

---

## 3D 연관성 브라우저 ‘DocuSynth’ 개발

↓  
‘DocuSynth’ : Displaying Relationship-based Information in 3D Browser↓

↓  
최정아, Jeong-A Choi\*, 김은희, Eun-Hee Kim, 홍승표, Seung-Pyo Hong

---

↓

**요약** 기존 파일 시스템의 검색은 검색결과를 제목과 요약문의 텍스트 형태로 제공함으로써 검색 결과가 많은 경우에 한눈에 결과를 살펴보는 데 불편할 뿐 아니라 사용자가 직접 수많은 검색결과들의 표제나 저자, 목차, 요약문을 확인하여 적합한 정보를 일일이 판별해야 하는 불편이 있다. 이에 정보들간의 유사도를 계산하여 군집화하고, 키워드와 검색결과들 간의 적합도와 검색결과들 간의 연관성 정보를 3D 공간 상에 디스플레이 하는 ‘DocuSynth’ 시스템을 개발하였다. 이 연관성 정보들은 실세계 상의 3차원 메타포인 ‘거리’로 변환되어 디스플레이 된다. 즉, 사용자로 하여금 정보간의 거리가 가까울수록 연관도가 높다고 직관적으로 인지할 수 있는 화면으로 설계하였다. 또한 3D 환경의 사용성을 높이기 위해 네비게이션 컨트롤러와 컨트롤 변수에 대한 사용성 평가를 실시하여 시스템 변수로 적용하였다. 본 연구결과는 향후 도래할 3D Web에 대한 아이디어 제시와 구현 가이드라인으로 활용될 것으로 예상된다.

↓

**핵심어:** DocuSynth, 3D 연관성 브라우저, 정보시각화, 거리

---

\*주저자 및 교신저자: 삼성 SDS 정보기술연구소 e-mail: jeonga.choi@samsung.co.kr

## 1. 서론

오늘날 Web2.0 의 확산과 RIA(Rich Internet Application)기술의 발전으로 누구나 편리하게 인터넷에서 원하는 정보를 검색할 수 있게 되었다. 또한 정보의 양이 방대해 질수록 대용량의 정보를 효율적이며 쉽게 검색할 수 있는 강력하고 새로운 도구들에 대한 필요성이 지속적으로 증가하고 있다. 사용자들은 더 이상 기존에 웹 상에서 제공하는 단편적인 텍스트 열거 식의 정보수준에 만족하지 못하고 있으며, 데이터 간의 상관관계 등 좀더 다각적인 정보를 요구하고 있다. 이는 사용자가 대량의 데이터를 한눈에 파악할 수 있고, 정보들 간의 연관성을 직관적으로 제시할 수 있는 기술의 필요성을 시사한다. 또한 유비쿼터스 사회로의 진입을 위해 데스크톱에서 제공되는 서비스들을 모바일, 가전제품, 벽면 등 다양한 디바이스에서 사용 가능하도록 하는 시도가 계속되는 가운데 기존 데스크톱 환경에 구현된 2D User Interface 를 그대로 적용하기에는 무리가 있는 것으로 보인다.

앞서의 문제를 해결하기 위한 방안으로 실생활을 그대로 반영할 수 있고, 향상된 몰입감을 제공하며 2D 에 비해 많은 양의 데이터를 처리 가능한 3D 인터페이스에 관한 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 하지만 많은 장점에도 불구하고, 디스플레이 문제(ex. 카메라 시점, FOV, 무빙 방법)와 컨트롤 문제(ex. 네비게이션 컨트롤의 종류, 3D 공간을 2D 디바이스로 제어) 등 사용성에 관한 문제가 3D Web 환경의 상용화에 걸림돌이 되고 있다.

이에 본 논문에서는 대용량 정보의 연관성을 직관적으로 사용자에게 제시하기 위해 개발한 3D 검색엔진 'DocuSynth' 에 대해 소개하고, 더불어 컨트롤러와 컨트롤 변수에 관한 사용성 평가를 통해 그 결과를 시스템에 적용함으로써 3D 네비게이션 문제를 최소화하는 과정을 함께 소개하고자 한다.

