

검색시스템에서의 정보 시각화 기술 연구동향 및 전망

Information Visualization Techniques in Retrieval Systems

오병택(B.T. Oh)

송종철(J.C. Song)

손소현(S.H. Son)

정보유통연구팀 연구원

정보유통연구팀 연구원

정보유통연구팀 연구원

정보 시각화 기술은 기존 정보검색 기술에 시각화 기술을 통합하여 방대한 인터넷 정보에 대한 이해도를 높임으로써 정보 검색 시 요구되는 시간과 노력을 줄여주며, 검색된 결과 목록이나 결과에 대한 통계치를 시각적으로 보여줌으로써, 검색과정 중에 원하는 정보에 관련된 동향을 파악하는 데 유용하다. 최근 검색 시스템에서의 정보 시각화에 대한 관심이 증가하면서 여러 시각화 기술과 검색 기술의 접목에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 본 고에서는 검색시스템에서의 정보 시각화 최근 연구동향 및 전망에 대해서 알아 본다.

1. 서론

정보통신의 발달과 더불어 인터넷 사용이 급격히 증가함에 따라 사용자가 원하는 정보를 효율적으로 찾고 활용할 수 있는 검색 도구가 필요하게 되었다. 대부분의 검색시스템을 통한 검색은 텍스트 형태의 질의 및 결과 표현을 이용하므로 이를 이용하는 사용자들은 검색엔진의 기능 및 사용방법을 익히고 많은 검색결과 목록으로부터 관심정보를 찾기보다는 원하는 정보를 시각화된 인터페이스를 통해 보다 편리하게 찾기를 원한다[1].

그러나 기존 정보검색 기법 및 활용 도구를 이용한 검색환경은 대규모의 정보처리 작업과 정보검색의 효율성 관점에서 다음과 같은 문제점을 갖는다.

첫째, 대용량의 데이터를 대상으로 검색이 이루어지므로 주어진 중심어에 대한 결과가 너무 많거나 부정확한 경우도 많다. 따라서 사용자가 원하는 정

보를 얻기 위해서는 또 다른 검색을 해야 한다. 둘째는 사용자 자신의 요구와 일치하는 정확한 질의를 표현하기가 쉽지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 사용자는 데이터 집합의 특징과 검색시스템에서 제공하는 질의 형태에 대한 정보를 알고 있어야 한다. 마지막으로 반환된 정보 목록의 순서는 정보 간의 관련성을 정확히 반영하지 못한다[2].

대량의 웹 정보로부터 사용자가 원하는 정보를 효율적으로 검색하도록 지원하기 위해 정보를 분석하고 특성을 요약하여 표현하는 기법, 정보 접근과 시각화 연구, 정보 서비스를 지원하기 위한 미들웨어에 대한 연구 등이 필요하다[3].

정보 시각화 기술은 기존 정보검색 기술에 시각화 기술을 통합하여 방대한 인터넷 정보에 대한 이해도를 높임으로써 정보 검색 시 요구되는 시간과 노력을 줄여주며, 검색된 결과 목록이나 결과에 대한 통계치를 시각적으로 보여줌으로써, 사용자가 검

색과정 중에 원하는 정보에 관련된 동향을 파악하는데 유용하다.

현재 Xerox PARC에서는 사용자의 정보에 대한 이해도를 향상시키기 위해 3차원 기법과 애니메이션 기법을 적용한 시각화 인터페이스를 개발하였고, 일본의 IBM 연구소에서는 정보 검색의 원리와 브라우징 기법을 통합한 정보 아웃라이닝(information outlining)을 이용하여 정보 항해 시스템(Information Navigation System: INS)을 개발하는 등 정보 시각화에 대한 다양한 연구가 진행되고 있다.

II. 검색시스템의 정보 시각화 기법의 분류

1. 검색기법과 브라우징 기법에 따른 시각화 시스템 분류

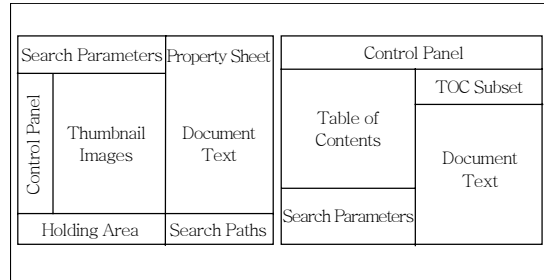
Infogrid, Butterfly View, WebBook 등과 같은 정보 시각화 시스템들은 정보 시각화 프로젝트(information visualizer project)를 수행하는 중에 Xerox PARC에 의해 개발되었다.

