정보시각화에 대한 스킴모형별 비교 분석*

A Three Schematic Analysis of Information Visualization

서 은 경(Eun-Gyoung Seo)**

목 차

1. 서 론	3. 4 클러스터링 기법
2. 시각화 내용별에 따른 정보시각화 기법	4. 시각화메타포 표현방식에 따른 정보시각화 기법
2. 1 데이터 시각화	4. 1 선형구조 표현방식
2. 2 문헌 시각화	4. 2 계층구조 표현방식
2. 3 검색정보 시각화	4. 3 네트워크구조 표현방식
3. 시각항해 방법에 따른 정보시각화 기법	4. 4 벡터분산구조 표현방식
3. 1 줌과 팬 기법	5. 전망과 결론
3. 2 Focus+Context 기법	
3. 3 점증탐사 기법	

초 록

인터넷과 대용량 데이터베이스가 정보검색환경을 주도하게 되면서 이용자가 원하는 정보를 효율적으로 찾을 수 있는 강력한 검색도구가 요구되었다. 정보시각화 기법은 이러한 요구에 부응하여 개발된 것으로 복잡하고도 대규모의 데이터를 의미적으로 그리고 조직적으로 보여주는 시각표상 기법이라 할 수 있다. 본 연구는 정보검색시스템에서 다각적으로 응용되고 있는 정보시각화 기법을 조사 분석하였다. 그 결과, 첫째 연구결과 데이터, 검색대상인 문헌, 검색결과로 나타난 검색정보를 시각화 대상으로 하여 연구가 진행되고 있었다. 둘째, 이용자의 상호작용과 항해를 수월하게 하는 정보시각화 기법으로는 줌과 팬 기법, focus+ context 기법, 점증탐사기법, 클러스터링 기법 등을 들 수 있다. 셋째, 이용자에게 실제 시각메타포로 보여주는 방식으로 선형구조 표현방식, 계층구조 표현방식, 네트워크구조 표현방식, 벡터분산구조 표현방식을 찾아볼 수 있었다. 정보검색시스템에 계속적으로 정보시각화 기법이 응용되고 구현되기 위해서는 기존 기법의 평가와 이용자 요구분석이 수행되어야 하므로 본 연구의 결과 또한 새로운 시각화 인터페이스 개발에 도움이 될 것으로 본다.

ABSTRACTS

Information visualization in information retrieval is a creating tool that enables us to observe, manipulate, search, navigate, explore, filter, discover, understand, interact with large volumes of data for more rapidly and far more effectively to discover hidden patterns. The focus of this study is to investigate and analyze information visualization techniques in information retrieval system in the three-schematic levels. In result, it was found that first, scientific data, documents, and retrieval result information are visualized through various techniques. Second, information visualization techniques which facilitate navigation and interaction are zoom and pan, focus+context techniques, incremental exploration, and clustering. Third, the visual metaphors used by the visualization systems are presented in the linear structure, hierarchy structure, network structure, and vector scatter structure.

키워드: 정보시각화, 시각메타포, 시각항해, 데이터시각화, 문헌시각화, 검색정보시각화, 줌과 팬, Focus+Context, 점증탐사기법, 클러스터링, 선형구조, 계층구조, 네트워크구조, 벡터분산구조

* 이 논문은 2001년도 한성대학교 교내 연구비의 지원에 의하여 이루어졌음.

** 한성대학교 지식정보학부 부교수(egseo@hansung.ac.kr)

논문접수일자 2002년 10월 23일

게재확정일자 2002년 12월 3일

1. 서론

최근 들어 인터넷과 대용량 데이터베이스가 정보검색 환경을 주도하게 되면서 이용자가 원하는 정보를 효율적으로 찾을 수 있는 강력한 검색기능 또는 검색도구가 더욱 절실하게 요구되고 있다. 현재 사용되고 있는 대부분의 검색시스템은 이용자가 텍스트 형태의 질의문을 입력하도록 하고 있고 검색결과 또한 텍스트로 표현되어 리스트 형식으로 보여줌으로서, 이를 사용하는 이용자들은 검색 엔진의 기능 및 사용방법을 익혀야 하며 비교적 긴 검색결과 목록으로부터 관심 정보를 일일이 찾아내야 하는 불편함을 감수하고 있는 실정이다.

실제 현 정보검색 기법과 활용도구를 이용하는 검색환경은 대규모 정보처리 작업과 탐색결과 출력의 효율성 관점에서 다음과 같은 문제점을 갖는다. 첫째, 검색 대상이 되는 대량의 데이터의 전체 구조와 찾고자하는 정보간의 상호관련성에 대해서 전혀 알 수 없다는 점이다. 따라서 어떠한 정보가 검색될 지에 대한 사전지식을 가질 수가 없다. 둘째, 대용량의 데이터를 대상으로 주제 구분 없이 단순 용어일치 검색이 이루어지므로 입력된 탐색어 또는 키워드에 대한 결과가 너무 많거나 부정확한 경우가 많다는 점이다. 따라서 이용자가 원하는 정보를 얻기 위해서는 여러 번 다른 용어를 이용하여 반복검색을 해야하는 불편함이 있다. 셋째, 이용자 자신의 요구와 일치하는 정확한 질의를 표현하기가 쉽지 않아 기존 검색시스템에서의 질의어 선정은 이용자에게 큰 부담을 주고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 검색시스템은 시소러스나 색인어 리스트를

디스플레이 하거나 질의어 선정 및 확장을 자동적으로 시스템이 처리하여야 하는데 아직까지는 일반 시스템에서는 이러한 작업을 처리하지 못하고 있다. 마지막으로, 시스템이 보여주고 있는 검색결과 정보의 순서는 각 정보간의 관련성을 정확하게 반영하지 못함으로서 이용자의 검색결과 브라우징 작업은 상당히 지루하며 한편으로 이용자가 이전에 파악한 의미정보를 쉽게 잃어버릴 가능성이 높다는 단점을 가지고 있다(오병택 등 2001; Spence 2001).

이러한 기존 정보검색시스템의 문제점을 해결하는 방법으로 검색대상인 대용량의 데이터를 시각화하여, 이용자가 원하는 정보를 보다 편리하게 찾을 수 있도록 브라우징 탐색기법을 허용하는 시각적 인터페이스가 정보검색시스템에 시도되었다. Huser et al.(1995)은 검색엔진을 개발하는 주목적 중의 하나가 융통성 있게 그리고 이용자 중심으로 데이터에 접근하여 원하는 정보를 찾아볼 수 있게 하는 기회를 제공하는 것이라 하며, 각 응용분야에 적합하게 정보 객체를 분류하고 분류된 객체들을 효과적으로 화면에 시각화하여 이용자가 편리하게 브라우징하면서 원하는 정보를 용이하게 찾을 수 있도록 해야한다고 주장하였다.

현재 정보시각화 기술은 더 이상 새로운 기술이 아니며 탐색결과에 대한 브라우즈와 적합성 판단을 도와주는 인터페이스를 구축하는 중심적 기술로 인정되고 있다. 시각화에 관련된 방대한 문헌을 조사한 White & McCain (1997)은 시각화 기술을 한 주제 공간에 각각의 정보의 관계를 이미지화 시켜줌으로서 이

용자의 이해를 도모시켜주는 기법이라 정의 내렸고, Williams et al.(1997)은 정보학 분야에서의 시각화 기법은 그래픽, 이미지, 동영상과 같은 도구를 이용하여 한 주제공간에서 복잡하고도 대규모인 데이터를 구조적으로 보여주는 시각 표상 방법을 뜻한다고 하였다. 정보검색 환경에서 정보시각화 기법은 이용자들이 검색결과나 검색 대상의 문헌 등의 데이터 전체를 한눈에 파악하게 하는 개요탐색, 계층구조에 따라 관심 있는 데이터 부분만을 한정하여 브라우즈할 수 있게 하는 구조적 탐색, 관련된 문헌을 링크에 따라 찾아볼 수 있게 하는 연상적 탐색을 할 수 있도록 하여 정보검색시 요구되는 시간과 노력을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 시스템에 의하여 시각적으로 제공되는 검색된 데이터에 대한 부수적인 정보(예: 통계치, 적합성 정도 등)를 이용하여 검색과정에서 원하는 정보는 물론 그와 관련된 동향 및 다른 정보를 쉽게 파악할 수 있다는 장점을 지닌다.

이제 정보시각화는 여러 분야에서 활발하게 연구 응용되고 주요 연구주제로 부상되었고 특히 인식 행위 그 자체를 도와주거나 적합성에 대한 통찰력을 높여주는 역할을 수행하므로 현재 검색 인터페이스에서 많이 이용되고 있다. 정보학자는 기존 시스템보다는 시각적 인터페이스를 가진 정보검색시스템에서 이용자가 시스템과의 상호작용은 물론 문제해결을 보다 쉽게 수행한다는 가정아래 시각화기법을 다방면으로 정보검색시스템에 접목시키고 있다(Song 2000).

본 연구는 정보검색시스템에서의 정보시각화 기법의 역할을 재조명하기 위하여 여러 정

보시각화 기술들이 검색기술과 어떻게 접목되어 응용되고 있는지에 대하여 분석하였다. 특히 정보검색시스템에서 응용된 정보시각화 기법을 다각적으로 조사하기 위하여 다음과 같이 세 가지 스킴으로 나누어 분석하였다: 1) 시각화 내용(visual context)별 분석, 2) 시각항해(visual navigation)기법별 분석 3) 시각메타포(visual metaphor) 표현방식별 분석. 이러한 분석을 통하여 첫째, 정보검색시스템에서 어떠한 객체들이 어떻게 시각화되어 응용되고 있는지, 즉 응용대상별 사용되고 있는 기법을 파악할 수 있으며, 둘째 정보시각화 기법이 현재 제공하고 있는 항해방법이 무엇이며 시각 표상기술에 따른 항해 및 상호작용의 장단점을 파악할 수 있고, 셋째 시각화될 대규모의 객체들이 어떠한 메타포를 이루어 이용자에게 보여줄 것인지, 이때 사용되는 시각화 기법이 무엇이며 각각의 기법들이 지닌 장점과 단점이 무엇인지를 알 수 있다.

따라서 정보검색시스템에 응용된 정보시각화 기법에 대한 위의 세 가지 측면에서의 분석을 통하여 정보시각화 기법별 특성과 유용성에 대한 조사결과와 앞으로의 동향과 전망을 제시함으로써 정보시각화를 이용하여 정보검색 인터페이스를 구축하는데 필요한 기초자료를 제공하는 데 본 연구의 목적이 있다고 하겠다.