본 논문의 결과는 차세대 지능적 검색에 대한 아이디어 제시는 물론, 3D 환경에 적합한 컨트롤러와 D/C gain 같은 네비게이션 컨트롤 변수에 대한 가이드라인으로 활용될 수 있다.

## 2. 기존 정보시각화 관련 연구

기존의 정보 시각화 기법으로 대표적인 것은 시각화 브라우저 기반 기법과 군집 중심 기반 기법을 들 수 있다. [1]

시각화 브라우저는 추출된 정보를 개념-관계-개념(Concept-Relation-Concept)의 네트워크 형태로 나타내는 기법으로 다음과 같은 방식으로 구현된다. [2]

- 1) 정보 추출 과정: 텍스트 내에서 하나의 개념과 다른 개념을 이어 주는 관계를 추출하는데 이때 개념간의

인접성(close proximity)을 이용하여, 정보를 추출하고 조직한다.

- 2) 시각화 브라우징 과정: 가장 중심이 되는 뿌리 노드에서 시작하여 그 하위에 카테고리들이 연결되고 그 밑에 세부하위 개념이 존재하는 계층형 네트워크로 시각화 한다.

다음으로 군집중심 기반기법은 유사한 데이터 개체들의 집합인 군집(Cluster)으로 데이터를 분할함으로써 데이터 속에 숨겨져 있는 의미 있는 정보를 자동으로 발견하는 것으로 군집화의 구현 원칙은 다음과 같다. [3][4]

- 1) 문헌-특징벡터를 사용하여 고차원 군집형성: 문헌에 대해 형태소 분석과 파싱을 거쳐 단어를 추출해 내고, 이 단어가 각 문헌에 나타나는 빈도수를 조사해서 이 단어 별 빈도수를 문헌의 특징 벡터로 구성하는 방식으로 문헌-특징 벡터를 구성하여 고차원적 군집을 형성한다. [5][6]
- 2) 다차원 척도법을 사용하여 2 차원 평면상에 표현: 각 단어간 연관성을 분석하여 연관성이 높은 단어끼리 인접시키는 다차원 척도법을 사용하여 2 차원 평면상에 이를 표현한다.
- 3) 오비탈 원자 모형을 이용한 알고리즘을 적용하여 시각화: 원자모형처럼 군집 중심을 가운데 두고 그 주위에 개별 문헌이 분포하도록 하는 알고리즘을 적용하여 시각화한다.

위와 같은 정보시각화 기법을 이용하여 상용화된 시스템으로는 searchCrystal 과 KartOO, TileBars 등이 있다.[7]

## 3. 본론

### 3.1 'DocuSynth' 시스템 소개

'DocuSynth' version 0.1은 유사도에 따라 파일들을 자동 분류해 주는 지능형 파일관리 및 검색을 위한 시스템이다. 기존의 검색엔진들이 제공하지 못하는 검색결과들의 연관성 정보를 제공하여 검색결과에서 사용자가 원하는 정보를 보다 쉽고 효율적으로 찾을 수 있도록 고안되었다.

'DocuSynth' 는 기존 시스템의 다음과 같은 2 가지 문제점을 해결하기 위해 개발되었다. 첫째, 기존의 지식관리 시스템 같은 파일관리 시스템은 공유하고자 하는 파일을 업로드 할 때 검색에 용이하도록 태그정보를 입력하게 되는데, 이때 태그를 입력하는 사람에 따라 정보가 다양하게 생성됨으로써 입력된 태그정보만으로는 관련 있는 파일들을 제대로 검색해내지 못한다. 둘째, 현존하는 대부분의 검색 엔진들은 엔진 별 알고리즘을 통한 순위에 기반하여 검색결과를 제목과 요약문 등 텍스트 형식으로 열거함으로써 검색 결과가 많은 경우 한번에 문헌들을 살펴보는데 불편할 뿐 아니라 검색결과들