가. Infogrid 시스템

Infogrid 시스템은 문서영역에 대한 시각화와 관련 측면을 강조하기 위해 영역에 대한 접근 용이성(ready-to-hand) 개념을 이용한 시각화 도구로써 [4], 정보검색을 위한 단일 레이아웃 이용의 전형적인 예이다. 레이아웃은 (그림 1)과 같이 왼쪽과 오른쪽으로 나누어지며, 왼쪽의 중앙 주영역은 Scatter/Gather-style 클러스터 결과처럼 원 문서들의 thumbnail로 검색된 결과를 나타내기 위해 사용되며 사용자는 원하는 문서를 선택할 수 있다. 오른쪽은 주로 선택한 문서를 보기 위해 쓰여진다[5].

나. Butterfly View

Butterfly View는 서비스에 대한 비동기적인 요청(request)을 제어하고 3차원 화면을 통해 도서 목



(그림 1) 단일 레이아웃 다이어그램

록을 효과적으로 제시해 준다. 여기에서 사용되는 GAIA 프로토콜은 메타 정보와 메타 정보 내의 다양한 자원에 쉽게 액세스하기 위한 인터페이스를 정의한 것이다. 데이터베이스에 대한 질의는 많은 시간을 필요로 하기 때문에 요청을 그래픽 객체로 구체화한다. 사용자는 질의를 통해 관심있는 주제 영역에 있는 정보를 찾을 수 있고, 질의 결과는 피라미드 형태로 표현된다. GAIA 프로토콜은 결과를 나열하는 데 있어서 제어의 역할을 하며, Butterfly는 점차적으로 증가하는 결과를 나타내준다. 이러한 정보는 각기 다른 데이터베이스에 저장된 정보로부터 검색된 결과인데 반해서, 독립적으로 존재하지는 않는다. 따라서, 사용자는 질의를 통해 속성을 갖는 정보들간의 관계로부터 결과를 얻는다. Butterfly View는 정보들간의 관련 상태를 시각화하여 이들간의 상호작용을 통해 질의를 할 수 있는 환경이다[6].

다. Web Book

Web Book은 쌍방향 3차원 HTML book으로, 사용자가 해당 페이지보다 더 높은 집합체로서의 객체들과 빠른 상호작용을 할 수 있게 해 준다[7].

라. Information Outlining

디지털 도서관은 방대한 양의 문자 자료와 멀티미디어 자료로 정보 요구의 범위가 넓고 많은 자료들이 term-based 질의로 표현될 수 없다. 예를 들면, 수십만 개의 신문기사 중에서 중요한 정보를 검색하려면 straightforward scanning이나 term-

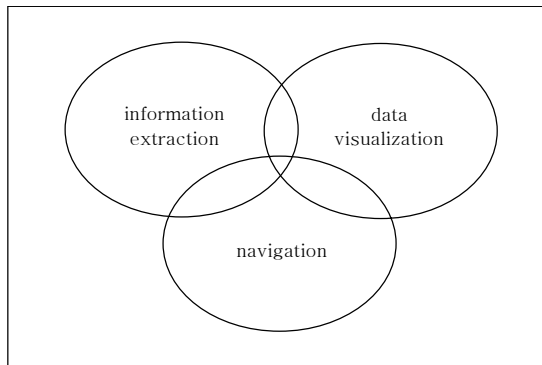
based searching(키워드, 전문검색)으로는 충분치 않다. Straightforward scanning은 너무나 많은 시간이 소모되고 term-based searching은 기사의 정확한 위치를 찾는 데 제한적이다.

디지털 도서관에 대한 정보 아웃라이닝은 다중차원화 관점에서 다른 종류의 대규모 데이터 집합을 검색하고 접근하도록 하는 새로운 기법이다[8].

정보 아웃라이닝은 (그림 2)와 같이 자료를 통한 정보 추출(information extraction), 자료 시각화(data visualization), 그리고 항해(navigation)를 통합한 기법으로서, 데이터의 특정 부분을 가시화하기 위해 다중 뷰를 제공한다.

전형적인 정보검색 기법과 정보 아웃라이닝 기법을 비교하면 <표 1>과 같다.