2. 시각화 내용별에 따른 정보시각화 기법

일반적으로 우리는 많은 양의 데이터 객체

를 볼 때 데이터간의 구조, 특징, 패턴, 경향, 이례적 사항, 또는 관련성들을 파악하려고 노력한다. 이때 시각화는 다양한 데이터 전체를 조직 정렬하여 보여줌으로서 데이터 전체 그리고 데이터 각각에 대한 이해를 도와준다. 즉 대규모적이고 복잡한 데이터군을 전체적으로 요약하거나 적합한 변수나 흥미대상에 따라 분류를 하여 쉽게 파악할 수 있도록 해준다. 본 장에서는 시각화되는 대상별 즉 데이터 시각화, 문헌 시각화, 검색정보 시각화에서 응용되는 각각의 기법을 살펴보겠다.

2. 1 데이터 시각화(Data Visualization)

과학적 데이터는 특정 주제 또는 응용분야에 나타난 수치 또는 명칭일 수도 있으며 연속적인 성격을 지녔거나 아니면 비연속 속성을 가질 수도 있다. 일반적으로 각각의 데이터 요소들은 하나의 기준 값으로 정렬되어 표현되거나, 각 요소간의 상대적 거리 또는 절대값을 표시하기도 한다. 그 예로 자기공명 단층촬영(MRI) 데이터는 삼차원 공간에서의 데이터 밀도를 보여주고 있으며, 원격 탐사(remote sensing) 데이터는 이차 또는 삼차 공간의 망상구조에서 보여지고, 재무제표 데이터는 기하학적 구조가 아닌 명목데이터와 수치데이터의 리스트형태로 표현되어진다.

다양한 속성을 지닌 데이터를 이용자가 보다 쉽게 이해하고 또 그 특징을 파악할 수 있도록 시각화하는 것은 현재 보편적인 현상으로 과학적 데이터의 시각화 방법은 다음과 같이 다양하다(Grinstein & Ward 2002).

1. 선 그래프: 이차원 공간 안에서 데이터

요소를 나타내는 위치를 선으로 연결하여 시각화하는 기법.

2. 산포도면(scatter plot): 이차원 공간에서 두 개의 변수에 의하여 각 데이터 요소의 위치가 정해지지만 하나의 도면 안에 여러 개의 변수가 있으므로 각 데이터의 분포 양식이 다양하게 표현되는 기법.

3. 2차원 표면지표(2D Isosurfaces): 같은 값을 지닌 데이터와 또 다른 값을 지닌 데이터간의 경계를 2차원 공간 안에 표시하여 같은 값의 데이터의 영역을 쉽게 파악할 수 있도록 하는 기법. 결과적으로 나타난 모형은 등고선, 또는 등심선과 같아 보인다.

4. 삼차원 표면지표(3D Isosurfaces): 2차원 표면지표와 속성은 같으나 등고선과 같이 보여지는 것이 아니라 삼차원 구역공간으로 보여진다. 대표적인 예로는 단층촬영 데이터를 들 수 있다.

5. 고무도면(rubber sheet): 데이터의 요소를 연결시킬 때 데이터 위치의 높낮이를 삼차원 공간에서 보여주는 기법.

6. 용량시각화(volume visualization): 도면에서 세 개의 축을 이용하여 삼차원 공간을 형성하여 연결된 데이터가 함포 하는 용량을 표시하는 기법.

7. 스칼라 조각상(scalar glyphs): 시각화되는 대상은 하나의 조각상으로 크기, 색상, 형태를 다르게 하여 데이터가 지닌 특성 및 수치적 값을 표시해준다. 따라서 데이터의 일정 수치 값을 스칼라 조각상의 기준 크기로 정한 다음, 그 보다 작은 값은 작은 조각상으로, 두배 크면 두 배 크기의 조각상을 보여주는 방식이다. 3차원인 경우에는 조각상이 큐

브나 구체 모형을 가지게 되며, 데이터의 밀도 또는 입체적 용량비교에 사용된다.

8. 벡터 조각상(vector glyphs): 스칼라 조각상 방식과 비슷하나 표현되는 데이터의 속성 중 방향을 표시해 줄 수 있다는 장점을 가지고 있어 정보 흐름과 같은 데이터를 표현할 때 사용되는 기법.

9. 스타 조각상(star glyphs): 하나의 데이터에 대한 여러 가지 변수와 부피 등을 표현할 때 사용되는 기법. 즉 기준 데이터를 중심점으로 두고 이와 관련된 여러 변수를 나타내는 데이터를 기준점과 선으로 연결시키고 또한 데이터의 외곽을 연결시켜 하나의 영역과 거리적 근접성을 보여준다.

10. 평행 좌표(parallel coordinates): 다변수 데이터를 표현하는 기법으로 데이터가 지닌 변수를 횡렬로 정렬한 다음, 데이터 값을 세로축으로 두고 변수에 따른 데이터 값을 표시하고 선으로 연결시켜 데이터 수만큼의 선이 그려지도록 하는 기법.

11. 입체적 스택킹(dimensional stacking): 세분화된 좌표 안에 데이터로 표시되는 구역 빈(bin)을 반복적으로 쌓아 만들어진 이미지가 데이터의 속성을 나타내게 해주는 기법.

12. 소용돌이도를 기초한 나선 띠(ribbons with twists based on vorticity): 분자 수평 기류로 불리어지는 유체 소용돌이의 방향과 세기 등을 나타내는 기법.

13. 삼차적 시공간 틀을 이용한 광선(streaklines using three time frames): 여러 시기에 존재한 데이터의 변화를 보여주기 위하여 유선을 사용하는 기법. 따라서 유선은 정적이지 않으며 유선의 경로는 흐름의 변화를 보여

준다.

소개된 것 이외에도 과학적 데이터를 시각화하는 기법들이 다양하게 사용되고 있다. 다양한 기법들이 존재하는 만큼 데이터 성격에 적합한 기법 선정은 필수적이라 할 수 있다. 따라서 다음과 같은 사항을 유의하여 적합한 기법을 적용해야 할 것이다. 첫째, 현재의 기술로 대량의 정보가 백만개의 픽셀로 사실적으로 표현될 수 있으므로, 효과적으로 정보를 표현할 수 있는 공간 배치, 전체적 레이아웃, 시간적 흐름, 사운드 등에 대한 설계와 구현 기법에 대한 사전 연구가 필요하다. 둘째, 한번에 모든 데이터를 보여줄 수 없는 경우에는 설명정보나 하부데이터에 대한 정보가 제공될 수 있는 설계가 필요하다는 점이다. 마지막으로 시각화를 하는 목적에 적합한 기법을 선택해야 한다는 점이다. 특히 모든 정보를 단순히 보여줄 수 있는 기법이 아니라 이용자에게 부각시키려는 부분을 강조할 수 있는 기법을 선택해야 하며 이를 지원해줄 수 있는 충분한 선명도와 용량을 고려하여 선택해야 한다.

2. 2 문헌 시각화(Document Visualization)

문헌을 시각화한다는 작업은 수많은 문헌 안에 있는 텍스트 형태의 정보에 대하여 읽지 않더라도 내용을 간파할 수 있도록 한 기법이라 할 수 있다(Wise et al. 1995). 문헌 시각화 기법은 현재 다양하게 연구되고 있는데, 이는 전자형태의 문헌들이 많이 생산되어 축적되고 있으며 이러한 문헌들이 웹 정보자원과 통합이 되어 방대한 양의 전자정보들이 전자

도서관에서 관리되고 있고 최종적으로 이용자에게 초고속통신망을 통하여 검색 전달될 수 있는 환경이 개발되었기 때문이다. 이는 우리 책상에 정보호스(information fire-hose)가 있는 것 같은 역할을 하며 내가 필요한 정보를 보다 쉽고 편리하게 그리고 효율적으로 브라우징 하거나 검색하기 위하여 문헌 시각화 기법이 요구되는 실정이다.

문헌 시각화 기법이 지닌 일반적 스키마 구조는 <그림 1>과 같다(Spence 2000). 분석은 이용자가 입력되는 키워드와 상응하도록 텍스트로부터 디스크립터를 추출하는 작업이다. 일반적으로 용어의 출현 빈도 통계수치(예를 들어 용어 단순 빈도수 또는 역문헌 빈도수 등)나 문헌의 의미를 나타내는 핵심용어의 추출방식으로 디스크립터를 추출한다. 연속작업으로 이루어진 분석단계의 결과는 원문헌의 재표현이라 할 수 있다. 다음, 알고리즘은 분석단계에서 형성된 각각의 디스크립터를 하나의 벡터로 간주하고 동시출현빈도수 등과 같은 통계적 수치를 이용하여 2차원 또는 3차원 공간에 클러스터를 형성하도록 하는 작업이다. 다음 마지막 단계로 전 단계에서 형성된 클러스터를 보다 이해하기 쉽게 형성하는 작업과 이용자와 시스템간의 상호작용이 가능하도록 하는 작업을 가리킨다. 문헌 시각화기법으로 표상된 대표적 방식 네 가지를 설명하겠다.

2. 2. 1 은하계(Galaxies) 스킴

앞서 언급한 것과 같이 분석단계에서 용어 동시출현빈도수를 이용하여 두 개의 벡터간의 내적(內積, inner product)을 측정한다. 이 값들을 토대로 하여 클러스터를 형성하고 각 클러스터의 중심에 속하는 핵심주제어만을 첫 번째 단계에서 이용자에게 보여줄 수 있도록 다른 용어는 숨긴다. 이로써 은하계 모양으로 각 클러스터의 중심 지점에 핵심 용어만이 보여지게 되며 이용자는 먼저 핵심 용어를 브라우징한 다음, 관심분야의 클러스터를 집중적으로 브라우징(dig deeper)을 할 수 있도록 시각화한 기법을 말한다. 핵심 용어가 마치 은하계의 별처럼 퍼져 있는 것처럼 보여 은하계 스킴이라 한다. 또한 문헌이 입수되어 축적될 때마다 은하계 모양은 달라지므로 형성된 시기를 알려주는 것도 중요하다. 이런 데이터를 토대로 축적된 문헌의 변화를 기간별로 파악할 수 있는 장점도 가지게 되며 이런 기간별 변화를 애니메이션 기법으로 표현하면 또 하나의 재미있는 정보를 제공할 수 있다고 본다(Wise et al. 1995).

2. 2. 2 테마정경(Themescapes) 스킴

문헌에 대한 다차원 클러스터링의 결과는 주제별로 표시된 삼차원 정경(landscapes)을 산출하게 된다. 이를 테마정경이라 부른다. 즉 테마정경은 분석 대상의 문헌의 주요 주제와

<그림 1> 문헌 시각화의 스키마 구조

관련 주제를 지형도와 같은 형태로 표시되는 것을 말한다. 따라서 테마 지형도에서 고도는 그 주제의 강세 여부(문헌의 수가 많은 주제는 높은 고도에 위치한다)를 보여준다. 한 영역의 최고점에는 강조된 글체로 쓰여진 핵심주제가 위치하며 또한 몇몇 개의 관련 주제가 관련성에 따라 거리와 고도를 달리하여 표시된다. 그 외 주제에 해당되는 문헌은 세부 브라우징(drilling down)을 통하여 볼 수 있다. 따라서 최고점에서 이용자들은 관련 문헌의 핵심주제를 파악할 수 있으며 최고점과 최고점 사이의 계곡은 비교적 적은 문헌이 존재하나 특정한 주제내용을 다루는 문헌이 존재하고 있음을 추정할 수 있다(Wise et al. 1995).