간의 연관성 정보는 제공하고 있지 않다. 또한 사용자로 하여금 직접 검색결과 각각의 표제나 저자, 목차, 요약문 등을 확인하여 적합한 정보를 일일이 확인해야 하는 불편함을 야기할 뿐 아니라, 이러한 목차 등의 정보들이 원문의 내용을 이해하는데 큰 도움을 주지 못한다는 연구결과들이 보고되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 검색결과 정보들을 분석하고 그 특성을 파악하여 효과적으로 시각화할 수 있는 기법이 필요하여 많은 연구들이 진행 중에 있다.

그 연구의 일환인 ‘DocuSynth’ 는 2 가지 알고리즘을 기반으로 개발되었다. 1) 파일 내 단어들의 개념간의 인접성(close proximity)을 기반으로 파일 간의 유사도를 계산하여 군집화(Clustering)한다. 2) 이렇게 군집화된 결과의 유사도를 바탕으로 3D 공간 내에 디스플레이 한다. 이때 유사도는 개체들 간의 거리정보로 표현되어 유사도가 큰 개체들은 가깝게, 유사도가 적은 개체들은 멀리 배치하도록 설계하였다. 현재 ‘DocuSynth’ version 0.1 은 파워포인트(.ppt) 문서들의 유사도를 비교하는 시스템으로 개발되었다.

아래 <그림 1>에서 보여지는 바와 같이 ‘DocuSynth’ 는 김정바탕에 구 형태로 문서들을 표현하였고, 전체 화면사이즈는 1280 \* 1024 pixel 이다. 사용자가 검색을 수행하면 해당하는 결과물들을 키워드와의 적합도, 문서들간의 유사도에 따라 거리를 조절하여 3 차원 형태로 디스플레이 한다. 즉, 키워드와 가까운 거리에 위치한 문서들은 키워드와의 적합도가 높다고 인지할 수 있으며, 문서들 간의 유사도 역시 거리정보로 반영하여 사용자가 직관적으로 연관성을 느낄 수 있도록 의도하였다. 그리고 각각의 문서들은 특징을

대표할 수 있는 키워드 속성 군을 가지고 있어서, 관련검색의 확장성과 유용성을 높일 수 있도록 시스템을 설계하였다.

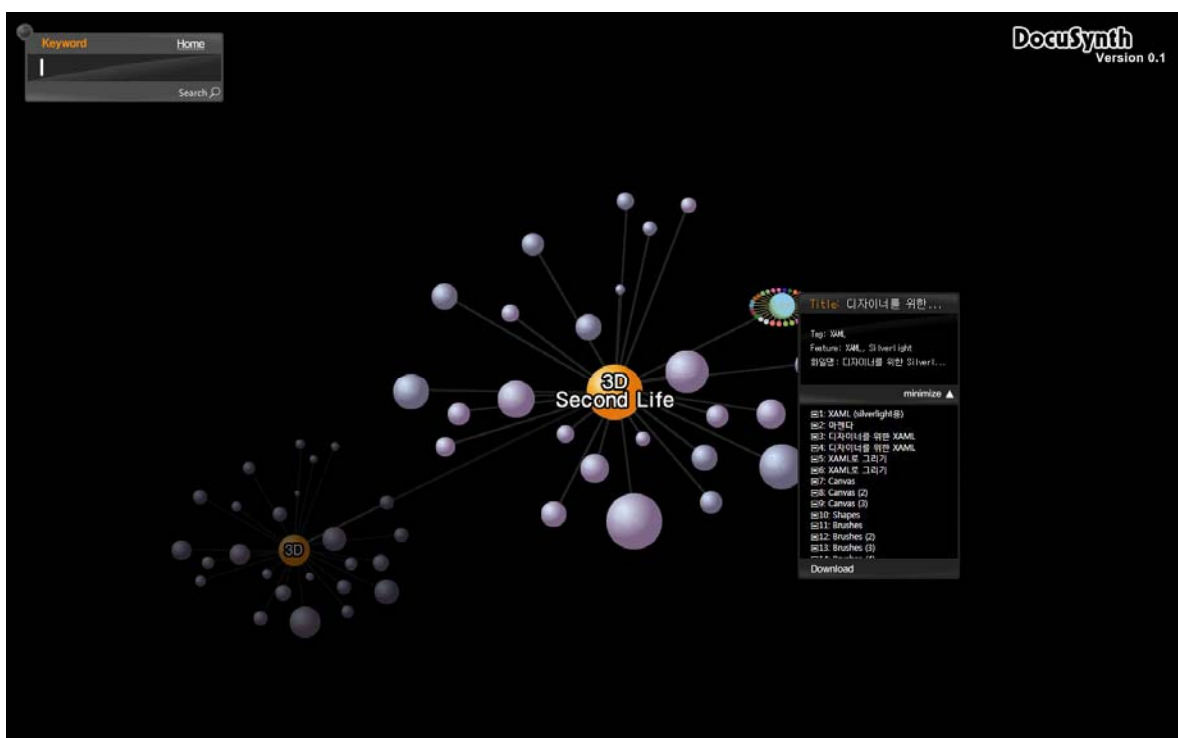
다량의 검색결과정보를 한 화면에 3 차원으로 디스플레이 하였고, 확대, 이동, 회전의 3 가지 네비게이션 방식을 이용하여 사용자가 원하는 정보를 원하는 view 로 볼 수 있도록 설계하였다.

