



# 대규모 3차원 가상공간에서 효과적인 탐색항해 기법

김학근\*, 임순범\*\*, 최윤철\*\*\*

● 목 차 ●

1. 서 론
2. 탐색항해의 기본 개념
3. 탐색항해 기법 비교 분석
4. 결 론

## 1. 서 론

컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어 기술을 통해서 사람들은 물리적으로 존재하지도 않고 상상의 세계와도 구별되는 디지털월드를 탄생시켰다. 초기의 디지털월드에서는 컴퓨터에 저장된 파일을 불러오거나, 적당한 위치에 저장하는 일을 문자형태의 명령으로 처리했다. 컴퓨터 환경이 발전함에 따라서 파일의 수가 증가하고, 그래픽 기술이 발전되면서 디지털월드 안에 존재하는 데이터들 간의 관계를 2차원 평면에 그림으로 표현하게 되었다. 그러나 폭발적으로 증가하는 정보량, 그리고 복잡하게 연결된 통신망으로 인해 문자형식 또는 2차원 평면으로 데이터간의 관계 또는 특성들을 표시하는 것은 표시 및 처리 능력 등에 여러 가지 문제가 대두하고 있다. 최근에는 3차원 가상공간 개념을 도입하여 대규모의 복잡한 환경을 계층적으로 조직화시킴으로써 간략한 환경으로 표현해주는 기술이 연구되고 있으며, 이러한 환경은 실세계의 외형과 속성에 가깝게 모방함으로써 사용자가 원하는 정보를 직

관적으로 찾아갈 수 있도록 설계된다.

3차원 가상공간개념은 위에서 언급한 디지털월드 관리 뿐만이 아니라 다양한 분야에서 응용되고 있다. 현실세계의 외형과 속성을 사실에 가깝게 그려낸 3차원 가상공간은 음성신호 처리기술, 다중사용자 환경, 그리고 실시간 운영기술 등과의 조합으로 더욱 사실감이 증가된 환경을 조성한다. 가상공간의 증강된 사실감은 그 동안 많은 분야에서 꿈으로만 그려왔던 것들을 현실에서 적용할 수 있도록 했다. 특히 교육, 군사시뮬레이션, 의료영상 그리고 오락 프로그램에서 그 성과가 두드러지게 나타나고 있다.

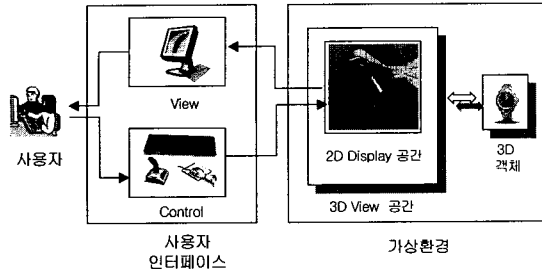
이러한 3차원 가상공간에서 사용자가 환경과 직접 상호작용할 수 있는 기술에 대한 연구가 최근 활발히 진행되고 있다. 사용자와 객체 그리고 객체와 객체간의 상호작용은 사용자에게 자신이 직접 그 환경에 진입해있는 감각을 가져다주며, 이로 인해 적극적으로 가상공간에 참여하게 한다. 아래(그림 1)은 데스크탑 환경에서 사용자와 가상공간의 상호작용 흐름을 간략하게 도표로 나타낸 것이다. 사용자는 자신과 가상공간의 중간에 위치한 2D 입출력장치로 구성된 사용자 인터페이스를 통해서 3차원 가상공간 안에서 활동하며 객체들을 조작할

\* 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정

\*\* 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수

\*\*\* 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

수 있다.



(그림 1) 사용자 인터페이스

Bowman 등에 따르면 “사용자와 가상공간과의 상호작용이 효과적으로 수행되기 위해서 세 가지 기본기능, 즉, 객체조작(Object Manipulation), 탐색항해(Navigation), 시스템통제(System Control)가 적절히 사용 되어야한다”고 한다[1]. 객체조작은 물체를 선택하고, 위치를 변경시키고, 돌려보는 기능들로 구성된다. 탐색항해기술은 가상공간의 이곳저곳을 사용자 임의대로 살펴볼 수 있도록 화면을 이동시켜준다. 시스템 통제는 시스템 상태를 변경하여 사용자와 가상공간이 상호작용하는 방법 등을 변경하는 기능으로 사용된다. 위의 세 가지 기본 기능 중 본 논문에서는 탐색항해에 대한 기본개념과 몇 가지 성공적인 적용사례를 살펴본다.

본 논문의 구성은 2장에서 탐색항해에 대한 개념에 대하여 상세하게 알아보고, 3장에서 최근에 연구되고 있는 탐색항해 기법들을 소개하고 각각의 장단점을 비교한다. 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

## 2. 탐색항해(Navigation)의 기본 개념

컴퓨터 관련 용어로서 탐색항해라는 단어의 정의는 하이퍼미디어 환경과 공간적인 환경 모두에 적용된다. 문서형태의 하이퍼미디어는 주로 웹문서 환경에서 다루어지며, 공간적인 환경은 주로 가상 현실 공간에서 다루어진다. 두 가지 환경 모두 그

공간이 확대되고 복잡해짐에 따라 사용자가 목표하는 정보 또는 객체에 적절한 수단을 통해 도달하도록 하는 탐색항해기법에 대한 관심이 높아지고 있다.

