

이동객체의 데이터 시각화를 통한 이동패턴 분석에 관한 연구*

조재희** · 서일정***

A Study on Movement Pattern Analysis Through Data Visualization of Moving Objects*

Jaehee Cho** · Iljung Seo***

■ Abstract ■

Due to the development of information technologies and new businesses related to moving objects, the need for the storage and analysis of moving object data is increasing rapidly. Moving object data have a spatiotemporal nature which is different from typical business data. Therefore, different methods of data storage and analysis are required. This paper proposes a multidimensional data model and data visualization to analyze moving object data efficiently and effectively. We expect that decision makers can understand the movement pattern of moving objects more intuitively through the proposed implementation.

Keyword : Moving Objects, Multidimensional Data Modeling, Data Visualization, Data Mart

* 이 논문은 2005년도 광운대학교 교내 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

** 광운대학교 경영대학 경영정보학과 교수

*** 광운대학교 경영정보전공 박사과정

1. 서 론

현실 세계에서 움직이는 모든 객체는 시간 속성과 공간 속성을 동시에 갖는다. 이처럼 시간의 흐름에 따라 객체가 이동하면서 그 위치 및 모양이 연속적으로 변화하는 특징을 가지는 객체를 이동 객체라고 한다[10]. 이동 객체의 위치추적장치(GPS, 이동단말기 등), 무선통신기술, 그리고 지리정보시스템이 발달하고, 휴대폰, PDA 등과 같은 무선통신기기의 사용이 확대되면서 사용자의 위치에 기반한 정보를 제공하는 위치기반서비스의 활용이 증가되고 있다. 또한 이동 객체의 자동 인식과 데이터 수집 기능을 제공하는 RFID 기술은 교통, 물류, 제조, 유통 등의 광범위한 분야에서 비즈니스 프로세스의 효율성 향상을 목적으로 그 응용이 점점 확대되고 있다.

시간성 또는 공간성 중 한 가지 속성만을 갖는 기존의 데이터와 달리 위치기반서비스 또는 RFID에 의해 수집된 이동 객체 데이터는 시간성과 공간성을 동시에 가짐으로 인해 기존의 방식과는 다른 데이터 저장 및 관리 방식을 필요로 한다. 위치기반서비스의 응용(친구 찾기, 경로검색, 주변정보검색, 응급서비스 등)을 대상으로 하는 데이터 모델링, 질의 표현 및 처리, 인덱싱 기법, 불확실성 처리, 관련 응용 시스템 개발에 관한 이동 객체의 연구가 진행되고 있다[1, 2]. 이처럼 이동 객체의 실시간 운영 및 서비스를 위한 운영계 데이터베이스 관리에 관한 연구는 활발히 진행되고 있다.

그러나 기업의 전략적 의사결정 지원을 목적으로 이동 객체의 이력 데이터를 저장하고 이동 패턴을 분석할 필요가 있음에도 불구하고, 분석계 데이터

이터베이스인 데이터웨어하우스 또는 데이터마트에 관한 연구는 미미한 수준이다. 따라서, 본 연구는 이동 객체의 이력 데이터를 효과적으로 분석하기 위한 다차원 데이터 모델과 의사결정자에게 이동 객체의 이동 패턴에 대한 직관적인 통찰을 제공할 수 있는 시각적 표현을 이용한 분석을 제안한다.

이를 위하여 제 2장에서는 이동 객체, 데이터 시각화, 인지적 합이론, 다차원 데이터 모델 개발 방법론에 관한 연구들을 살펴보았다. 제 3장에서는 지하철 승객의 이동 데이터를 통해 이동 객체의 이동 패턴 분석을 위한 다차원 데이터 모델과 데이터 시각화를 제안하였다. 마지막으로 제 4장 결론에서는 연구의 시사점과 한계점을 토의하였다.

2. 관련연구

2.1 이동 객체의 구분과 질의

이동 객체는 시간에 따라 객체의 공간 정보가 연속적으로 변경되는 객체로 크게 이동 점(moving point)과 이동 영역(moving region)으로 나눌 수 있다[10]. 이동 점은 시간에 따라 객체의 위치가 변하는 것으로 사람, 동물, 차량, 선박, 비행기 등을 예로 들 수 있다. 이동 영역은 시간에 따라 객체의 위치뿐만 아니라 모양까지 변하는 것으로 숲의 발달, 태풍의 이동 경로, 식물의 서식 지역 등을 예로 한다.

이동 객체에 관한 질의는 크게 좌표 기반 질의(coordinate-based query)와 궤적 기반 질의(trajec-tory-based query)로 나눈다[13]. 좌표 기반

〈표 1〉 이동 객체의 구분과 질의 예

질의	이동 점	이동 영역
좌표 기반 질의	· 2006년 12월 25일 오후 1시. 신세계 백화점 강남점 여성고객 흐름	· 2006년. 회귀식물인 고란초 분포지역의 변화
궤적 기반 질의	· 2006년 1월 5일 오전 10시. 일산 신도시를 벗어난 택시의 궤적	· 2006년 9월 19일. 13호 태풍 산산의 이동 경로와 피해 범위

질의는 객체 좌표에 대한 질의로 특정 시간의 점(point), 범위(range), 최근접 질의(nearest-neighbor query)가 있다. 궤적 기반 질의는 객체의 움직임에 대한 질의로 객체의 이동 정보를 포함하는 위상 질의(topological query)와 객체의 이동 특성으로부터 얻을 수 있는 속도, 방향 등을 포함하는 항법 질의(navigational query)가 있다.

이상을 정리하면 <표 1>과 같다. 비즈니스의 이동객체는 주로 사람, 제품, 차량 등 이동 점 객체로 본 연구에서는 이동객체 중 이동 점 객체를 연구 대상으로 하였다.