## 3.2 사용성 평가를 통한 ‘DocuSynth’ 네비게이션 설계

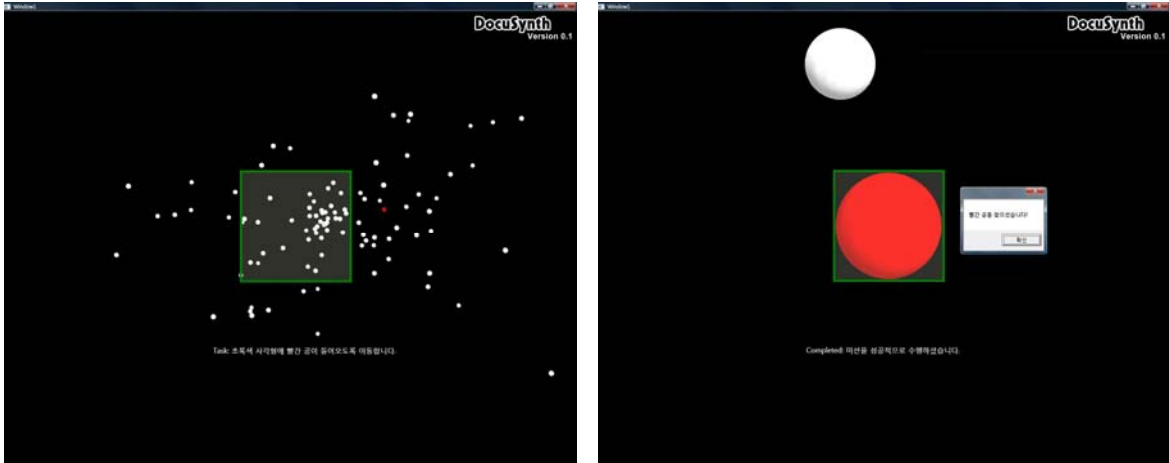
### 3.2.1 실험 개요 및 방법

본 ‘DocuSynth’ 시스템을 사용하는데 효과적인 3 차원 네비게이션 컨트롤러와 컨트롤 변수 설정을 위한 사용성 평가를 실시하였고, 그 결과를 시스템 인터페이스에 반영하였다.

