
시-공간 도표정보의 3차원 지도 기반 가시화기법

Visual Mapping from Spatiotemporal Table Information to 3-Dimensional Map

이석준, Seokjun Lee*, 정순기, Soon Ki Jung**

요약 다양한 과학 분야와 공학 분야에서는 그들이 다루고 있는 특정한 주제의 정보를 좀 더 신속하고, 명확하게 사용자에게 전달하기 위해서 여러 가지 정보가시화(information visualization) 기법을 사용한다. 정보를 가시화 할 때는 기본적으로 세 가지 과정을 거치는데, 원 데이터(raw data)로부터 데이터 모델(data model)로 변환하고, 변환된 데이터 모델을 가시화 구조상(visual structure)에 매핑(mapping)시킨 후 정보화 모델(information model)로 변환하게 된다. 본 논문에서는 특정 행사가 진행되고 있는 건물내부에서 발생하는 시간, 공간적인 정보를 정리한 도표 메타포(table metaphor)를 토대로, 해당 데이터 모델로부터 추출한 다양한 정보를 3차원 지도로 구성된 정보화 모델 상에 반영하기 위한 방법을 제안하였다. 또한, 정보를 단순히 공간상에 반영하기 보다는 사용자의 관심영역(interest area)에 따른 정보의 공간적 의미에 중점을 두어 3차원 공간상에 표현하였다.

Abstract Information visualization, generally speaking, consists of three steps: transform from raw data to data model, visual mapping from data model to visual structure, and transform from visual structure to information model. In this paper, we propose a visual mapping method from spatiotemporal table information, which is related to events in large-scale building, to 3D map metaphor. The process has also three steps as follows. First, after analyzing the table attributes, we carefully define a context to fully represent the table-information. Second, we choose meaningful attribute sets from the context. Third, each meaningful attribute set is mapped to one well defined visual structure. Our method has several advantages. First, users can intuitively achieve non-spatial information through the 3D map which is a powerful spatial metaphor. Second, this system shows various visual mapping method applicable to other data models in the form of table, especially GIS. After describing the whole concept of our visual mapping, we will show the results of implementation for several requests.

핵심어: *Information Visualization, Visual Mapping, Map Metaphor, GIS*

*주저자 : 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정

**교신저자 : 경북대학교 컴퓨터공학과 교수; e-mail: skjung@knu.ac.kr

1. 서론

날로 늘어가는 정보를 효과적으로 가시화하는 문제는 공학을 포함한 다양한 과학 분야에서 매우 중요한 문제가 되어가고 있다. 다양한 정보들은 그 내포하고 있는 의미가 저마다 다르기 때문에 많은 연구자들은 그들이 원하는 형태의 정보제공을 위하여 자체적인 정보가시화 방법을 제시하고 있다. 정보가시화 기법은 사용자에게 제공되는 다양한 형태의 정보를 사용자가 보다 잘 이해할 수 있도록, 사람의 시각적 인지능력(human visual perception capability)을 향상시키기 위하여 개발하는데 의의가 있다. 이는 곧, 사람이 볼 수 있는 영역 내에서의 시각적 인식능력을 도울 뿐 아니라, 사용자가 원하는 정보를 살펴보거나, 대량의 정보를 짧은 시간 이내에 파악하는데 도움을 줄 수 있다. 정보 가시화 연구에서는 해당 정보에 대한 효과적인 표현을 위하여 맵(map), 도식(chart), 도표(table)등의 다양한 형태의 메타포(metaphor)를 사용한다.

여러 가지 형태의 정보나 데이터를 표현하기 위하여 사용하는 메타포에는 여러 가지가 있는데, Stephen과 Alan[4]은 정보 가시화와 관련된 메타포들을 9가지 가시화 메타포로 분류하였다: 차트(Bar charts), 매트릭스(Matrix views), 조망도(Landscapes), 네트워크(Networks views), 스캐터 플롯(Scatter plots), 히스토그램(Histograms), 데이터 시트(Data sheets), 파라 박스(Para Boxes), 타임 테이블(Time tables). 위의 메타포들은 데이터가 내포하고 있는 정보공간 상에서 특정 정보에 대한 일차원적인 공간정보를 단순하고 간편하게 표현하기 위한 목적으로 활용된다. 이것은 곧 Stephen이 주장하는 가시적 확장성(visual scalability)[4]를 만족하기 위한 좋은 메타포의 예라 할 수 있다.

본 논문에서는 시공간적 테이블(spatio-temporal table) 정보를 가시화 하기위한 삼차원 지도(3-dimensional map)기반의 가시화 기법을 제안한다. 여기서 데이터 모델(data model)로 사용되는 시공간적 테이블은 컨벤션 센터나, 전시회장과 같은 대형 건물에서 진행되는 각종 행사나 전시회, 이벤트에 대한 프로그램 일정표를 기반으로 하고 있다. 고정된 공간내의 시간적 흐름에 따라 작성된 테이블 정보를 효과적으로 가시화하기 위한 정보 모델(information model)로써 삼차원 지도 메타포를 사용한다. 한정된 공간 내에서 발생하는 정보를 해당 공간과 연관하여 표현하는데 있어서는 가시화 과정이 필요하다. 먼저, 시공간적 테이블 정보를 가시화 모델에 적용할 수 있도록 하기 위하여 가시화 매핑 과정이 필요한데, 콘텍스트 생성(context generation), 의미적 속성 배치(meaningful attribute set), 가시화 구조로 변환(visual structure mapping)하는 과정을 거친다. 위 세단계의 과정을 거치면, 가시화 모델에 적용할 수 있는 구조가 생성된다. 이렇게 생성된 구조를 사용자가 가용(access)할 수