ACM CHI '97 학술대회에서 컴퓨터분야 뿐만 아니라 심리학, 인지과학 등 다방면의 전문가들이 디지털월드에서의 탐색항해라는 주제로 특별한 모임을 가졌다. 이 자리에서 각 분야별 전문가들은 탐색항해라는 용어를 다음과 같이 정의했다[2].

- 탐색항해는 새로운 것을 발견하는 기쁨을 발견하면서 목적지까지 확신을 갖고 성공적으로 찾아가는 것이다[Mark Apperley].
- 탐색항해는 공간적 지식, 공간에서의 이동전략, 그리고 공간에 대한 메타지식을 넓혀 가는 인지적 과정이다[Laura Leventhal].
- 항해는 어디로 가야할지를 아는 길찾기 지식과 목표까지의 이동방법을 동시에 이루는 것을 말한다[Rudy Darken].

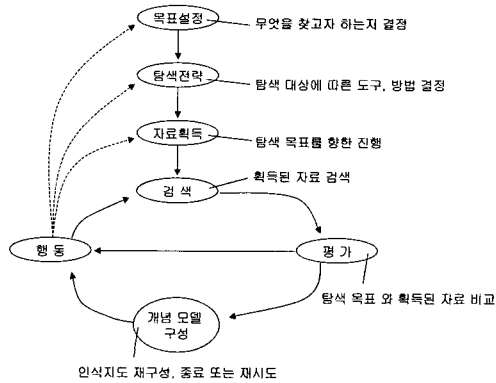
이 절에서는 기본구조 소개를 통하여 탐색항해의 일반적인 진행과정을 설명하고, 탐색항해의 중요한 부분인 인식지도, 길찾기 및 이동기술에 대하여 자세하게 알아본다.

### 2.1 탐색항해의 기본 구조 (Framework)

디지털월드에서의 탐색항해는 사용자가 머릿속에 축적된 환경에 대한 정보, 즉 인식지도(Cognitive Map)를 바탕으로 길을 찾기 위한 구체적인 계획을 수립하고, 적절한 이동수단을 사용하여 목표하는 지점 또는 대상을 찾아간다.

Darken을 비롯한 CHI '97에 참여했던 여러 명의 탐색항해 연구자들은 공동작업을 통해 탐색항해의 일반적인 구조를 (그림 2)와 같이 설명하고 있다[2].

탐색항해의 임무는 사용자가 찾고자하는 목표를 결정하는 것으로 시작한다. 그 목표는 특정한 하나의 항목 또는 다수의 항목일 수도 있고, 또는 컨텐



(그림 2) 항해기술 기본 구조

츠에 관한 정보일 수도 있다. 다음으로는 목표까지 도달할 탐색항해 전략 또는 계획을 결정한다. 탐색항해를 위해 검색엔진을 사용할 지, 이정표를 사용할 지, 또는 탐색항해 임무 실행을 안내할 정보가 필요할 지 등이 결정된다. 이러한 정보는 지도, 방향성 문의, 또는 외부 참조자료로부터 얻을 수 있다. 다음 절차에서는 탐색항해를 위한 실제적인 행동이 시작된다. 효과적으로 목표를 탐색항해하기 위해 의미있는 정보를 획득해가는 단계이다. 다음으로 항해자는 선택된 객체가 원하는 목표인지를 세밀하게 검색한다. 그리고 사용자가 원했던 목표인지를 평가하기 위해 탐색항해 목표와 획득 자료를 비교한다. 이러한 일련의 과정은 탐색항해 환경에 대한 사용자의 인식지도를 재구성하는데 사용된다. 만일 계속해서 탐색항해가 필요한 경우 사용자의 인식지도와 평가결과를 비교하여 탐색항해를 위한 적절한 행동방법을 결정한다.

## 2.2 인식 지도 (Cognitive Maps)

인식 지도는 사람들이 환경에 대한 정보를 기억 하는데, 또는 탐색항해를 하는데 필수적으로 사용된다. Downs의 정의에 따르면 “인식지도는 일상적인 환경에서 관심이 있는 장소나 속성에 대하여 사람들이 경험을 통해 정보를 획득하고, 연상력을 이용해서 저장하고, 이를 다시 회상하는 동안에 마음

속에 일어나는 변화 과정을 말한다.”[3] 다른 측면에서 본다면, 인식지도는 지도에서의 기능적 표시 방법과 비슷한 점을 찾을 수 있다. 인식지도는 연상력을 이용해 저장하고 이를 다시 회상하기 위하여 다양한 기호(Signature)를 사용할 것이다. 이러한 기호는 지형지도, 언어적 체크처, 또는 시각적 이미지와 유사하다. 실세계에서 사람들을 둘러싸고 있는 환경은 넓고, 복잡하고, 유동적이기 때문에 이들에 대한 정보처리능력은 제한적이다. Downs는 환경 현상에 대하여 기본적으로 두 가지 타입의 정보만을 포함하는 인식지도를 제안했다.

- 장소 정보: 외면적 형태의 공간 정보를 구성한다. 거리와 방향을 주요한 요소로 포함한다.
- 속성 정보: 자연현상을 설명 또는 평가하는 형식으로 표현한다.

인식지도에 대한 Downs의 아이디어는 복잡하고 유동적인 디지털 월드에서 사용자가 인식지도를 구성하고 정보를 사용하는데 어려움이 있다는 것과, 효과적인 탐색항해를 위해서는 인식지도와 정보들이 의미적으로 연결되어야 한다는 것이다.