먼저 실험 컨트롤러는 일반적으로 사용되는 것들로, 마우스로 네비게이션 할 경우와 가속도 센서를 활용한 Wii Remote 를 사용할 경우, 별도의 디바이스 없이 화면의 컨트롤 패널만으로 제어를 하는 경우의 3 가지로 나누어 실험을 진행하였다. 다음으로 사용자의 입력량과 화면 출력량의 비를 나타내는 D/C gain 에 변화를 주어 컨트롤 변수에 대한 실험을 진행하였다. 이때 3D 네비게이션 변수인 확대, 이동, 회전의 3 가지 D/C gain 을 3 단계로 설정하였다. 여기서 D/C gain 단계는 컨트롤러 움직임의 최소단위로 문서 구의 지름을 기준으로 3, 6, 9 배 단위로 움직이도록 설정하였다. 네비게이션 변수의 기본설정



〈그림 1〉 'DocuSynth' version 0.1



〈그림 2〉 실험 전, 후 화면

확대의 경우 보여지는 화면의 중심을 기준으로 확대/축소가 일어나도록 하였고, 회전은 전체 데이터 구의 중심점을 기준으로 회전하도록 설정하였다.

실험은 총 9 번의 시행(컨트롤러 3 가지 \* D/C gain 3 가지)에 대해 실시되었고, 피실험자는 모든 시행을 랜덤으로 수행하였다. 피실험자는 확대, 이동, 회전의 3 가지 네비게이션 방식을 이용하여 화면 중앙의 초록색 가이드 사각형(250 \* 250 pixel)의 위치와 크기에 맞춰 붉은 목표 구를 움직이고 크기를 조정하는 네비게이션 Task 를 수행하도록 하였고 실험화면은 위 〈그림 2〉와 같다. 실험은 조용한 방에서 개별적으로 실시하였으며, 각 피실험자에게 실험 안내를 한 후, 피실험자가 본 실험 전에 컨트롤러에 대한 적응을 위해 매 컨트롤러마다 약 15 분간 사용법을 연습하도록 하였다.

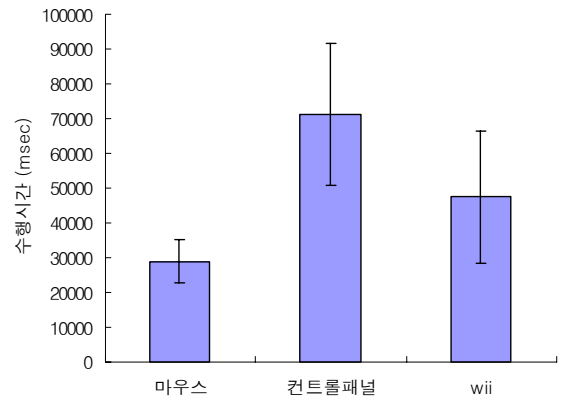
실험에서 사용된 하드웨어는 Intel(R) Core(TM)2 Duo 2.20GHz, 2.00GB RAM, Windows XP SP2 OS 의 노트북 PC 를 사용하였다. 실험에 사용된 화면은 WPF 를 사용하여 제작하였고, 제시되는 전체 화면의 크기는 33\*21cm 이고 화면에서 사용자까지의 거리는 60cm 로 고정하였다.

총 12 명의 피실험자를 대상으로 실험을 수행하였고, 모든 피실험자는 화면을 집중해서 보는데 시각 능력 장애가 없는 정상인이었으며, 과거 유사한 실험을 수행한 경험이 없었다. 피실험자 모두 교정시력 1.0 이상의 시력을 가졌으며 평균 나이는 31 세(28~35 세)였다.

매 시행마다 목표를 달성될 때까지의 수행시간을 사용성을 측정하는 주요 measure 로 정하였고, 피실험자가 선호한 주요 네비게이션 성향을 분석하였다.