2.2 데이터 시각화 연구

2.2.1 데이터 시각화 개념

인간은 다른 지각수단보다 시각을 통해서 문제 영역의 이해 수준, 의사결정 속도 등과 같은 인지 능력이 향상된다[5, 9, 19, 21, 22, 25]. 왜냐하면 문제영역의 적절한 시각적 표현이 지각 시스템의 인지적 부담(cognitive load)을 줄여줌으로써, 의사결정 프로세스에 긍정적인 영향을 미치기 때문이다[26, 39]. 이러한 배경으로 문제영역의 효과적인 시각적 표현을 위한 다양한 분야의 연구들이 진행되어왔다.

시각화는 시각적 이미지를 사용하여 데이터를 표현하는 프로세스로 정의할 수 있으며[16], 표현하려는 데이터의 특성에 따라 크게 과학적 시각화와 데이터 시각화로 구분된다. 과학적 시각화는 과학 또는 공학 실험에서 생성된 데이터를 시각적 이미지로 변환하는 것이며[27], 데이터 시각화는 비공간적 또는 행위 데이터를 시각적 이미지로 변환하는 것이다[34]. 이상의 정의를 기반으로 Tegaden(1999)은 비즈니스 데이터를 시각화하기 위해 시각화 기술을 사용하는 것으로 비즈니스 데이터 시각화를 정의하였다. 비즈니스 데이터는 다른 유형의 데이터와 비교하여 추상적, 이산적, 다차원적 이기 때문에 상대적으로 시각화가 어렵다[29]. 다시 말해서 과학실험을 통해 얻어진 물리적 현상에

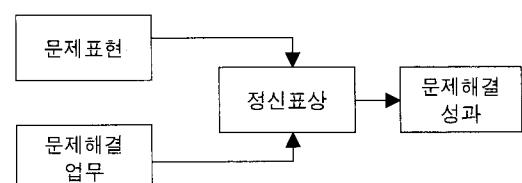
관한 데이터를 시각화하는 것은 제한적인 사용자(실험자)를 대상으로 현상 자체를 그대로 표현하면 되지만, 비즈니스 데이터 시각화는 다양하고 광범위한 사용자를 대상으로 비공간적인 행위 데이터를 유사(analogy) 또는 은유(metaphor)를 사용하여 시각적으로 표현해야 한다.

데이터 시각화 단계는 크게 그래프 생성 단계와 그래프 조작 단계로 구성된다[7]. 그래프 생성 단계는 그래프 생성과 관련된 의사결정을 포함하며, 그래프 조작 단계는 최종 사용자와 상호작용하면서 그래프를 수정 및 조작하는 의사결정으로 구성된다. Kumar and Benbasat(2004)은 지금까지의 데이터 시각화 연구들을 고찰하면서, 최근의 데이터 시각화 연구의 초점이 그래프 생성에서 그래프 조작으로 옮겨가고 있는 추세라고 하였다. 그러나 이동객체 데이터의 시각화 연구는 초기 단계로 그래프 생성에 관한 연구가 필요하다고 할 수 있다.

2.2.2 데이터 시각화 설계와 인지적합이론

Tegaden(1999)은 데이터 시각화 설계에서 가장 중요한 것은 적절한 시각적 표현의 선택으로, 데이터 시각화 설계자는 관련 데이터와 업무의 이해를 수반해야 한다고 하였다. 이를 간단히 정리하면 다음과 같다.

첫째, 설계자는 시각화의 기초가 되는 원시 데이터의 속성을 이해해야 한다. 데이터 속성은 데이터 소스, 데이터 유형(이산적 또는 연속적), 데이터 차원성, 데이터 수준(명목, 순차, 등간, 비율), 데이터 신뢰성 등을 포함한다. 데이터의 속성을 이해하는 한 방법으로 데이터 모델링이 유용할 수 있다[30].

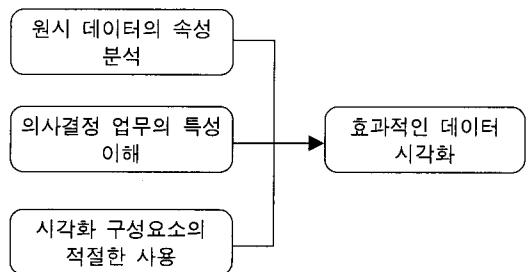


[그림 1] 문제해결에서의 인지적합모델[32]

둘째, 시각적 표현 형식은 관련 업무에 따라 결정되므로 설계자는 의사결정자에 의해 수행되는 업무에 집중해야 한다. 인지적합이론은 이를 잘 설명하고 있다. 인지적합이론은 [그림 1]과 같이 데이터의 표현 형식과 의사결정 업무 사이의 적합이 문제해결 성과에 긍정적인 영향을 미친다는 것 이다[32]. 데이터 표현 형식과 업무가 의사결정자에게 동일한 정보와 프로세스를 요구할 때 인지적 합이 발생하고, 이렇게 발생된 인지적합은 문제해결을 위한 일관된 정신표상을 만들어 결과적으로 의사결정자의 신속하고 정확한 의사결정을 돋는다. Vessey and Galletta(1991)은 그들의 실험에서 경향 파악, 비교 등과 같은 공간업무(spatial task)에는 그래픽(spatial representation)이 적합하고, 특정 데이터의 검색과 같은 기호업무(symbolic task)에는 테이블(symbolic representation)이 적합하다는 것을 검증하였다. 대부분의 데이터 분석업무는 공간업무로 데이터 표현 형식으로 그래픽이 적합하다고 할 수 있다. 이후 연구들에서 인지적합이론은 테이블, 그래프, 도표, 지도와 같은 상이한 표현 방식과 그에 적합한 업무들에 대한 설명을 제공하고 있다[9, 18, 28, 31].

