

# EBITA 프레임워크를 활용한 분산 테이블탑 시스템용 게임 개발에 관한 연구\*

김민영<sup>○</sup> 조용주\*  
 상명대학교 컴퓨터학과<sup>○</sup>, 상명대학교 디지털미디어학부\*  
 pupleshine@gmail.com<sup>○</sup>, ycho@smu.ac.kr\*

A Study on the Development of an Distributed Tabletop System Game  
 Using EBITA Framework

Minyoung Kim<sup>○</sup> Yongjoo Cho\*  
 Dept. of Computer Science, Sangmyung University<sup>○</sup>  
 Division of Digital Media Technology, Sangmyung University\*

## 요 약

본 연구에서는 고해상도 지원을 목적으로 네트워크로 연결된 다중 디스플레이와 컴퓨터를 활용해서 마스터/슬레이브 구조로 구성된 테이블탑 시스템을 구축하였다. 이 분산 테이블탑 시스템은 소프트웨어의 수정 없이 슬레이브 컴퓨터와 모니터를 추가하여 쉽게 확장할 수 있도록 개발되었다. 그리고 이런 확장형 시스템에서 동작하는 인터랙티브 게임의 개발을 쉽게 할 수 있도록 EBITA (Environment for Building Interactive Table Applications) 프레임워크를 개발하였다. EBITA는 적외선 카메라 트래킹 시스템을 활용하는 탠저블 인터페이스 모듈과 분산 시스템에서의 그래픽 프로그램의 개발을 용이하게 해주는 기능들로 구성되어 있다. 본 논문에서는 카메라 기반 탠저블 인터페이스와 EBITA 프레임워크에 대해서 설명한다. 그리고 EBITA를 활용해서 개발한 게임을 소개한다.

## ABSTRACT

In this research, a new tabletop system is developed to provide a high resolution display by using multiple displays and computers connected through networks, based on a master/slave architecture. This distributed tabletop system is built to be scalable by just adding slave computers and monitors without modifying any software. Moreover, a EBITA (Environment for Building Interactive Tangible Applications) framework is developed to support constructing interactive games running on this scalable tabletop platforms. EBITA framework consists of the tangible interface module based on the infrared camera tracking system, and the modules that allow easy development of the graphical programs on a distributed environment. This paper describes the tangible interface based on the camera tracking system and EBITA framework. It also introduces a game built with the EBITA framework.

**Keyword** : Tabletop System, Tangible Interface Game, Infrared Camera Tracking

접수일자 : 2009년 05월 04일

심사완료 : 2009년 06월 15일

\* 교신저자: 조용주

※ 이 연구는 2009학년도 상명대학교 교내 연구비 지원 과제임.

## 1. 서 론

최근에 컴퓨터와 인터넷이 일상생활에서 많이 이용되면서 주변의 사물들에 컴퓨터를 내재시키고 네트워크로 연결하여 상호 정보 교환을 가능하게 하는 새로운 컴퓨팅 환경에 사람들이 관심을 보이고 있다. 그리고 이러한 흐름에 따라 자연스럽게 벽면이나 책상과 같은 인간에게 친숙한 주변 환경과 가구에 디스플레이 기기들이 내재되고 키보드와 마우스를 비롯한 다양한 입력 도구들이 활용되면서 좀 더 인간과 자연스럽게 상호작용할 수 있는 새로운 디지털 가전 및 정보 도구 시장이 형성되고 있다.

특히 사람들이 자주 사용하는 책상의 형태로 디스플레이와 컴퓨터를 구성한 테이블탑 시스템은 최근 많은 연구가 진행되면서 주목받는 분야이다. 미국 마이크로소프트사의 Surface[1], 미츠비시 연구소의 Diamond Touch[2]는 이러한 테이블탑 시스템에서 터치 스크린을 이용한 다양한 응용프로그램을 활용할 수 있도록 지원한다. 그리고 미국 전자시각화연구소의 Lambda Table[3]은 카메라 트래킹을 이용한 인터페이스를 구현하여 과학적 가시화 프로그램을 운용하였다. 이러한 테이블탑 시스템 외에도, 전통적인 보드 게임의 면대면(face-to-face) 커뮤니케이션을 지원하고 직관적이고 사용하기 쉬운 탠저블 사용자 인터페이스를 결합한 새로운 게임 플랫폼을 개발하는 연구들이 이뤄지고 있다[4,5,6,7].

이렇게 만들어진 대부분의 테이블탑 시스템 또는 게임 플랫폼은 주로 단일 컴퓨터, 터치 스크린 인터페이스, 그리고 프로젝터를 활용한 디스플레이 시스템들이다[1,2,4,5,6,7]. 하지만 이런 프로젝션 기반의 시스템들은 화면은 넓지만 해상도가 떨어지고 구축비용이 높다. 또 더 큰 화면 혹은 더 높은 해상도를 지원하는 시스템을 구축하고 싶을 때, 컴퓨팅 능력과 디스플레이 하드웨어의 한계 때문에 확장이 어렵다는 단점이 있다.