전형적인 검색방법에서 목적 정보를 모르는 경우에, 주제어를 입력하여 매칭되는 정보에 대한 검색 결과의 목록은 정확한 의미를 갖지 못한다. 따라서 입력된 주제어에 의해 생성된 1차 정보 집합인 검색 목록 항목을 모두 확인해야 한다. 그러나 정보 아웃라이닝 기법은 입력된 주제어에 의해 생성된 1차 정



(그림 2) 정보 아웃라이닝의 개념

<표 1> 정성적인 성능 분석[9]

	이미 알려진 문서찾기	모르는 문서찾기	주제에 대한 정보 수집	관심있는 정보발견
전형적인 검색	***	**	**	*
정보 아웃라이닝	***	***	****	****

*: poor, **: ordinary, ***: good, ****: excellent

보 집합을 단순히 목록으로만 나타내기 보다는, 1차 정보 집합이 갖는 특성을 시각화한 뷰를 통해 보여줌으로써 사용자가 원하는 정보에 관련된 부분집합을 선택할 수 있다. 따라서 작업 영역을 단계적으로 부분집합화 하고 이의 특성을 시각화함으로써 사용자의 이해도를 향상시킬 수 있다[9].

이와 같은 연구는 정보 시각화 방안에 중점을 둔 검색시스템으로써, 데이터나 정보의 체계적인 분류 방안보다는 검색기법과 브라우징 기법을 통합하는데 중점을 둔 연구이다. 따라서, 사용자가 원하는 정보에 쉽게 접근할 수 있는 시각화된 환경을 제공하고 있는 반면에, 정보의 개요를 파악할 수 있는 공통적인 특성과 관련성을 시각화하지 못하는 단점을 갖고 있다.

2. 사용하는 데이터의 종류에 따른 분류[9]

가. 1차원 데이터

텍스트 데이터를 주로 말하며 텍스트 문서, 프로그램 소스 등과 같은 선형 데이터가 여기에 해당된다. 1차원 데이터의 시각화에 있어서의 고려사항은 색깔, 크기, 폰트 등이 있다.

나. 2차원 데이터

지형정보를 나타내는 지도 또는 건축물의 설계도와 같은 데이터의 타입이 여기에 해당된다. 주로 직사각형과 같은 다각형을 이용하여 나타내며 2차원 데이터에 대한 사용자의 관심은 인접 개체의 검색, 개체들 사이의 경로 검색, 특정한 조건을 만족하는 개체의 개수 파악 등이 있다.

다. 3차원 데이터

건축물이나 분자 구조와 같은 실세계의 개체를 말한다. 사용자의 관심은 3차원 데이터의 상하와 내외부로의 탐색이다. 3차원 데이터를 이용한 시각화 기업에서 고려해야 할 사항은 사용자가 자신의 위치를 항상 파악할 수 있도록 해야 한다는 것이다.

라. 트리 구조 데이터

개체들 사이의 계층 구조를 표현하는 데 유용하게 사용할 수 있다. 트리 구조에서는 루트를 제외한 모든 노드들은 바로 상위 노드로의 링크를 가지고 있다.

마. 네트워크 구조 데이터

개체들 사이의 상호관계를 나타내는 데 있어서 트리 구조가 가지는 단조로운 구조의 단점을 보완할 수 있다. 네트워크 구조는 하나의 개체가 임의의 개수의 링크를 가지게 하는 방법을 통하여 개체들 사이의 상호관계를 표시한다.

3. 데이터에 대한 수행 연산에 따른 분류

<표 2>에서는 시각화 기법을 데이터에 대한 수행 연산에 따라 분류했다.

<표 2> 데이터에 대한 수행 연산에 따른 시각화 기법 분류[10]

	설명
Overview	전체 정보 공간의 개요를 얻기 위한 연산
Zoom	Overview와 반대되는 연산. 관심이 되는 개체를 확대시키며 대부분의 경우 Zoom 배율과 Zoom 초점 기능을 제공
Filter	관심의 대상에서 제외되는 개체를 제거하는 연산
Details-on-demand	최종적으로 관심의 대상을 선택한 경우 그 대상의 세부적인 사항에 대한 정보를 얻고자 할 때 사용되는 연산
Relate	개체들 사이의 상호 관련성을 알아보하고자 하는 연산
History	사용자의 연산을 기록하고 저장함으로써 나중에 다시 조회할 수 있도록 사용자의 편의를 제공
Extract	사용자가 원하는 결과를 최종적으로 얻었을 경우 그 결과를 출력하는 방법. 인쇄와 저장 등이 있음