Thorndyke는 지도상에서 그리고 실제로 탐색항해를 하는 실험적 연구를 통해서 기본적인 외면적 형태를 인식하는 이정표(Landmark) 지식과 절차를 설명하는 루트(Route) 지식, 그리고 환경에 대한 지형적 속성을 나타내는 서베이(Survey) 지식의 차이점들을 보여 주었다[4,5]. Thorndyke의 연구는 디지털월드에서의 탐색항해와 밀접한 관련이 있다. 첫째로, 탐색항해임무와 환경은 사용자가 요구할 공간지식 형태를 결정한다. 시스템은 사용자가 공간지식에 대한 적절한 도움을 받을 수 있도록 개념적 힌트, 환경적 구조, 툴, 그리고 사회적 리소스를 제공해야한다. 둘째로, 이러한 임무와 환경은 서베이 지식을 필요로 하기 때문에 사용자의 경험에 의하거나 또는 외부참조 지도로부터 그것을 얻을 수 있다. 특히 익숙하지 않은 사용자를 위해서는 외부참

조 지도가 필요하다. 세 번째로는, 외부참조가 지도 형태로 구성되어 있다면, 마음속에서 진행되는 일을 표시해주는 인식지도의 역할을 해준다.

이 밖에도 인식지도의 활용방법에 대해서 많은 연구결과가 발표되고 있다. Coupe와 Chase의 연구에서는 외부참조 지도가 도움기능으로서 사용자 오류를 보상해 줄 뿐 아니라 마음속에서 진행되는 활동을 표현하는데 유용하게 사용된다는 것을 알 수 있다[6,7].

Canter는 인식지도를 “명시적이고 공간적으로 분산된 어떤 현상과 속성을 효과적으로 기록하는 방법이다.”라고 정의 했다. 또한 공간적 정보를 외부 참조 지도에 표시하기 위해서는 네 가지 절차, 즉 방향(Orientation), 모형화(Miniaturization), 투영(Projection) 그리고 심볼화(Symbolization)가 필요함을 주장했다[8].

### 2.3 이동(Travel)

이동은 계획, 의사결정 또는 인지적인 측면 등을 고려하지 않고 단지 가상공간의 일정 위치로부터 또 다른 위치로의 실제적인 위치변동만을 의미한다. 그러나 가상공간에서 효과적인 탐색항해를 위해서는 길찾기 역할이 더해져야 한다. Kessler 등은 이동기법을 다음 네 가지 메타포로 분류했다[9]. 적절한 메타포 선택과 동시에 속도조절, 자유도 억제, 유도 방법 등은 이동과 관련된 탐색항법도구 설계에 필요하다.

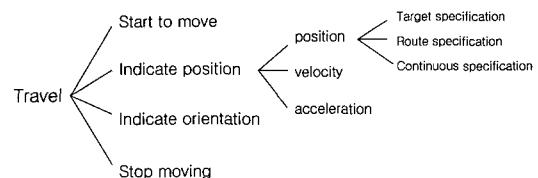
- 운전(Steering) 기법: 목적지 도달까지 방향통제 수단을 통해 계속적으로 목표 방향으로 진행경로 유지
- 목표 기반(Target-based) 기법: 선택목록에서 목적지를 선택하거나 좌표를 입력하여 불연속적인 방법으로 목적지에 도달
- 경로 계획(Route Planning) 기법: 가상세계 안에서 위치표시기를 통해서 경로를 그려주고 선정된 경로를 따라 목적지에 도달

- 시점 조작(Viewpoint Manipulation)기법: 카메라를 손에 들고 고정된 객체를 관찰하듯이 진행방향 및 경로를 지정



(그림 3) 운전 메타포(좌), 경로계획 메타포(우)

Bowman 등은 이동기술을(그림 4)와 같이 이동의 시작과 종료, 그리고 이동의 중간과정에서 사용자의 위치와 방향으로 분류했다[10]. 특히 사용자의 위치를 지정해주는 방법을 시간개념을 적용하여 세분화했다.



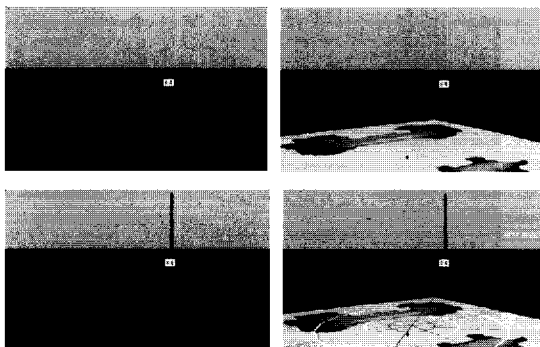
(그림 4) 이동기술 분류

### 2.4 길찾기(Wayfinding)

길찾기는 “편리한 방법으로 원하는 지역을 찾아가고 도착해서는 목적지를 쉽게 인지할 수 있는 능력”[11]으로 정의할 수 있다. 최근 실세계에서의 길찾기 원리를 가상세계에 적용하는 방법에 대한 연구가 이루어지고 있다.