이와 같은 테마정경은 이용자가 몇 개의 키워드를 입력하거나 내부 알고리즘에 의하여 작성된 주제어 리스트에서 하나의 키워드를 선정할 때마다 새로 생성되어진다. 또한 단순한 지형도 형태를 탈피하여 원을 표시하여 상세정보가 있음을 나타내거나, 빨간 깃발을 이용하여 중요 문헌의 위치를 알리기도 한다(참조 그림 2). 지형도 메타포인 테마정경 시각화 기법의 장점은 인간이 지닌 공간 및 거리개념과 패턴 인식능력을 기초로 하였기 때문에 문헌간의 또는 주제간의 관계를 쉽게 이해할 수 있다는 점이다. 또한 테마정경의 대상이 문헌일 수도 있지만 문헌을 구성하는 문단일 수 있어 표현되는 대상이 다양하다는 장점도 가진다.

〈그림 2〉 테마정경의 예

2. 2. 3 뉴스 은하계(Galaxy of News) 스킴

“뉴스 은하계 스킴”에서 사용된 문헌 시각화 기법은 앞에서 설명한 방식과는 다르다. 삼차원 공간에서 이용자가 데이터베이스 구조에 따라 단계적이며 단편적으로 문헌 데이터를 브라우징하도록 하는 것이 아니라 문헌 데이터를 연속적으로 브라우징할 수 있도록 하는 기법이다. 즉 미리 지정된 데이터 구조는 없고 다만 두 개의 기호(즉 키워드 또는 탐색어)가 동시에 나타난 문헌의 출현빈도수에 의하여 가중치가 매겨지고 입력된 키워드 중심으로 문헌들의 네트워크가 형성되어지면, 이용자는 형성된 네트워크의 링크에 따라 브라우징할 수 있다. 일반적으로 문헌과 개념간의 유사성에 따라 위치가 결정되며, 개념의 깊이(depth)는 문헌의 양으로 결정되어진다(Rennison 1994).

Card et al.(1999)은 뉴스 은하계 스킴을 이용한 시스템에서는 논문을 찾아내기 위하여 하나의 개념을 선택할 필요가 없으므로 이용자는 질의어 또는 키워드 등과 같은 한 주제를 묘사해주는 특정 개념을 찾기 위하여 애쓸 필요가 없다는 장점을 가진다고 하였다. Rennison이 개발한 시스템을 살펴보면, 이용자는 광범위한 뉴스 공간에 들어가서 관심분야의 클러스터를 찾은 다음 줌-인(Zoom-In)을 하고 나타난 헤드라인들을 브라우징한 다음, 찾고자 하는 기사의 전문을 찾을 수 있다. 이용자가 줌-인하여 상세정보를 살펴볼 수 있는 영역은 점선으로 형성된 직사각형 박스에 의하여 알 수 있고 다른 개념의 정보를 살펴보기 위해서는 다른 박스로 부드럽게 이동하면 된다. 또한 상위개념을 나타내는 키워드는 큰 글자체로, 중간 개념은 중간크기의 글자체

로, 하위개념은 작은 크기의 글자체로 자동적으로 표시되고 이미 지나친 키워드는 투명하게 비춰지게 되며 투명한 박스라인은 부모 키워드와 지식키워드 또는 키워드와 기사간의 관계를 나타낸다.

뉴스 은하계 스킴은 찾고자 하는 주제에 대한 영역이 정해지면 시스템이 제공하는 문헌들을 자유롭게 연속적으로 브라우징할 수 있기 때문에 전문 주제영역 분류가 그 주제전문가에 의하여 설계되어 디스플레이되지 않더라도 이용자는 편하게 탐색할 수 있는 예를 보여주는 기법이다. 그러나 Rennison(1994)은 이용자가 자기의 마음 속에 탐색하고 싶은 키워드가 확실하게 정해져 있거나, 하나의 특정 정보를 탐색하기 원한다면 이러한 시스템보다는 일반적 키워드 탐색 인터페이스가 더 유용하다고 하였다.

2. 2. 4 코호넨의 지도(Kohonen Maps) 스킴

문헌 시각화는 신경망 원리에 의하여서도 구성될 수 있다. 코호넨의 자동구성지도 알고리즘(Self-Organizing Maps: SOM)은 입력된 객체를 N-차원 공간의 벡터에 의하여 표현할 때 훈련과 가중치를 이용하여 입력 벡터와 기존 벡터간의 관계를 연속적으로 측정한 다음 마지막으로 일반 지도와 같이 2차원 격자모양의 클러스터 안에 모든 벡터를 노드로 표시하는 기법이다(Kohonen 1990; Lin 1997; Poinot et al. 2000). 지도형태의 디스플레이의 중요한 특징은 격자를 이용하여 전체영역을 나누어 구역을 형성해준다는 것이다. 지도에 나타난 구역은 바로 주제영역을 나타내며 시스템은 그 안에 관련 문헌들이 모이도록 해

준다.

코호넨 알고리즘을 응용한 결과 축적된 모든 문헌이 지닌 주요 주제 또는 내용을 한눈에 파악할 수 있으며 특히 핵심주제는 색상을 달리하여 표현됨에 따라 이용자는 빨리 문헌들이 지닌 주제를 인식할 수 있고 그 주제에 속한 문헌의 양도 동시에 파악할 수 있게 된다. 이와 같은 코호넨 지도의 가치는 축적된 문헌 전체에 대한 전망만이 가능한 것이 아니라 노드로 표시된 세부 주제를 보다 쉽게 브라우징할 수 있게 한다는 점이다. 예를 들어 이용자는 지도에서 점으로 표시되는 노드, 즉 각각의 제목을 클릭하여 원문을 브라우징할 수 있고 몇 개의 노드를 드래그하여 제목 리스트를 브라우징할 수 있다. 이로써 또 다른 색인기법을 통하여 형성된 연관문헌들을 보다 조직적으로 그리고 상호 대화적으로 브라우징할 수 있는 특징을 가진다.

2. 3 검색정보 시각화(Retrieval Information Visualization)

정보시각화 기술은 기존 정보검색 기술에 시각화 기술을 접목하여 방대한 검색대상 정보에 대한 이해도를 높임으로써 정보검색시 요구되는 시간과 노력을 줄여주는 이점을 가진다. 특히 검색된 결과정보를 시각적으로 보여줌으로써 검색된 결과에서 사용자가 원하는 문헌을 보다 쉽게 선택할 수 있으며 피드백, 검색확장 및 축소 등을 쉽게 할 수 있는 장점을 가진다. 검색결과 정보를 시각화한 대표적인 시스템으로 MIT의 InfoCrystal, Virginia Tech의 Envision, Xerox PARC의 TileBars, IICM의

xFIND를 들 수 있다.

InfoCrystal은 검색결과를 시각적으로 보여줄 뿐만 아니라 불리언 질의의 확장 및 축소를 용이하게 할 수 있도록 질의문 작성 또한 시각적으로 구성하도록 한 시스템이다. 이 시스템의 특징은 첫째, 전체적인 개요를 유지하는 범위 내에서 정보공간에서 다양하게 탐색할 수 있다는 점, 둘째 질의를 시각적으로 구성하는 것은 물론 이미 입력된 질의를 손쉽게 수정시킬 수 있다는 점, 셋째 질의문 수정에 따른 검색결과와 변화를 쉽게 관찰할 수 있다는 점, 마지막으로 검색과정 중 시스템으로부터 필요한 시각적인 피드백을 받을 수 있다는 점이다. InfoCrystal의 화면은 다각형으로 한 쪽 구석에 불리언 질의문이 보이도록 하였고 아이콘 형태로 나타난 검색문헌은 그 적합도에 따라 위치를 달라하도록 한다. 또한 화면에 나타난 아이콘의 모양, 인접정도, 순위 색, 질감, 크기, 명암, 채도를 구별시켜 시각적으로 다양한 의미를 전달하도록 하고 있다(Spoerii 1993).

Envision은 검색결과를 서지정보창(Item Summary Window), 미리보기창(Preview Item Window), 시각적 창(Graphic View Window)을 통해 보여준다. 서지정보창에서는 서지정보는 물론이고 초록, 내용설명을 텍스트로 볼 수 있고 미리보기창에서는 검색결과와 원문을 미리 볼 수 있다. 시각적 창에서는 연도를 나타내는 X축과 탐색아이템(저자나 주제어)을 나타내는 Y축에 의하여 만들어진 셀안에 적합문헌이 있음을 알려주는 아이콘을 표시하여 이용자가 쉽게 적합문헌 정보를 알 수 있게 해준다. 특히 아이콘의 색상과 크기는 각각 적합정도와 문헌의 양을 나타내

며 아이콘 안에 적합순위를 알리는 숫자도 제공한다. 따라서 그 주제어에 적합한 문헌이 몇 년도에 어느 정도 문헌이 있고 가장 적합한 문헌이 무엇인지를 손쉽게 파악할 수 있다 (Nowell et al. 1996).

같은 시기에 개발된 TileBars은 검색된 문헌의 구조정보 중에서 문헌 내의 키워드 분포 정도를 시각화한 것이다. 특히 검색된 문헌의 상대적인 길이, 질의에 포함된 키워드의 상대적인 빈도수와 문헌 사이의 분포 정도를 시각적으로 제공하는 특징을 가진다. TileBars은 검색문헌을 텍스트타일(Text Tile) 기법을 이용하여 한 단락, 한 쪽, 또는 한 장(chapter)을 나타내는 여러 세그먼트로 나눈 후 세그먼트에 각 키워드가 출현했는지를 색상을 표시해주는 시스템이다. 따라서 긴 문헌인 경우 세그먼트 수가 길어짐에 따라 막대기의 길이도 길어진다. 또한 키워드의 수에 따라 막대기의 수도 달라지며(예를 들어 키워드의 수가 세 개인 경우 막대기 또한 세 개다), 한 세그먼트 안에 키워드의 출현빈도수가 많으면 세그먼트의 색의 강도는 진해진다(Hearst 1995).