마지막으로, 설계자는 적절한 시각화 구성요소를 사용해야 한다. 시각화 구성요소는 시각적 기호(visual glyphs)와 시각적 속성(visual property)으로 구성된다[8]. 시각적 기호에는 점, 선, 면, 아이콘 등이 있으며, 시각적 기호에 데이터 개체 값을 부여하면 시각적 속성이 된다. 기본적으로 시각적 속성에는 위치(X 좌표, Y 좌표, Z 좌표 등), 크기(높이, 길이, 폭 등), 색, 방위, 모양, 애니메이션 등이 있다[8, 29].

이상의 내용을 정리하면, 데이터 시각화를 설계하기 위해서는 관련 데이터와 업무의 이해 및 적절한 시각화 구성요소의 선택이 수반되어야 한다. 특히, 업무의 특성과 시각적 표현 형식의 적합은 효과적인 데이터 시각화에 있어 무엇보다 중요하다. 이를 도식화하면 [그림 2]와 같다.



[그림 2] 효과적인 데이터 시각화 설계를 위한 고려사항

2.3 다차원 데이터 모델 개발 방법론

분석계 데이터베이스인 데이터웨어하우스 또는 데이터마트를 구현하는 데 중요한 이슈 중의 하나는 질의, 탐색, 보고, 분석을 지원하는 다차원 데이터 모델을 개발하는 방법에 관한 것이다[12]. 지금까지의 다차원 데이터 모델 개발 방법은 기본적으로 세가지 방법이 존재한다[17].

2.3.1 데이터 중심적 방법

이 방법은 다양한 상황에서 폭넓게 사용되는 방법으로, 소스 데이터를 분석하여 Star, Snowflake, StarER, ME/R 모델과 같은 논리적인 데이터 스키마를 설계하는 것이다[20, 24, 23, 38]. 소스 데이터와 비즈니스 요구를 부합시키는 것이 데이터 모델링에서 중요함에도 불구하고, 데이터 중심적 접근 방법은 소스 데이터만을 분석하여 사용자의 정보 요구에 적절히 부응할 수 없다는 문제점을 갖는다[12].

2.3.2 목적 중심적 방법

이 방법은 데이터웨어하우스 또는 데이터마트를 기업의 전략과 비즈니스 목적에 맞추는 것을 강조한다[35]. Bohnlein and Ulbrich-vom Ende (2000)은 데이터웨어하우스 구조를 도출하기 위하여 SOM(Semantic Object Model) 프로세스 모델링 기술에 근거한 대표적인 목적 중심적 방법을 제안하였다. 기업의 전략적 목적과 고객 서비스를 확인하고, 이와 관련된 주요 비즈니스 프로

세스를 SOM 스키마를 적용하여 분석한 후, 각 프로세스에서 요구되는 차원과 측정지표를 확인하여 다차원 데이터 모델을 구성한다.

2.3.3 사용자 중심적 방법

이 방법은 사용자 요구사항 분석 프로세스에 초점을 맞추어 최종 사용자의 참여를 촉진시킨다[6, 15, 37]. Westerman(2001)은 월마트에서 개발한 방법을 기술하면서, 일반적인 비즈니스 요구에 기반하여 우선 프로토타입을 개발하고 이에 대한 사용자의 요구사항을 수집 및 분류하여 프로토타입에 적용하는 사용자 중심적 방법을 제안하였다.

지금까지 살펴본 다차원 데이터 모델 개발을 위한 세가지 방법론은 상호배타적이기 보다는 보완적이며[17], 이들을 통합하는 연구들이 진행되고 있다[12, 17]. 따라서 다차원 데이터 모델 개발 시 데이터 관점, 목적 관점, 사용자 관점을 균형적으로 반영하려는 노력이 필요하다고 할 수 있다.

3. 이동객체의 이동패턴 분석

이상에서 살펴본 관련연구를 기반으로 [그림 3]과 같이 다차원 데이터 모델링을 통한 데이터 시각화 프로세스를 도출하였다.

먼저, 원시 데이터 분석 단계에서는 분석 대상이 되는 원시 데이터의 속성을 이해한다. 요구사항 정의 단계에서는 분석업무의 목적 및 질의를 확인하고 이를 만족하는 시각적 표현 형식을 구상한다. 다차원 데이터 모델링 단계에서는 이전 단계에서 정의된 요구사항을 지원하는 차원과 측정지표를 설정하여 다차원 데이터 모델을 도출한다. 데이터마트 구현 단계에서는 데이터 추출, 변환, 적재 프로세스를 거쳐 다차원 데이터 모델을 반영

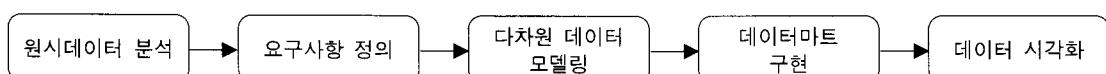
한 물리적인 데이터베이스를 구현한다. 끝으로, 데이터 시각화 단계에서는 시각적 분석 도구 등을 사용하여 데이터마트에 적재된 데이터를 분석 목적에 맞도록 시각화한다.

제 3장에서는 [그림 3]의 프로세스에 준거하여 이동객체의 이동패턴을 분석하기 위한 일련의 과정을 소개한다. 본 연구에서 분석대상으로 하는 이동객체는 지하철 승객이다. 2004년 5월 24일의 지하철 승객 중 K신용카드사의 교통카드를 사용하여 지하철을 이용한 내역을 기록한 1,135,092건의 통행 데이터를 이동패턴 분석에 사용하였다.