있도록 가시화 하기위해서는 가시화 모델(visual model)이 필요하다. 본 논문에서는 삼차원 공간상에서 표현되는 테이블 정보가 사용자로 하여금 공간적 정보와 함께 복합적으로 전달될 수 있도록 하기위한 가시화 모델로써, Information Pillar 모델을 디자인 하였다. Information Pillar 모델은 사용자로 하여금 접하는 정보에 대해 종합적으로 인지하고 판단할 수 있도록 해 줄 수 있다. 또한 Information Pillar를 이용하여 보다 자세한 정보를 제공하기 위하여 Pillar내 부적으로 정보에 대한 LOD(level of detail)개념을 도입하였다. 이는 Information Pillar 메타포를 통하여 보다 확장성 있는 정보의 제공을 가능케 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 것과 같이, 정보의 원(source)모델이 가시화 될 모델과 다를 경우에 모델의 차원을 변환시키는 기본적인 가시화 과정에 대하여 설명하고, 본 논문에서 제안하는 가시화 시스템에서 사용되는 요소에 대하여 설명한다. 3장에서는 테이블 정보를 3차원 지도 기반으로 가시화 시스템으로 변환하는 과정을 세 단계에 걸쳐 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 가시화 시스템의 구현내용과 결과에 대해 기술하고, 5장에서는 본 논문의 내용을 정리하면서 향후 연구에 관하여 언급한다.

2. 배경이론과 가시화요소

정보 가시화는 데이터에 기반 해야 가능하다. 원천 데이터가 있어야 데이터를 가공하여 사용자로 하여금 이해하기 쉬운 형태로 제공할 수 있는 것이다. 데이터는 사용자로 하여금 데이터를 통하여 발견(discover)하기 원하는 것이든, 그렇지 않은 것이든 손쉽게 인식(detector)할 수 있도록, 반드시 변환(transform)되어야 하고, 통합(combine)되어야 하며, 표현(represent)되어야 한다. 다시 말해, 가시화가 가능하기 위해서는 데이터는 그 자신의 원천 상태(raw state)에서 사람이 인식하기 쉬운 특정 형식(form)이나 표현 형태(representation)로 변환되어야 한다. 데이터 변환과정은 주어진 데이터를 어떻게 보여줄 것 인가에 대한 최적의 방법을 찾는 과정이다. 데이터는 그 근원지가 무엇인가에 따라 형태가 다르겠지만, 일반적으로 1차원적인 데이터부터 다차원(n-dimensions)적인 데이터까지 차원적인 영역에서 볼 때 그 형태가 너무나 다양하다. 따라서 일반적으로 다차원으로 제공되는 복잡한 데이터를 사람이 인식하기 쉬운 저차원으로 변환하는 과정이 필요하다.

본 장에서는 주어진 데이터를 차원(dimension)의 영역으로 변환하는 기존의 가시화 과정에 대해 설명하고, 본 논문에서 제안하는 가시화 시스템에서 사용하는 기본적인 가시화 메타포에 대해 설명한다.

2.1. 가시화 과정에 대한 기본이론

Card와 Mackinlay, Shneiderman[10]의 정보 가시화 연구에서 언급된 문구에 의하면, 정보 가시화란 사람의 인지활동 메모리의 확장(extension of cognitive working memory)을 돕는 표현 방법이다. 이들은 정보가시화에 대해, “추상적으로 주어진 데이터(abstract data)를 컴퓨터의 자원을 이용하여, 인터랙티브하고, 가시적으로 표현하여 인간의 인식(cognition)능력을 증폭(amplify)시키는 표현방법이다”라고 정의했다. 이와 같은 맥락으로, Card[10]와 Old[8]는 정보가시화 방법에 대해 다음의 세 단계로 정리하였다:

단계1. 원천 데이터로부터 데이터 모델로의 변환

단계2. 데이터 모델로부터 가시화 구조로의 매핑

단계3. 가시화 구조로부터 정보 모델로의 변환.

기본적으로 본 논문에서는 위의 세 단계의 가시화 단계를 바탕으로 하여, [단계2]에 주로 초점을 두고 변환과정을 수행하게 된다. 특히, [단계3]에서 새로운 정보모델을 개발 할 때까지는 데이터 모델로부터 콘텍스트를 신중히 고려하여 정의하여야 하며, 정의된 콘텍스트를 기반으로 의미적 속성 관계를 잘 따져서 의미적 묶음으로 잘 분류하여야 한다. 이러한 과정은 결국, 다차원의 정보를 분류(classify)작업을 통해 차원을 줄임으로써, 사람이 보다 효과적으로 정보를 인식할 수 있도록 하기 위한 것이다.

2.2. 제안하는 가시화 요소

본 논문에서는 주어진 데이터의 공간적인 정보를 표현하기 위하여 지도(map)메타포를 사용한다. 지도메타포는 인간이 살아가는 실세계에 대한 지리적 정보(geographical)를 가장 사실에 가깝게 표현할 수 있을 뿐만 아니라, 해당 장소에 관련된 다양한 정보(non-geographical)에 대해서도 사용자가 효과적이고 자연스럽게 인식할 수 있도록 한다. 지도와 같은 공간적(spatial)메타포를 사용하면 실세계(real world)의 지리적 정보를 가상의 공간(hypothetic space)에 반영하여 표현하기 쉬워지고, 해당 공간에 대한 정보를 가상공간 상에 함께 표현 할 경우, 제공되는 정보에 대한 사용자의 공간적 인지(spatial perceptibility)능력에 도움을 준다. 지도메타포는 GIS와 같은 다양한 공간 표현 애플리케이션에도 활용되고 있다.