Darken 등은 가상세계에서 방향상실에 빠지지 않고 의미 있는 탐색항해를 유지하기 위해 사용자가 현재 위치와 진행방향을 포함한 공간정보를 유지하는 기술에 대한 연구를 하고 있다[12]. 본 연구에서는 그리드라인과 지도, 두 가지 탐색항해 도구를 소개하고, 아래 (그림 5)와 같이 네 가지 환경으

로 탐색항해 조건을 조성하여 각각의 경우에서 탐색항해 특성들을 도출해 냈다. 참조점이 없는 환경에서 사용자들은 방향과 진행거리 만으로 항해하는 데드레커닝(Dead Reckoning) 방법으로 탐색항해를 하였다. 그리드라인 참조에서는 그리드라인을 탐색항해 경로로 사용하였고, 그리드 격자 내부에서의 탐색항해는 데드레커닝으로 보완했다. 지도 참조에서는 탐색절차가 급격히 감소했으며, 지도와 그리드를 동시에 참조했을 경우 위에서 언급한 장점들을 상황에 맞게 임기응변적으로 적용함을 볼 수 있었다.



(그림 5) 참조점 없음(좌상), 지도(우상), 그리드(좌하), 지도와 그리드(우하)

길찾기를 통해서 사용자는 해당하는 공간인식도를 형성하고, 효과적인 탐색항해를 위해 참조한다. 인식지도는 서베이 지식, 절차적(Procedural) 지식 그리고 이정표 지식으로 구성된다. 서베이 지식은 지역 형태와 크기, 위치와 방향등의 정보를 포함한 지도형태의 조망도(Bird's Eye View)를 제공한다. 절차적 지식은 목표점까지의 도달경로 상에서 앞으로의 진행절차를 연상시켜줌으로써 선택을 위한 전환점 역할을 한다. 이정표 지식은 3차원의 외형, 크기, 그리고 질감을 포함한 이정표의 시각적인 특징을 의미한다. 어떠한 구조물이 이정표로 선택되기 위해서는 쉽게 기억나고 주변으로부터 쉽게 구별이 되는 외형을 지니고 있어야 한다.

길찾기 임무는 탐색하려는 목표지점별 특징에 따라 다음 세 가지 역할로 구분할 수 있다.

- 무경로 탐색(Naive Search): 사용자가 목표지점까지의 경로 정보 없이 탐색
- 경로확보 탐색(Primed Search): 사용자가 목표지점까지의 경로를 확보한 상태에서 탐색
- 무목표 탐색(Exploration): 사용자가 특정한 목표 없이 유연히 정보를 획득하는 형태의 탐색

길찾기 임무는 각각 그 역할이 구별되지만 실제로 가상세계 안에서 목표를 찾아갈 때에는 대부분의 경우 임무가 바뀌면서 목표에 도달하게 된다.

### 3. 탐색항해 기법 비교 분석

#### 3.1 월드렛 (Worldlets)

Elvins는 가상공간에서 여행자의 효과적인 항해를 돕는 길찾기 도구를 제안했다. 저자는 이 도구를 월드렛(Worldlets)으로 명칭했으며, 이정표(Landmark)들의 메뉴로 구성되었다[13]. 이정표는 외형적으로 독특한 특징을 가지고 있고 충분한 가시거리를 확보하고 있어서 가상세계 안의 일정지역을 대표할 수 있는 참고가 용이한 지형지물을 말한다. 광고간판, 기념탑, 분수대와 같은 조형물이 쉽게 들 수 있는 예라 하겠다. 월드렛은 3차원 썸네일(thumbnail) 형태의 이정표를 포함한 작은 사진이다. 목표지점을 방문하지 않았던 사용자도 목표지역을 친숙하게 익히고, 미리 진행경로를 설계하는데 월드렛을 사용한다.

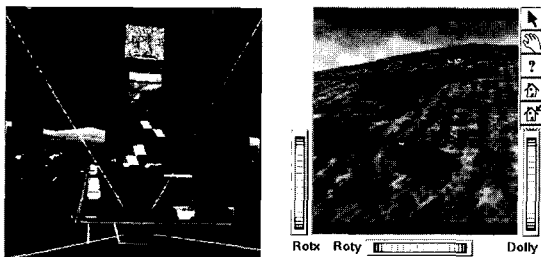
월드렛에서는 이정표의 가독성(Legibility)이 길찾기의 성패를 결정할 수 있는 중요한 요소임을 인식했다. 즉 이정표가 외형적 특징으로부터 이정표 자체의 특징 즉 3차원적인 모양, 크기, 그리고 질감을 표시할 뿐 아니라, 서베이 지식 및 절차적 지식을 표현하는데 활용됨으로서 효과적인 항해를 위한 길찾기 기법 전체에 영향이 있음을 주장했다.

또한 이정표의 가독성 즉, 길찾기에 적용되기 쉬운 정도를 측정하기 위한 몇 가지 기준을 제시되었다.

- 연상력(Imagability): 독특한 외형으로 이정표 자체가 쉽게 기억나는 정도를 의미한다. 이정표의 외형은 주로 3차원적인 모양, 크기, 그리고 질감으로 사용자의 이정표 지식에 기록된다.
- 이정표 컨텍스트(Landmark Context): 이정표는 주변지역의 일부로서 그 지역을 대표하는 상징적 구조체이다. 컨텍스트는 상징적 구조체로부터 주변지역 환경을 유추해서 연상할 수 있는 힌트를 제공한다.
- 여행자 컨텍스트(Traveler Context): 여행자와 랜드마크와의 관계로서, 여행자가 첫 번째로 해당 환경에 입장해서 접하게되는 장면을 의미한다.
- 다중 관찰지점 (Multiple Vantage Points): 하나의 이정표가 다양한 관찰지점을 제공함으로써 주변환경에 대해 보다 완전한 이해를 제공함을 의미한다.

