

# 가상 이상 개념을 이용한 물리법칙의 2D 시각화 시뮬레이션

## Two Dimensional Visualization Simulation of Physical Law using Virtual Anomaly

박정용  
(주)나눔네트 부설연구소

Jung-Yong Park(parkjy@nanuminet.com)

### 요약

경험을 통한 지식의 습득이 단순한 기호나 수식을 통한 지식의 습득과 비교해서 보다 안정적이고 명료하게 학습자에게 정보를 전달한다. 컴퓨터 기반의 교육용 시스템은 가상현실기술, 지능형 교육 시스템, 개념의 시각화기술, 시뮬레이션 기반 시스템, 미세한 세계(MicroWorld)를 이용한 형태로 연구되어지고 있다. 본 논문에서는 교육용 시스템의 여러 형태 중에서 시뮬레이션 기반으로 물리법칙을 2D로 시각화하여 학습자에게 교육할 수 있는 방법을 제안한다. 특히 물리법칙 중 중력의 법칙을 시뮬레이션하여 확인함으로써 간접적 경험을 통하여 보다 명료하게 지식을 습득한다. 시뮬레이션을 통한 명확한 지식 전달을 위해서 본 논문에서는 실시간적인 물리법칙의 시각화, 가상 이상 현상(virtual anomaly), 물리법칙의 시각화를 시뮬레이션한다. 그리고 학습자는 이러한 방법들을 통해서 효율적이고 효과적인 지식습득이 가능함을 보인다.

■ 중심어 : | 시각화 | 이상현상 | 시뮬레이션 | 지능형교육시스템 |

### Abstract

In comparison with the acquirement of knowledge by expression of symbol or numerical formula, the experience based knowledge acquirement give stable and clear understanding of information to a learner. Various educational systems based on computer such as virtual reality, intelligent learning system, visualization of concept, simulation-based system, and microworld have so far been developed. In this paper, a method of two dimensional visualization of a physical law by simulation has been suggested to educate a learner. Especially, learning the law of gravity by simulation based educational method gives a learner indirect experience that enhance the efficiency of knowledge acquirement clearly. The visualization methods of a real-time physical law and a virtual anomalies' physical law by simulation are proposed in this paper to deliver information or knowledge clearly. Then we show that a learner can acquire some knowledge effectively by the proposed method.

■ keyword : | Visualization | Anomaly | Simulation | ITS |

## 1. 서론

가상현실이란 현실과 상상의 세계를 컴퓨터를 사용하여 현실과 같이 만들어 내어 인간이 창조한 인위적인 세계에 몰입됨으로써 학습자가 인위적인 세계에 있는

것처럼 느끼고 체험하는 가상공간의 세계이다. 현재 가상현실 기술은 컴퓨터 성능의 향상에 힘입어 게임, 애니메이션, 교육용시스템, 컴퓨터 그래픽, 멀티미디어, 의학, 증감현실 같은 많은 분야에 적용되어 실용화되고 있다[1-5]. 이들 여러 응용분야 중 가상현실의 몰입감