### 3.2.2 실험 결과 및 시스템 적용

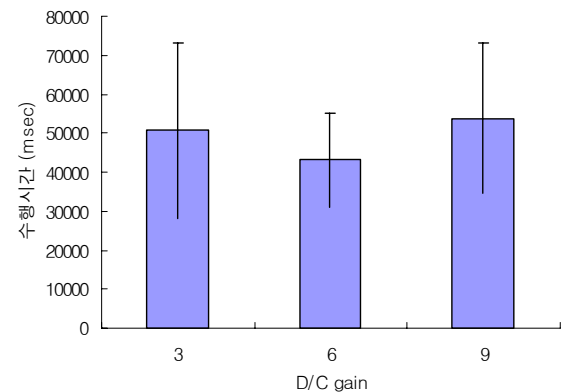
〈그림 3〉에서 보여지는 바와 같이 본 실험의 3 차원 네비게이션 task 에 가장 높은 사용성을 보인 컨트롤러는 수행시간이 가장 낮게 나타난 마우스로 나타났으며, 다른



컨트롤러에 비해 피실험자 간의 표준편차도 적은 것으로 나타났다.

〈그림 3〉 컨트롤러의 종류에 따른 수행시간

아래 〈그림 4〉에서와 같이 6 레벨의 D/C gain 에서 수행시간이 가장 작아서 네비게이션 사용성이 가장 높은 것으로 나타나 'DocuSynth' 를 컨트롤하기 위한 시스템



변수로 6 레벨을 적용하였다.

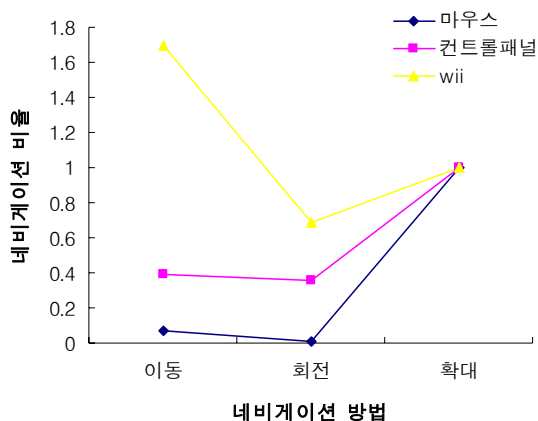
〈그림 4〉 D/C gain 에 따른 수행시간

3D 네비게이션의 사용성에 영향을 미치는 인자를 알아보기 위해 ANOVA 분석을 실시하였다. 그 결과, 아래 〈표 1〉과 같이 3D 네비게이션 작업수행시간은 피실험자에 따라 매우 다르게 나타났으며 ( $p < 0.001$ ), 컨트롤러의 종류가 중요한 영향을 미치는 변수로 나타났다. ( $p = 0.001$ ) 하지만 D/S gain 은 네비게이션 작업수행시간에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. ( $p = 0.315$ ) 그리고 각 변수들 간의 교호작용은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

〈표 1〉 ANOVA 분석 결과

Source	p-value
피실험자	0.001
컨트롤러	<0.001
D/C gain	0.315
피실험자*컨트롤러	0.241
피실험자*D/C gain	0.109
컨트롤러*D/C gain	0.798
피실험자*컨트롤러*D/C gain	0.892

피실험자들의 3D 네비게이션 성향을 알아보기 위해 이동/회전/확대 각각에 대한 사용횟수를 측정하였고, 그 결과가 아래 〈그림 5〉와 같다. Wii 와 다른 컨트롤러 간의 데이터 수집 방식의 차이를 극복하기 위해 아래 그림과 같이 확대 사용횟수 대비 다른 네비게이션 방법 사용횟수의 비율로 서로 간을 비교하였다. 전반적으로 제시된 task 가 원거리에서 목표 구까지 확대가 많이 필요했기 때문에 다른 네비게이션 방법에 비해 확대의 비중이 높게 나타났다. 피실험자들은 전반적으로 이동과 확대의 방법을 사용하고 회전은 비교적 적게 사용하는 것으로 나타났다. 마우스와 컨트롤 패널을 사용할 경우에는 비교적 유사한 네비게이션 성향을 보이고 있으며, 마우스를 사용하는 경우에는 피실험자들이 거의 회전을 사용하지 않고 소수의 이동(평균 25.64 회)과 회전(평균 3.92 회)만으로 목표에 도달한 것으로 나타났다. 반면