가독성을 평가하기 위한 실험에서 월드렛을 받은 실험자는 텍스트나 정지화면을 받은 실험자보다 가이드북을 오랫동안 참조했지만, 가상세계 안에서는 월등히 빠르게 이정표를 식별하고 있음을 보여 주었다.

저자는 월드렛이 가상공간 전체구성을 이해하는데 유용하게 활용될 수 있으며, 또한 이미 구축된

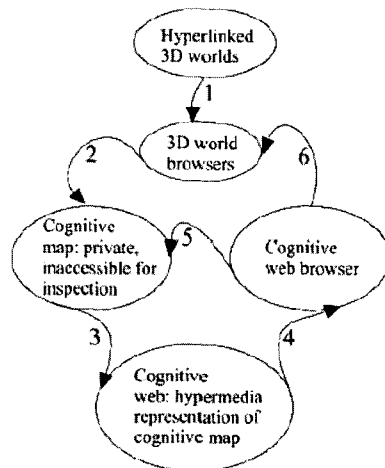


(그림 6) 월드렛(좌) 과 월드 브라우저(우)

가상공간에서 월드렛은 목표지역을 연결시켜주는 링크역할을 해서 목표지역까지의 먼 거리를 신속하게 이동하는 수단으로도 활용될 수 있음을 보여 주었다.

### 3.2 대화식 공간 인식지도(Interactive Spatial Cognitive Map)

Ramloll 등은 상호작용이 가능한 공간인식지도를 대규모의 가상환경(Large-scale Virtual Environment)에서 탐색향해 질의 또는 명령을 정의하는 문제에 대한 해결방법으로 제시하고 있다[14]. 대규모의 가상환경이란 가상도시 또는 정보밀집 지형처럼 사용자가 한눈에 가상환경의 전부를 파악할 수 없는 환경을 말한다. 공간인식지도는 가상공간에 대한 공간적 지식이며, 사용자가 가상공간을 여행하는 동안에 체험적으로 얻어지고, 이는 길을 찾거나 객체들 간의 연관성을 부여하는데 활용된다.



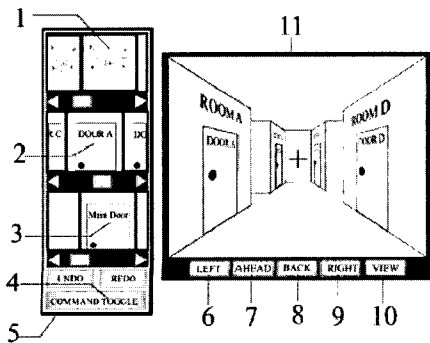
(그림 7) 인식지도 활용 절차

공간정보를 수리적으로 표현되는 좌표체계로 모델링하는 대신에, 여행자의 기억을 통해 경험한 지역을 모델링 하는 방법이 제안되었다. 공간구조도(Space Structure Diagrams)는 여행한 지역의 특징적인 장면을 상호 연관성 있도록 연결한 그림으로서

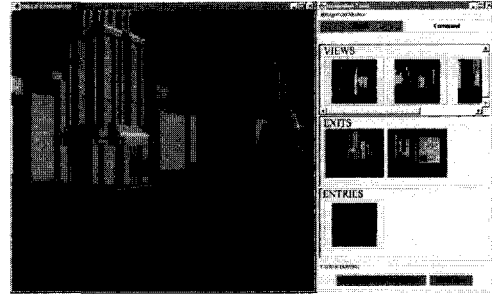
항해를 위한 지도로 활용한다. 공간구조도는 3가지 특성자료로 구성되는데 가상환경 내부의 지역을 대표하는 공간노드(Space Node), 공간노드간의 이동경계(Transit Boundary) 그리고 공간노드 안에 있는 특징적인 사진들의 조합으로 이루어진 내용사진(Entities)등이다. 아래 (그림 8, 9)는 간단한 건물의 평면도와 그것을 공간구조도로 표현한 예를 보여준다.

(그림 8) 건물 평면도 (그림 9) 공간구조도

공간구조도로 정형화된 여행자 공간인식지도는 3차원 공간을 탐색항해하는 도구로 사용된다. 아래 (그림 10)은 인식 웹브라우저이다. 최상단은 내용 사진으로서 공간노드 내부의 특징적인 사진들을 모아놓았다. 중간과 하단은 이동경계로서 공간노드로 들어가고 나가는 출입문 역할을 하는 장면으로 구성된다. (그림 11)은 VRML 브라우저로서 가상환경을 이동하며 탐색할 수 있다. 사용자는 인지웹 브라우저를 검색하여 선택한 장면을 가상세계의 최초 화면으로 탐색을 시작한다. 사용자는 VRML 브라우저를 통해 탐색을 하는 동안에 또 다른 특징



(그림 10) 인식 웹브라우저



(그림 11) VRML 브라우저

적인 화면을 캡처하여 인식 웹 브라우저를 보완할 수 있다.

인식웹브라우저의 상호작용 유용성을 평가한 실험에서 참가자들은 넓은 가상환경에서 빠르고 쉽게 자신의 위치를 파악할 수 있었다. 또한 참가자들은 지나왔던 장소를 기억할 수 있어서 차후의 탐색항해에 충분한 참고가 되었다는 반응을 보였다.