을 이용하여 교육의 효과를 높이기 위한 몰입형 및 상황기반 교육용 시스템의 연구가 많이 수행되었는데 기능성게임, 비행 시뮬레이션, 배, 지하철, 고층 건물의 화재진압 훈련, 우주선의 기계수리 시뮬레이션 등의 실제 경험을 통해 교육을 하기 힘든 분야에서 학습자에게 절차적 지식을 가르치기 위한 연구가 많이 행해졌다 [1][6-13][18]. 하지만 이들은 각각 특정분야의 소규모 지식 또는 절차적인 지식만을 위한 시스템이며, 현실의 복잡하고 다양한 지식, 물리법칙이 적용된 상황 시뮬레이션을 교육하는데 활용되기 어렵다. 따라서 이를 위해서는 새로운 가상세계를 제공하는 시스템의 설계가 필요한데 본 논문에서는 그 중 가상세계를 구성하는데 근간이 되는 물리 법칙 중의 하나인 중력 법칙을 가상 이상 개념을 이용하여 시뮬레이션한다. 가상세계라 함은 컴퓨터로 만들어진 인공적인 세계이며, 현재까지 가상 현실에서 구현된 가상세계는 사용자의 현실감을 위해서 주로 시청각적인 요소와 그래픽처리 중심으로 설계되었고, 이를 구현하기 위해 데이터 장갑이나 입체 음향 등의 많은 하드웨어를 사용하였다. 그러나 가상세계에서 느끼는 현실감은 감각적 요소뿐만 아니라 가상세계의 환경, 특히 물리법칙, 지능적 에이전트, 객체의 움직임, 객체간의 상호작용, 계절의 변화, 날씨의 변화 등의 많은 논리적인 요소들에 의해 영향을 받는다[1]. 특히 사용자가 가상세계에서 바로 접하게 되는 가상환경이 얼마나 현실세계와 유사한가, 즉 현실에서 항상 느끼는 만유인력이나 수시로 변하는 기상현상, 밤낮의 변화 등이 가상세계에 얼마나 적절히 반영되는가는 사용자의 몰입감에 중요한 변수가 될 수 있다. 왜냐하면 사용자가 직접 가상세계와 상호작용함으로써 반응하는 결과를 보고 자신의 지식을 수정, 구조화, 발달시키는 형태로 연구되고 있기 때문이다[14][15]. 현실세계와 직접적인 경험을 통한 명확한 지식의 습득을 위한 가상세계에서 갖추어야 할 필수 요소 중 하나가 물리법칙의 적용 여부라 하겠다.

본 논문에서는 체계적인 몰입형 상황 교육시스템을 구축하기 위해서 위에서 열거한 여러 핵심 요소에서 물리법칙 중 중력을 교육하는 시스템을 개발하고자한다. 지금까지 가상세계의 환경은 대부분 그래픽적인 요소

에 치중하거나 또는 단순히 시간의 흐름에 따라 상황이 변화하는데 중점을 두고 구현하는데 그치고 있다 [10][11]. 이러한 시스템의 공통점은 환경이나 물리법칙 보다는 객체 이동, 에이전트의 처리에 중점을 두었기 때문이며, 또한 환경에 대한 체계적인 구조화의 부재 그리고 물리법칙이 반영되지 않은 상황연출 때문이다. 따라서 지금까지 여러 시스템의 구현에서 미흡하게 다루어진 물리법칙을 2D 시각화로 구현함으로써 보다 효과적, 효율적으로 지식을 습득하는 방법이 될 것이다. 특히 본 논문에서는 중력이 적용되지 않는 비정상적인 상황(Anomaly)을 시뮬레이션하여 중력이 물리법칙에 미치는 영향을 명확하게 습득한다. 왜냐하면 중력이 적용되지 않는 현실세계의 실험은 여러 가지 제약적인 사항이 많으므로 실제 측정하기가 어려우며 따라서 이러한 환경을 시뮬레이션함으로써 중력이 적용되는 상황에 대한 명확한 이해가 가능하다는 것이다.

본 논문의 구성은 2장에서는 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 상황 시뮬레이션 기반 물리법칙을 구현하기 위한 전체시스템 구조와 방법을 설명하고, 4장에서는 중력의 법칙을 시뮬레이션하여 지식 발견의 유용성을 보인다. 그리고 5장에서는 결론과 향후 연구방향을 제시한다.

## II. 관련연구

실세계 환경의 모델링 요소에는 여러 가지가 있지만 그 중 인간에게 가장 큰 영향을 미치는 것은 기상현상과 물리법칙이라 할 수 있다. 또한 몰입적인 가상교육 환경 구축을 위한 기술 중 애니메이션도 중요한 고려사항이다. 컴퓨터를 이용한 애니메이션(computer animation)분야에서는 오랫동안 Path model이 지배적으로 사용되어져 왔다. 이는 객체의 행위가 일련의 순서에 따라 발생하는 것처럼 이를 이미 준비되어진 프레임의 열거에 의해 컴퓨터상에 표현하는 방법이다. 이러한 Path model은 고정적 환경에서 자신만의 행동을 규정하는 방법으로는 유효하다. 즉 수동적, 고정적 애니메이션에서는 적합한 방법이다. 그러나 객체가 동적인 환