본 연구에서는 이런 높은 구축비용과 확장성 문

제를 극복하고 원하는 대로 얼마든지 크기와 해상도를 확장시킬 수 있는 게임 시스템 구축을 목표로 하였다. 그 결과, 한 개의 컴퓨터와 프로젝터를 사용하는 대신, 여러 개의 PC를 네트워크로 묶어서 활용하는 클러스터 기반 컴퓨팅 플랫폼과 다수의 LCD를 격자 형태로 묶어서 활용하는 타일드 디스플레이 형태의 테이블탑 시스템을 게임 플랫폼으로 구축하였다. 그리고 여기에 적외선 카메라를 활용한 탠저블 인터페이스(Tangible Interface)를 접목시켜 직관적이고 사용하기 쉬운 시스템을 구축하도록 하였다. 하지만 이렇게 만들어진 클러스터 기반의 타일드 디스플레이형 테이블탑 시스템은 단일 컴퓨터를 활용하는 플랫폼에 비해 구축비용이 낮고 확장성이 높기는 하지만 반대로 소프트웨어 개발의 복잡도가 높아진다.

그래서 본 연구에서는 분산 시스템 기반 테이블탑 환경에서 구동되는 인터랙티브 응용프로그램 구현에 필요한 많은 기능들을 미리 구현하고 모듈화시켜 제공하는 EBITA (Environment for Building Interactive Tabletop Applications) 프레임워크를 개발하였다. EBITA 프레임워크는 게임 이외에도 높은 컴퓨팅 파워와 사용자와의 인터랙션이 요구되는 과학적 가시화나 정보 가시화, 교육, 대형 제품의 프로토타이핑 및 실물 크기의 디자인 폼핑, 3차원 지리 정보 디스플레이, 첨단 의료 정보 시스템 구동, 그 밖의 엔터테인먼트 분야의 소프트웨어 개발에도 활용될 수 있다.

본 논문에서는 먼저 테이블탑 시스템을 활용한 기존의 게임 플랫폼 또는 소프트웨어에 대해서 살펴본다. 그리고 적외선 카메라를 이용해 개발한 ITTS (Interactive Tabletop Tracking System) 컴퓨터 비전 시스템 기반의 탠저블 인터페이스와 이를 활용해서 타일드 디스플레이형 분산 테이블탑 시스템에서 상호작용하는 응용프로그램의 개발을 지원하는 EBITA 프레임워크에 대해 설명한다. 마지막으로 EBITA와 탠저블 인터페이스를 적용한 블록 격자 게임을 소개하고, 결론과 향후 연구 방향에 대해 논한다.

## 2. 관련 연구

유테이블[4]은 노인을 대상으로 전통 놀이를 디지털화한 게임용 테이블탑 인터페이스이다. 유테이블에서는 DiamondTouch 하드웨어를 활용해서 다수 사용자에게 터치 인터페이스를 제공한다. 테이블 형태의 디스플레이 하단에는 빔 프로젝터와 카메라가 장치되어 있어서 후면 투영과 후면 인식을 통해 손가락이나 펜을 이용하여 상호작용할 수 있다. 고령의 사용자일수록 일반적인 컴퓨터 게임 수행을 어려워 한다는 것에 주목하여 친숙한 테이블 형태의 시스템에서 손동작 등을 이용해 어도비사의 플래시로 개발된 가상 낚시, 오재미, 단어 퍼즐, 카드 매칭과 같은 클래식 퍼즐 게임을 즐길 수 있도록 제공한다.

False Prophets[5]은 보드 게임을 테이블탑 위에 가상의 그래픽으로 나타내고 게임 참가자들의 캐릭터를 센서가 부착된 탠저블 인터페이스로 만들어 조작하도록 한다. 게임에서는 6명의 참가자가 2개의 팀으로 구성되어 육각형 20×30 형태의 격자보드 위에서 참가자의 말이 이동할 때, 물이나 평원, 산림, 산과 같은 지형의 변화를 보인다. 처음에 사용자들은 자신이 소속한 팀을 알 수 없으며 테이블탑 위를 돌아다니며 가상의 단서들을 모으고 논리 퍼즐을 풀면서 본인들이 어떤 팀에 소속되어 있는가를 찾는 것이 게임의 목적이다. 이 때 게임 참가자들 사이에 공유되어야 할 정보는 프로젝터를 이용한 테이블탑 시스템으로 개인적으로 활용할 정보들은 핸드헬드 장치를 통해서 보여준다.