III. 정보검색 분야의 시각화 사례

1. TileBars

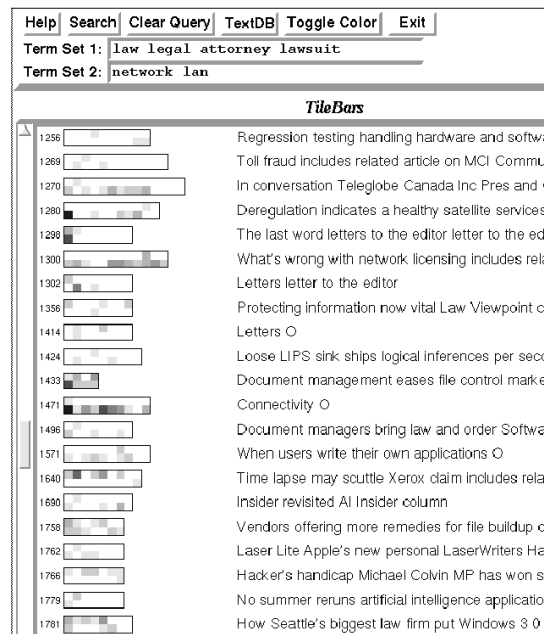
과거의 정보검색 환경은 주로 제목이나 개요 수

준의 문서를 그 대상으로 하였지만 오늘날의 전문(full-text) 검색 환경에서는 문서의 구조와 문서간의 상호관계를 중요시한다.

TileBars는 문서의 구조정보 중에서 문서 내의 키워드 분포정보를 시각화한다. 키워드의 분포정보가 중요한 까닭은 문서의 길이를 고려할 경우 분명해진다. 짧은 길이의 문서와 긴 문서 양쪽에 포함되는 키워드는 각각의 문서의 순위에 끼치는 정도가 다르다는 사실은 과거의 제목이나 개요 수준의 문서를 검색대상으로 했던 시절에는 고려되지 않았다.

TileBars는 사용자에게 검색된 문서의 상대적인 길이, 질의에 포함된 키워드의 상대적인 빈도수와 문서 사이의 분포 정보 등을 시각적으로 제공한다[1].

(그림 3)에서 각각의 사각형은 문서를 나타내며, 사각형 내의 타일 모양의 작은 정사각형은 문서를 다수의 단락으로 나누었을 때 한 단락을 의미하는 TextTile을 나타낸다. 즉, 열은 하나의 단락을 의미하며 행은 특정한 키워드를 의미한다. 행과 열의 교차점에 있는 TextTile의 색깔이 검을수록 그 단락에 특정 키워드가 많이 포함되어 있다는 것을 의미한다. 따라서 같은 열에 있는 TextTile 내에 키워드



(그림 3) TileBars[1]

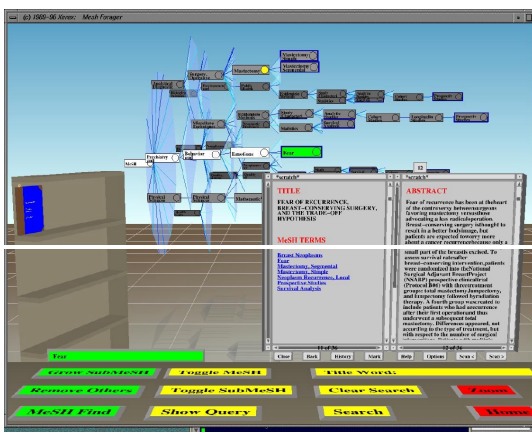
들이 같이 포함되어 있으면 이 키워드들은 동일한 소 주소를 나타낸다고 말할 수 있다[10].

2. Cat-a-Cone

오늘날 대부분의 문서군들은 특정한 주제에 의해 분류되어 있다. 각각의 범주는 분류표식(category label)을 이용하여 나타낸다. World Wide Web에 있어서 대표적인 검색 사이트인 Yahoo는 이러한 주제별 분류표식을 제공한다. 이러한 분류표식은 문서군에 따라 다르지만 대체로 그 용도는 사용자가 질의를 형성하는 작업을 도와준다. 하지만 대부분의 경우에 있어서 이러한 분류표식 사이에 존재하는 계층구조를 효과적으로 탐색하고 선택할 수 있게 하는 인터페이스를 제공하고 있지 못한 것이 사실이다.