경에서 지속적 자극과 제약을 받게 되는 경우에는 독립적 행위만으로는 다양한 상황과 예기치 못한 상황을 표할 수 없게 된다. 다시 말해 능동적, 변화무쌍한 애니메이션에는 부적절하다. 동적인 환경은 각기 다른 방향으로 행동하는 객체들과 불특정한 시간에 발생되어지는 사건(event)들을 포함하고 있기 때문이다. 또 다른 방법인 Predefined Environment model은 동적인 환경이 아닌 미리 정해진 환경만을 대상으로 하는 모델이다. 이 모델에서는 객체의 행동은 그 이전의 지식을 바탕으로 결정되어지는 한계가 있다[11][16][17].

컴퓨터상에서 물리법칙을 시뮬레이션하기 위해서 컴퓨터 그래픽(CG) 기술이 필수적이다. CG 애니메이션 기술에서 모델링한 물체를 움직이게 하기 위해서는 키 프레임 애니메이션, 다이타메이션(Dynamation), 인버스 키네메이션, 모션 캡처 등 다양한 방법을 사용한다[16][17]. 이중에서 기본적인 키 프레임 애니메이션은 키가 되는 프레임을 설정하고 이 프레임들에 물체 움직임의 값을 설정하여 중간 프레임의 수치를 컴퓨터가 자동으로 생성하는 방식이며, 최근에 가장 많이 사용되는 모션 캡처 방식은 광학센서나 마그네틱 센서를 사람이나 동물의 관절에 부착하여 움직임을 측정, 컴퓨터에서 만든 캐릭터의 관절을 애니메이션 하는데 사용하는 방식이다[16][17]. 이러한 방식들은 사용자가 원하는 일시적이고 반복적인 시뮬레이션에는 적합한 방법이나, 계속적으로 변화하는 현실세계의 논리적인 상황, 즉 객체 간의 충돌, 만유인력법칙이 적용된 물리법칙을 표현하기에는 근본적인 한계가 있다.

게임분야에서는 상식적인 상황 전개가 이루어지기 위한 정규화 방법론에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 교육용 시스템에서는 이상 현상을 함께 시뮬레이션함으로써 교육의 극대화가 가능하다[1][2].

교육용시스템 연구 분야에서 Felder&Silverman은 학습정보를 이용하는 차원에서 Global과 Sequential 정보를 습득하는 차원에서는 Visual과 Auditory, 학습정보를 인지하는 차원에서는 Sensing과 Intuitive 그리고 학습정보를 활용하는 차원에서는 Active와 Reflective로 네 가지 영역으로 나누어서 학습 성향을 분류하였다[3]. ITS(Intelligent Tutoring System) 연구 분야는 학

습을 지원하고 이해하기 위한 인지 과정 모델에 바탕을 두고 있다. 목적은 학습과정에서 학습자의 특별한 요구와 관심을 이해하고 이끌어 냄으로써 학생에게 적용하는 최적의 교육서비스를 제공하는 것이다[15][18][19]. 이러한 서비스는 학습자의 인지적 상태를 알기 위해 행동을 진단해야하고, 진단과정은 학습자 모델을 근거로 해야 한다[4][5]. ITS는 학습 및 문답을 통해 학습자의 지식수준을 파악하며 그 수준에 맞는 학습을 하도록 설계된 지능을 갖춘 시스템으로 이해 될 수 있다[13][14].