3.1 데이터 분석 및 요구사항 정의

지하철 교통카드 데이터는 <표 2>와 같이 이용일, 승차시각, 하차시각, 승차역, 하차역 등과 같은 속성을 갖는다. 승차시각과 하차시각은 이동객체의 시간성을 승차역과 하차역은 이동객체의 공간성을 표현하고 있다. 다만 공간의 이동이 단일 레코드에 기록되어 있어 이동패턴 분석에 적절하지 않으므로 승차와 하차 두 개의 레코드로 분리할 필요가 있다. 또한, 이동패턴을 시각적으로 표현하기 위해서는 명목적 공간에 대한 지리좌표를 데이터에 추가해야 한다. 다시 말해서, 다차원 데이터 모델링과 데이터마트 구현 시 지하철역(승차역, 하차역)의 지리좌표를 추가적으로 데이터에 포함시켜야 한다.

Vessey and Galletta(1991)에 따르면, 이동객체의 이동패턴 분석업무는 공간업무로 이동방향 및 이동거리의 패턴, 비교 등을 가능하게 하는 시각적 표현을 요구한다. 특히, 지하철 승객의 이동패턴 분석은 시간대별 탄력적 지하철 운용, 역 시설물의 개선, 광고료 산정 등을 목적으로 시간대별



[그림 3] 다차원 데이터 모델링을 통한 데이터 시각화 프로세스

〈표 2〉 지하철 패스카드 데이터

이용일	승차시각	하차시각	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

〈표 3〉 지하철 승객의 이동패턴 분석을 위한 질의

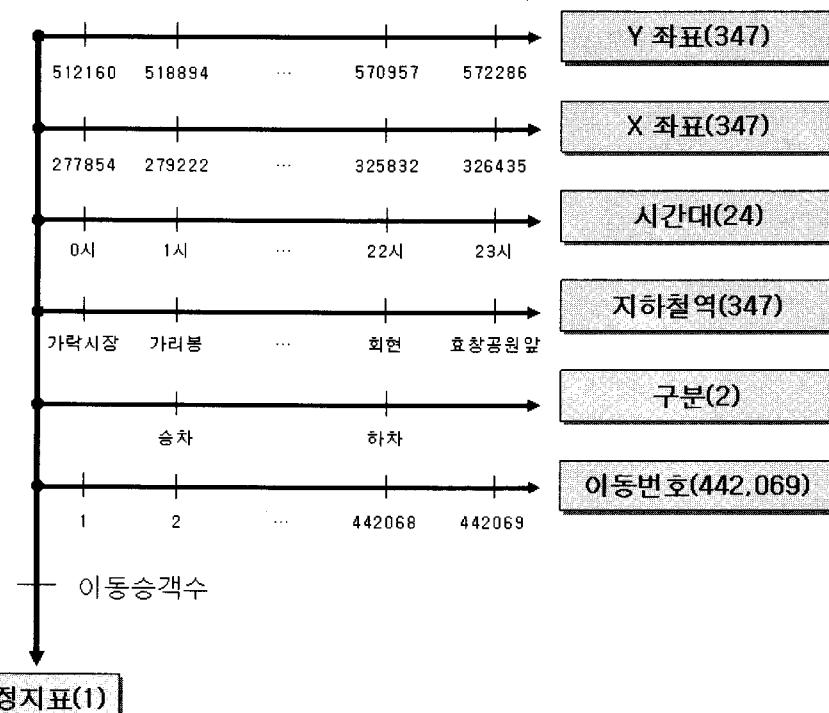
구분	질의
좌표 기반	<ul style="list-style-type: none"> 승차역별 하차역 분포의 비교 오후 6시에 강남역에서 승차한 승객의 하차역 분포
궤적 기반	<ul style="list-style-type: none"> 승차역별 이동방향과 이동거리의 비교 오전 10시에 노원역에서 승차한 승객의 이동방향

승/하차 분포와 이동방향 및 이동거리의 비교를

주요 업무로 한다[3]. 이를 지원하는 분석질의를 정리하면 〈표 3〉과 같다.

3.2 다차원 데이터 모델링 및 데이터마트 구현

앞서 언급한 지하철 승객의 이동패턴 분석을 위한 질의와 시각적 표현을 지원하기 위하여 [그림 4]와 같이 6개의 차원과 1개의 측정지표를 갖는 다차원 데이터 모델을 구성하였다. 각 차원의 괄호 안의 숫자는 차원항목의 수를 나타낸다.



[그림 4] 다차원 데이터 모델

〈표 4〉 지하철 이동 데이터

이동번호	구분	지하철역	X 좌표	Y 좌표	시간대	이동승객수
37190	승차	하계	317929	559748	7	38
37190	하차	청담	316519	546793	7	38
253949	승차	고속터미널	312238	545113	16	19
253949	하차	교대	312957	543979	16	19
323537	승차	명동	310606	551461	18	37
323537	하차	쌍문	315006	561168	18	37