Xerox에서 개발된 Cat-a-Cone은 문서군의 탐색과 검색을 지원하기 위하여 개발된 인터페이스이며, (그림 4)와 같이 3차원 애니메이션 기법을 도입하여 제작되었다[11].

Cat-a-Cone은 하나의 문서에 여러 개의 분류표식이 할당되어 있는 경우에 문서를 분류계층구조로부터 분리한다. 이렇게 함으로써 보다 나은 검색과 디스플레이를 제공할 수 있다.



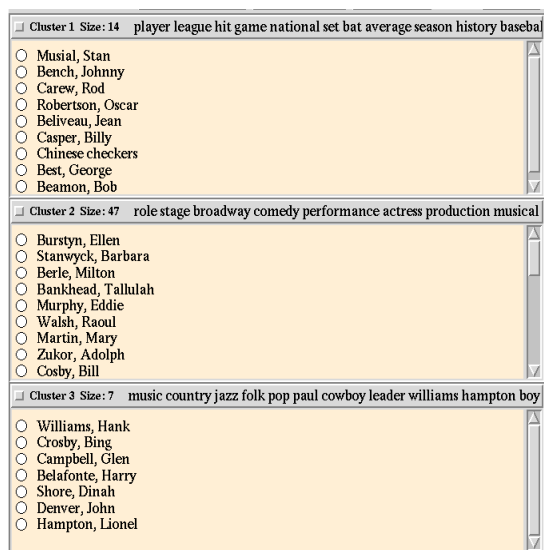
(그림 4) Cat-a-Cone[11]

3. Scatter/Gather

정보검색에서 문서 클러스터링은 다음의 두 가지

이유로 인해 그다지 널리 사용되지 못하고 있다. 첫째는 문서의 개수가 많아지면 많아질수록 문서의 클러스터링에 소요되는 시간이 급격하게 증가한다는 것과, 둘째로 클러스터링 방법이 검색의 질을 그다지 크게 향상시키지 못한다는 것이다. 하지만 기존의 클러스터링 방법은 전체 시스템에서 차지하는 비율로 볼 때 주된 방법이라기 보다는 검색 시스템을 부분적으로 도와주는 의미에서 사용되었으며, 클러스터링 알고리즘 자체도 뛰어나지 못한 게 사실이었다[12].

Scatter/Gather는 대용량의 문서군을 탐색하기 위해 클러스터링 방법론을 채택하고 있다. 또한 빠른 문서 클러스터링 방법을 도입하여 시간 복잡도(time complexity)를 기존의 2차(quadratic)에서 선형(linear)으로 향상시켰다. Scatter/Gather는 초기 검색단계에서 문서를 클러스터라고 불리는 몇 개의 문서그룹으로 나눈다. 이때 시스템은 각각의 클러스터에 대한 요약정보를 제시하며 사용자는 이를 통해 검색후보를 선택하게 된다(그림 5) 참조. 선택된 클러스터들은 다시 한번 모아져서 하위 문서군을 형성하며, 몇 개의 클러스터로 다시 나누어서 사용자에게 검색후보를 선택하게 한다. 사용자는 이러한 과정을 반복적으로 진행하여 원하는 결과를 얻을 때까지 계속한다[12].



(그림 5) Scatter/Gather[12]

4. InfoCrystal

정보검색에 있어서 불리언 질의의 단점은 때때로 너무 많거나 또는 너무 적은 숫자의 결과를 사용자에게 제시한다는 것이다. 논리 연산자 AND를 사용하여 형성된 질의는 너무 적은 숫자의 결과를 주며, 반대로 논리 연산자 OR을 사용하여 형성된 질의는 너무 많은 숫자의 결과를 준다. 이런 경우 사용자는 얻은 결과를 확장하거나 축소하기를 원한다.

MIT에서 개발된 InfoCrystal은 불리언 질의를 효과적으로 처리할 수 있도록 질의를 시각적으로 구성하도록 해주며 동시에 검색결과를 시각적으로 나타내기 위해서 개발되었다(그림 6) 참조.

전반적인 InfoCrystal의 기능은 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

첫째, 전체적인 개요를 유지하는 범위 내에서 정보공간을 다양한 차원에서 탐색할 수 있다.

둘째, 사용자는 질의의 원래 형태를 유지하면서 다양한 방법으로 질의를 변화시키고, 그에 따른 결과를 관찰하는 것이 가능하다.

셋째, 사용자는 검색 과정에 있어서 시스템으로부터 필요한 시각적인 피드백을 받는다.