시뮬레이션의 결과에서 시각화 방법은 본질적으로 시각적 표현이 불가능한 텍스트 기반의 데이터를 시각적으로 표현하고 이를 통해 사용자의 개념적 모델 형성을 지원하는 순환적인 구조이다[20][21]. 다시 말해 시각적으로 표현하는 것은 텍스트 기반의 데이터 표현이 불가능한 것을 여러 시각적 요소(기하학적인 도형 및 색)를 사용하여 학습자에게 이해의 폭을 넓히고 결과적으로 학습자가 이해하기 쉽도록 표현하여 학습자가 문제영역의 지식을 지원하는 것이 정보 시각화이다. 학습자는 정보 시각화 기술을 사용하여 매우 빠르고 정확하게 시각적으로 표현된 대량의 데이터와 상호작용을 하게 되고 그들로부터 의미 있는 지식을 발견하게 된다[20]. 인지 과학 분야에서의 다양한 연구들은 정보 시각화가 데이터 탐색을 통한 지식생성 또는 지식 획득에 효율적인 도구임을 뒷받침하고 있다[20-22]. 시각화는 개념이나 그래픽적인 표현의 의미를 가지게 되며, 두뇌의 내부에서 설계하는 이미지에서 의사결정을 돕기 위한 외부적인 인공물로 그 범위가 확장되고 있다. 이러한 시각화의 특징은 첫째, 복잡한 구조 및 대용량의 데이터의 이해를 도우며, 둘째, 예측되지 못한 갑작스러운 속성 및 상황의 인지를 가능하게 한다. 셋째, 데이터 및 상황이 가지고 있는 결함을 분명하게 보여준다.

이러한 기존의 교육시스템 및 상황기반 시뮬레이션 시스템에서의 연구가 간과하는 사실중의 하나가 특정 지식에 대해서 시뮬레이션 할 때 해당지식에 대한 정상적이고 상식적인 시뮬레이션과 더불어 이상 현상을 함께 시뮬레이션 해야 한다는 것이다. 따라서 본 논문에서는 물리법칙 중 중력이 미치는 이상 현상과 정상적인 상황을 2D 시각화로 시뮬레이션 가능하도록 한다. 다

시 말해 현실세계에서 실험이 어려운 상황도 함께 시뮬레이션 하여 학습자에게 명료하고 효과적인 지식이 전달 가능하게 한다.

### III. 물리법칙 학습을 위한 시뮬레이션 구조

현실세계에서 물리법칙 지식을 학습시키기에는 시, 공간적인 제약과 여러 실험적인 환경의 설정 등의 방법에서 경험을 통한 학습은 어려운 현실이다. 따라서 현실세계에서 발생할 수 없는 상황과 상식적으로 일어나야 할 상황을 모두 시뮬레이션 함으로써 얻고자 하는 지식의 습득이 보다 명료해진다. 다시 말해, 현실세계에서 일어나지 않는 상황을 이상 현상(Anomaly)이라 정의하고, 이를 컴퓨터에서 시뮬레이션하는 것을 가상 이상 현상(virtual anomaly)이라 정의하고 이를 학습자에게 보여줌으로써 보다 정확한 지식의 형성이 가능함을 보이고자 한다.

#### 1. 전체시스템의 구성요소

가상세계에서 동적인 환경을 구현하기 위해서는 우선 현실세계에 대한 관찰이 필요하다. 이는 여러 학문

적인 연구가 필요한 부분이지만, 여기서는 인간에게 직접적인 영향을 주는 환경요소들을 컴퓨터 시뮬레이션 측면에서 살펴보겠다. 일반적으로 우주는 시간, 공간으로 구성된 환경과 객체들로 구성되어 있다. 여기서 시간은 일차원의 선형적 흐름으로 모델링하고, 공간은 삼차원으로 모델링을 할 수 있다. 그리고 객체는 스스로의 판단에 의해 행동할 수 있는 에이전트와 그렇지 않은 일반객체로 구분할 수 있다. 이들 객체는 공간 안에 위치하여 공간에 의해 영향을 받거나 공간의 환경을 변화시키면서 존재한다. 공간을 구성하는 환경적 요소로는 날씨의 변화, 밤낮의 변화, 온도, 기압, 바람, 빛, 습도, 전자기장, 중력 등 정의하기에 따라서는 수많은 요소들을 열거 할 수 있을 것이다. 하지만 많은 환경요소 중 인간에게 광범위한 영향을 주는 것은 날씨, 만유인력 등의 몇 가지 자연현상에 국한됨을 알 수 있다. 따라서 가상환경을 구축할 때 중력에 대한 요소를 객체의 내부에 저장시키는 구조와 규칙으로 구현함으로써 사용자나 에이전트가 가상세계를 실제 현실과 비슷하게 느끼게 되고 따라서 가상현실로의 몰입을 극대화할 수 있다. 이를 위한 전체적인 시스템 구성은 다음 [그림 1]과 같다.

