승자의 하차분포



〈그림 8〉 역세권 인구 대비 승차율 분포

〈그림 8〉은 역세권 인구수와 해당 역의 승차건수를 비교하기 위하여 역세권 인구대비 승차율을 분포를 보여주고 있다. 원의 크기가 상대적으로 큰 지하철역은 강남역, 종각역, 종로3가역, 김포공항역 등이다. 이러한 분석

결과는 인구 통계 데이터와 지하철 통행 데이터가 동일 지역에 대한 지리좌표를 공유하기 때문에 가능한 것이며, 지리좌표를 속성으로 갖는 모든 시공간데이터에 대하여 적용할 수 있다.

<표 3> 시각적 분석결과의 전문가 평가

구분	전문가	평가
학계 전문가	광운대 경영정보학과 교수	- 의사결정과정의 효율성 및 효과성 제고에 기여할 것으로 봄. • 정보의 집약도 및 풍부성이 향상되었음. • 표현방식이 의사결정자의 통찰력을 자극함으로써 의사결정의 신속성 및 질에 긍정적인 영향을 줄 것으로 평가됨.
	서울대 산업공학과 교수	- 승객들이 언제 어디에서 어디로 이동하는지를 매우 잘 이해할 수 있음.
	홍익대 정보/컴퓨터 공학부 교수	- 공간(Spatial)이라는 용어를 사용하기 위해서는 다음과 같은 질의가 가능한지 살펴보아야 함. • 상계역 반경 5Km 이내에서 승차하는 승객 수? • 동서 또는 남북으로 이동하는 승객 수?
업계 전문가	(주)엠브레인 CRM사업부	- 전체 현황을 한눈에 파악할 수 있고, 관심 지역을 보다 쉽게 찾아 볼 수 있으며, 지역들간의 비교가 용이하다는 장점이 있는 것으로 판단됨.
	제임스마틴코리아 책임컨설턴트	- SOLAP을 공공부문인 지하철 정책관련 의사결정에 이용할 수 있음. • 통행량 기준 출발/도착시간 조정 • 역별 통행량을 고려한 시설 확충 및 재 배치
지하철 현업 담당자	도시철도공사 전산부서	- 본 연구결과물은 실 지도상에 통행량을 시각화 및 단순화하였음. - '전체역 출발/전체역 도착'정보를 표시하기에는 너무 복잡할 것 같고 몇 개역을 선택적으로 정밀 분석하는 데 유용. - 출발역 기준(또는 도착역 기준) 도착역에 대한 통행량 표시일 뿐 출발역/도착역 경로는 없음(장기적으로 경로삽입 필요). - 추가적으로 교통수단별 통행분석이 요망됨.
	도시철도공사 현업부서	- 공사에서 생성되는 텍스트 형태의 출력물과 비교하여 시각효과가 우수하여 경영진의 의사결정에 유용할 것으로 기대됨. - 실제 통행량에 근거한 역 시설물의 개선 또는 광고주를 설득할 수 있는 자료로 활용 가능. - 승객의 이동 경로까지 파악할 수 있다면 더욱 가치 있을 것으로 사료됨.
	도시철도공사 현업부서	- 시간대별 유동인구의 흐름 파악이 가능하며 거주자의 주요 출근장소 파악에 유용하게 사용할 수 있음. - 분석결과를 토대로 시간대별 탄력적 지하철 운용이 가능. - 주요 승차역 주변에서의 집중 홍보로 역 수송증대 창출 가능. - 서울시 전체 유동인구 파악을 위해서는 버스 이용자 분석도 필요
	도시철도공사 전산부서	- 연령별, 성별 분석이 추가되었으면 함. - 역세권 상권분포를 반영한 분석이 추가되었으면 함.
	서울메트로 현업부서	- 본사는 승객에 대한 종합적인 분석정보시스템이 부재함. - 이 시스템은 (1) 도시 계획 수립, (2) 유동인구 집중도 완화를 위한 정책 수립, (3) 역세권 상권 형성 및 사업 타당성 검토에 참고할 수 있음. - 승객의 이동거리 및 이용 역의 특징을 살린 광고 및 임대상가 사업에 참고할 수 있음. - 단색의 원의 크기로 모든 역의 정보를 나타낼 경우 중첩에 의한 혼란이 야기될 수 있음. - 타 교통 수단과의 비교 및 연령별, 성별 분석이 필요함. - 시간대별 지역의 인구밀도가 지도에 반영되면 좋겠음(수도권 유동인구 밀집도).