KnightMage[6]는 던전을 탐험하면서 보물과 장비를 찾고 몬스터와 싸우는 전형적인 롤 플레이 게임으로 STARS 플랫폼으로 개발되었다. STARS는 테이블탑과 탠저블 사용자 인터페이스를 제공하여 전통적인 보드 게임의 사회적인 상호작용을 지원한다. 이 시스템에서는 사용자의 손이 테이블 표면에 닿는 순간에 그 위치를 확인해서 탠저블 말들을 추적하고 메뉴를 선택할 수 있으며, RFID 안테나로 테이블 위에 놓인 캐릭터를 표시하는 물

리적인 말들을 감지한다. 여기서는 DynaWall이라는 큰 수직 디스플레이가 테이블탑 뒤로 배치되어 각 게임 참여자가 방문한 던전 지도 등의 공용 정보를 표시한다. 게임 캐릭터들의 체력이나 힘과 같은 사적인 정보를 보여주고 개인적인 명령을 내리거나 다른 사용자에게 메시지를 전달하기 위해서는 PDA를 사용한다.

Caves & Creatures[7]는 Dungeons & Dragons 형태의 테이블탑 롤 플레이 게임이다. 퍼베시브 게임 저작용 언어인 DHG와 사용자 인터페이스를 다양하게 지원하기 위한 Pegasus 인프라스트럭처를 이용해 개발되었으며, 탠저블 게임 보드 위에서 RFID로 된 플레이 카드를 사용해 캐릭터를 위치시키고 무기, 갑옷 등의 아이템을 나타내어 거래할 수 있다. 여기서는 2가지 탠저블 인터페이스를 통해 게임을 진행한다. 사용자가 마술 지팡이로 마법 스펠링을 나타내는 제스처를 취하면 고유 효과가 게임의 판타지 시나리오에 적용되며, 5개의 주사위를 표시할 수 있게 구성된 Smart Dicebox를 흔들어 발생한 난수들로 게임에 변화를 줄 수 있다.

본 논문에서 구성한 분산 테이블탑 시스템과 유사한 구조를 갖춘 타일드 벽면 디스플레이에 관한 연구도 많이 진행되고 있다. 특히 WireGL[8], Chromium[9], Equalizer[10] 등은 클러스터 시스템을 활용한 렌더링 부하를 여러 대의 컴퓨터에 나누어서 작업을 분산시키는 프레임워크로 개발되었다. 그리고 SAGE[11] 등은 다른 컴퓨터에서 수행시킨 프로그램의 화면을 초고속 네트워크를 활용해서 스트리밍해서 타일드 디스플레이에 보여주고 간단한 형태의 인터랙션을 지원하기 위해 개발되었다. iTDF[12]도 역시 분산 시스템 환경에서의 타일드 디스플레이 시스템을 지원하고 Wiimote 같은 게임용 장치를 인터랙션 장치로 활용한다. 그리고 간단한 형태의 아케이드 게임인 슈퍼 팡을 타일드 디스플레이 시스템으로 포팅한 예를 보여주기도 했다.

하지만 이렇게 다중 디스플레이를 지원하는 분산 시스템용 프레임워크 등은 주로 병렬 렌더링이



[그림 1] 분산 테이블탑 디스플레이와 적외선 카메라 트랙킹 시스템

나 간단한 형태의 인터랙션 등을 지원하는 협업 환경 구축을 목적으로 개발되어 게임용으로 활용하기에는 부족한 면이 많다. 특히 게임을 포팅한 예를 보여준 iTDF도 정보 디스플레이용으로 개발되어 특화된 인터랙션만을 지원하며, 게임 포팅 역시 게임 조작보다는 3차원 그래픽 프로그램을 얼마나 쉽게 타일드 디스플레이에 적용시킬 수 있는가에 목적으로 두었기 때문에 인터랙션이 쉽지 않았다. 그리고 iTDF는 현재까지는 다중 사용자의 입력을 지원하고 있지 않고 인터랙션 방법 역시 사용자에게 직관적이지 못한 부분이 남아 있어, EBITA 프레임워크에서 추구하는 다중 사용자가 테이블탑 시스템에서 함께 즐기는 게임 개발에는 부적합하다.

### 3. 텐저블 인터페이스 기반의 분산 테이블탑 게임 플랫폼의 설계 및 구현

#### 3.1 테이블탑 시스템 개요

본 연구에서는 좀 더 높은 해상도와 큰 화면을 지원할 수 있도록 확장이 가능한 테이블탑 시스템의 구성 및 소프트웨어 개발을 목표로 하였다. 그리고 이러한 시스템의 시제품으로, 네 대의 20인치 와이드 LCD 모니터와 세 대의 컴퓨터(마스터 1대, 슬레이브 컴퓨터 2대)를 활용해서 Full HDTV (High Definition TV)의 약 3배가 넘는 초고해상도인 3360×2100 픽셀을 지원하는 시스템을 구축하였다. 마스터 컴퓨터는 3.2GHz의 PentiumD 듀얼 코어 CPU, 슬레이브 컴퓨터는 AMD 4000+ 듀얼 코어 CPU를 이용하여 만들어졌고, 마스터와 슬레이브 모두 NVIDIA사의 GeForce 8600 그래픽 카드를 장착하고 있다. 본 테이블탑 시스템은 [그림 1]에서 보인 것처럼 가로 100cm, 세로 67cm, 높이 45cm 정도의 낮은 책상 모양으로 구성된다. 그리고 바닥으로부터 1.8m 정도의 높이에 텐저블 인터페이스에 부착된 마커를 인식하기 위해 사용된 OptiTrack[13] 적외선 카메라가 설치되어 있다.