최근 오스트리아의 IICM은 분산 정보검색과 지식경영을 효율적으로 잘 수행할 있는 xFIND(eXtended Framework for Information Discovery)를 개발하였다(Andrews et al. 2001). gather-indexer-broker 구조를 가진 xFIND의 가장 큰 특징은 다양한 탐색결과 가시화에 중점을 두었다는 점이다. 즉 전통적인 적합성 순위로 정렬된 검색리스트만을 보여주는 것이 아니라 벡터분산 기법을 이용한 Search Result Explorer와 역동적 클러스터링 기법을 이용한 VisIslands라는 viewer를

통하여 탐색결과를 보여준다. Search Result Explorer는 Envision과 유사하나, X-Y 축을 이용하여 공간을 셀로 나누는 것이 아니라 X-Y 공간에 문헌을 나타내는 아이콘을 분산하여 보여주고 있으며 X-Y 축의 속성은 적합성, 문헌크기, 연도, 이름, host, 링크수, 이미지수, script수 중 하나를 이용자가 선택할 수 있다는 점이 다르다. 또한 많은 문헌이 나타난 경우에는 그룹 아이콘을 사용하며 그 크기와 색은 그룹에 속한 가치를 알려준다(참조 그림 3). 또한 VisIslands는 검색된 문헌결과들을 벡터공간에 점모양의 클러스터로 군집하여 유사 주제의 검색문헌들을 한 클러스터에서 계층적으로 볼 수 있도록 하였다. VisIslands는 삼차원 형상으로 많은 문헌들이 밀집하게 모여 있는 곳은 정상으로 보이도록 하였고 밀집 정도가 낮은 곳은 고도가 낮고 퍼져있도록 하는 contour map을 형성하였다. 또한 보다 상세한 문헌의 위치와 정보를 보기 위해서는 줌인 기법을 이용하여 세부정보를 브라우즈할 수 있다(참조 그림 4).

3. 시각향해 방법에 따른 정보 시각화 기법

정보시각화에서 또 하나의 필수적인 요소는 시스템과 이용자간의 상호작용이다. 즉 상호작용을 통하여 이용자는 숨겨진 상세정보를 볼 수 있거나 다른 화면이동 또는 여러 각도로 자유롭게 뷰(view)를 할 수 있다. 이러한 상호작용을 가능하도록 하는 것은 시각향해 기법이다. 대표적인 시각향해 기법으로 줌과

〈그림 3〉 Search Result Explorer의 예

〈그림 4〉 Visislands의 예

팬기법, 어안적 왜곡기법, 점증탐사기법, 클러스터링기법을 들 수 있다.

3. 1 줌(Zoom)과 팬(Pan) 기법

데이터를 시각화하는데 있어서 줌기능과 팬기능의 이용은 아주 전통적이라 할 수 있다. 줌기능이란 시각정보로 보여지는 일부 객체를 확대시켜 보여지도록 하는 기능으로 줌 배율과 줌 초점 기능이 중요하다. 규모가 큰 그래픽 구조인 경우 줌기능은 필수적인데 이는 전체 구조를 하나의 화면에 보여주기 위해서는 화면상의 객체는 선이나 간단한 기형학적 도형으로 표현되므로 실제 내용을 보거나 하부정보를 보기 위해서 객체의 확대가 필요하기 때문이다.

일반적으로 줌기능을 기하학적 줌과 의미론적 줌으로 나눌 수 있다. 기하학적 줌이란 화면에 나타난 그래픽에 작게 쓰여진 내용을 단순히 확대하거나 숨겨진 내용을 보여주는 기능을 제공하는 것을 말하며, 의미론적 줌은 그래픽의 한 부분을 이용자가 접근했을 때 정보내용이 변환되어 관련 있는 다른 정보나 상세정보를 보여주는 기능을 말한다. 후자의 경우, 기술적 어려움은 줌기능 구현에 의한 것이 아니라 하부그래픽과 상세정보를 어느 정도의 수준으로 보여주고 또 어떤 구조적 형태로 내용을 디스플레이할 것인가에 대한 전략적 설계 수립에 있다(Herman et al. 2000).

팬기능은 화면에 나타난 그래픽 객체를 다양하게 브라우징할 수 있도록 하는 기능이다. 실제 팬기능은 화면상의 그래픽이 파노라마식 회전이 가능하도록 하여 전체적 화면 전경을 연속적으로 볼 수 있게 하는 기능으로 여러

방향으로 브라우징이 가능하도록 해준다. 줌기능과 팬기능 각각은 기술적인 면에서는 단순하므로 쉽게 구현되는 편이나 이 두 가지 기능이 함께 사용될 때에는 좀 복잡해진다. 즉 줌-인한 경우에 다시 다른 지역으로 이동하고 싶을 때에는 이용자는 원상 복귀한 다음 원하는 곳으로 움직이어야 하고(panning) 다시 확대 줌-인하여야 한다. 이때 이용자는 빠르게 그리고 연속적으로 몇 가지 작동이 이루어지길 원하며 더 나아가서 “줌-아웃” 작동 없이 직접적으로 다른 객체의 하부정보에 이동되기를 원하기 때문이다. 이런 문제를 해결하기 위하여 Furnas & Bederson(1995)은 “space-scale diagrams” 매카니즘을 소개하였다. 즉 도치된 피라미드 모양의 가상 공간에서는 줌과 팬기능이 여러 경로를 통하여 여러 계층에 속한 정보들을 직접적으로 그리고 자유롭게 이루어질 수 있도록 하는 방식이다. 또한 최근에 이 기법을 의미론적 줌 기능에 적용한 연구가 발표되었다(Furnas & Zhang 1998).

3. 2 Focus+Context 기법

줌 기법의 가장 큰 문제점은 한 부분을 확대했을 경우 다른 문맥상의 정보를 다 잃어버린다는 점이다. 이점이 시스템 유용성에 상당한 장애를 일으키게 되자 문맥상의 정보를 잃지 않으면서 관심 있는 정보를 확대하여 살펴볼 수 있게 하는 기법이 개발되었다. focus+context 기법은 바로 이런 문제점을 해결해주는 기법으로 여러 시스템에서 사용되고 있다. 특히 어안적 뷰(fisheye view)를 이용한 focus+context 기법이 정보시각화 시스

적인 예로 Hyperbolic Browsers(Munzner & Burchard1995; Munzner 1997)와 Vitess(Nigay & Vernier 1998)를 들 수 있다. 또한 Schafer et al.(1996)은 다초점 줌을 focus+context 기법에 접목시켜 의미론적 focus+context 기법을 시도해 보았고(Multifocal zoom/fisheye), Keahey & Robertson(1997)은 다초점 focus+context 기법을 적용시켜 이용자가 동시에 여러 지역을 살펴볼 수 있도록 하는 시스템을 개발하였다.

앞으로 노드간의 관계와 하부정보를 다양하게 그리고 상세하게 보여주기 위하여 보다 강력한 왜곡기법을 이용한 focus+context 기법이 여러 시스템에 적용될 것으로 보인다. Stasko et al.(2000)은 focus+context 기법이 줌과 팬기능을 대체할 수는 없기 때문에 모든 노드를 한 화면에 나타내면서도 숨겨진 세부정보를 쉽게 브라우징할 수 있는 의미론적 focus+context 기법에 대한 연구가 더욱 필요하다고 하였다.

3. 3 점증탐사(Incremental Exploration) 기법

디스플레이되는 그래프의 크기는 정보시각화 구현에 가장 큰 걸림돌이다. 시각화되는 대상이 너무 크면 데이터 처리시간이 길어지게 됨에 따라 디스플레이되는 시간도 지연되기 때문이다. 점증탐사 기법은 이러한 문제점을 해결하는 기법으로, 전체 데이터에 대한 그래프를 한번에 디스플레이하는 것이 아니라 사용자가 원하는 부분만을 선택적으로 보여지게 하는 방법을 말한다. 이 방법의 장점은 빠른

시간 안에 하부 그래프만 한 화면에 보여지므로 전체 레이아웃이나 하부정보를 브라우징하기 위한 상호작용이 문제되지 않는다는 점이다. “탐사” 작업이 팬 기능과 유사하기는 하나 시스템이 지정한 논리적 순서에 따라 각각의 창 또는 논리적 프레임의 자유롭게 이동한다는 점이 다르다. 즉 점증탐사 기법은 항해시 보여주어야 할 프레임과 그 순서에 대한 사항과 논리적 프레임에 들어갈 내용을 미리 결정하여 이용자가 여러 프레임을 논리적으로 그리고 연속적으로 살펴볼 수 있도록 하는 방법이다. 내용이 증가될 때 기존의 프레임에 새로운 프레임을 기술적으로는 단순히 추가시키나 디스플레이되는 순서 즉 논리적 순서만을 다시 형성하여 새로운 경로로 정보들을 브라우징할 수 있도록 한다. 따라서 새로운 내용이 추가되어도 다시 그래프를 형성해야하는 작업이 필요가 없다는 장점을 가진다.

이 기법의 대표적인 예는 Zeiliger(1998)가 개발한 NESTOR 시스템으로 웹에서 이용자가 서핑한 통로와 방문한 홈페이지를 기록화하여 다시 찾아갈 수 있도록 시각화한 시스템이다. 이때 이용자가 홈페이지를 새롭게 방문할 때마다 새로운 프레임이 생성됨과 동시에 논리적 순서로 추가되어 이용자가 이전에 지나간 통로를 체계적으로 파악할 수 있도록 하고 있다. Huang et al.(1998) 연구도 Zeiliger의 연구와 유사하다. 다만 논리적 프레임을 생성할 경우 이용자가 방문한 것뿐만 아니라 그와 유사하거나 관련된 것까지 논리적 프레임으로 만들어 추가시키고 있으며 프레임양이 너무 많은 경우에는 적합하지 않은 프레임을 삭제시킬 수 있도록 하였다. 이와 같은 시스템은 한 방향만

으로 브라우저가 가능하도록 하고 있어 몇몇 연구는 역동적으로 이동할 수 있는 방법도 제시되고 있으나 아직까지는 다른 기법에 비하여 비교적 적은 수의 연구만이 점증탐사 기법을 응용하고 있다(Herman et al. 2000).

3. 4 클러스터링(Clustering) 기법

앞에서도 언급했듯이 한 화면에 나타나는 노드와 노드간의 관계 표시를 간략하게 하는 작업은 시각화된 화면의 명료성을 높여주고 레이아웃의 표현성능을 좋아지게 한다는 장점을 가진다. “요약”(abstraction)과 “축소”(reduction)기능은 시각화될 복잡한 그래프를 단순화시키는 필수적인 요소로 이러한 기능을 수행하기 위하여 사용되는 대표적인 기법이 바로 클러스터링이다(Herman et al. 2000). 클러스터링 기법은 데이터 집합을 그들이 지닌 속성에 따라 계층분류 하면서 그 관계가 약한 경우에는 필터링을 해주는 기법을 말한다. 특히 정보시각화에서의 클러스터링은 대량의 데이터군에서 유사성(요소)을 가진 객체들의 그룹을 형성시키는 분류기능과 대상 객체 중에서 중요하지 않거나 필요하지 않는 객체들을 선별해주는 필터링기능을 가진다.