이렇게 함으로써 사용자는 나머지 검색과정을 안내 받게 된다.

넷째, 사용자는 질의를 시각적으로 구성할 수 있

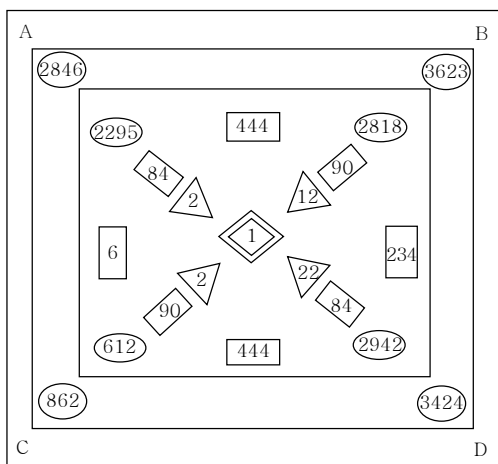
으며, 검색방법을 불리언 또는 벡터 검색 방법과 같이 다양하게 선택할 수 있다[10].

5. PRISE 검색 시스템 사용자 인터페이스

대부분의 검색 시스템은 문서의 제목을 선형으로 배열하여 결과를 제시한다. 하지만 그러한 방법은 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째로 대부분의 경우 사용자는 얻은 결과를 일일이 살펴보아야 한다는 점이다. 둘째는 얻은 문서들이 서로 어떠한 연관성을 가지고 있는지 알기가 어렵다는 점이다. 예를 들어, 사용자가 반환된 리스트에서 질의에 적합한 문서를 찾았을 경우에 관련된 다른 문서를 찾기가 어려울 수 있다. 마지막으로 검색 시스템이 제시한 검색 순위가 사용자가 기대하는 순위와 일치하지 않을 수 있다는 점이다[10].

PRISE 검색 시스템은 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 개발하고 있는 향상된 3차원 인터페이스로써, 사용자의 질의 단어에 대해 질의에 대한 문서의 예측 점수에 따라 문서 순위에 따르는 리스트를 반환한다. 그 순위 리스트는 각 문서들을 설명하는 짧은 레코드들의 시리스로 구성되어 있다[14].

다음은 PRISE 검색 시스템에 이식된 인터페이스와 시각화 방법에 대해서 알아본다.

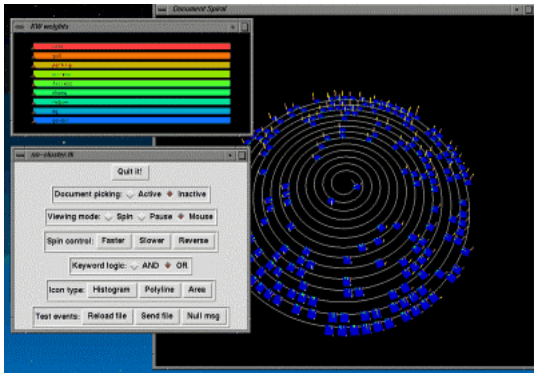


(그림 6) InfoCrystal

가. Document Spiral

이 방법은 (그림 7)과 같이 문서를 나선형의 곡선 상에 배열시킨다. 사용자의 질의에 적합한 문서일수록 나선형 곡선의 중심에 위치하게 되며, 반대의 경우 곡선의 중심으로부터 멀어지게 된다. 문서는 아이콘으로 표시되며, 같은 적합성을 가진 문서들이 겹치는 것을 피하기 위해 따로 따로 표시한다. 또한 문서 밀도라는 값을 조절함으로써 곡선 상에서 문서 간의 거리를 조절할 수 있다. 이 방법의 장점은 검색 결과 내에서의 문서 분포를 쉽게 알 수 있다는 점이다.

즉 곡선 상의 문서 아이콘이 균일하게 분포하고 있는지 또는 중심에 몰려 있는지 등의 사실을 시각

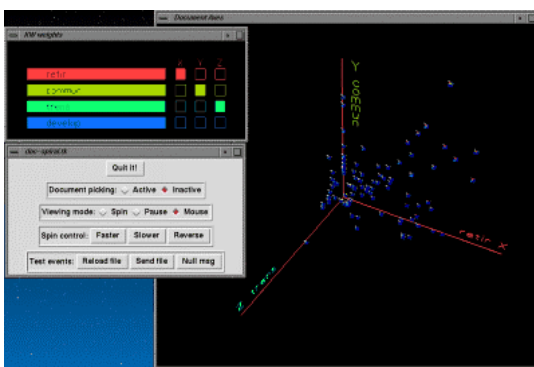


(그림 7) Document Spiral[14]

적으로 알 수 있도록 한다[10].