마스터 컴퓨터에서는 텐저블 인터페이스를 인식

하고 구동할 수 있도록 카메라로부터 입력받는 영상을 처리하여 게임에 대한 입력 이벤트로 바꿔주는 카메라 트래킹 시스템을 구동한다. 각 슬레이브 컴퓨터는 그래픽 하드웨어의 듀얼 채널 출력 기능을 활용해서 두 개의 LCD를 구동시키고, 각자 독립적으로 게임 프로그램을 수행하면서 마스터 컴퓨터로부터 전달되는 입력 이벤트 등을 게임 로직에 적용시킨다. 그리고 이렇게 서로 다른 컴퓨터에서 동작하는 게임 프로그램들이 서로간의 상태와 화면 렌더링을 동기화시켜주는 분산 공유 메모리 시스템을 마스터 컴퓨터와 연동해서 구동한다.

### 3.2 인터랙티브 탠저블 사용자 인터페이스

본 연구에서는 테이블탑 디스플레이 위에서 탠저블 인터페이스를 통한 직관적인 입력을 처리할 수 있도록 컴퓨터 비전 기반 트래킹 시스템인 ITTS를 개발하였다. 이 시스템은 미국 전자시각화 연구소(Electronic Visualization Laboratory)에서 개발된 램다 위치 추적 시스템[3]을 게임에서도 활용할 수 있도록 빠르게 개선한 트래킹 시스템이다. ITTS는 한 사용자의 다중 입력을 받거나 다중 사용자의 동시 입력을 처리할 수 있어, 여러 사용자가 참여하는 테이블탑 시스템에서의 게임에서 활용이 가능하다.

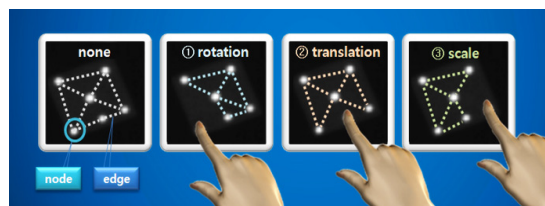
ITTS를 사용하기 위해서는 [그림 1]에서 보인 것처럼 테이블탑 시스템 위에 적외선 조명이 부착된 카메라를 설치해야 한다. 그리고 테이블의 네 모서리에 반사 마커를 놓고 카메라가 인식해야 하는 영역, 즉 마커를 트래킹할 수 있는 구역을 지정하는 초기화(calibration) 작업을 수행한다. 본 시스템에서 활용하는 카메라는 적외선 LED를 부착하여 좀 더 정확한 마커의 인식이 가능하도록 만들어졌다. 하지만 이 LED가 테이블탑 시스템의 LCD 모니터 또는 그 위에 놓인 유리에 반사되어 마커로 인식되는 문제가 있다. 따라서 초기화 작업에서는 트래킹 영역의 인식뿐만 아니라, 카메라의 적외선 조명이 정면으로 반사되는 사각지대를 표시하고 마커로 인식하지 않도록 지원하는 작업도 진

행된다. 이런 초기화 작업이 끝나면 마커의 상대적인 좌표를 추출하기 위해 트래킹 영역의 좌측 하단을 원점으로 잡고 오른쪽 상단 모서리를 (1, 1)로 잡는 정규화된 2차원 기준 좌표계를 구성한다. 이렇게 해서 모든 마커의 위치는 0.0~1.0사이의 X, Y 좌표 값으로 계산되어 슬레이브 컴퓨터에 전달된다.