클러스터링 기법에서 가장 중요한 것은 클러스터의 수와 그 안에 있는 노드 수간의 균형을 이루어지게 하는 것이다. 클러스터의 수와 노드의 수가 작으면 시스템 처리속도와 항해가 빨리 이루어 질 수 있으나 이용자에게 시각적으로 제공하는 정보의 양이 작아지는 단점이 있다. 역으로 클러스터와 노드의 수가 많으면 제공되는 정보의 양은 많으나

처리시간이 길어지고 복잡하다는 단점도 가진다. 따라서 적합한 수의 클러스터와 노드가 형성을 위해서는 시스템의 알고리즘이 기준치를 역동적으로 그리고 시스템 목적에 적합하게 조절해야 할 것이다. 또한 클러스터링을 이용하는 시스템의 안정성을 높이기 위해서는 유사성 함수를 통하여 정해지는 클러스터와 노드의 위치가 어느 정도는 고정되어야 한다. Hendley(1995)는 클러스터의 위치가 안정적이기 위해서는 여러 번의 유사성 함수 계산이 필요하다고 하였다.

클러스터와 이에 포함되는 노드가 확정되면 시각화를 하기 위해서는 디스플레이되는 전체적 레이아웃에 중점을 두게된다. 즉 클러스터와 노드의 관계를 미적으로 그리고 축약적으로 표상하는 방법을 선정해야 한다. Kimelman(1994)은 클러스터와 노드를 나무 구조로 표현하는 세 가지 방식을 제안하였다: 첫째, ‘ghosting’ 방식으로 계층화된 노드를 다 보여주기는 하나 상위 노드는 줄기모양으로 진하게 중심에 위치하도록 하고 하위노드는 보다 희미하게 가지 모양으로 퍼져나가도록 하여 하위구조를 표현하는 방식; 둘째, ‘hiding’ 방식으로 하위 노드들을 첫 단계 화면에는 보여주지 않고 상위노드 즉 줄기만을 표시하는 방식; 셋째, ‘grouping’ 방식으로 상위노드에 연결된 하위 노드를 다 보여주는 것은 하나, 각각의 연결경로를 다 보여주는 ‘ghosting’ 방식과는 달리 상위 노드에 연결된 하위 노드 전체를 하나의 영역으로 표시하여 보여주는 방식을 말한다. 이와 같이 상위노드와 하위노드가 선형 구조로 표시되는 방식이 가장 많이 사용되고 있으나(Cutting1993), 한 시스템에

서 혼합되어 사용되어지기도 하고(Sprenger 1998) 또 다른 모양(꼭 줄기와 가지모양이 아닌) 지도모양으로 형성되기도 한다(Andrews et al. 2001).

현재 시스템에서 사용하고 있는 클러스터링은 구조기반 클러스터링으로 개념간의 구조적 정보만을 보여주고 있다. 그 외에 데이터간의 의미적 관계를 보여주는 내용기반 클러스터링도 시도되기는 했으나 특정 데이터의 주제영역에 대한 전문적 지식이 요구되어지기 때문에 분석시간도 더 필요하고 그 수행과정도 복잡한 경향이 있으므로 특정한 경우를 제외하고는 많이 적용하지는 않는다. 따라서 시각화 기법에서는 클러스터링이라 하면 일반적으로 구조기반 클러스터링을 가리킨다.

클러스터링 기법은 여러 분야에서 응용되는 기법으로 다양한 방법론이 제안되어 있는 실정이다. 그러나 클러스터를 형성하고 노드간의 관계를 설정하기 위한 계산이 복잡하고 그 결과가 안정적이지 않으므로 많은 정보의 양을 가지고 클러스터링 하기가 쉽지는 않다. 특히 의미적 클러스터의 형성은 더욱 어려운 실정으므로 이에 대한 많은 연구가 필요하다고 본다.

4. 시각메타포 표현방식에 따른 정보시각화 기법

정보시각화에서 연구자들이 가장 많은 관심을 갖고 개발하는 것이 바로 시각메타포 형성일 것이다. 시각메타포는 시스템의 미적인 면을 강조하면서 쉽게 정보를 브라우징할 수 있

도록 해주는 인터페이스이기 때문이다. 여러 시스템에서 시도된 다양한 시각메타포는 네가지 표현방식으로 구분할 수 있다: 선형구조 표현방식, 계층구조 표현방식, 네트워크구조 표현방식, 벡터분산구조 표현방식.

4. 1 선형구조(Linear Structure) 표현방식

축적된 정보를 하나의 기준치를 이용하여 정렬시켜 연속적으로 화면에 디스플레이하는 방법이 선형구조 표현기법이라 할 수 있다. 즉 알파벳순으로 나열된 리스트나, 테이블, 연도순 리스트, 또는 일정 기준으로 정돈된 테이블이나, 파일 등과 같이 데이터를 선형구조로 조직하여 디스플레이해 주는 방식을 말한다. 이로써 이용자는 연속적으로 데이터를 쉽게 브라우징 할 수 있고 여러 종류의 정보를 한 눈에 파악할 수 있다. 그러나 많은 데이터가 하나의 기준으로만 나열되어 있으므로 쉽게 원하는 데이터를 찾기가 어렵다는 단점을 가진다. 따라서 시스템은 전체 데이터를 개관할 수 있도록 픽셀로 함축시키거나 스크롤링 기능을 이용하여 전체를 브라우징하도록 하며, 커서(cursor)가 위치한 곳의 데이터와 다른 데이터와 구별시켜주기 위하여 데이터의 폰트, 색, 크기를 변환시켜 주기도 한다.

대표적인 예로는 Xerox PARC에서 개발한 Perspective Wall(Mackinlay et al. 1991)과 Table Lens(Rao & Card 1994, 1995)이다. Perspective Wall은 시대에 따라 즉 연도별로 정리된 소설을 벽 모양으로 소개하는 방식으로 왼쪽에서 오른쪽으로 시대의 흐름을 연속적으로 보여준다. 활성 데이터는 색상과 크기

가 달라지도록 하여 이용자가 참조하는 내용을 쉽게 파악할 수 있게 해준다. Table Lens는 야구선수들의 순위와 그와 관련된 정보를 보여주는 시스템으로 스프레드시트와 같은 형태로 보여주며 픽셀, 서브픽셀 형태로 열과 행의 공간에 표시되나 찾고자 하는 데이터에 초점을 맞추면 그 내용을 볼 수 있다. focus+context 기법을 이용하여 정보를 픽셀로 표시한 또 하나의 예는 AT&T 벨연구소에서 개발한 SeeSoft 시스템이다(Eick et al. 1992; Ball & Eick 1996). 4000줄의 코드로 형성된 컴퓨터 프로그램을 브라우징하도록 한 시스템으로 작은 브라우저 창을 이용하여 원하는 부분의 내용을 상세히 살펴볼 수 있다. 또한 다양한 색상을 이용하여 코드가 만들어진 시간(최신코드는 빨간색으로, 가장 오래된

것은 파란색으로, 그 사이의 기간은 스펙트럼 색 순서로 표시하고 있다.)을 짐작할 수 있다. 예일대학에서 개발한 Lifestreams는 개인이 작성한 전자문헌 뿐만 아니라 다른 사람이 보내준 전자문헌까지 날짜순으로 배열한 것으로 이용자는 최신에 받거나 생성한 문헌(텍스트 파일, 그림, 편지, 청구서, 영화 등)을 쉽게 브라우징 할 수 있다(Steinberg 1997). 화면에는 각각의 문서 박스가 나열되도록 하고 있고 읽혀지지 않은 문서는 그 테두리를 붉은 색으로 처리하고 현재 읽거나 편집 중인 문서의 테두리는 굵게 하여 쉽게 파악할 수 있게 하였다. 또한 여러 가지 조건을 이용하여(예를 들면 '다른 사람에 의하여 생성된 문헌', '내가 응답하지 않은 전자메일') 하부문서리스트를 작성 할 수 있다(참조 그림 6).

〈그림 6〉 Lifestreams의 예

4. 2 계층구조 표현방식

한 화면에 디스플레이 되는 데이터를 계층적으로 분류하여 보여주는 방식을 말한다. 따라서 계층구조 표현방식은 데이터를 큰 주제별(상위개념)로 분류한 다음 상세분류를 하여 한 주제에 속한 데이터들을 계층적으로 브라우즈할 수 있도록 한 기법이다. 이로써 상위개념들을 브라우즈하면서 데이터 전체적 개요를 파악할 수 있고 또 국소적인 면을 브라우즈하여 한 주제의 특정적 데이터를 찾아 볼 수 있는 장점을 지닌다. 또한 한 화면에 데이터를 구조화하여 보여줌으로써 이용자는 원하는 수준의 정보를 쉽게 접근하여 브라우즈할 수 있다.

데이터를 주제별로 나누고 다시 계층적으로 구분하는 작업은 무척 어려운 일이다. 일반적으로 계층 클러스터 알고리즘과 계층구조를 가진 주제사전을 이용하여 데이터를 계층화시킨다. 그러나 이렇게 자동적으로 형성된 계층구조가 때로는 적합하지 않거나 너무 단순구조로 표현되어 관심분야에 여러 번 접근해야 하는 불편한 점도 있다. 즉 이용자는 원하는 한 주제를 접근하기 위해서는 그 주제의 소속 범주를 추측해야하고 부모와 자식수준을 파악해야 하므로 결과적으로는 브라우징하기 위한 이용자의 사전 인식부담이 매우 크다는 단점을 지닌다. 그러나 한정된 공간에 많은 양의 정보를 전달할 수 있으며, 데이터간의 의미적 관계를 쉽게 파악할 수 있게 하면서도 의도하지 않은 주제도 쉽게 브라우징 할 수 있는 특징을 가지므로 계층구조 표현방식을 이용한 시스템이 상당히 많이 개발되었다. 프로토타입의 시스템으로 많은 연구에서 소개된 Tree

Maps와 Cone Trees 시스템이 그 대표적인 예이다.

메릴랜드 대학의 HCIL 연구실에서 개발한 "Tree Maps"은 전체 문헌을 DDC를 이용하여 나누었다. 즉 10개의 류 분류 분야를 화면 공간에 열로 보여지도록 하였고 그 안에 강분류는 수평으로 나누었고 다시 목 분류는 수직으로 즉 열로 나누었다. 이렇게 형성된 직사각형의 크기는 그 주제의 문헌의 양과 비례하여 보여주고 색을 이용하여 주제의 분리를 표시하였다(Johnson & Shneiderman 1991). Tree-maps 표현방식을 이용한 또 하나의 시스템으로 Market Maps를 들 수 있다(참조 그림 7). 미국주식시장의 주제분야를 계층적 지도형식으로 표현한 것으로 선으로만 표시되는 영역은 피하고 모든 주제분야가 직사각형으로 표현되도록 하여 주제영역 브라우즈가 쉽도록 하였다(Watterberg 1999; Shneiderman & Watterbeg 2001).