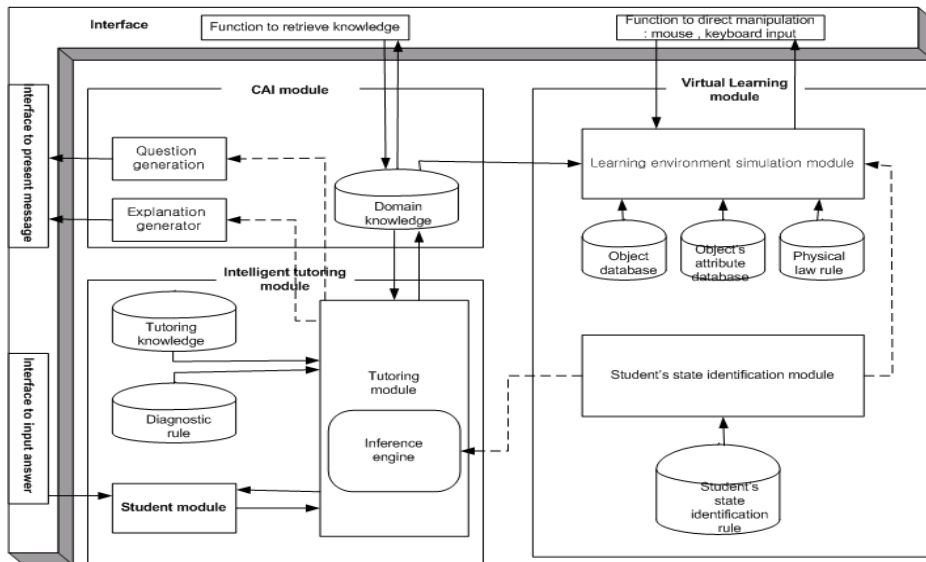


그림 1. 물리법칙 시뮬레이션 학습을 위한 시스템

## 2. 가상교육 모듈(Virtual Learning Module)

가상환경을 이용한 교육시스템의 가장 큰 장점은 시뮬레이션 상황을 학생들이 관찰 또는 상호작용을 통해서 학습자는 자신의 생각과 지식형성을 비교, 확인함으로써 보다 명확하게 지식들을 습득하는 것이다. 또한 간접경험을 통한 지식의 이해와 절차적인 사실들의 순서 및 조합을 형성하는데 도움을 주는 것이다. 따라서 본 시스템은 상황에 기초해서 가상 이상 현상 개념을 시뮬레이션하고 변화를 관찰하여 문제를 인식하고 처리하는 과정을 명확히 하고 지식습득에 도움을 주는 데 목적이 있다.

### 2.1 상황시뮬레이션 모듈

이 모듈은 사용자와의 상호작용에 의해서 시스템 내의 객체 데이터베이스, 속성데이터베이스 그리고 물리규칙에 의해서 상황시뮬레이션이 생성된다. 학습자가 특정한 객체에 대한 환경 파라메타를 입력하고 이에 대한 시뮬레이션이 수행된다. 본 시스템에서는 중력 값, 공의 힘, 공의 각도, 바람의 세기가 주요한 파라메타가 된다.

### 2.2 학습자 인식 모듈

학습자는 상황 시뮬레이션에서 여러 파라메타에 임의의 값을 입력하고 시뮬레이션함으로써 실제적인 물리현상이 수행됨을 확인할 수 있다. 이때, 중력 값의 변화분에 따라서 돌발 상황, 즉 일어나지 않은 이상상황이 발생하는데 이를 통하여 중력이 물체에 미치는 영향을 보다 명확하게 알 수 있다. 현실세계에서는 이러한 이상상황을 구축하여 학습하기에는 여러 환경적인 제약사항이 있으며, 따라서 시뮬레이션 상황을 통한 중력 실험은 이러한 단점을 극복할 수 있으며, 특히 가상 이상 현상을 직접 보고 정상적인 상황과 비교함으로써 지식습득에 도움을 준다.