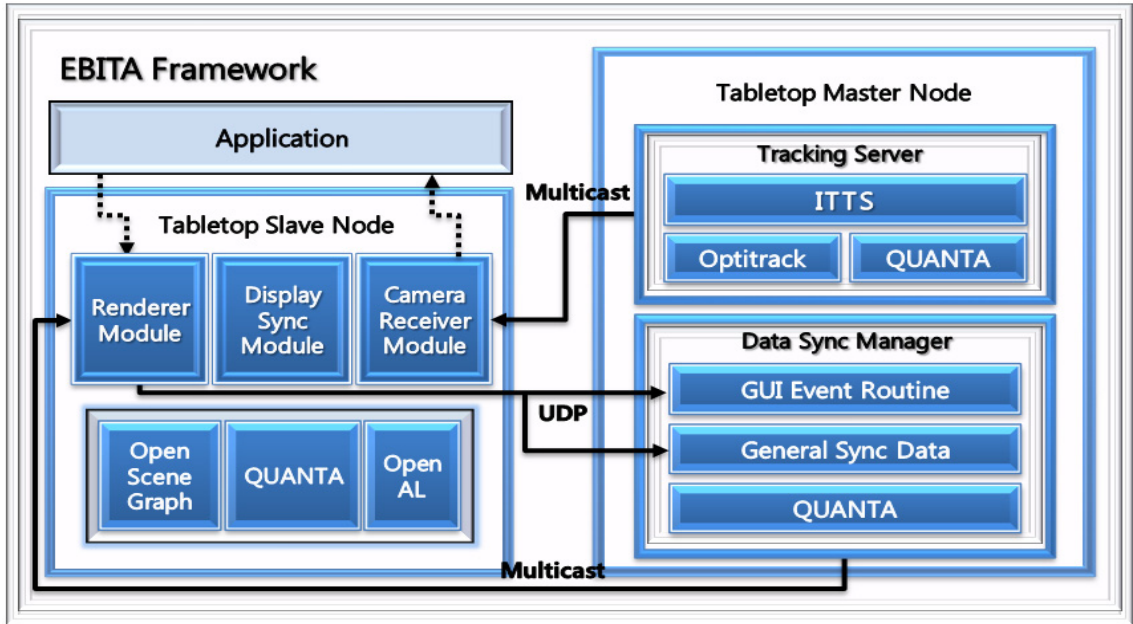
초기화 작업이 끝난 후에는 카메라 트래킹 시스템에 마커를 등록시킨다. [그림 1]의 오른쪽 하단에 보인 것처럼, 적외선 조명을 반사하는 재질로 만들어진 약 1~2mm 정도의 스티커를 탠저블 인터페이스에 부착시킨다. 이러한 반사 조각들은 삼각형, 사각형 같은 다각형을 구성하는 꼭짓점(정점)이 되어, 트래킹 시스템에서 인지할 마커의 패턴으로 등록된다. 패턴을 등록하면 트래킹 시스템에서는 각 정점의 위치와 정점 사이의 거리를 노드와 간선으로 관리하는 가중치 방향 그래프를 구성한다. 그리고 최단 진행 경로와 한 개의 정점을 공유하는 두 간선들 사이의 각을 활용해서 고유한 마커 패턴으로 삼아 고유 식별 번호를 부여한다.

이렇게 반사 스티커를 정점으로 하는 다각형을 인식하는 형태로 트래킹 시스템을 구현함으로써 어떤 물체라도 작은 스티커 조각들을 세 개 이상 부착하면 인식이 가능하도록 하였다. 매 프레임마다 카메라로부터 영상이 입력되면 트래킹 시스템은 정점의 상대 위치와 간선의 길이를 바탕으로 패턴 객체를 구성하고 최단 노드 경로와 끼인각의 진행 수치를 구해 기준에 등록된 마커의 값과 비교하고 분석한다. 만약 일치하는 것으로 추정되는 패턴이 발견되면, 그 고유 번호와 회전각에 대한 정보를 계산해서 반환한다.

본 탠저블 인터페이스 시스템은 적외선 카메라



[그림 2] ITTS에서의 마커 패턴 인식



[그림 3] EBITA 프레임워크의 구성도

를 사용하여 주변 가시광선 등의 영향을 적게 받고, 동시에 여러 개의 마커를 실시간으로 인식할 있도록 만들었다. 또 하나의 마커에 부착된 다각형 모양에서 한 개의 특정 정점을 손가락 등으로 가리면서 생성되는 다양한 패턴에 저마다 고유 식별 번호를 부여할 수 있도록 하였다. 그래서 하나의 마커를 사용하더라도, [그림 2]에서 보인 것처럼 손으로 특정 정점을 가려서 마치 마우스의 버튼을 누르는 것과 같은 효과를 내는 것이 가능하다. 이를 잘 활용하면 마우스에서 처리 가능했던 기능들을 트래킹 시스템을 통해서도 가능하게 만들 수 있다.

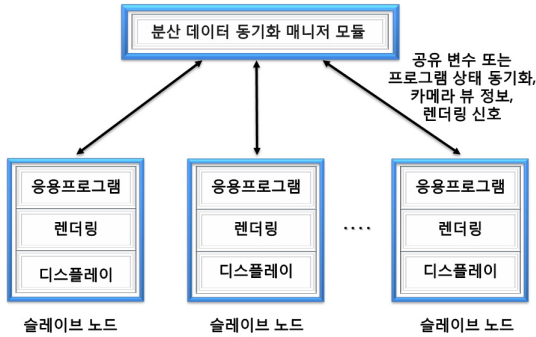
본 카메라 트래킹 시스템은 듀얼코어 펜티엄 D 기반의 PC 플랫폼에서 다섯 개 이상의 정점으로 구성된 여섯 개의 패턴을 동시에 추적하고 분석하는데, 약 90 FPS 내외의 처리율을 보이고 있다. 이는 본 시스템에서 사용된 OptiTrack 카메라가 약 초당 100장의 이미지를 제공한다는 점을 고려할 때 상당히 빠른 속도라고 할 수 있다. 그리고 대여섯 개의 마커가 사용된다면, 실시간 상호 작용

을 요구하는 게임과 같은 응용프로그램에서도 입력 장치로 충분히 활용될 수 있음을 보여준다.