또 다른 계층적 표현방식은 Cone-tree 방식이다(Robertson et al. 1991). Cone Trees는 정점과 이에 연결되는 여러 개의 종속노드, 또 다시 종속적으로 연결되는 노드들을 삼차원 공간에서 표현하였다. 특히 부모 노드에 연결된 자식노드는 회전이 가능하여 보다 쉽게 상호 연관성을 비교할 수 있다. 이로써 이용자는 모든 주제를 Tree-map과 같이 한 눈에 파악할 수는 없지만 원하는 계층 수준의 주제에 직접적 접근이 가능하고 종속노드를 쉽게 브라우즈할 수 있다는 장점을 지닌다. 또한 찾고자 하는 주제가 여러 계층구조에 속할 경우 쉽게 찾지 못하는 불편함을 해소시키기 위하여 Xerox PARC은 Cat-a-Cone시스템을

〈그림 7〉 Market Maps의 예

개발하였다(Hearst & Karadi 1997). Cat-a-Cone은 하나의 문헌이 여러 개의 분류표식에 할당되는 경우 그 문헌을 분류계층구조로부터 분리시켜 검색 할 수 있도록 해주는 특징을 가진다(참조 그림 8).

또 하나의 대표적인 계층구조 표현방식은 “tree-view”방식이다. 이 방식은 윈도우 익스플로러에서 파일 디렉토리를 보여주는 방식으로 가장 왼쪽에 위치한 것이 상위객체이고 가장 오른쪽에 놓인 것이 하위 객체임을 뜻한다. Nation et al.(1997)은 WebTOC을 개발하였는데 web 상에 구축된 문헌들의 내용을 계층적 주제 분류하여 왼쪽에 tree-view방식으로 표현하였고 오른쪽에 그 주제에 속한 미디어 형태(텍스트, 이미지, 오디오, 그 외)를 색상으로 구분하였고 파일의 크기(파일의 수)를 막대그래프로 표현하여 주제정보 뿐만 아니라 그 주제와 관련된 수치자료도 제공해주고 있

다. Andrews et al.(1998)의 JExplorer도 역시 “Tree View” 방식을 이용하여 왼쪽 편에 JAVA 관련 파일을 계층적으로 보여주고 있다.

많은 시스템에서 계층구조를 보다 잘 표현하기 위하여 사용된 공간으로 반원형, 반구체를 사용하기도 한다. Hyperbolic Browser는 둥근 한 화면에 여러 계층 단계를 볼 수 있도록 focus+content 기법을 사용한 방식으로 부모노드에서 자식노드는 V자 형태로 배열되어 쉽게 계층구조를 파악할 수 있다. 다만, 화면 구석에 위치한 자식노드인 경우 글자가 너무 작아 한눈에 식별하기가 어렵다는 단점을 지닌다(Lamping & Rao 1994). Munnzer & Burchard(1995)는 3D Hyperbolic Browser를 소개하였다. 지구본 형태의 삼차원 공간에 Hyperbolic Browser를 표현한 것으로 회전이 가능하도록 하였고 또한 한 주제에 대

〈그림 8〉 Cat-a-Cone의 예

한 하부주제만 연결되는 것이 아니라 상호관련된 주제도 연결하여 계층적 구조의 단점을 보완하였다. Andrews & Heidegger(1998)의 연구는 데이터의 주제적 영역은 반원형 디스크에 표시한 Information Slices 시스템을 개발하였다. 반원형 디스크는 왼쪽, 오른쪽 두 개의 화면에 보여지며 오른쪽 디스크는 상위계층을 보여줌으로서 전체주제를 빠르게 브라우징할 수 있고 왼쪽의 디스크는 하부계층을 보여줌으로 한 영역을 클릭하면 그 상세 내용을 볼 수 있다. 역시 할당된 부분의 영역 크기는 데이터의 양에 비례한다. 반구체 모양의 공간에 표현된 SInVis Magic Eye View는 맨 위에 윗 개념을 표시하였고 구체 아래로 내려올수록 하위개념을 위치시켰고 서로 관련된 개념은 계층구조와 상관없이 직접 접근 할 수

있도록 연결시켜주었다(참조 그림 9). 또한 반구체의 모양의 공간이 천천히 움직일 수 있어 이용자는 공간을 이동시켜 모든 주제를 쉽게 브라우징 할 수 있다. SInVis Magic Eye View의 모양은 삼차원 Hyperbolic Browser와 유사하나 같은 알고리즘을 이용하는 것은 아니다(Kreuseler & Schumann 1999).

계층구조를 표현하는데 즐겨 사용되는 또 하나의 메타포로는 ‘줄기와 가지’ 또는 ‘가지와 나뭇잎’을 들 수 있다. Kleiberg et al.(2001)은 계층구조를 가지와 나뭇잎으로 표시한 Botanical Visualization을 개발하였다. 이들은 미학적인 면을 특히 강조하였고 가지의 크기와 여기에 연결된 나뭇잎의 수는 주제영역의 다양함, 가지와 나뭇잎의 크기는 관련문헌의 양을 보여주고 있다.

〈그림 9〉 SinVis Magic Eye View의 예

4. 3 네트워크구조 표현방식

네트워크 디스플레이는 개념들간의 관계와 유사정도를 노드와 링크로 한 공간에 표현하는 것을 말한다. 즉 네트워크 구조는 공간상에 표시된 노드들간의 연관적 구조를 보여주는 것으로 이용자는 관심 분야를 나타내는 한 노드에서 시작하여 그 노드에 연결된 링크를 따라 브라우즈하면 관련 아이템을 쉽게 파악할 수 있다. 네트워크 디스플레이는 의미망(Quillian 1968)과 하이퍼텍스트(Conklin 1987)에서 보여준 방식을 기초로 하여 형성된 것으로 현재 여러 시스템에서 응용되고 있다. 네트워크 디스플레이는 개념간의 관계를 계층적 구조보다는 연관적으로 보여주는 방식이다. 그러나 노드간의 모든 관계를 네트워크 구조

에 보여준다면 네트워크 미로에 빠질 수도 있으므로 네트워크 디스플레이는 이용자가 쉽게 이해할 수 있는 정보만을 표시해야한다. 따라서 네트워크 디스플레이의 주 이슈는 유용한 구조를 잃지 않으면서 디스플레이를 어떻게 간편하게 하는가 하는 점이다. 일반적 해결책으로는 절단(truncation)과 압축(shrinking) 기법을 이용하는 것이다. 절단기법은 연결정보 모두를 네트워크 상에 표시하는 것이 아니라 일부만을 보여주는 기법이고 압축기법은 상세정보를 단 한번에 보여주는 것이 아니라 단계적으로 보여줌으로서 모든 연결정보를 하나의 공간에 보여주지 않는 것을 말한다(Beard & Walker 1990). 또 다른 기법은 공간규모를 줄이는 기법이다. 즉 네트워크 구조를 보고자 하는 공간을 이용자가 선택하도록

하여 네트워크 정보를 선별적으로 보여주는 방식이다(Furnas et al. 1998).

현재 네트워크 디스플레이는 노드와 링크의 관계를 보다 뚜렷하게 그리고 함축적으로 제시하기 위하여 거리, 크기, 색상들을 이용하고 있다. 대표적인 시스템으로는 SemNet을 들 수 있다. SemNet는 삼차원 공간의 의미망을 보여준 것으로 링크로 연결된 노드에 주제어를 표기하였고 링크 종류에 따라 색상을 다르게 하였다(Fairchild, Poltrook & Furnas 1988). SemNet의 또 다른 특징으로는 이용자의 viewpoint를 조작할 수 있도록 하여 링크와 노드의 여러 관계들을 선택하여 볼 수 있도록 한 점이다.

최근 네트워크 디스플레이는 이차원 또는 삼차원 공간에서 보여주고 있다. 하이퍼미디어

문헌들의 링크정보를 네트워크 구조로 표현한 Harmony Local Map은 IICM(1994)에 소개되었고 이런 정보를 삼차원 공간에서 네트워크 구조로 표현하였다. Harmony Local Map 3D(Andrews 1996)는 먼저 수평적으로 관련 아이템을 나열한 다음, 수직선을 이용하여 서로 연결된 아이템을 겹쳐지게 보여주고 있어 링크와 노드의 연결도 찾아볼 수 있지만 전체적으로는 계층구조를 가진다(참조 그림 10).

네트워크 디스플레이는 링크와 노드의 관계 속에서 정보내용과 구성구조를 같이 보여주는 방식이다. 복잡한 데이터의 구조를 보여줄 수 있으나 몇몇 시스템은 명료한 링크만을 보여주어 시각적 추론이 가능하도록 해 주기도 한다. 일반적으로, 네트워크 상의 복잡한 구조는 이용자를 혼동시키거나 혼란스럽게 하므로 간

〈그림 10〉 Harmony Local Map 3D의 예

단 명료한 구성을 보다 선호하는 편이다. 그렇지만 제한적 디스플레이 공간을 이용하면 전반적인 구조나 정보 전체의 흠어진 정도를 파악할 수 없는 단점도 가진다. 계층적 디스플레이 방식과 마찬가지로 노드와 링크의 관계를 자동적으로 형성시키는 것이 쉬운 작업이 아니며, 더욱 링크의 관계를 자동적으로 판별하는 것은 더욱 어렵기 때문에 방대한 양의 문헌에 대한 자동적 처리는 아직 가능하지 못한 실정이다.

4. 4 벡터분산구조 표현방식

벡터 공간에서의 분산 디스플레이 방식은 다차원 데이터를 이차원 벡터공간에 그래픽 이미지로 보여지게 하는 방식을 말한다. 벡터 분산구조에서는 데이터 객체를 점 또는 아이콘으로 표시하며 그 위치는 맵핑 알고리즘에 의하여 산출된 벡터 값 좌표에 의하여 정해진다. 그러나 한 데이터에 대한 벡터 값 그 자체의 의미보다는 벡터 좌표에 표기된 아이템들 간의 거리의 근접성과 좌표의 위치(중심 또는 변두리에 위치하는가)가 실제 의미를 가진다.