Wii 의 경우는 이동의 비율이 월등히 높은 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

‘DocuSynth’ 는 기존의 2D 텍스트 기반 검색환경의 한계를 넘어서 정보들 간의 유사도를 기반으로 좀더 다양한 검색결과를 제공하기 위해 개발되었다. 본 시스템은 검색키워드와 검색결과들 간의 적합도, 검색결과들 간의 연관성 정보를 3D 공간 상에 디스플레이 한다. 이때 연관성 정보들은 실 세계 상의 3 차원 메타포인 ‘거리’ 를 기반으로 변환되어 디스플레이 되고 사용자들로 하여금 별도의 학습 없이도 거리가 가까운 개체가 연관도가 높다고 직관적으로 인지할 수 있도록 설계하였다. 또한 3D 환경의 사용성을 높이기 위해 네비게이션 컨트롤러와 컨트롤 변수에 대한 사용성 평가를 실시하여 ‘DocuSynth’ 시스템 컨트롤 변수로 적용하였다.

본 연구 결과는 향후 대두될 3D Web 검색엔진 구현을 위한 참고자료로 활용될 수 있다. 첫째, 기존의 사용자 입력 방식이 아닌 정보들의 유사도 계산 방식을 통한 자동 태깅의 가능성을 보여준다. 둘째, 기존의 연구가 단순한 크기, 굵기 등의 강도표현의 1 차원적인 시각화에 머무르고 있는데 반해, ‘연관성’ 정보를 ‘거리’ 라는 실 세계 메타포로 변환하여 복합차원(키워드와 결과, 결과와 결과)을 한 화면에서 동일 메타포로 일관성 있게 표현함으로써, 다양한 정보를 간단한 인터페이스로 충분히 표현 가능함을 보이고 있다. 셋째, 본 실험에서 제시된 효율적인 컨트롤러와 D/C gain 을 다른 3D 환경 네비게이션 제작시의 가이드라인으로 사용할 수 있다.

‘DocuSynth’ 같이 데이터 간의 연관도에 따라 콘텐츠를 추천하는 서비스는 상황인식(Context Awareness), SNS(Social Network System), 파일관리시스템, 콘텐츠 추천 시스템 등 여러 분야에 그 활용도가 높을 것으로 예상된다. 특히, 많은 전문가들이 현존하는 웹이 3D Web 환경으로 진화할 것으로 예상하고 있으므로, 이를 구현하기 위한 알고리즘, 인터페이스 가이드라인 등 지속적인 관련 연구와 기술력 확보가 필요하다.

#### 참고문헌

[1] Pail, W. & Lee, J. “Extracting Legal Propositions from Appellate Decisions with Text Discourse Analysis Methods.” , Lecture Notes in Computer Science(LNCS), Vol. 3292, Springer-Verlag: 621-633, 2004.

[2] 이지연, "정보추출결과의 시각화 표현방법에 관한 이용성평가 연구", 한국문헌정보학회지, 제 39 권, 제 2 호, pp. 287~304, 2005.

[3] M. J. A. Berry & G. S. Linoff, “Data Mining Techniques for Marketing, Sales, and Customer Support” , John Wiley & Sons, 1997.

[4] E. Gose, R. Johnsonburg, & S. Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis", Prentice Hall, 1996.

[5] W. B. Frakes & R. B. Yates, "Information Retrieval: Data Structure and Algorithms", Prantice Hall, 1992.

[6] 지태창, 이현진 & 이일병, "군집 중심 기반 문헌 검색 결과의 시각화", 한국컨텐츠학회논문지, Vol.7, No.5, 2007.

[7] 김성희 & 김문정, "웹 검색 결과 시각화 기법의 사용성 평가에 관한 연구", 한국문헌정보학회지, 제 41 권, 제 3 호, 2007.