### 3.3 메타포 인지 탐색항해 (Metaphor Aware 3D Navigation)

Santos 등은 유동적인 대용량의 데이터를 온라인 상에서 관리하기 위한 사이버넷(CyberNet) 이라는 프로젝트를 수행했다[15]. 실제 프로젝트 수행 범위는 대량의 실시간 유동적 자료를 3차원 가상세계로 구축하고 이를 어떻게 시각화하여 관리 할 것인가 하는 종합적인 임무였다.

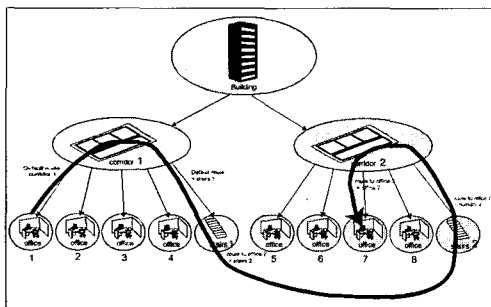
저자들이 대용량의 유동적 자료를 표현하는 방법으로 3차원 가상공간을 선택하게 된 이유는 표현할 수 있는 영역이 넓다는 장점 뿐 아니라, 평면적으로 정보를 나열했을 때 보다 높은 인식 능력을 활용하기 위해서이다. 사이버넷은 대부분 실세계에 존재하는 건물, 도시, 태양계 등을 메타포로 삼았다. 이들은 사용자에게 이미 익숙해진 현상 또는 개념을 이용하여 정보전달과 이해가 쉽게 이루어 지도록 하는 데 사용되었다.

가상공간 여행자는 자신이 존재하는 환경에 대한 공간지식과, 자신의 위치를 명확하게 인식하고

있어야 효과적인 방법으로 향해할 수 있다. 기존의 향해 방법은 일반적 이동(Walk), 목표선택 이동(Jump To), 좌표이용 이동(Coordinate Movement) 그리고 경로선정 이동(Trajectory Movement) 등으로 분류할 수 있다. 사이버넛에서는 여기에 추가하여 각각의 탐색향해 특징을 내포하고 있는 메타포를 이용한 자동경로 선정방법을 제안하고 있다.

각각의 메타포 컴포넌트는 인터넷 프로포콜에서 처럼 라우팅 테이블을 가지고 있어서 인터넷에서 패킷을 목표지점으로 보내듯이 여행자의 시야를 이동시켜준다. (그림 12)는 여행자가 각각의 메타포 컴포넌트(건물, 사무실, 복도, 계단)에 내장된 라우팅 테이블을 통해 목적지까지 이동하는 경로를 보여준다. 또한 경로 상에서 여행자 시야를 상세하게 기술하면 방향전환, 상승, 강하 등의 세부적인 묘사도 가능하다.

(그림 12)처럼 이동경로를 묘사해주는 이동방법을 통해 사용자는 출발지점과 도착지점간의 지리적 상관관계를 이해할 수 있으며, 이동경로 간에 파악되는 주변시야를 통해서는 가상공간 전반에 대한 구조를 파악할 수 있다.



(그림 12) 이동경로 항법모드

(그림 13)은 사이버넛 프로젝트를 통해 완성된 어플리케이션을 보여준다. 사용자는 화면 좌측에 위치한 2차원 상호작용 인터페이스 메뉴를 통해 이동목적지를 선정한다. 시스템은 사용자의 현재 지점으로부터 선택된 목적지까지 이상적인 이동경로

를 계획하고 사용자를 목적지점까지 이동시킨다.



(그림 13) 사이버넛 프로젝트

사이버넛에서는 실세계에서 적용되는 규칙과 현상들을 이미지화한 메타포를 사용한 향해기법이 시도되었다. 일반 사용자들에게 친숙하고 정형화된 메타포는 의미 정보를 전달하는 측이나 이해하고 적용하는 측 모두에게 아주 효과적이었음을 보여주었다. 또한 임무지향적(Task Dependent) 탐색향해 기법을 적용하여 시스템이 자동으로 수행할 임무를 지정해주는 기능을 소개하고 있다. 사용자가 목표를 지정해주고 여유 있게 향해과정을 관찰함으로써 가상공간 안에서 자신의 공간적 위치를 파악하고, 전체적인 가상공간 구조를 이해할 수 있도록 돕고 있다.

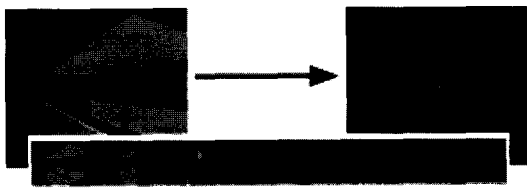
### 3.4 질의기반 탐색향해 (Navigation by Query)

Ballegooij 등은 온라인 VRML을 이용한 3차원 가상공간에서 정보를 탐색, 인덱싱 또는 질의하는 것이 가능한 가상환경구축 프로젝트를 진행하였다 [16]. 온라인에서 통용되는 자료가 점차로 많아지고, 복잡한 상관관계를 갖게 되므로 사용자는 자료공간 안에서 방향상실에 빠지기 쉬운 상태가 증가하고 있다. 이러한 문제해결을 위해서 “질의기반 탐색향해(Navigation by Query) 기법”을 제안했다

제안된 기법을 실험하기 위한 프로토타입은 VRML 브라우저에 일반적인 이동기법이 제공되고,



추가해서 데이터베이스와 연동되어 질의에 의해 검색되어진 자료의 위치로 화면을 이동시켜주는 기법이 제공된다. (그림 14)는 출발 지점부터 목표 지점까지의 중간 단계의 그림을 제공하므로 사용자의 방향상실 기회를 대폭 줄인 예를 보여준다.