### 3.3 EBITA 프레임워크

[그림 3]은 EBITA 프레임워크의 전체 구조를 보여준다. EBITA 프레임워크는 분산 테이블탑 시스템에서 3차원 그래픽 프로그램을 마치 한 개의 컴퓨터에서 동작하는 것처럼 운용하기 위해 개발되었다. EBITA 프레임워크는 마스터/슬레이브 구조로 만들어졌는데, 마스터 컴퓨터에서는 텐저블 인터페이스에 부착된 마커의 패턴을 인식하고 실시간으로 추적하는 트래킹 서버가 동작한다. 그리고 분산 시스템을 구성하는 슬레이브 노드간의 데이터와 상태를 동기화시켜주는 분산 공유 메모리 시스템을 구현한 데이터 동기화 매니저가 수행된다. EBITA의 슬레이브에서는 3차원 그래픽 라이브러리인 Open Scene Graph(OSG)[14]와 3차원 사운드 라이브러리인 OpenAL[15], 그리고 마스터와 슬레이브 노드 모두에서 네트워크 통신을 위해 협업 가





[그림 4] 분산 데이터 동기화 매니저

상환경 개발용 미들웨어인 Quanta[16]를 활용하였고, 그 위에 분산 시스템에서의 그래픽 처리 및 화면 동기화, 카메라 트래킹 장치로부터 받는 이벤트 처리 모듈 등을 구현하였다.

[그림 4]는 EBITA 프레임워크를 활용해서 개발된 응용프로그램들이 클러스터 기반 분산 시스템 환경에서 어떻게 동작하는 지를 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이, 본 연구에서 개발된 테이블탑 시스템에서는 응용프로그램들이 네트워크로 연결된 슬레이브 노드에서 따로 수행된다. 하지만 메뉴를 선택하는 것 같은 그래픽 사용자 인터페이스 이벤트, 게임에서의 물체의 이동, 캐릭터의 움직임 같이 모든 슬레이브 노드에서 실행되는 프로그램들이 같은 상태를 유지해야 하는 데이터 등은 분산 시스템 상에서의 원활한 게임의 운용을 위해 마지한 개의 컴퓨터에서 수행되고 있는 것처럼 보이도록 개발되어야 한다. 또 여러 개의 컴퓨터들이 다른 디스플레이를 담당하고 있기 때문에 화면을 동시에 업데이트시켜 왜곡된 게임 화면을 보이지 않도록 지원하는 기능도 요구된다.

본 연구에서는 이런 기능을 분산 데이터 동기화 매니저를 통해서 구현하였다. [그림 4]에서 보인 것처럼 여러 개의 슬레이브 노드 간에 공유해야 하는 변수 또는 상태의 값을 한 개의 노드에서 마스터 노드의 분산 데이터 동기화 매니저로 보내면, 매니저에서는 다른 슬레이브 노드들로 다시 전송하여 갱신시킴으로써 모든 노드가 동일한 값을 유지시킬 수 있도록 한다. 이런 동기화 과정은 멀티캐스트 프

로토콜을 활용해서 전송하도록 하여 슬레이브 노드가 늘어나도 게임 실행 속도에 크게 영향을 미치지 않도록 효율적으로 구현하였다. 본 프레임워크에서는 다른 슬레이브 노드와 공유해야 하는 데이터를 동기화 매니저에 전송하기만 하면, 동기화 시스템에서 자동으로 처리하도록 만들었기 때문에, 게임 개발자는 어떤 데이터가 공유되어야 하는 지 정도만 알려주는 것으로 쉽게 구현이 가능하다.

EBITA 프레임워크의 카메라 트래킹 모듈은 텐저블 인터페이스의 위치와 회전 각도를 추적해서 게임과 연동시킬 수 있도록 지원한다. 이 트래킹 모듈은 마커의 패턴이 부착된 텐저블 인터페이스의 위치와 각도 등을 입력받아 멀티캐스트 프로토콜을 활용해서 분산 테이블탑 시스템의 슬레이브 노드에 전달한다. 이렇게 전달된 데이터는 각각의 게임 프로그램에서 입력으로 처리되고 게임 로직에 반영된다. 만약 이런 수행 과정에서 다른 노드에게 공유되어야 하는 게임 상태나 변수가 발생하면 다시 데이터 동기화 매니저를 통해서 슬레이브 노드간에 동기화된다.