지도 기반 가시화 시스템을 통하여 가시화 할 기본 정보 데이터는 다차원의 데이터를 조직적으로 관리하는데 있어 보편적으로 사용하는 일람표(table, tabular statement)기반 메타포를 사용한다. 시간에 따른 일정이나, 이벤트 정보를 정리하여 일반 사용자에게 알리는 데에는 일정표나, 예정보 형식의 일람표 메타포를 주로 사용한다. 일람표 형식의 메타포로 통하여 정보를 제공할 경우, 사용자는 실세계의 상황과 그 상태 자체, 또는 그 관계에 대해 쉽게 파악하고 기억할

수 있게 된다. 일람표 형식의 메타포는 제공하고자 하는 정보에서 주축이 되는 두 개의 정보차원을 구분하여 일람표 상에서 행(row)과 열(column)의 두 항목으로 나누어 표시하고, 두 항목에 연관되어 제공하고자 하는 정보가 각 행과 열 항목의 교차점(crossing point)에 위치하도록 하는 특징을 가지고 있다. 따라서 사용자에게 그들의 요구에 맞는 정보를 제공하고자 할 경우, 정보 제공자는 전달하고자 하는 정보를 일람표상에 해당 데이터베이스를 간단하게 정리할 수 있고, 정리된 데이터의 행렬 관계를 통하여 사용자가 쉽게 정보를 습득하고 그 연관관계를 파악할 수 있게 된다.

앞서 제시한 일람표와 그 가시화를 위한 지도기반의 메타포는 이원적 관계(dual relation)에 있다[8]. 이원적 관계라 함은 두 메타포가 상호 작용적, 또는 상호 보완적 관계에 있다는 말이다. 예컨대, 지도상의 특정 지점에 어떤 값(value)이나 특성, 속성이 발생할 경우에 이 값을 일람표로 기록할 수 있을 것이다. 이와 같은 행위를 데이터베이스화 한다고 하는데, 역으로 데이터베이스화 된 특정위치에 대한 값을 다시 지도상에서 형태(shape), 색상(color), 크기(magnitude), 부피(volume)등과 같은 특정한 표현법으로 나타낼 수 (representation) 있다는 것이다.

3. 3차원 지도기반 가시화 방법

이번 장에서는 본 논문에서 제안하는 가시화 기법의 전체적인 가시화 과정을 설명한다. 3차원 지도기반 가시화 기법에서는 원천 데이터인 일람표로부터 어떻게 3차원 공간(coordinate)상에 일람표의 정보를 매핑 할 것인가가 가장 큰 고민이다. 이 과정을 가시화 매핑 과정이라 하고, 세 단계로 나누어 다음 각 절에서 설명하도록 하겠다.

3.1. 시스템 개요

본 논문에서 제안하는 정보 가시화 기법의 기본적인 개념은 아래의 그림 1 과 같다.

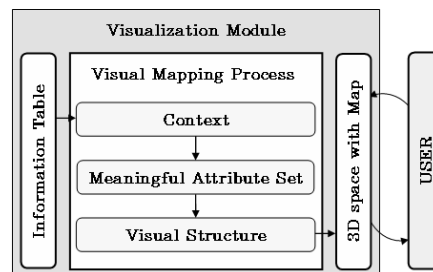


그림 1. 3차원 지도기반 가시화 시스템 개념도

첫 번째로, 앞서 언급된 바와 같이 시공간 정보 일람표(Information Table)를 본 가시화 기법에서 대상 데이터 모델로 삼는다. 두 번째로, 제안하는 가시화 정보 모델은 사람의 인지 시스템을 통하여 보다 쉽게 공간적 정보를 인식할

수 있는 3차원 지도를 이용한다. 세 번째로, 가시화 매핑 과정(visual mapping process)은 위 그림 1에서처럼 콘텍스트로부터 의미적 속성 그룹을 생성하고, 가시적 구조로 매핑하는 세 단계를 거치도록 한다. 가시화 매핑 과정이 완료되면, 가시적 구조로 정의된 각 요소들을 3차원 공간상에 반영한다.

3.2. 가시화 매핑 과정

가시화 매핑 과정은 본 논문에서 제안하는 가시화 방법의 핵심이 되는 과정으로써, 주어지는 원천 정보 데이터와 3차원 공간간의 연관관계를 규정하는 단계이다. 먼저 원천 정보 데이터인 일람표상의 정보들을 속성별로 분류하고, 각 속성들의 묶음이 하나의 차원을 가지도록 배치한다. 속성들은 각기 의미적으로나 그 유사도에 의해 그룹으로 묶을 수 있도록, 5W1H법칙[11]에 의거하여 분류하였다.

3.2.1. 콘텍스트 생성단계 (Context Generation)

가시화 매핑과정은 잘 정리된 일람표로부터 콘텍스트를 정의하는 것으로 시작된다. 본 논문에서는 정보 전달 효과가 좋은 일람표 메타포를 사용한 예제로서, 대형 집회나 학회, 전시회 등에서 주로 사용하는 프로그램 스케줄 일정표를 대상으로 하였다. 행사진행을 보다 원만하게 하기 위해서, 행사 주최자는 미리 일정을 계획하고 정리한다. 이는 프로그램 일정표를 작성되고, 행사와 관련되어 필요한 정보를 일목요연하게 나타내어 준다. 일반적인 형태의 일정표 정보는 표 1의 우측 열(column)과 같은 속성들로 구성 되어 있다. 표 1의 일정표 정보의 속성들을 분류한 결과로 알 수 있듯이, 프로그램 스케줄 일정표만으로도 나타낼 수 있는 정보의 종류는 너무나 다양하다. 따라서 이러한 모든 속성들을 각각의 데이터 유형에 따라 재조합(reorganization) 할 필요가 있다. 데이터 유형의 분류는 Shneiderman[3]이 제안한 일곱 가지의 데이터 유형(1/2/3/Multi-dimensional, Temporal, Hierarchical, Network)으로 나누고, 본 논문에서 제안하는 가시화 시스템에 적용하기 용이하도록 간추려서 5W1H로 요약하였다.