나. Three Keyword Axes Display

이 방법은 순위 정보를 직접적으로 표시하는 대신 문서를 (그림 8)과 같이 3차원 공간에 나타낸다. X, Y, Z축은 각각 하나 이상의 키워드를 할당 받는다. 이 때 3차원 공간상에서의 문서의 위치는 질의 내에 포함된 키워드가 전체적인 문서의 순위에 얼마만큼의 영향력을 미치는가에 따라 동적으로 결정된다. 사용자가 각각의 축에 대해서 다른 키워드들을 할당한 경우, 문서의 위치는 자동으로 변환된다. 문서는 좌표공간에서 역시 아이콘으로 표시되며 문서의 적합성 정도는 아이콘의 색깔에 의해서 구분된다. 이 방법의 장점은 사용자가 시스템과 직접 대화함으로써 문서 내부에서의 질의 키워드들에 대한 분포 정보를 쉽게 파악할 수 있다는 점이다. 하지만 이 방

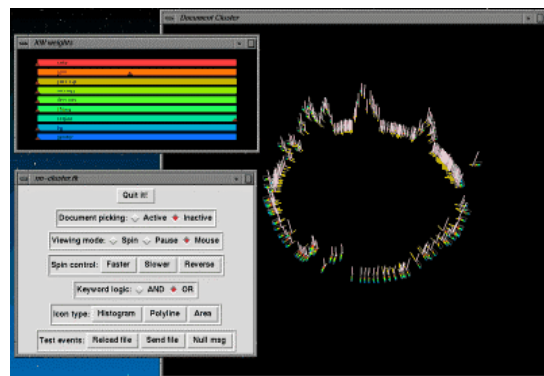


(그림 8) Three Keyword Axes Display[14]

법의 단점은 세 개 이상의 키워드가 사용되는 경우 각각의 X, Y, Z축 가운데 몇 개는 두 개 이상의 키워드가 할당되므로 각 키워드가 문서의 위치에 어떠한 영향을 미치는지 알기 어렵다는 점이다[10].

다. Nearest Neighbor Sequence

이 방법은 의미적으로 유사한 문서들을 모아 클러스터를 형성하는 방법이다. 이 때 문서는 키워드 영향력 벡터로 나타낸다. 임의의 두 문서가 의미적으로 얼마나 가까운가를 나타내는 의미적 거리(semantic distance)는 각 문서의 키워드 영향력 벡터를 이용하여 계산하며, 유클리디언 거리 또는 두 벡터 사이의 각도를 고려함으로써 구한다. 이렇게 계산한 거리와 각도에 따라 각 문서들은 (그림 9)와 같은 의미 공간(semantic space)에 배치된다[10].



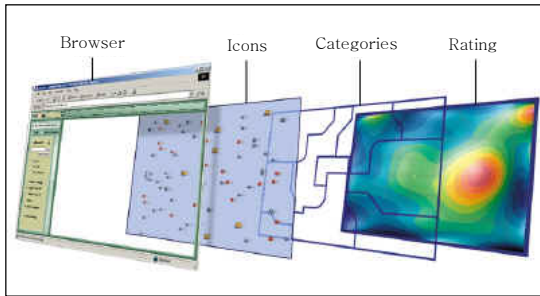
(그림 9) Nearest Neighbor Sequence[14]

6. 최근 연구사례

WebMap Technologies Inc.는 그 회사에서 제작하여 무료로 배포하는 플러그인을 통해 웹상의 다량의 사이트 정보를 시각화할 수 있게 하고 있다.

(그림 10)과 같이 WebMap Viewer는 3개의 레이어로 이루어 졌는데 첫번째 레이어에서는 2차원 공간에 대응된 많은 정보 디렉토리가 시각적으로 표현된다.

두번째 레이어에서는 지형학적인 지도로 묘사된 고도(Z축)이며, 해당 정보의 관련성과 비례한다.



(그림 10) Webmap Viewer의 3층 레이아웃[15]



(그림 11) Webmap에서의 검색 결과[16]

세번째 레이어는 웹사이트 북마크 같은 개인화된 정보를 대표하는 아이콘들로 구성되어 있다[15]. 세 개의 레이어가 합쳐진 검색 결과는 (그림 11)과 같다.