벡터분산구조 표현방식은 계층/네트워크 디스플레이에 비해서 데이터 구조가 인위적 추론 및 수정 없이 표시될 수 있다는 장점과 벡터 공간에서 데이터간의 관련 정도를 실제값으로 표시하므로 한 주제 속에 나타난 데이터 간의 실제적 지적 구조를 파악할 수 있다는 장점도 가진다. 그러나 구조적으로 디스플레이된 그래픽보다는 데이터 분산 그래픽에서 이용자가 데이터의 가시적 구조와 내용을 쉽게 이해할 수 없다는 단점도 가진다. 따라서 효과적으

로 분산 디스플레이를 사용하기 위해서는 레이블이나 프로버와 같은 탐사기능, 색상, 하이 라이트 등과 같은 강조 기능이 필요하다.

분산기법의 예로는 서지데이터를 대상으로 3차원 벡터공간에 주제적 유사성이 있는 서지는 가까이, 유사성이 없는 것은 멀리 놓여지도록 한 Bead 시스템(Charmers & Chitson 1992), 축적된 텍스트의 내용을 시각화한 DEPICT 시스템(Rushall & Ilgen 1996), 필름 데이터를 탐색하도록 한 FilmFinder(Ahlberg & Shneiderman 1997)을 들 수 있다. 특히 DEPICT 시스템은 문헌의 내용을 시각화하기 위하여 객체의 의미적 분산을 표현해주는 Context vectors 기법과 공간적 위치를 정해주는 SOM 기법을 이용하였고, FilmFinder는 x축에 시간을 y 축에 인기도를 표시하여 이차원 공간안에 데이터를 표시하였다(참조 그림 11). 최근 Zhang & Mostafa(2002)는 1995년에서 2000년 사이에 *D-Lib*에 실린 논문주제를 나타내는 키워드를 추출하여 이차원 공간에 키워드간의 유사정도를 거리로 보여주는 시각 인터페이스를 개발하였다. 이들은 이러한 시각인터페이스는 디지털 문헌이 지닌 다양한 주제들을 이용자가 보다 쉽게 파악할 수 있게 하며 탐색문 작성을 위한 키워드 선정시 이용자에게 도움을 줄 수 있다고 하였다.

5. 전망과 결론

시각화는 인간이 지닌 시각적 패턴 인식 기능을 통하여 각종 데이터, 정보, 지식을 빠르

Ahlberg & Shneiderman, Color plate 1 The FilmFinder.

Ahlberg & Shneiderman, Color plate 2. Categories have been selected, the displayed is zoomed into 1960-95 and popularity 4-9, and Sean Connery has been selected.

〈그림 11〉 FilmFinder의 예

게 이해시켜주는 기법으로 가장 강력한 정보 처리 기법으로 부각되고 있다. 과거 시각화 기법은 과학적 연구결과로 산출된 상당한 양의

데이터나 현상들이 지닌 패턴 및 양상을 이해하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 데이터를 의미 있게 조직해주는 기법으로 사용

되어 왔으나 현재는 수치데이터뿐만 아니라 텍스트, 멀티미디어 형태의 정보를 여러 방식으로 분류 조직하여 보여주는 기법으로 정보 처리를 위한 필수 불가결한 도구로 간주되고 있다. 이러한 정보시각화는 과학적 데이터 시각화기법, 인간-컴퓨터 인터페이스 기술, 데이터 마이닝, 이미지 및 그래픽 기술들을 기반으로 하여 수행되는 고도의 정보처리기법이라 할 수 있다. 이러한 정보시각화는 '수치데이터'가 아니라 '정보'를 대상으로 하므로 시각적으로 현상화하는 작업이 매우 추상적일 수밖에 없음으로 주 연구문제는 내용에 대한 주제 분석을 위한 알고리즘 개발, 분석된 정보를 표상하기 위한 시각적 메타포와 정보향해 기법 등을 개발하는 것이라 할 수 있다. 이와 같은 연구결과로 인하여 이용자는 정보검색시스템의 시각적 인터페이스에서 많은 양의 데이터를 한번에 훑어보거나 브라우즈할 수 있고, 이용자의 의도대로 조작, 탐색 및 향해, 그리고 이해를 할 수 있고, 궁극적으로는 용이하게 그리고 효과적으로 데이터가 지닌 숨겨진 패턴 및 주제를 인식하여 이용자의 정보요구를 빨리 충족시킬 수 있다.

Zhang(2001)은 정보시각화의 장점을 다섯 가지로 말하고 있다. 첫째, 데이터간의 관계를 보여줌으로써 이용자가 탐색시 적합정보를 판단하고 결정하는데 도움을 준다는 점, 둘째 자유롭게 향해하면서 브라우즈 하는 과정이 한 특정 주제분야의 정보를 분석하고 적합정보를 찾아내는 작업을 보다 쉽고 효율적으로 만든다는 점, 셋째 시각화된 정보는 여러 가지 방식으로 분석 조직된 정보로써 다른 부수적인 정보(예: 적합순위, 문헌의 양, 문헌의 형태,

나타난 위치 등)도 포함하여 제공되어 진다는 점, 넷째 정보시각화 기법은 정보처리의 새로운 방법을 제시한다는 점이며, 마지막으로 정보시각화는 패턴인식, 공간인식, 계층화 같은 인간이 지닌 인지능력을 최대한으로 이용함으로써 이용자가 제공되는 정보를 쉽게 이해할 수 있도록 한다는 장점을 가진다. 따라서 정보시각화는 이용자에게 정보들이 함축하고 있는 내용을 보다 잘 이해하도록 하고, 필요한 정보를 보다 빨리 획득할 수 있으며 문헌의 적합성 여부에 대한 결정을 보다 합리적으로 할 수 있게 해주는 도구라 할 수 있다.

그러나 정보시각화 기법은 여느 기법과 같이 단점도 가진다. 첫째, 시각화하는 작업은 다양한 정보를 이미지화 하거나 그래픽화를 하는 것으로 이를 위해서는 시스템은 많은 양을 동시에 처리할 수 있는 컴퓨터 용량과 고도의 그래픽 처리 및 디스플레이 기술, 초고속 통신망 등이 요구되어진다. 이와 같은 인프라가 뒷받침해 주지 못하면 처리지연과 조잡한 그래픽으로 인하여 이용자에게 불편함과 거부감을 제공할 수 있다. 둘째, 정보시각화 기법을 응용한 시스템 대부분은 주제영역을 한정시키거나 처리대상의 정보의 양을 소규모로 한정시켜 구현하였는데, 이러한 실험적 환경에서의 효과적인 기법이 실제 환경 즉 인터넷이나 대규모 대학도서관 전자도서관에 구축된 정보들을 가지고도 빠른 시간 안에 효과적으로 처리될 수 있는지는 알 수 없다는 점이다. 즉 실제 환경에서도 그와 같은 복잡한 분석과 고도의 디스플레이를 과부하와 처리지연 없이 수행할 수 있는지에 대한 검증이 아직까지는 없다는 점이다. 셋째, 정보검색시 내용에 대한

이용자의 이해를 돕고 보다 편리하게 정보를 탐색하도록 하는 정보시각화 시스템이 오히려 그래픽을 이해하고 정보요구의 주제적 영역을 파악해야 하는 등 오히려 이용자의 인지부담을 부가시킬 수가 있다는 점이다.

많은 연구자들은 비록 정보시각화 기법이 이러한 단점을 가지더라도 검색시스템에서의 정보시각화 인터페이스는 이용자에게 의미 있는 정보를 제공함으로써 검색시스템 효율성을 높여 줄 것이며 이용자가 정보시각화 인터페이스를 더 만족할 것이라 믿고 있다. 그러나 이와 같은 가설을 입증할 만한 연구가 충분치 없기 때문에 이러한 가설이 성립하는지에 대한 논란이 있다. 따라서 정보시각화 시스템이 어느 정도로 이용자에게 도움을 주는지, 어떤 시각화기법이 실제 빠르고 효율적인지, 어떤 기법이 비교적 이용자의 노력 없이 향해를 할 수 있게 하는지 등에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 최근 정보시각화에 대한 평가가 필요하다라는 요구가 높아짐에 따라 *International Journal of Human Computer Studies*의 2000년도 5호에서는 “정보시각화기법의 평가”라는 주제를 다루었다. 9편의 논문 중 5편은 정보시각화 기법을 평가하였고 나머지 3편은 이용자의 관점에서 정보시각화 인터페이스를 평가하였다. 이들의 연구가 제시한 점은 다음과 같다. 첫째, 다양한 시각화기법 중 가장 중요한 기술은 내용에 대한 전체적 요약정보와 상세정보가 동시에 제공되어 이용자에게 전체적 내용향해를 허용하면서 특정적 액세스가 자유롭게 이루어지게 하는 기술이라는 점이다. 둘째, 향해기술을 지원하는 기법으로는 focus+content 기법이 이용자에게(특히 경험

있는 이용자에게) 가장 적합한 기술로 판명되었고 대부분의 이용자는 이차원 공간보다는 팬기능이 보다 효과적으로 나타나는 삼차원 공간에서 보여지는 디스플레이에 더 만족해한다는 점이다(Risden et al. 2000). 셋째, 이용자마다 그들이 원하는 브라우즈 수준과 그래픽 수준이 다르다는 점이 발견되었고 정보시각화를 이용한 검색의 효율성에 대한 이용자의 평가 또한 다르게 나타남에 따라 대부분의 이용자를 만족시킬 수 있는 정보시각화 시스템을 개발하기 위해서는 시스템에 대한 철저한 이용자 연구가 필요하다는 점을 강조하였다. 따라서 이제까지의 연구가 혁신적인 컴퓨팅 기술을 기초로 한 새로운 시각화 기법을 보여주는 것이라면 이제는 이용자 요구분석과 이용자의 검색행태 분석을 통하여 나타난 정보시각화의 실제 문제점과 기술적 요구사항을 파악하고 더 나아가 이러한 문제점을 해결하고 요구를 충족시킬 수 있는 정보시각화 기법들을 개발하여야 할 것이다.