표 1. 일정표 정보의 콘텍스트

콘텍스트	일정표 정보의 속성들
What (Identity)	- 시설/사람 ID, 등록번호 - 주제, 제목, 이름(세션/행사/전시)
Where (Location)	- 세션/이벤트가 일어나는 장소/위치 - 다른 시설과의 공간적 연관 관계
When (Time)	- 날짜, 시간, 순서
Who (Participants)	- 저자, 교신저자, 공동저자, 협력자, 발표자 - 지위, 신분

본 논문에서는 3차원 지도 메타포를 이용하여 일정표 정보를 표현할 것이다. 결국, 우리가 사용할 수 있는 공간은 3차원의 공간이고, 그 공간상에 위의 일정표 정보를 가시화 할 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 앞서 기술한 다양한 형태

의 속성들의 차원을 줄여야 할 것이다. 차원을 줄이기 위한 방법으로는 속성들 중에서 비슷한 특징을 가진 개체끼리 그룹으로 나눈다. 이렇게 그룹으로 나누는 과정을 콘텍스트를 정의한다고 하는데, 콘텍스트를 정의하는 기준으로는 앞서 얘기한 5W1H법을 사용한다. 너무나 일반적으로 많이 사용하는 5W1H법은 필요한 정보들에 대하여 간결하게 사고를 정리하기 위한 발상의 기본이 된다. 특히 논리적으로 사고할 때 5W1H를 확보하는 것은 중요하다. 5W1H법을 기준으로 일정표 정보들의 속성들에 대해 콘텍스트를 정의한 것은 표 1과 같다. 5W1H를 기준으로 콘텍스트를 정의하는데 있어서 5W1H기법 중 네 가지 요소만 사용되었다. 이는 나머지 두 요소인 Why와 How에 관해서는 이미 What이나 Where, When에서 설명되는 정보에 대한 사용자의 필요성(need)에 관한 부분이기 때문이다. 따라서 두 가지 요소를 제외한 네 가지 기준으로 분류한 콘텍스트는 그 그룹 내의 속성들을 대표할 수 있고 각각은 다음으로 설명할 수 있다:

- **What**은 개체나 속성들의 묶음들 중에서 독립된 개체(entity)를 구별된 번호나 이름을 이용하여 다른 개체들과 차별화 된 그 자신을 식별하기 위한 방법으로 사용된다. 식별자는 시설/사람 ID, 등록번호와 같이 숫자로 규정될 수도 있고, 주제나 목적, 또는 대상을 지칭하는 이름으로 규정짓기도 한다.
- **Where**은 사용자의 목적을 달성하기 위한 공간정보로 작용함으로써, 사용자의 목적과 그 공간에 대한 종합적인 이해를 돕는다. 또한 거대한 공간내의 다수의 개별 특정 공간들은 서로 공간적 관계자체에 의미가 있다. 인간이 공간을 인지하는 과정에서 두 공간에 대한 지점 간에 대한 공간적 관계정보는 사용자가 공간을 이해하는데 필요한 부가적 정보로 작용한다.
- **When**은 현실에서 발생하는 여러 가지 동적인 정보의 변화를 나타내는 중요한 요소로 작용한다. 정보의 변화는 시간의 흐름에 따른 속성이나 상태의 변화를 나타내는데, 이는 시간흐름에 따른 특정 시점에서의 변동 상황이나, 상태의 변화가 발생하는 동안의 시차로부터 사용자가 해당 정보의 상태 변화를 관찰하고, 그 의미를 파악할 수 있게 한다.
- **Who**는 행사가 진행되는 장소에서 해당 프로그램에 참가하는 참가자에 대한 정보는 참가자 자신을 포함한 모든 다른 참가자에게 좋은 정보로 활용될 수 있다. 이는 앞서 콘텍스트를 정의하는데 있어 기준이 된 요소 중, What에 대한 대상객체에 관한 문제이다. 다시 말해, 정보를 전달하는 주체 또는 그 대상, 정보에 대한 참여자의 관심도나 참여율 등을 들 수 있겠다.

여기까지 일정표를 통해 전달되는 정보에 대하여, 각 요소들을 대표하는 속성들로 정의하였고, 그 속성들 간에 관계되는

정보끼리 묶음으로써, 콘텍스트를 정의하였다.

3.2.2. 의미적 속성세트 배치단계 (Meaningful Attribute Set)

앞 절에서 정의한 콘텍스트의 각 요소들은 일정표 정보로부터 제공되는 정보의 속성들을 네 가지 유형으로 분류한 것이기 때문에 개별 속성들의 정보를 대표할 수 있다. 만약 정보를 앞선 단계와 같이 분류하지 않고, 일정표 상의 정보 속성들을 그대로 화면상에 가시화 하고자 하면, 너무 많은 정보가 한꺼번에 표시되므로 화면상에 표현되는 정보의 가시적 복잡도가 높아진다. 가시적 복잡도가 높아질수록 사용자는 자신이 얻고자 하는 정보를 인식하기 힘들어 지므로, 유용한 정보를 획득하기 힘들게 된다. 따라서 일정한 양식의 분류로 묶어서 정의한 콘텍스트를 효과적으로 가시화하기 위해서는 콘텍스트가 내포하고 있는 정보들 간의 의미적 관계(meaningful relation)를 고려하여야 한다.