(그림 14) 이동경로 흐름도

### 3.5 탐색항해 기법 비교

이 절에서는 제안된 방법들에 대해 적용한 아이디어를 정리해보고, 적용해본 결과 주요 성취사항과 미해결 사항들, 그리고 그에 대한 개선방향들을 비교 검토해 보았다.

제안된 아이디어들을 종합해 보면, 3차원 환경에서는 이정표 가독성을 높이기 위해 다양한 관측지점이 필요하다[월]<sup>1)</sup>. 이러한 이정표는 사람이 머릿속에서 공간구조를 이해하고 항해계획을 세우는 행동양식을 모델링하는데 활용될 수 있다[공]. 또한 출발 지점부터 도착 지점까지의 이동경로를 보여 주는 것은 사용자의 공간인식에 크게 도움이 될 것이다[메][질].

주요 성취 사항 중 방향상실 방지 기술로서 [월], [공]에서 본바와 같이 정보 전달량이 많은 각도에서 관측한 이정표는 환경에 숙달되지 않은 사용자라도 쉽게 기억하고 항해도구로 사용할 수 있었다. [메]에서는 자동경로 이동 기능을 통해서, [질]에서는 두 지점간 이동경로를 단계별 화면으로 제공하

여 사용자가 전체적인 가상환경을 이해하는데 도움을 주었다.

환경에 숙달된 사용자에게 유용한 항해기법으로, [월][공]에서는 가이드맵에 있는 목적지 중 선택된 지점으로 직접이동 기능이 제공된다. 이는 사용자에게 의미 있고 신속한 이동방법을 제공하고 있다. 공동작업을 위해 제공되는 기능으로, [월][공]에서는 사용자가 가상환경을 향해 하다가 특징적인 장면을 저장할 수 있다. 이는 다음 번 항해를 위해 또는 다른 사용자들과 경험을 공유하는 목적으로 사용할 수 있다.

항해 브라우저를 디자인할 때 참고할 만한 사항으로 몇 가지 유용한 팁들이 제공되었다. 먼저 이동 목적에 따라서

- 빠른 이동: 직접이동 (메뉴에서 목적지 선택),
- 빠른 이동 + 공간인식: 구역간 이동 (구간이동 선택), 비행 모드(Fly Mode)
- 공간인식 + 상세검색: 공간 내 이동(공간이동 선택), 보행 모드(Working Mode)를 선택 할 수 있다.

이동목적지를 선정하는 방법으로는 목적지 이름, 월드구조 계층상의 위치, 그리고 항해기록 상의 전후관계로 이동명령을 구성할 수 있다[메].

끝으로 3차원 가상환경은 실세계를 모델링할 뿐 아니라 다양한 목적을 위해서 사용될 수 있다. [질]은 여러 가지 형태의 정보자료를 전시, 저장, 질의 탐색에 이르기까지 유용한 정보관리 도구로 활용한 예를 보여주고 있다. 또한 [메]는 네트워크 모니터링 및 관리를 위한 어플리케이션 구축에 활용된 예를 보여준다.

미 해결된 사항들과 문제점을 정리해 보면, [월]의 경우처럼 목적지로 직접 이동한 경우에는 사용자가 방향을 상실할 기회가 높다. 이를 보완하기 위한 방법으로 [메][질]의 경우에는 중간 이동과정에 대한 화면을 제공해 주고 있다. 그러나 현재까지는 단수 목적지에 대해서만 그 기능이 제한적

1) [월]: 월드렛 (Worldlets),  
 [공]: 공간 인식지도 (Interactive Spatial Cognitive Map),  
 [메]: 메타포 인지 탐색항해 (Metaphor Aware 3D Navigation)  
 [질]: 질의기반 탐색항해 (Navigation by Query)

으로 제공되고 있다.

또한 [월]의 경우처럼 월드렛을 나열해 놓은 가이드북만으로는 가상환경구조를 이해하기에는 부족한 면이 있다. [공]은 환경을 특징별 구역으로 구분하고, 구역단위의 이동을 통해서 가상환경구조 이해를 돕고 있다. 그러나 체인형태의 구역단위 연결은 가상환경의 3차원적 구조를 표현하기에 극히 제한적이다.

[공]의 경우처럼 스냅샷 저장 시에 시스템이 느려진다는지, 또는 [질]에서 언급한 것처럼 질의를 받아들일 수 있는 데이터구축이 어렵다는지 하는 문제는 하드웨어의 발달 또는 데이터 저장 기술의 발달 등의 주변 관련분야들의 발전과 더불어 해결해야 할 문제들도 있다.

#### 4. 결 론

디지털월드의 규모가 커짐에 따라 이를 저장 및 관리하기 위해 3차원 가상공간을 이용한 방법이 대두되고 있다. 그러나 가상공간이 넓고 복잡해지면 단순히 용량을 늘리고 속도를 증가하는 방법만으로는 3차원 가상공간을 효과적으로 활용하는데 어려움을 느끼고 있다. 특히 사용자가 공간 안에서 자신의 위치를 파악하고 목표한 지점까지 이동하는 탐색항해는 심리학, 인지과학 등을 포함한 여러 학문분야의 지원을 필요로 하고 있다. 최근에는 인식 및 길 찾기 기술을 3차원 가상공간에서의 탐색항해에 응용한 기술들이 소개되고 있다.