3.4 시각적 분석결과의 평가

본 연구를 통해 생성된 분석 결과물을 객관적으로 평가하기 위하여 전문가들의 의견을 조사하였다. 전문가 의견조사는 관련 학계 전문가, 업계 전문가, 지하철 현업 담당자 등을 대상으로 2005년 12월 22일부터 2006년 2월 20일까지

2개월여에 걸쳐 이메일을 통하여 실시되었다. 전문가들에게 연구결과물과 기존 분석시스템(OLAP)으로부터 생성된 결과물의 비교, 분석결과물의 유용성 또는 가치, 분석결과물의 문제점 또는 개선사항, 기타의견 등을 묻는 질문과 함께 분석결과물을 첨부한 이메일을 발송하였으며, 의견수렴 결과 총 10명의 전문가들로부터

회신을 받았다. <표 3>은 수집된 전문가 의견을 정리한 것이다.

연구결과에 대한 전문가들의 의견을 종합해보면 다음과 같다. 첫째, 데이터 분석결과를 실제 지도를 사용하여 시각적으로 표현함으로써 기존의 분석 시스템과 비교하여 사용자(분석가, 의사결정자 등)의 의사결정에 긍정적인 효과를 줄 수 있다. 둘째, SOLAP을 지하철 유동인구 분석에 적용한 분석결과는 지하철 관련 기관의 정책 수립 및 운영 계획을 위한 기반 정보로 유용하게 사용될 수 있다. 이와 관련해서 교통수단별 통행 분석, 연령별/성별 분석, 승객의 이동경로 분석 등이 보완되어야 할 것이다. 셋째, 단색의 원의 크기로 모든 역의 정보를 표현하는 표현방식은 사용자가 이해하기에 복잡하므로 표현방식을 개선할 필요가 있다. 넷째, 공간정보의 분석이라고 하기에는 분석의 기능적 한계가 있다.

4. 결 론

시공간데이터를 탐색하고 분석하려는 필요성과 중요성이 점차 증대되고 있는 시점에서 본 연구는 공간차원(승·하차역차원)의 차원항목(지하철역)에 애트리뷰트로 지리좌표를 부여함으로써 시공간데이터의 지리적 분석을 가능하게 하는 다차원 모델을 제안하였다. 그리고 지하철 패스카드 데이터와 GIS 마케팅 툴인 Marzer[니즈아이, 2005]를 사용하여 시공간데이터를 지도 위에 표현하였다. 마지막으로, 시각적 분석결과의 유용성을 객관적으로 평가하기 위하여 분석결과에 대한 관련 전문가들의 의견을 조사하였다.

지금까지 비즈니스 데이터의 분석은 시간적 인(날짜별, 요일별, 월별, 년도별) 분석에 집중하였지만, 본 연구에서는 시공간데이터의 지리적 분석을 가능하게 하는 다차원 모델을 제안하고 이를 구현함으로써 공간적인 분석의 유용성

을 보여주었고 이를 전문가들의 의견을 통하여 객관적으로 평가하였다. 지도 위에 비즈니스 정보가 제공되기 때문에 의사결정자는 정보를 직관적으로 해석하고 이해하여 궁극적으로 보다 효율적이고 효과적인 의사결정을 할 수 있다. 향후 본 연구에서 제안한 것과 같은 시스템을 고객, 물류, 수송수단 등과 같은 이동객체의 분석에 적용한다면, 이동성(시간 변화에 따른 공간이동), 방향성, 공간성 등이 추가로 분석되어 비즈니스 객체에 대한 이해가 높아질 것이다.

본 연구에 사용한 분석 툴과 제안한 다차원 모델은 앞서 전문가가 지적한 바와 같이, 공간데이터의 시각적 표현에 있어서는 우수하나 <표 1>에서 소개한 SOLAP의 특징과 비교하여 볼 때 탐색과 분석 기능은 상대적으로 미약한 수준이다. 따라서 본 연구는 데이터의 분석적인 측면에서 시각적인 표현에만 머무르고 진정한 SOLAP 개념에 부합하는 기능을 소개하지 못하는 한계를 갖고 있다. 그러므로, 앞으로 GIS 기능과 OLAP 기능을 효과적으로 통합한 SOLAP 툴이 개발되기를 기대한다.