의미적 관계라 함은 특정 정보들이 어떤 조합으로 보여 지면 정보를 얻고자 하는 사람이 보다 유용한 정보를 얻을 수 있을지에 대한 고민이다. 이는 곧, 사용자가 정보를 얻고자 했을 때 어떠한 입장에서 정보를 요구하고, 해당 정보와 어떤 형태로 연관된 정보가 사용자에게 유용한 정보인지를 먼저 생각해보면 될 것이다. 한 가지 가정할 사항으로써, 사용자가 특정 정보를 얻기 위해서는 적어도 한 가지 이상의 주요 단어(keyword)를 가지고 있다고 본다. 왜냐하면 정보를 얻기 원하는 사용자는 자신이 목적한바가 있기 때문이다. 정보를 얻고자 하는 목적이 앞서 정의한 콘텍스트 요소 중에서 Where에 관한 것이든, When이나 What, Who에 관한 것이던 간에 사용자는 자신의 목적과 연관된 주제어(subjective keyword)[5]를 가지고 있을 것이다. 사용자가 지니고 있는 최초 정보인 주제어를 수반하는 여타의 다른 정보들에 대해 그 연관관계에 의한 그룹을 구성하면 정보의 의미적 관계를 성공적으로 가시화 할 수 있을 것이다. 예컨대, 콘텍스트 요소, Where에 관한 정보를 가지고 있다고 생각해 보자. 일반적으로 위치에 대한 정보를 가지고 있다는 것은, 특정 장소에서 발생하는 정황적(syntactic) 정보나, 지리적 정보까지 함께 가지고 있을 수도 있다. 이와 같은 경우, 둘 중 하나만 알고 있을 경우에는 다른 하나에 대한 정보도 필요할 것이고, 둘 다 알고 있을 경우에는 해당 장소에서 발생하는 다른 정보-When, What, Who-에 대해서 알고자 할 것이다. Where뿐만 아니라, 다른 콘텍스트 요소들도 다른 요소들과 정보적 연관관계를 가진다.

사용자가 알고자 하는 정보는 우리가 한정되게 정의한 콘텍스트 내에서도 한 가지 요소에 해당하는 정보만으로는 사용자에게 유용한 작용을 하기가 어렵다. 유용한 정보는 콘텍스트내의 여러 속성들이 유기적이고 복합적으로 사용자에게 제공되는 형태여야 한다. 따라서 우리의 목표는 사용자가 일정표상의 정보를 컴퓨터 그래픽 환경의 3차원 공간상에서

종합적으로 획득할 수 있도록 하는 것이다.

3.2.3. 가시화 구조로의 매핑단계

본 절에서는 앞서 정의한 콘텍스트와 의미적 속성세트를 3차원 공간상에 어떻게 반영할 것인가에 대하여 얘기해 보겠다. 가장 먼저 고려하게 된 것은, 3차원 공간상에 콘텍스트 Where에 대한 정보를 표시할 지도와 그에 따른 시간 축 When정보를 어떻게 배치 할 것인가이다. 아래 표 2에서와 같이 네 가지 유형의 콘텍스트는 3차원 공간상에서 X, Y, Z 축과 그것이 만들어 내는 평면상에 표현하기로 하였다. 또한 콘텍스트들을 표현하였을 때 해당 정보의 의미를 가장 잘 파악할 수 있는 메타포로써 텍스트, 지도, 그래프를 사용하여 표현하였다.

표 2. 콘텍스트별 가시화 구조

Context	Represent Coordinate	Media
What	Y-Z Plane	Only Text
Where	X-Y Plane	Text, 3D Map
When	Z Axis	Text, Graph
Who	X-Z Plane	Text, Graph

최종적으로 우리가 표현하고자 하는 정보는 위 표 2와 같은 형태로 나타낼 수 있다. 가장 기초가 되는 콘텍스트 Where에 대한 정보는 X-Y평면상에 3차원 지도로 표현하고, 특정 지점에 대한 위치적 정보는 특정 지점을 강조(highlight)함으로써 표현할 수 있다. 일반적으로 정보를 공간적으로 표현할 때, 특정 지점을 나타내는 방법으로는 일정 영역에 대해 다른 색상으로 표현하거나, 특정 지점을 가리키는 화살표로 표시하는 방법이 있지만, 우리는 3D로 제작된 지도모델에 투명도를 부여하여 표현하기로 하였다. 이는 특정 관심 영역에 대한 객체만 불 투명도를 부여하여 화면상에 그리도록 하고, 지도모델의 나머지 영역은 투명도 레벨을 낮추어서 투명하게 표시하는 것을 의미한다.

3.3. Information Pillar Model

본 절에서는 제안된 가시화 방법을 위한 새로운 정보 가시화 모델을 제안한다. 이것은 가시화 매핑 과정을 통해 잘 정리된 데이터를 표현하기에 좋은 모델이다.

3.3.1. Information Pillar

콘텍스트 Where에 관한 정보가 제공되면, Where과 연관되어 있는 나머지 세 가지 형태의 콘텍스트에 대한 정보를 제공하여야 하는데, 이러한 정보는 Information Pillar상에 표현되게 된다. Information Pillar는 아래 그림 2와 같은 형태로 표현되는데, 기본적으로 3차원 지도상에서 해당 영역에 대한 정보를 영역의 Z축 방향으로 세워진 기둥형태로 표현한다. Information Pillar는 표면(surface), 부피(volume), 높이(height), 기둥상의 정보의 위치(order)등으로 정보를 표현하는데, 이는 일정표로 전달하고자 하는 다양한 정보를

복합적으로 나타낼 수 있다.