이 시스템은 정보 항목들과 카테고리 사이의 ‘거리’를 결정하고 카테고리의 크기와 모양을 설정하며 카테고리에서 다른 정보들과 상대적으로 위치시키기 위해 여러 개의 알고리즘이 적용된다.

IV. 결론 및 향후 연구전망

검색 시스템에 시각화 기법을 적용함으로써 검색 결과의 내용을 유지하면서 사용자가 인지하기 쉽도록 검색 결과의 개요를 다양한 형태로 제공하며, 사용자가 검색 결과에 대해 검색 시스템과 시각화된

인터페이스를 통해 상호작용할 수 있게 한다. 정보 검색 시스템에 시각화 기법의 적용은 제한된 디스플레이 영역 내에서 다양한 형태의 정보 공간을 표시해야 하는 제약을 가지고 있다. 그러한 제한된 디스플레이 공간을 활용하여 많은 수의 개체를 시각적으로 표시해야 하므로, 다차원 공간의 활용이나 레이어 기법 등의 보다 효율적이며 적절한 시각화 방법과 다양한 알고리즘이 적용되어 새로운 시각화 기법에 대한 연구들이 진행되고 있으며, 새로운 기법들이 적용된 여러 시스템들이 개발되고 있다.

시각화 기법에 적용하기 위해 검색기법과 브라우징 기법을 통합하는 것 외에도 단어, 문서, 문서 클러스터링 방법 등의 정보의 체계적인 분류방안도 함께 연구되고 있다.

검색을 위한 질의 입력 단계에서 사용자는 자신의 요구와 일치하는 정확한 질의를 표현하기가 쉽지 않다. 질의 입력 단계에서의 시각화를 위해서는 사용자의 다소 관념적인 지식공간을 효과적으로 표현할 수 있도록 해야 한다. 그러한 질의 형성과정에 적용할 수 있는 시각화 기법도 앞으로 연구가 계속될 전망이다.

참고 문헌

- [1] M. Hearst and TileBars, “Visualization of Term Distribution Information in Full Text Information Access,” *Proc. of the ACM SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Denver, CO, 1995.
- [2] K. Takeda and H. Nomiya, “Information Outlining and Site Outlining,” *Proc. of International Symposium on Research, Development and Practice in Digital Libraries*, Nov. 1997, pp. 99 – 106.
- [3] D. Lucarella and A. Zanzi, “AVisual Retrieval Environment for Hypermedia Information System,” *ACM Trans. on Information Systems*, Vol. 4, No. 1, Jan. 1996, pp. 3 – 29.
- [4] R. Rao, S.K. Card, H.D. Jellinek, J.D. Mackinlay, and G.G. Robertson, “The Information Grid: a Framework for Information-retrieval Centered

- Application,” in *Proc. of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, 1992, pp. 23 - 32.
- [5] R. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval* Addison Wesley, 1999, pp. 312 - 313.
- [6] G.G. Robertson, S.K. Card, and J.D. Mackinaly, “Information Visualization Using 3-D Interactive Animation,” *Comm. of the ACM*, Vol. 36, No. 4, April, 1993, pp. 57 - 71.
- [7] <http://www.parc.xerox.com/istl/projects/uir/projects/InformationVisualization.html>
- [8] K. Takeda and H. Nomiya, “Information Outlining for Digital Libraries,” *Research Report - RT 0181*, IBM Research, Tokyo Research Laboratory, Jan. 1997.
- [9] 홍기채, 문병주, 이성용 “정보 시각화를 위한 웹 인터페이스 설계,” *전자통신동향분석*, 제 15권 제 6호, 2000. 12., p. 67.
- [10] 김종영, 오희국, “정보검색에서의 시각화 기법,” *전자공학회지*, 제25권 제8호, 1998. 8., pp. 815 - 820.
- [11] <http://www.sims.berkeley.edu/~hearst/papers/cac-sigir97/sigir97.html>
- [12] B. Croft, “A Model Of Cluster Searching Based On Classification Information Systems,” 1980, pp. 189 - 195.
- [13] <http://www.parc.xerox.com/istl/projects/ia/sg-example1.html>
- [14] <http://zing.ncsl.nist.gov/~cugini/uicd/viz.html>
- [15] http://www.infovis.net/E-zine/num_55.htm
- [16] <http://www.webmap.com/maps/internetmap/index.html>