환경 및 생태계 분야, 지질학 분야, 기상학 분야, 위치를 기반으로 하는 비즈니스 분야 등 실로 시공간데이터 분석의 적용 범위는 광범위하다고 할 수 있다. 시공간데이터 분석의 중요성에도 불구하고 비즈니스 영역에서의 시공간데이터 분석 예는 극히 초보적인 단계이다. 이에 앞으로 비즈니스 분야를 포함한 여러 분야의 시공간데이터를 분석하는 연구를 통해 시공간데이터 분석을 위한 다차원 모델을 보완해야 할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김순관 외, "2002년 서울시 가구통행실태 조사", 서울시정개발연구원, 2003.
- [2] 조재희, "데이터웨어하우징 기술을 이용한

- DB마케팅 전략에 관한 연구”, *정보기술과 데이터베이스 저널*, 제6권 제1호, 1999, pp. 103-113.
- [3] 조재희, 박성진, *OLAP 테크놀로지*, 시그마컨설팅그룹, 1999.
- [4] Bédard, Y., Larrivée, S., Proulx, M.J., Caron, P.Y., and Létourneau, F., “Geospatial Data Warehousing : Positionnement technologique et stratégique”, *Rapport pour le Centre de recherche pour la defense de Valcatier(CRDV)*, 1997.
- [5] Codd, E.F., Codd, S.B., and Salley, C.T., “*Providing OLAP to User-Analysts : An IT Mandate*”, Hyperion Solutions Corporation, 1993.
- [6] Crandall, Richard L., “*Multi-Dimensionality in a Decision Support System*”, Comshare, 1983.
- [7] Franklin, C., “An Introduction to Geographic Information Systems : Linking Maps to Database”, *Database*, April, 1992, pp. 13-21.
- [8] Han, I., Stefanovic, N., and Koperski, K., “Selective materialization : An Efficient Method for Spatial Data Cube Construction”, *Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 1998.
- [9] Kimball, Ralph, “A Dimensional Modeling Manifesto”, *DBMS*, 1997.
- [10] Lujan-Mora, S., Trujillo, J., and Song, I., “Multidimensional modeling with UML package diagrams”, In *Proc. of the 21st Int. Conf. on Conceptual Modeling*, 2002, pp. 199-213.
- [11] MacEachren, A.M. and Kraak, M.-J., “Research challenges in geovisualization”, *Cartography and Geographic Information Science*, Vol. 28, No. 1, 2001.
- [12] Parent, C., Spaccapietra S., and Zimanyi, E., “Spatio-temporal conceptual models : Data structures + Space + Time”, In *Proc. of the 7th ACM Symposium on Advances in Geographic Information Systems*, 1999, pp. 26-33.
- [13] Rivest, S., Bédard, Y., Marchand, P., “Towards better support for spatial decision-making : Defining the characteristics of Spatial On-Line Analytical Processing (SOLAP)”, *Geomatica*, Vol. 55, No. 4, 2001, pp. 539-555.
- [14] Stamen, Jeffery P., “Structuring Databases for Analysis”, *IEEE Spectrum*, 1993, pp. 55-58.
- [15] Stenfanovic, Han, J. and Koperski, K., “Object-based selective materialization for efficient implementation of spatial data cubes”, *IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 12, No. 6, November/December 2000, pp. 938-957.
- [16] Tryfona, N., Price, R., and Jensen, C., *Conceptual models for spatio-temporal applications. In Spatio-Temporal Databases : The Chorochronos Approach*, Springer, 2003.
- [17] Youness, Sakhr., *Professional Data Warehousing with SQL Server 7.0 and OLAP Services*, Wrox Press, Birmingham (UK), 2000.
- [18] ESRI, ArcView GIS Brochure, <http://www.esri.com/library/brochures/pdfs/avgisbro.pdf>, 2005.
- [19] 니즈아이, <http://www.needsi.com>, 2005.

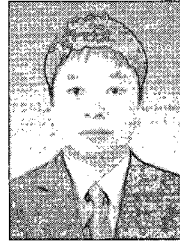
▣ 저자소개



조 재 희

연세대학교에서 경영학 학사, Miami University(Ohio)에서 경영학 석사, University of Nebraska-Lincoln에서 경영정보학 박사를 취득하였다. 펜타

시스템테크놀로지 및 STM(LG CNS의 전신)에서 컨설턴트로 근무하였고, 현재 광운대학교 경영대학 교수로 재직 중이다. 연구분야는 데이터자산의 전략적활용, 다차원모델링, OLAP, 데이터웨어하우스, 비즈니스 인텔리전스 등이다.



서 일 정

경기대학교 경영정보학과를 졸업하였고, 광운대학교에서 경영정보학 석사학위를 취득하였다. 현재 광운대학교 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심 분야는 의사결정지원시스템, 비즈니스 인텔리전스, 전자상거래 분야이다.

템, 비즈니스 인텔리전스, 전자상거래 분야이다.