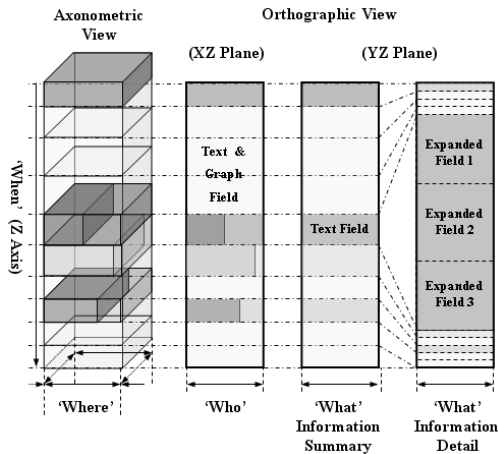


그림 2. Information Pillar의 개념도

Information Pillar는 기본적으로 정보가 발생하는 위치인 지점 상에 세워지기 때문에 필러가 표시된 위치가 필러에 표현되는 정보의 위치정보가 된다. 또한 필러의 Y-Z평면과 대응되는 표면은 콘텍스트 What에 대한 요약된 정보가 텍스트로 나타나게 된다. 해당 정보에 대한 좀 더 자세한 정보를 나타내는 방법으로는 LOD개념을 도입하였는데, 이에 대해서는 다음 절에서 설명하도록 하겠다. X-Z평면에 대응되는 필러의 표면에는 콘텍스트 Who에 관한 정보를 나타내게 되는데, 기본적으로 저자정보나 발표자에 관한 정보가 텍스트로 나타나게 되고, 해당 행사의 참석자수와 같이 측정가능한 수치적 정보는 그래프로 표현하게 된다. Information Pillar를 구성하는 각 부분에 대한 의미는 다음 표 3에 정리하였다.

표 3. Information Pillar 각 부분에 대한 의미

Position	for Where information of Location
Surface	for What, Who information by Text
Volume	geometric size of real-space and magnitude of numerical value (number of participants)
Height	for When information such as period of time
Order	Procedure of schedule

3.3.2. Information Pillar에 대한 LOD개념

일반적으로 일정표로 전달되는 정보는 사용자가 요구하는 정보의 범위(range)에 따라서 해당 정보를 요약하거나, 완전한 전체정보로 지원할 수 있다. 주제는 특정 정보에 대해서 가장 짧고 명확하게 정보의 내용을 간략화 하여 전달할 수 있는 요약된 형태이다. 반대로 요약이 되지 않은 정보는 원천 정보의 형태로 모든 정보가 완전하게 제공될 것이다. 이러한 문제는, 정보에 관한 LOD(level of detail)의 개념으로 이해하면 될 것이다. 정보에 대한 요약작업이 많이 진행된 정보일수록, 원천정보에 비해 기본적으로 대표적인 정보만 획득하게 될 것이고, 반대로 원천정보를 그대로 획득하게 되면 해당 정보가 가진 전체정보는 파악할 수 있게 될 것이

지만, 불필요한 정보까지 함께 제공받게 될 수 있기 때문에 정보를 제공받기 위한 비용이 많이 든다는 단점이 있다. 결국, 정보 전달의 효율성 측면에서 문제를 바라볼 때, 정보를 얼마나 요약할 것이고, 안 할 것인가에 대해서는 교환조건(trade-off)관계임을 알 수 있을 것이다. 그러면 문제는 요약된 정보에 대해 어떻게 가시화 할 것인가로 귀결된다.

정보는 해당 정보를 요구하는 사용자가 원하는 만큼의 정보량만 제공 하였을 때에 비로소 정보 전달에 대한 효과가 극대화된다. 우리는 정보에 대한 상세사항은 사용자의 선택에 맡기기로 하고, 가장 요약된 정보를 최초로 전달하고, 사용자가 원하는 정보에 대하여 해당 정보의 상세도를 높여가는 방향으로 요약정보를 가시화 하도록 하였다.

사용자는 Information Pillar를 통하여 기본적으로 전반적인 정보를 제공받는다. 사용자는 Information Pillar로부터 원하는 정보에 대한 대체적인 정보의 흐름을 파악할 수 있으며, 제공된 정보들 중 자신이 알고자 하는 특정 정보에 대하여 보다 자세한 정보를 얻기를 원할 경우, 필러상의 해당 정보 지점을 선택함으로써, 해당 정보의 좀 더 상세한 정보를 얻을 수 있다. 이것은 마치 Robertson의 도큐먼트 렌즈[6]와 흡사한 형태의 가시화 기법인데, 사용자가 알고자 하는 정보는 사용자의 관심사가 반영된 부분이고, 이는 사용자가 원하는 특정 정보에 초점(focus)을 두고, 해당 정보 이외의 정보는 관심 밖이라는 개념으로부터 나온 것이다.

3.3.3. 사용자 관심정보를 위한 Multiple Information Pillar

앞서 제안한 Information Pillar모델로부터 사용자가 그들 자신만의 관심 있는 정보를 얻고자 할 때, 그들은 좀 더 손쉽게 유용한 정보를 얻을 수 있기를 원할 것이다. 그러한 맥락에서 본 논문에서는 Multiple Information Pillar개념을 추가 하였다. 아래 그림 3은 사용자의 요청결과로 가시화 된 Multiple Information Pillar의 개념을 도식화한 것이다.

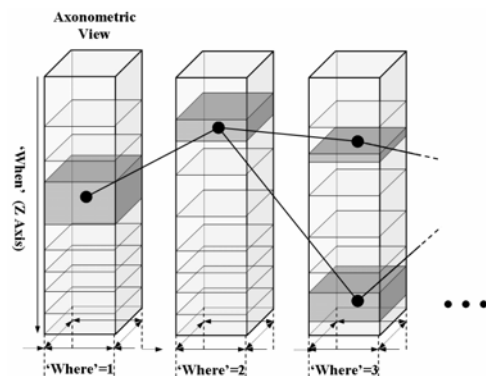


그림 3. Multiple Information Pillar개념의 공간적 연관관계

사실은 정보를 표현하고자 하는 기동을 단순히 여러 개 나타낸다고 해서 사용자의 편의가 증대되는 것은 아니다. 하지만 앞서 제시한 필러모델과 사용자의 목적에 기반 한 주제를 최대한 이용하려고 할 경우, 사용자가 직접 키워드를

입력하여 해당하는 정보를 포함하는 지역의 필터를 동시에 표현한다면, 사용자는 자신이 원하는 정보를 훨씬 빠른 시간 내에 공간적 유대관계를 파악하며 얻을 수 있게 된다. 이러한 가시화 기법은 사용자가 정보를 인식하는데 있어서, 검색 결과에서 제공되는 정보에 대한 공간적 유대관계를 인지하기 쉽게 해주고, 사용자가 원하는 정보만 필터 상에 나타내 줌으로써 정보를 획득하기 위한 불필요한 노고가 덜해진다.