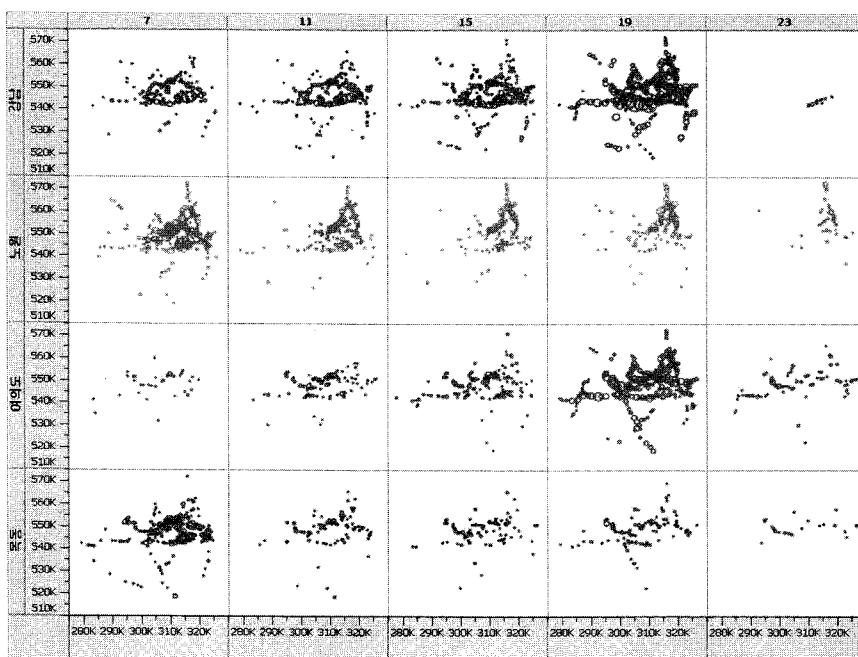
우선, 이동객체가 개별 승객이긴 하지만 분석의 목적이 시간대별 지하철역간 이동을 파악하는 것 이므로 승차역과 하차역을 포함하는 ‘지하철역’과 ‘시간대’로 원시 데이터를 집계하였다. 그리고 하나의 레코드에 승/하차 정보가 함께 기록된 원시 데이터를 승차와 하차로 ‘구분’하여 두 개의 레코드로 분리하였다. 이렇게 분리된 데이터는 지하철 승객의 이동을 표현하는 한 쌍으로 동일한 ‘이동 번호’를 부여하였다. 또한 이동패턴의 지리적인 시각적 표현을 위하여 각 지하철역에 대한 지리좌표인 ‘X 좌표’와 ‘Y 좌표’를 추가하였다.

[그림 4]의 다차원 데이터 모델을 반영하여 다

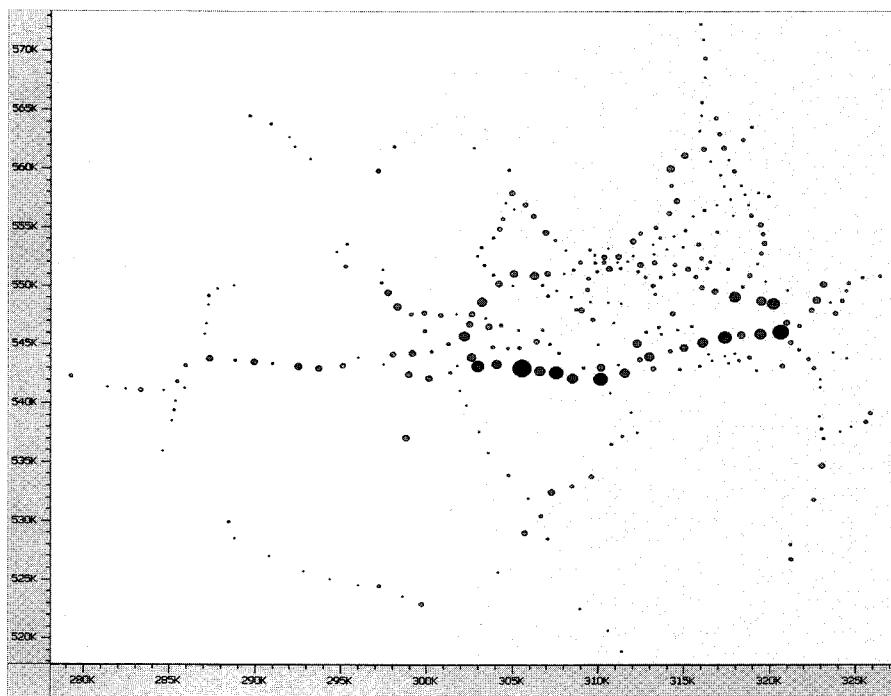
차원 데이터베이스인 Microsoft의 Analysis Services[40]를 사용하여 데이터마트를 구현하였다. 이상의 과정을 통해 구현된 지하철 이동 데이터를 예시하면 〈표 4〉과 같다.

3.3 데이터 시각화

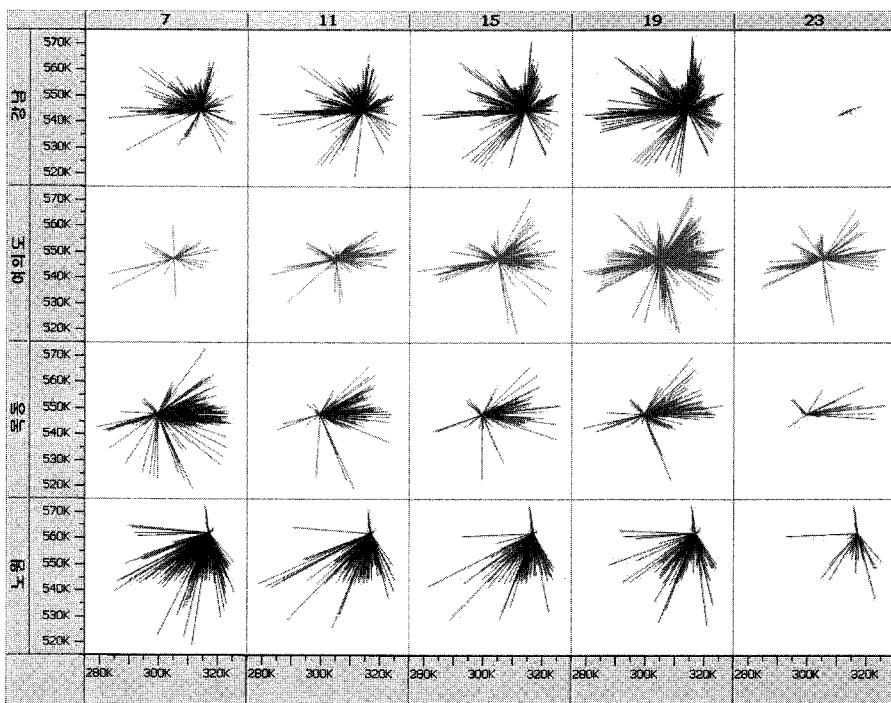
OLAP 툴 중 데이터 시각화 기능이 우수한 Tableau Software사의 Tableau 1.5[41]를 사용하여 지하철 이동 데이터마트를 분석한 결과, 〈표 3〉에 정리한 분석 질의를 만족하는 [그림 5~8]의 데이터 시각화를 생성하였다.