1990년대부터 본격적으로 수행되어온 정보시각화 연구와 개발은 분명 이용자가 큰 규모의 데이터를 찾아보고 이해하는 방식을 바꾸도록 하였고 의사결정을 효과적으로 할 수 있는 통찰력도 가지도록 하였다(Li et al. 2001). 또한 정보시각화 기법은 검색시스템 뿐만 아니라 웹사이트와 같은 다른 시스템에서도 많이 적용됨에 따라 그 응용분야는 점점 확대되고 있는 실정이다(홍기채 등 2000; Bender et al. 2000; Liu et al. 2000). 특히 컴퓨터의 정보처리 속도는 더욱 빨라지며 한 번에 처리되는 데이터의 양은 더욱 방대해짐에 따라 정보를 다루는 대부분의 시스템에 정

보시각화 기법의 사용은 앞으로 더욱 더 보편화될 것으로 보인다. 더욱이 하루에 수많은 데이터가 일상적으로 입력되고 처리 축적되고 또 제적되는 환경의 정보시스템에서도 정보시각화 기법을 이용할 수 있을 것을 보인다. 또한 최근에는 다중(multi-modal) 자연어 인터페이스를 정보시각화 환경에 접목시키는 연구도 진행 중이다(Cox et al. 2001). 그러나 정

보시각화 기법이 다학문 분야의 연구로써 성숙하여 일반적으로 응용되기까지에는 많은 연구가 필요하다. 따라서 개인적 통찰력과 미적 감각을 이용하여 개발하는 방식을 탈피하여 기존 기법의 평가와 이용자의 요구 분석을 기초로 한 정보시각화 시스템 개발에 힘써야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 오병택, 송종철, 손소현. 2001. "검색시스템에서의 정보 시각화 기술 연구동향 및 전망." 『전자통신동향분석』, 16(6): 83-91.
- 홍기채, 문병주, 이성용. 2000. "정보시각화를 위한 웹 인터페이스 설계." 『전자통신동향분석』, 15(6): 65-73.
- Ahlberg, C. and B. Schneiderman. 1994. "Visual Information Seeking: Tight Coupling of Dynamic Query Filters with Starfield Displays." *Proceedings of CHI'94*, pp. 313-321.
- Andrews, K. et al. 1998. "Visualizing Rich Structures Hypermedia." *IEEE Computer Graphics and Applications*, 18(4): 40-42.
- Andrews, K. et al. 2001. "Search Result Visualization with xFIND." *Proceedings of UIDIS 2001*, pp. 50-58.
- Andrews, K. and H. Heidegger. 1998. "Information Slices: Visualizing and Exploring Large Hierarchies Using Cascading Semi-Circular Discs." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis'98*, pp. 9-12.
- Ball, T.A. and S.G. Eick. 1996. "Software Visualization in the Large." *IEEE Computer*, 29(4): 33-43.
- Beard, D.V. and J.Q. Walker. 1990. "Navigational Techniques to Improve Display of Large Two-Dimensional Spaces." *Behavior and Information Technology*, 9(6): 452-466.
- Bender, M et al. 2000. "A functional Framework for Web-Based Information Visualization Systems." *IEEE Transaction on Visualization and Computer Graphics*, 6(1): 8-23.
- Card, S.K. et al. 1999. *Readings in Information Visualization*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Chalmers, M. and P. Chitson. 1992. "BEAD: Exploration in Informa-

- tion Visualization." *Proceedings of ACM International SIGIR'92*.
- Couklin, J. 1987. "Hypertext: an Introduction and Survey." *IEEE Computer*, 20: 17-41.
- Cox, K. et al. 2001. "A Multo-Modal Natural Language Interface to an Information Visualization Environment." *International Journal of Speech Technology*, 4: 297-314.
- Cutting, D.R. et al. 1993. "Constant Interaction: Scatter/Gather Browsing of Very Large Document Collection." *Proceedings of SIGIR 1993*, pp. 126-134.
- Eick, S.G. et al. 1992. "SeeSoft - A Tool for Visualizing Line Oriented Software Statistics." *IEEE Transactions on Software Engineering*, 18(11): 957-968.
- Fiarchild, K.M et al. 1988. "SemNet: Three-Dimensional Representation of Large Knowledge Bases." In: R. Guidon ed. *Cognitive Science and its Applications for Humancomputer Interaction*, pp. 201-233.
- Furnas, G.W. and B.B. Bederson. 1995. "Space-scale Diagrams: Understanding Multiscale Interfaces." *Human Factors in Computing Systems, CHI '95 Conference Proceedings*, pp. 234-241.
- Furnas, G.W. and X. Zhang. 1998. "MuSE: A Multi-scale Editor." *Proceedings of Symposium on User Interface Software and Techniques '98*.
- Grinstein, G.G and M.O. Ward. 2002. "Introduction to Data Visualization." In: U. Fayyad et al. eds. *Information in Data Mining and Knowledge Discovery*. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.
- Hearst, M.A. 1995. "Tilebars: Visualization of Term Distributions Information in Full Text Information Access." *Proceedings of CHI'95*.
- Hearst, M.A. and C. Karadi. 1997. "Cat-a-Cone: An Interactive Interface for Specifying Searches and Viewing Retrieval Results Using a Large Category Hierarchy." *Proceedings of SIGIR'97*.
- Hendley, R.J. et al. 1995. "Narcissus: Visualizing Information." *Proceedings of the IEEE Symposium on InfoVis'95*, pp. 90-96.
- Herman, I. et al. 2000. "Graph Visualization and Navigation in Information Visualization a Survey." *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 6(10): 1-21.
- Huang, M.L. et al. 1998. "On line Animated Graph Drawing Using a Modified Spring Algorithm." *Jour-*

- nal of Visual Languages and Computing*, 9(6).
- Huser, C. et al. 1995. "Knowledge-based Editing and Visualization for Hypermedia Encyclopedias." *Communications of the ACM*, 38(4): 49-51.
- Johnson, B. and B. Shneiderman. 1991. "Tree-Maps: A Space-Filling Approach to the Visualization of Hierarchical Information Structures." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis'91*, pp. 284-291.
- Keahey, T.A. and E.L. Robertson. 1997. "Techniques for Non-Linear Magnification Transformation." *Proceedings of the IEEE Symposium on InfoVis'97*, pp. 38-45.
- Kimelman, D. et al. 1994. "Reduction of Visual Complexity in Dynamic Graphs." *Proceedings of the Symposium on Graph Drawings GD '93*.
- Kleiberg, E., et al. 2001. "Botanical Visualization of Huge Hierarchies." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis 2001*, pp. 87-94.
- Kohonen, T. 1990. "The Self-Organizing Map." *Proceeding of IEEE*, 78(9): 1464-1480.
- Kreuseler, M. and H. Schumann. 1999. "Information Visualization using a New Focus+Context Technique in Combination with Dynamic Clustering of Information Space." *Proceedings of the 1999 workshop on New Paradigm in Information Visualization and Manipulation*, pp. 1-5.
- Lamping, J. and R. Rao. 1994. "Laying Out and Visualizing Large Trees Using a Hyperbolic Space." *Proceedings of Symposium on User Interface Software and Techniques'94*, pp. 13-14.
- Li, T., S. Feng and L.X. Li. 2001. "Information Visualization for Intelligent Decision Support Systems." *Knowledge-Based Systems*, 14: 259-262.
- Liu, Y. et al. 2000. "Visualizing Document Classification: A Search Aid for the Digital Library." *JASIS*, 51(3): 216-227.
- Lin, X. 1997. "Map Displays for Information Retrieval." *JASIS*, 48(1): 40-54.
- Mackinlay, J.D. et al. 1991. "The Perspective Wall: Detail and Context Smoothly Integrated." *Proceedings of CHI'91*, pp. 39-44.
- Munzner, T. 1997. "H3: Laying Out Large Directed Graphs in 3D Hyperbolic Space." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis'97*, pp. 2-10.
- Munzner, T. and P. Burchard. 1995. "Visualizing the Structure of the

- World Wide Web in 3D Hyperbolic Space." *Proceedings of the VRML'95 Symposium*.
- Nation, D.A. et al. 1997. "Visualizing Websites Using a Hierarchical Table of Contents Browser: Web-Toc." *Proceedings of 3rd Conference on Human Factors and the Web*.
- Nigay, L. and F. Vernier. 1998. "Design Method of Interaction Techniques for Large Information Space." *Proceedings of Advanced Visual Interface(AVI '98)*.
- Nowell, L.T. et al. 1996. "Visualizing Search Results: Some Alternatives to Query-Document Similarity." *Proceedings of SIGIR'96*, pp. 67-75.
- Poinçot, P. et al. 2000. "Maps of Information Spaces: Assessments from Astronomy." *JASIS*, 51(12): 1081-1089.
- Quillian, M.R. 1968. "Semantic Memory." In: M. Minsky(ed.) *Semantic Information Processing*(Cambridge: MIT Press).
- Rao, R. and S.K. Card. 1994. "The Table Lens: Merging Graphical and Symbolic Representations in an Interactive Focus+Context Visualization for Tabular Information." *Proceedings of CHI'94*, pp. 318-322.
- Rennison, E. 1994. "Galaxy of News: An Approach to Visualizing and Understanding Expansive News Landscapes." *Proceedings of Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 3-12.
- Risden, K. and M.P. Czerwinski. 2000. "An Initial Examination of Ease of Use for 2D and 3D Information Visualizations of Web Content." *International Journal of Human-Computer Studies*, 53: 695-714.
- Roberston, G.G. et al. 1991. "Cone Trees: Animated 3D Visualization Using 3D Interactive Animation." *Communication of the ACM*, 35(4): 57-71.
- Rushall, M.R. and M.R. Ilgen. 1996. "DEPICT: Documents Evaluated as Pictures Visualizing Information Using Context Vectors and Self-Organizing Maps." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis'96*.
- Sarkar, M. and M. H. Brown. 1994. "Graphical Fisheye View." *Communications of the ACM*, 37(12): 78-84.
- Schaffer, D. et al. 1996. "Navigating Hierarchically Clustered Networks through Fisheye and Full-Zoom Methods." *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 3(2): 162-188.

- Shneiderman, B. and M. Wattenberg. 2001. "Ordered Treemap Layouts." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis 2001*, pp. 73-78.
- Song, Min. 2000. "Visualization in Information Retrieval, A Three-Level Analysis." *J. of Information Science*, 26(1): 3-19.
- Spence, Robert. 2001. *Information Visualization*. Harlow, England: ACM press.
- Spoerri, A. 1993. "InfoCrystal: A Visual Tool for Information Retrieval." *Proceedings of Visualization'93*, pp. 150-157.
- Sprenger, T.C. et al. 1998. "IVORY-An Object-Oriented Framework for Physics-Based Information Visualization in JAVA." *Proceedings of the IEEE Symposium on InfoVis'98*.
- Stasko, J. et al. 2000. "Focus+Context Display and Navigation Techniques for Enhancing Radial, Space-filling Hierarchy Visualizations." *International Journal of Human-Computer Studies*, 53(5): 663-694.
- Steinberg, S.G. 1997. "Lifestream." *Wired*, 5(2): 148-208.
- Wattenberg, M. 1999. "Visualizing the Stock Market." *CHI 99 Extended Abstracts*, pp. 188-189.
- White, H.D. AND K.W. McCain. 1997. "Visualization of Literature," *ARIST*, vol. 30: 99-168.
- Williams, J.G. et al. 1997. "Visualization." *ARIST*, vol. 30: 169-207.
- Wise, J.A. et al. 1995. "Visualization the Non-Visual: Spatial Analysis and Interaction with Information from Text Document." *Proceedings of IEEE Symposium on InfoVis'95*, pp. 51-58.
- Zeilige, R. 1998. "Supporting Constructive Navigation of Web Space." *Proceeding of the Workshop on Personalized and Solid Navigation in Information Space*.