4. 구현 및 결과

본 장에서는 본 논문에서 제안한 가시화 매핑 기법을 구현한 결과를 나타내었다. 구현 프로그램에서 사용된 데이터 모델로는 최근의 학회 프로그램 일정표를 사용하였다.

4.1. 지도기반 가시화 시스템 구현

그림 4는 TIVS(table information visualization system)의 스크린 샷이다. Information Pillar가 자리하고 있는 위치는 Where에 대한 정보를 나타내주고, 필터의 높이를 나타내는 위쪽방향으로 행사시간과 순서정보인 When에 대한 정보가 태그 되어있다. 또한 바닥면인 X-Y평면상에 위치정보를 나타내는 3차원 지도가 배치되어있고, When에 대한 정보를 보다 알아보기 쉽도록 시간 축 가이드라인을 설치하였다. 상단에는 주제어검색을 위한 검색창을 준비해 두었다.

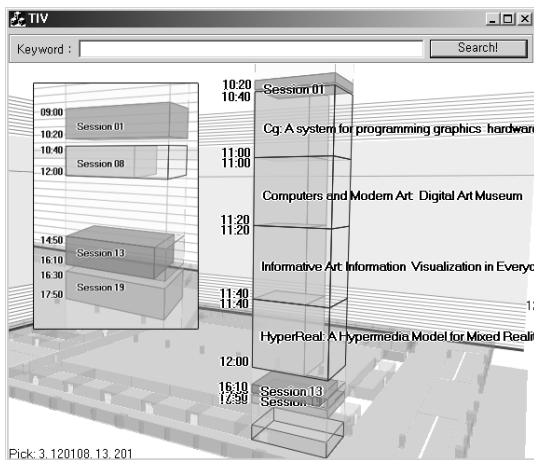


그림 4. TIVS: 'Session 08'에 대한 상세정보표시 (expanded field)

그림 4는 시설내의 특정 방에 대하여 3차원 지도 메타포와 Information Pillar를 이용하여 정보를 나타낸 결과이다. 필터는 해당 장소에 대한 프로그램들을 몇 개의 색선구획으로 나누어 표현하므로 각 세션 프로그램들이 어떤 순서로, 무슨 프로그램이 진행되는 쉽게 알 수 있다. 위 그림 4에서 붉은 색으로 표시된 세션이 첫 번째 세션이고, 그 다음으로 초록색, 보라색 순으로 필터상의 세션 블록 순서로 프로그램의 진행 순서를 파악할 수 있으며, 좌측의 시간태그로 시작과 종료하는 정확한 시간을 파악할 수 있다. 위 그림에서는 초

록색으로 표시된 두 번째 세션에 대한 상세한 내용을 보기 위해 블록을 확장시킨 모습을 볼 수 있으며, 세션내의 진행 순서나 제목 등의 정보를 살펴볼 수 있다.

4.2. 실험결과

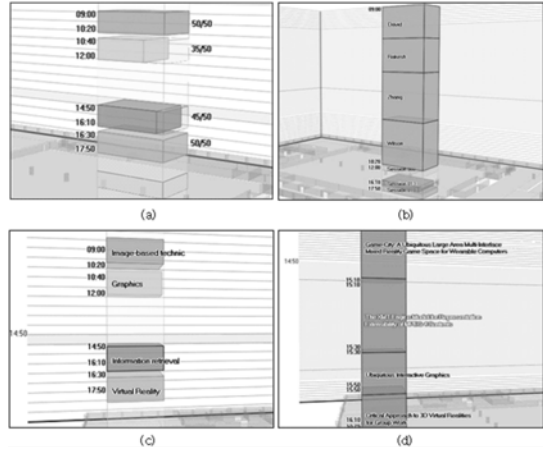


그림 5. TIVS 가시화 결과

그림 5에서는 Who와 What에 대한 정보 가시화 결과를 나타내고 있다. 그림 5(a)는 X-Z평면상에 각 세션이 진행되는 공간의 수용인원이나 참석자수, 좌석수를 그래프 형태로 나타내었다. 필터내의 각 세션을 표시하는 블록의 크기를 통하여 그 양(quantity)을 표시하고, 그 우측에 전체 수용인원과 참석인원에 대해 숫자로도 표시하였다. 본 논문에서는 해당 장소에 대한 참석자/수용인원을 나타내었으나, 해당 공간을 이용하여 수치화 될 수 있는 어떤 정보이던 이러한 형식으로 가시화 가능하다. 그림 5(b)는 저자와 발표자에 대한 정보를 표시한 결과이고, 그림 5(c)는 각 세션의 주제를 필터상의 Y-Z평면에 나타낸 결과이다. 그림 5(d)는 주제어 검색에 대한 결과를 강조하여 표현한 결과이다.

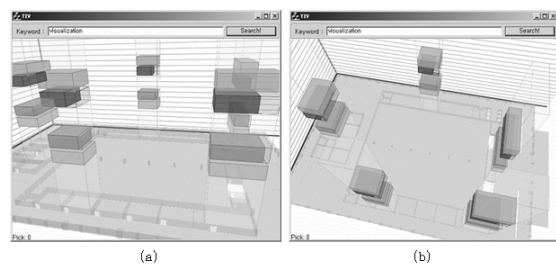


그림 6. 사용자 관심정보를 위한 Multiple Information Pillar (a) front view, (b) bird-eye view.