[그림 5] 승차역별 하차역 분포의 비교



[그림 6] 오후 6시 강남역 승차승객의 하차역 분포

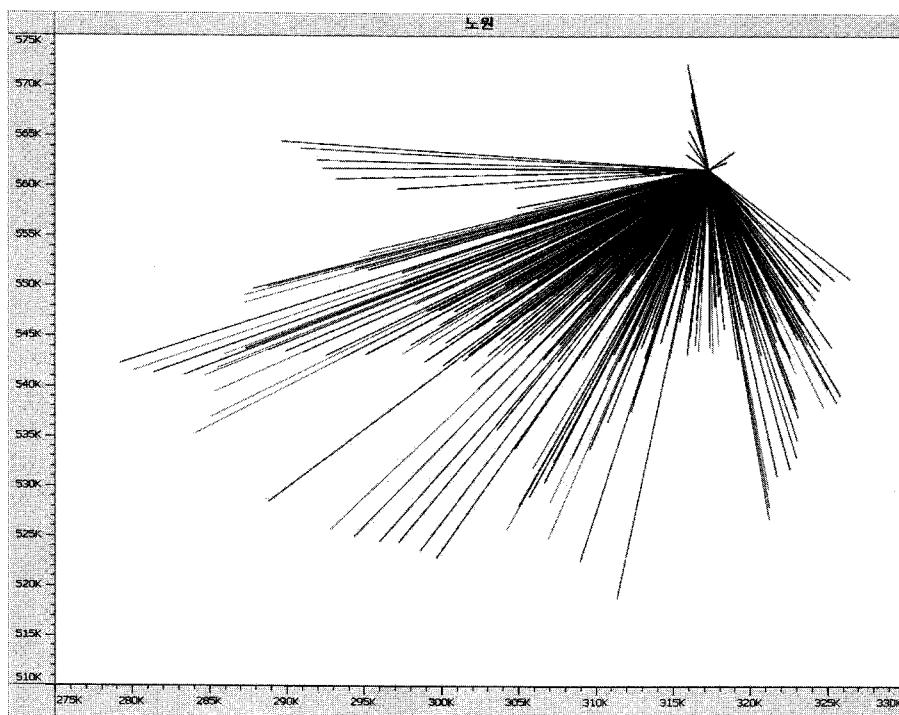


[그림 7] 승차역별 이동방향의 비교

[그림 5]는 ‘승차역별 하차역 분포의 비교’에 대한 데이터 시각화로, 전체적으로 가로축은 승차시각의 시간대이고 세로축은 승차역이다. 지면상 표현의 한계 때문에 부득이 4개의 승차역과 5개의 시간대만을 선택하여 총 20개의 셀에 각각 하차역의 분포를 표현하였다. 각 셀의 가로축과 세로축은 지리좌표의 X 좌표와 Y 좌표이며, 원의 크기는 하차승객 숫자에 비례한다. 사무실 밀집지역인 강남역과 여의도역은 오전 7시에서 오후 7시까지 점점 하차역의 분포가 넓어지다가 오후 11시에는 감소하는 패턴을 확인할 수 있다. 그러나 두 역의 오후 11시 하차역 분포를 보면 강남역은 여의도역과 비교하여 하차역 분포가 확연히 좁은 것을 확인할 수 있다. 반면 주거지역인 노원역과 목동역은 시간이 지남에 따라 하차역의 분포가 좁아지는 유사한 패턴을 보이며, 노원역의 하차역은 수직으로 분포하고 목동역의 하차역은 수평으로 분포함을 직관적으로 확인할 수 있다. [그림 6]은

오후 6시 강남역에서 승차한 승객만을 선택하여 하차역 분포를 시각화한 것으로, 전 지하철역에 걸쳐 하차하고 있고 그 분포가 인근의 지하철 2호선 역들에 집중되어 있음을 알 수 있다.

[그림 7]은 지하철 승객의 이동방향 및 이동거리에 대한 패턴을 집중적으로 파악하기 위하여, 해당 승차역과 각 하차역을 선으로 연결하여 생성한 방사형 모양의 데이터 시각화이다. [그림 5]와 비교하여 승차역과 하차역을 선으로 연결함으로써 이동방향을 좀 더 직관적으로 이해할 수 있다. 강남역에서 오전 7시에 승차한 승객의 이동방향은 서북방향으로 집중되었다가 시간이 지남에 따라 전 방향으로 확대되고 있다. 그리고 여의도역은 전 시간대에 걸쳐 이동방향이 유사함을 확인할 수 있다. 이와 비교하여 목동역은 동쪽방향으로, 노원역은 남쪽방향으로 이동방향이 집중되어 있다. [그림 8]은 오전 10시에 노원역에서 승차한 승객만을 선택하여 생성한 데이터 시각화이다.



[그림 8] 오전 10시 노원역 승차승객의 이동방향

4. 결 론

본 연구는 이동객체, 데이터 시각화, 인지적 합이론, 다차원 데이터 모델링 방법론 등 관련연구의 고찰을 통해 이동객체의 이동패턴을 시각적으로 분석하기 위한 고려사항들을 살펴보고, 이를 토대로 다차원 데이터 모델링 기반의 데이터 시각화 프로세스를 정의하였다. 그리고 프로세스 단계에 따라 데이터 시각화를 표현하여 분석하였다. 이 과정에서 지하철 승객의 이동패턴 분석에 적합한 데이터 시각화와 다차원 데이터 모델을 개발하였다. 본 연구에서 표현한 데이터 시각화를 통해 관련 의사결정자는 지하철 승객의 이동패턴을 직관적으로 해석하고 이해할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 위해서는 무엇보다 해당 업무와 데이터에 대한 이해를 바탕으로, 질의를 확인하고 데이터 시각화를 구상하는 것이 선행되어야 할 것이다. 물론, 본 논문에서 예시한 다차원 데이터 모델과 데이터 시각화를 모든 이동객체의 이동패턴 분석에 일반화 할 수는 없다. 분석 업무와 데이터의 특성에 따라 이에 적합한 다차원 데이터 모델과 데이터 시각화는 다양할 수 있기 때문이다.