본 논문에서는 목표지점으로 순간이동으로 인한 방향상실 문제를 보완하고, 이전의 탐색항해 경험이 향상된 탐색항해 기술을 습득하는데 적용되며, 다른 사용자들과 탐색항해 경험을 공유할 수 있도록 고안된 최근 몇 가지 기술을 살펴보았다. 또한 연구 결과를 가상환경에서의 탐색항해 도구 제작에 적용했을 때 유의할 만한 성과가 있음을 보았다. 아직까지 심리학 인지과학 등의 연구결과가 가상

세계와 연계된 예는 많지 않으나 차후에 많은 연구가 진행될 것으로 예상되며 높은 성과가 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] D. Bowman, E. Kruijff, J. LaViola, I. Poupyrev, "An Introduction to 3D User Interface Design", *Presence: Teleoperators and Virtual Environment*, vol. 10, no. 1, 2001, pp. 96-108.
- [2] S. Jul and G. Furnas, "Navigation in Electronic Worlds: A CHI '97 Workshop", *SIGCHI Bulletin* Vol.29 No.4, 1997.
- [3] R.M. Downs and D. Stea, "Cognitive Maps and Spatial Behavior: Process and Products", *In Image and Environments*, (Downs and Stea, Eds), Aldine Publishing Company, Chicago, pp. 8-26, 1973.
- [4] P. W. Thorndyke, B. Hayes-Roth, "Differences in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation." *Cognitive Psychology*, vol. 14, 1982, pp. 560-589.
- [5] A. Dillon, C. McKnight, J. Richardson, "Space - The Final Chapter or Why Physical Representations are not Semantic Intentions", *In C. McKnight, A. Dillon, and J. Richardson, Eds. Hypertext - A Psychological Perspective*. Ellis Horwood, New York: IEEE, 1999.
- [6] A. Stevens and P. Coupe, "Distortions in Judged Spatial Relations," *Cognitive Psychology*, vol. 10, no. 1978, pp. 422-437,
- [7] W. G. Chase. "Spatial representations of taxi drivers", *In D. R. Rogers and J. A. Sloboda, editors, Acquisition of Symbolic Skills*. Plenum Press, New York, 1982.
- [8] D. Canter, "Cognitive Cartography", *In The Psychology of Place*. London: Architectural Press, 1977.

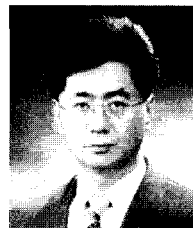
- [9] G. Kessler, D. Bowman, and L. Hodges, "The Simple Virtual Environment Library: An Extensible Framework for Building VE Applications." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 9, no. 2, 2000, pp. 187-208.
- [10] D. Bowman, E. Davis, A. Badre, and L. Hodges, "Maintaining Spatial Orientation during Travel in an Immersive Virtual Environment." *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 8, no.6, 1999, pp. 618-631.
- [11] J. Peponis, C. Zimring, Y.K. Choi, "Finding the Building in Wayfinding. *In Environment and Behavior*, 1990. pp.555-590.
- [12] R. P. Darken, J. L. Sibert, "Wayfinding Strategies and Behaviors in Large Virtual Worlds. *In Proceedings of the ACM CHI 96 Conference*, 1996. pp.142-149.
- [13] T. Elvins, D. Nadeau, D. Kirsh, "Worldlets - 3D Thumbnails for Wayfinding in Virtual Environments." *In Proceedings of UIST'97*. 1997. pp. 21-30.
- [14] R. Ramloll, D. Mowat, "Wayfinding in virtual Environments Using an Interactive Spatial Cognitive Map" *IV 2001 Proceedings (London)*, IEEE Press
- [15] C. Santos, P. Gros, P. Abel, D. Loisel, N. Trichaud, J. Paris, "Metaphor-Aware 3D Navigation." *INFOVIS 2000 (Salt Lake)* pp.155-166
- [16] A. Ballegooij, "Navigation By Query In Virtual Worlds." *Editor(s): Michael Capps*. 2001. pp. 77-84.

## 저자약력



**김 학 군**

1986년 공군사관학교 항공공학과(공학사)  
 1996년 The Univ. of Dayton 산업공학과(공학석사)  
 1996년-2000년 공군 작전사령부 위게임 장교  
 2001년-현재 연세대학교 컴퓨터과학과 박사과정  
 관심분야: 네트워크 가상현실, 3D 인터랙션, 게임  
 e-mail : air153@rainbow.yonsei.ac.kr



**임 순 범**

1982년 서울대학교 계산통계학과(학사)  
 1983년 한국과학기술원 전산학과(석사)  
 1992년 한국과학기술원 전산학과(박사)  
 1989년-1992년 (주)휴먼컴퓨터 이사/연구소장  
 1992년-1997년 (주)삼보컴퓨터 부장  
 1997년-2001년 건국대학교 컴퓨터과학과 교수  
 2001년-현재 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수  
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 웹 멀티미디어 응용, 가상 환경, 전자출판 (폰트, 전자책, 사이버 교재)



**최 윤 철**

1973년 서울대학교(학사)  
 1975년 Univ. of Pittsburgh(석사)  
 1976년 Univ. of California, Berkeley(석사)  
 1979년 Univ. of California, Berkeley(박사)  
 1979년-1982년 Lockheed 사 및 Rockwell International 사 연구원  
 1984년-현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수  
 1999년-1991년 University of Massachusetts 교환교수  
 관심분야: 멀티미디어 문서처리(SGML/XML), 가상환경, GIS, Web Based Instruction