슬레이브 노드에서 동작하는 응용프로그램들은 3차원 그래픽 라이브러리인 OSG를 활용해서 개발된다. EBITA 프레임워크에서는 클러스터 기반 분산 시스템에서 동작하는 게임 프로그램을 개발자들이 쉽게 작성할 수 있도록 기존의 OSG 클래스 일부를 상속해서 자주 사용되는 렌더링 기능들을 미리 구현한 렌더러 모듈을 지원한다. 이러한 렌더러 모듈에는 마스터 노드에서 입력받은 카메라의 위치와 회전 값 등을 받아서 전달해주어 각 슬레이브 노드가 담당하고 있는 디스플레이에 적합한 뷰포트(Viewport)와 가상 카메라 정보 등을 지정하고 여러 개의 슬레이브 노드가 담당하는 디스플레이들을 동기화시키는 기능들이 구현되어 있다. 이렇게 EBITA 프레임워크에서는 분산 타일드 테이블 시스템에서의 3차원 그래픽 처리를 위한 모듈, 슬레이브 노드 간 데이터 공유와 디스플레이간의 동기화를 가능하도록 해주는 분산 데이터 동기화 모듈, 적외선 카메라와 마커를 활용한 인터랙티브 다중

탠저블 인터페이스 입력 장치 등을 제공하여 테이블탑 시스템에서 쉽게 게임 개발을 할 수 있도록 지원한다.

#### 4. 인터랙티브 분산 테이블탑 블록 격파 게임 개발 및 관찰

컴퓨터 게임 산업은 화려한 그래픽과 풍부한 사운드를 제공하는 기존의 비디오 게임의 특성에 추가하여 사용자의 신체적인 움직임과 사회적인 상호작용을 풍부하게 결합할 수 있는 방향으로 나아가고 있다. 테이블탑 디스플레이와 탠저블 인터페이스가 접목된 시스템은 이처럼 서로 다른 사용자가 물리적으로 함께 하는 게임에 효과적인 인터페이스이다.

본 연구에서는 테이블탑 시스템에서의 탠저블 인터페이스를 활용하는 3차원 인터랙티브 응용프로그램의 개발을 목적으로 EBITA 프레임워크를 개발하였다. 그리고 기존 연구들과 다르게 전통적인 풍[17]이나 블록 격파[18] 형식의 동적으로 빠른 다중 사용자의 상호작용이 요구되는 게임을 탠저블 인터페이스를 활용하는 인터랙티브 테이블탑 시스템에서 재구성하였다.

[그림 5]는 본 연구에서 개발된 블록 격파 게임을 두 명의 사용자가 진행하는 모습을 보여준다. [그림 5]의 왼쪽 상단에 보이는 것처럼 본 연구의 블록 격파 게임이 처음 시작되면 사용자들은 원형의 아크릴 판으로 만들어진 탠저블 인터페이스를 가지고 경쟁모드 또는 협업모드 중에 한 가지를 선택한다. 이 때 아크릴 판에는 여섯 개의 마커가 붙어 있고, 그 중 한 개를 가리게 되면 마우스의 버튼이 눌린 것처럼 작동된다. 일단 게임 모드가 선택되면, [그림 5]의 하단에 보이는 것과 같이 LCD 모니터 네 대로 구성된 테이블탑 시스템의 타일드 디스플레이에 그래픽 블록들이 배치된다. 그리고 시스템 양쪽에 앉은 사용자들은 투명한 아크릴로 만들어진 밀대 인터페이스를 이용해서 그래픽 공을 받아쳐서 블록을 격파하며 게임을 진행한다. 게임에 나타나는 블록의 모습과 배치 형태들은



[그림 5] 탠저블 블록 격파 게임

설정 파일을 통해 쉽게 수정하고 자유롭게 등록할 수 있도록 하여, 매번 다양한 형태의 게임을 즐길 수 있게 개발하였다. [그림 5]의 오른쪽 상단은 경쟁 모드로 진행된 게임이 끝났을 때 종료 조건과 각 사용자의 점수 및 승리자를 보여주는 화면이다.

본 연구에서 개발된 블록 격파 게임은 2008년 11월부터 2009년 2월 사이에 걸쳐 3곳에서 약 1주일간 전시 및 시연되었다. 이때 아이부터 노인까지 다양한 연령과 성별의 많은 관람자들이 본 게임에 참여했는데, 고해상도의 큰 화면을 보여주는 탁자 형태의 컴퓨터와 투명한 아크릴 밀대를 손에 쥐고 가상의 게임과 연동되는 탠저블 사용자 인터페이스에 관심을 보였다. 사용자들은 탠저블 밀대 인터페이스나 버튼 인터페이스에 부착된 작은 마커들을 높은 위치에 위치한 적외선 카메라를 이용해 컴퓨터 비전 기술로 추적한다는 것을 거의 인식하지 못했다.

#### 5. 결론 및 향후 연구

테이블탑 시스템은 우리가 일반적으로 많이 사용하는 책상 형태의 작업 환경과 비슷하다는 점에



서 새로운 디지털 정보 디스플레이의 형태로 주목 받고 있다. 더불어 터치블 사용자 인터페이스는 직관적인 조작을 가능하도록 지원한다는 점에서, 기존의 상호작용 요소를 대체할 수 있는 인터페이스로 많이 연구되고 있다. 본 연구에서는 이런 새로운 플랫폼과 입력 장치들을 게임에 적용시켰다. 그리고 그런 게임들을 아주 크고 높은 해상도를 제공하는 디스플레이 환경으로 확장 가능하도록 만들 수 있게 지원하는 EBITA 프레임워크를 개발하고, 이를 활용하는 블록 격과 게임을 만들었다.