최근 기업에서는 고객, 제품, 운송수단 등 이동 객체와 관련된 정보기술의 발달과 이를 이용한 새로운 비즈니스의 개발로 인하여, 이동객체의 이력 데이터를 효과적으로 저장하고 이를 분석할 필요성이 점차 증대되고 있다. 이러한 시점에서 본 연구는 이동객체의 이동패턴 분석에 관한 초기 연구로써, 데이터 시각화의 유용성을 제기하고 이를 구현하였다는 점에서 향후 연구에 시사하는 바가 있다. 또한 본 연구에서 제안한 것과 같은 분석환경을 고객관리, 제조, 유통, 물류, 수송 등의 분야에 적용한다면 효율적이고 효과적인 이동객체의 분석에 유용할 것으로 기대한다.

본 연구에서 제안한 데이터 시각화는 이동객체의 이동분포와 이동방향에 대한 패턴을 분석하기에는 적절하지만 이동거리를 비교하기에는 무리가 있다. 또한 승차역과 하차역을 단순히 직선으

로 연결하여 이동방향에 대한 패턴을 분석하는 한계를 갖고 있다. 이동거리를 직관적으로 비교할 수 있는 방안을 모색하고, 승차역과 하차역 사이의 모든 경유역을 포함하는 이동경로를 다차원 데이터 모델과 데이터 시각화에 포함한다면 더욱 풍부한 이동패턴 정보를 발견할 수 있을 것이다. 그리고 각 지하철역의 이동을 행정구역별로 집계하여 행정구역간 이동을 표현할 필요성이 있음에도 불구하고, 본 연구는 이를 구현하지 못하였다. 향후 이동객체의 공간성 분석을 위한 지리적 공간데이터의 집계와 표현에 대한 연구가 수반되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김경숙, 임복자, 남광우, 이기준, “이동객체 컴퓨포넌트 설계 및 구현”, 「데이터베이스연구」, 제18권, 제4호(2002), pp.49-57.
- [2] 류근호, 안윤애, 이준옥, 이용준, “이동 객체 데이터베이스와 위치 기반 서비스의 적용”, 「데이터베이스연구」, 제17권, 제3호(2001), pp.57-74.
- [3] 조재희, 서일정, “시공간데이터 분석을 위한 다차원 모델과 시각적 표현에 관한 연구”, 「Journal of Information Technology Application & Management」, 제13권, 제1호 (2006), pp.137-147.
- [4] Boehnlein, M. and A. Ulbrich vom Ende, “Business Process Oriented Development of Data Warehouse Structures”, In *Proceedings of Data Warehousing 2000*, 2000.
- [5] Brown, M. H. and J. Hershberger, “Color and sound in algorithm animation”, *Computer*, Vol.25, No.12(1992), pp.52-63.
- [6] Bruckner, R., B. List, and J. Schiefer, “Developing requirements for data warehouse systems with use cases”, In *Proc.*

- AMCIS, 2001, pp.329-335.
- [7] Buja, A., D. Cook, and D. Swayne, "Interactive High-Dimensional Data Visualization", *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol.5, No.1(1996), pp. 78-99.
 - [8] Card, S. K., J. D. Mackinlay, and B. Sheiderman, *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*, San Francisco, CA : Morgan Kaufmann, 1999.
 - [9] Dennis, A. R. and T. A. Carte, "Using Geographical Information Systems for Decision Making : Extending Cognitive Fit Theory to Map-Based Presentations", *Information Systems Research*, Vol.9, No.2 (1998), pp.194-203.
 - [10] Erwig, M., R. H. Guting, M. Schneider, and M. Vazirgiannis, "Spatio-Temporal Data Types : An Approach to Modeling and Querying Moving Objects in Databases", *GeoInformatica*, Vol.3, No.3(1999), pp.269-296.
 - [11] Forlizzi, L., R. H. Guting, E. Nardelli, and M. Schneider, "A Data Model and Data Structure for Moving Objects Databases", In *Proc. of the ACM SIGMOD Conf.*, 2000, pp.319-330.
 - [12] Guo, Y., S. Tang, Y. Tong, D. Yang, "Triple-Driven Data Modeling Methodology in Data Warehousing : A Case Study", In *Proc. 9th ACM international workshop on Data warehousing and OLAP*, 2006, pp.59-66.
 - [13] Guting, R. H., M. H. Bohlen, M. Erwig, C. S. Jensen, N. A. Lorentzos, M. Schneider, and M. Vazirgiannis, "A Foundation for Representing and Querying Moving Objects", *ACM Transactions on Database Systems*, Vol.25, No.1(2000), pp.1-42.
 - [14] Kumar, N. and I. Benbasat, "The Effect of Relationship Encoding, Task Type, and Complexity on Information Representation : an Empirical Evaluation 2D and 3D Line Graphs", *MIS Quarterly*, Vol.28, No.2(2004), pp.255-281.
 - [15] Laender, A., G. Freitas, and M. Campos, "MD2-Getting users involved in the development of data warehouse applications", In *Proc. CAiSE*, 2002.
 - [16] Latham, R., *The Dictionary of Computer Graphics and Virtual Reality*, 2nd Ed. Springer-Verlag, New York, NY, 1995.
 - [17] List B., R. Bruckner, K. Machaczek, and J. Schiefer, "A comparison of data warehouse development methodologies : Case study of the process warehouse", In *Proc. DEXA*, 2002.
 - [18] Mennecke, B. E., M. D. Crossland, and B. L. Killingsworth, "Is a map more than a picture? The role of SDSS technology, subject characteristics, and problem complexity on map reading and problem solving", *MIS Quarterly*, Vol.24, No.4(2000), pp.601-629.
 - [19] Miller, G. A., "The magical number seven, plus or minus two : Some limits on our capacity for processing information", *Psychological Review*, Vol.63(1956), pp.81-97.
 - [20] Moody, D. and M. Kortnik, "From enterprise models to dimensional models : A methodology for data warehouse and data mart design", In *Proc. DMDW*, 2000.
 - [21] Nakatsu, R. T. and I. Benbasat, "Improving the explanatory power of knowledge-based systems : An investigation of content and interface-based enhancements",

- IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A*, Vol.33, No.3 (2003), pp.344-357.
- [22] Narayanan, S., W. Bailey, J. Tendulkar, R. Daley, D. B. Pliske, and K. Wilson, "Design of model-based interfaces for a real world information system", *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part A*, Vol.32, No.1(2002), pp.11-24.
- [23] Peralta, V., A. Illarze, and R. Ruggia, "On the applicability of rules to automate data warehouse logical design", In *Proc. DSE workshop in CAiSE*, 2003.
- [24] Phipps, C. and K. Davis, "Automating data warehouse conceptual schema design and evaluation", In *Proc. DMDW*, 2002.
- [25] Robertson, G. G., S. K. Card, and J. D. Mackinlay, "Information visualization using 3D interactive animation", *Communication of ACM*, Vol.36, No.4(1993), pp.57-71.
- [26] Schkade, D. A. and D. N. Kleinmuntz, "Information displays and choice processes : Differential effects of organization, form and sequence", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol.57(1994), pp.319-337.
- [27] Schroeder, W., K. Martin, and B. Loprensen, *The Visualization Toolkit : An Object-Oriented Approach to 3D Graphics 2nd edition*, Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 1998.
- [28] Smelcer, J. and E. Carmel, "The effectiveness of different representations for managerial problem solving : Comparing maps and tables", *Decision Sciences*, Vol.28, No.2(1997), pp.391-420.
- [29] Tegarden, D. P., "Business information visualization," *Communications of the AIS*, Vol.1, Article 4(1999).
- [30] Teorey, T. J., *Database Modeling and Design : The Entity-Relationship Approach*, Morgan Kaufmann, San Mateo, CA, 1990.
- [31] Umanath, N. S. and I. Vessey, "Multi-attribute data presentation and human judgment : A cognitive fit perspective", *Decision Sciences*, Vol.25, No.5/6(1994), pp.795-824.
- [32] Vessey, I., "Cognitive Fit : A Theory-Based Analysis of the Graphs versus Tables Literature", *Decision Sciences*, Vol.22, No.2(1991), pp.219-240.
- [33] Vessey, I. and D. Galleta, "Cognitive Fit: An Empirical Study of Information Acquisition", *Information Systems Research*, Vol.2, No.1(1991), pp.63-84.
- [34] VDI, *Visualization Design*, Visible Decisions, Inc. Toronto, CA, 1997.
- [35] Weir, R., T. Peng, and J. Kerridge, "Best practice for implementing a data warehouse : A review for strategic alignment", In *Proc. DMDW*, 2003.
- [36] Westerman, P., *Data Warehousing using the Wal-Mart Model*, Morgan Kaufmann, 2001.
- [37] Winter, R. and B. Strauch, "Demand-driven information requirements analysis in data warehousing", *Journal of Data Warehousing*, Vol.8, No.1(2003), pp.38-47.
- [38] Yang, L., R. Miller, L. Haas, and R. Fagin, "Data-driven understanding and refinement of schema mappings", In *Proc. ACM SIGMOD*, 2001.
- [39] Zhang, P., *Visualization for decision-making support*, Ph.D. Dissertation, The Uni-

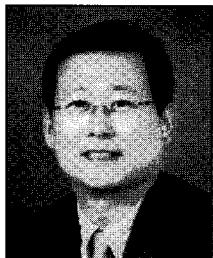
versity of Texas at Austin, 1995.

efault.mspx

- [40] Microsoft, Analysis Services, <http://www.microsoft.com/sql/technologies/analysis/d>

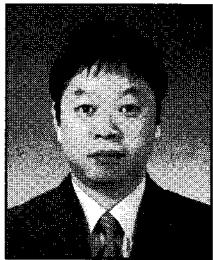
- [41] Tableau Software, Tableau, <http://www.tableausoftware.com/products.htm>

◆ 저자 소개 ◆



조 재 희 (mis1@kw.ac.kr)

연세대학교에서 경영학 학사, Miami University (Ohio)에서 경영학 석사, University of Nebraska at Lincoln에서 경영정보학 박사를 취득하였다. 펜타시스템테크놀로지와 STM(LG CNS의 전신)에서 컨설턴트로 근무하였고, 현재 광운대학교 경영대학 교수로 재직 중이다. 연구분야는 데이터 자산의 전략적 활용, 다차원모델링, OLAP, 데이터웨어하우스, 비즈니스 인텔리전스 등이다.



서 일 정 (eily@kw.ac.kr)

경기대학교 경영정보학과를 졸업하고, 광운대학교에서 경영정보학 전공으로 석사학위를 취득하였다. 현재 광운대학교 대학원에서 경영정보학 전공으로 박사과정에 재학 중이다. Information Systems Review, Journal of Information Technology Applications & Management 등의 국내학술지에 논문을 게재한 바 있으며, 주요 관심분야는 비즈니스 인텔리전스, 데이터 시각화, 전략정보시스템 등이다.