그림 6, 7은 Multiple Information Pillar를 통하여 사용자의 관심 정보를 공간상에 나타낸 결과이다. 사용자는 TIVS 주제어 입력박스에 자신의 관심정보를 키워드로 입력하면, 검색 결과가 지도상의 여러 공간에 존재할 경우, 아래 그림 6과 같이 다중의 필터의 형태로 나타나게 된다.

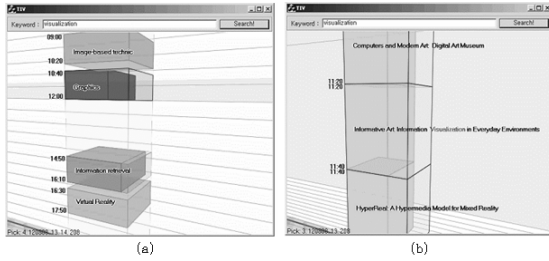


그림 7. 키워드 'visualization'으로 검색한 결과를 다양한 3차원 공간상에서 다양한 각도로 탐색하는 장면, (a) 검색결과가 포함된 부모세션 영역표시(하이라이트), (b) 검색결과와 상세내용을 보기위해 해당 영역을 확장시킨 결과.

5. 결론

본 논문에서는 일람표 형태의 정보를 그 형태별로 분류하고 그 관계를 정의하여 정보의 유형에 적합한 그래픽스 기법을 이용하여 표현하였다. 그 표현 기법으로써, 본 논문에서는 3차원 지도 메타포를 기반으로 한 Information Pillar 모델을 기획하였다. 네 가지 유형의 콘텍스트 요소들을 가시화 구조에 매핑하고, 그 결과를 3차원 공간상에 표현하였다. 3차원 공간상에 지도를 배치하고, 지도상의 지리적 정보를 기반으로 하여 해당 장소에서 발생하는 다양한 정보들을 Where, When, What, Who와 같은 콘텍스트 요소로 분류하여 정보의 요약과 상세화 정도를 조절하여 제공함으로써, 사용자의 선택에 의해 정보를 열람할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 정보 가시화 기법은 기본적으로 3차원 공간을 기반으로 하였기 때문에, 3차원 공간 탐색, 상호작용시 발생하는 제약사항이 본 시스템에서도 수반된다. 여러 가지 정보를 동시에 가시화할 때 앞 쪽 객체에 가려지는 현상 (occlusion problem)이 발생하는데, 이는 기본적으로 3차원 공간을 2차원 디스플레이 기기를 이용하여, 2차원 탐색기반 상호작용기법을 사용하기 때문에 발생하는 문제이므로, 3차원 공간을 탐색하는데 보다 적합한 탐색 기법이 필요하다. 또한 동적으로 업데이트 되는 정보를 보다 유기적으로 반영하여 제공할 수 있도록 발전되어야 할 것이며, 보다 다양한 차원의 정보를 사용자의 선택에 의해 가시화 공간에 배치하는 기법도 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] A. K. Daniel, "Information Visualization and Visual Data Mining," IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, Vol. 7, No. 1, 2002.

[2] A. Skupin, and B. P. Buttenfield, "Spatial metaphors for display of information spaces," AUTO-CARTO, pp. 116-125, 1997.

[3] B. Shneiderman, Information Visualization, Designing the User Interface: Strategies for

Effective Human-Computer Interaction, Addison Wesley Longman, pp. 522-541, 1998.

[4] E. Stephen, and K. Alan, "Visual Scalability," Journal of Computational and Graphical Statistics, Vol. 11, pp. 22-43, 2002.

[5] E. R. Tufte, Visual Explanations: Images and Quantities, Graphics Press, 1997.

[6] G. G. Robertson, and J. D. Mackinlay, "The Document Lens," ACM Symposium on User Interface Software and Technology, 1993.

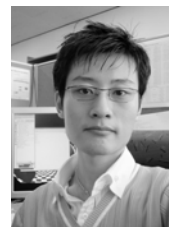
[7] J. T. James, and A. C. Kristin, Illuminating the Path: The Research and Development Agenda for Visual Analytics, National Visualization and Analytics Center, ISBN 0-7695-2323-4, 2005.

[8] L. J. Old, "Information Cartography: Using GIS for Visualizing Non-Spatial Data," ESRI, 2002.

[9] S. I. Fabrikant, and B. P. Buttenfield, "Formalizing Semantic Spaces for Information Access," Annals of the Association of American Geographers, Vol. 91, pp. 263-380, 2001.

[10] S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Shneiderman, Readings in Information Visualization, Morgan Kaufmann Publishers, 1999.

[11] Steppingsone Technology Grant, Learning Toolbox, <http://coe.jmu.edu/LearningToolbox/index.html>, James Madison University.



이 석 준

1999년 3월~2004년 2월 대구대학교 정보통신공학부 졸업(공학사). 2004년 3월~2006년 2월 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사). 2006년~현재 경북대학교 컴퓨터공학과 박사과정. 관심분야는 HCI, Semantic Visualization, Mixed Reality 등임.



정 순 기

1986년 3월~1990년 2월 경북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사). 1990년 3월~1992년 2월 한국과학기술원 전산학과 졸업(이학석사). 1992년 3월~1997년 2월 한국과학기술원 전산학과(공학박사). 1997년 ~ 1998년 University of Maryland (Research Associate). 2001년~2002년 IRIS, University of Southern California(Research Associate). 1998년~현재 경북대학교 컴퓨터공학과 부교수. 1999년~현재 (주)아이디스 기술고문. Virtual Reality, Artificial Intelligence, Computer Vision, Image Processing, Computer Graphics 등임.