개발한 블록 격과 게임으로 전시회에 참여하며 사용자들을 통해 살펴본 바로는, 테이블 형태의 컴퓨팅 환경과 터치블 인터페이스 등이 사용자에게 직관적인 게임 환경을 구성해주고 특별한 교육이 없어도 바로 사용할 수 있도록 하는 것을 확인 할 수 있었다. 추후 연구에서는 보다 다양한 종류의 터치블 인터페이스를 일반화시켜 손쉽게 게임에 적용시킬 수 있는 인터페이스로 개발하고 분산 동기화 매니저를 좀 더 효율적으로 설계하고 구현하고자 한다. 그리고 이런 형태의 테이블탑 시스템과 새로운 종류의 인터페이스를 활용하는 다양한 게임을 개발할 계획이다.

### 참고 문헌

- [1] Microsoft Surface, <http://www.microsoft.com/surface/>
- [2] P. Dietz, D. Leigh, "DiamondTouch: a multi-user touch technology", ACM Symposium on User interface software and technology, pp. 219-226, 2001.
- [3] Lambda Table, <http://www.evl.uic.edu/caven/lambdatable/>
- [4] 신혜원, 박성준, 이준, 노영태, 김지인, 황태두, "유테이블을 활용한 노인용 게임", 컴퓨터그래픽스학회논문지, 13권, 4호, pp.13-20, 2007.
- [5] R. L. Mandryk, D. S. Maranan, "False prophets: exploring hybrid board/video games", ACM Conference on Human Factors n Computing Systems, pp. 640-641, 2002.
- [6] C. Magerkurth, M. Memisoglu, T. Engelke, N. Streitz, "Towards the next generation of tabletop gaming experiences", ACM Graphics Interface 2004, Vol. 62, No.10, pp. 73-80, 2004.
- [7] C. Magerkurth, T. Engelke, D. Grollman, "A component based architecture for distributed, pervasive gaming applications", ACM Conference on Advances in computer entertainment technology, Vol. 266, No. 15, pp 2006.
- [8] G. Humphreys, M. Eldridge, I. Buck, G. Stoll, M. Everett, P. Hanrahan, "WireGL: a scalable graphics system for clusters", ACM Conference on Computer graphics and interactive techniques, pp. 129-140, 2001.
- [9] G. Humphreys, M. Houston, R. Ng, R. Frank, S. Ahern, P. D. Kirchner, J. T. Klosowski, "Chromium: a stream-processing framework for interactive rendering on clusters", ACM Conference on Computer graphics and interactive techniques, pp. 693-702, 2002.
- [10] Equalizer, <http://www.equalizergraphics.com/>
- [11] B. Jeong, L. Renambot, R. Jagodic, R. Singh, J. Aguilera, A. Johnson, J. Leig, "High-performance dynamic graphics streaming for scalable adaptive graphics environment", ACM/IEEE Conference on Supercomputing, No. 108, pp. 24, 2006.
- [12] 조용주, 김석환, "인터랙티브 타일드 디스플레이 응용프로그램 개발을 위한 프레임워크", 한국해양정보통신학회논문지, 13권 1호, pp. 37-44, 2009.
- [13] OptiTrack, <http://www.naturalpoint.com/optitrack/products/flex-v100/>
- [14] Open Scene Graph, <http://www.openscene.org>
- [15] OpenAL, <http://www.openal.org>
- [16] E. He, J. Alimohideen, J. Eliason, N. K. Krishnaprasad, J. Leigh, O. Yu, T. A. DeFanti, "QUANTA: A Toolkit for High Performance Data Delivery over Photonic Networks," CAVERNsoft G2: a toolkit for high performance tele-immersive collaboration", Future Generation Computer Systems, Vol. 19, pp. 919-933, 2003.
- [17] D. Ellis, "Official Price Guide to Classic Video Games: Console, Arcade, and Handheld Games", pp. 3 - 4, 2004
- [18] S. Kent. "The Ultimate History of Video Games", pp. 71-73, 2001.



김민영(Kim, Minyoung)

2009 상명대학교 디지털미디어학부 졸업(학사)  
2009~현재 상명대학교 대학원 컴퓨터학과(석사과정)

관심분야 : 가상현실, 인터페이스, Tiled Display

---



조용주(Cho, Yongjoo)

1993년 일리노이대학 컴퓨터학과 학사  
1997년 일리노이대학 전기전자컴퓨터학과 공학석사  
2003년 일리노이대학 컴퓨터학과 공학 박사  
2004년~현재 상명대학교 미디어학부 조교수

관심분야 : 가상현실, 인터랙티브 컴퓨팅, 인터랙티브  
학습 환경

---