## 3. 컴퓨터 보조 지시 모듈(Computer Aided Instruction Module)

가상 교육에서 획득한 지식을 강화하기 위해서 CAI

모듈이 필요하다. 즉 시뮬레이션 상황 내에서의 질문과 그에 대한 설명을 부과함으로써 학습자는 스스로의 판단에 대한 오류를 확인하고 지식을 다듬어갈 수 있다.

### 3.1 질문 생성기

영역 지식에서 규칙의 형태로 저장되어져 있는 것을 학습자가 인지할 수 있는 질문을 생성한다. 이 질문에 따라서 학습자는 상황 속에서 문제를 해결하기 위해서 시뮬레이션을 작동시킨다. 시뮬레이션 상황에서 여러 변수들을 조작함으로써 실제 개념적인 사실에 머물러 있는 것들을 시각적으로 확인하여 물리법칙의 원리를 보다 정확하게 이해할 수 있다. 본 시뮬레이터에서는 앞에서 설명한 4개의 파라메타로 질문을 생성한다.

### 3.2 설명 생성기

설명 생성기는 학습자가 선택한 문제에 대해서 시뮬레이션이 전개될 때 이를 구문적인 형태로 표현되는 것이 가장 이상적이다. 그러나 이리기 위해서는 자연어 처리에 대한 연구와 상황 및 언어 지식의 구조분석 그리고 상황과 언어지식의 부합관계 등에 대한 처리가 요구되어진다. 본 시스템에서는 이러한 설명을 환경변수를 설정하여 물리법칙의 시뮬레이션에서 상황 변수의 변화 값을 확인하고 실제 상황에 적용됨을 확인할 수 있게 한다. 특히 중력의 존재 여부에 따라 공의 궤적이 상이하게 시뮬레이션한다.

### 3.3 영역 지식기

영역지식은 현실세계의 사물에 대한 규칙을 각 객체에 저장하여 가상환경을 구축함을 기본 전제로 한다. 본 시스템에서는 물리법칙의 적용을 학습함을 목표로 하기 때문에 각 객체에 대해서 물리법칙을 규칙의 형태로 저장하여 이동시마다 이를 검사하고, 중력이 적용되도록 한다.

## 4. 지능형 교육(Intelligent Tutoring) 모듈

지능형 교육 모델은 VL 모듈과 CAI 모듈을 통합하여 최초 교육자가 가르치고자 하는 지식을 구조화하고 학습자의 단계별 습득 지식을 분석하여 다시 이를 상황

에 반영하는 제어의 기능을 담당한다. 본 시스템에서는 학습자 모듈을 시각화 하여 구현하고, 교육자 모듈, 교육자 지식베이스 그리고 진단 규칙베이스의 실제적인 구현은 추후의 과제로 남겨둔다.

#### 4.1 학습자 모듈

학습자가 가상환경에서 시물레이션 객체들의 움직임과 변수 값의 변화를 보고 이를 확인하고, 파라미터 값을 조정하여 자신의 지식을 수정, 확인 가능하게 하는 모듈이다.

#### 4.2 교육자 모듈

이 모듈에서는 도메인 지식베이스와 진단 규칙 베이스를 사용하여 학생들의 상태를 확인함으로써 학생들에게 다음단계에 어떠한 지식을 가르칠 것인가를 결정하는 모듈이다.

#### 4.3 교육자 지식 베이스

교육시스템에서 학습자에게 가르칠 영역지식에 대한 것을 교육적인 측면에서 데이터베이스화한다. 이를 위해 단계적이고 순차적인 지식의 형성을 위해서 학생들에게 교육의 방향과 순서를 제시한다.

#### 4.4 진단 규칙베이스

학생들이 시물레이션 시스템과 이루어지는 행위의 경로를 파악함으로써 학생들의 현 상태를 기반으로 지식의 형성 및 오류를 판단할 수 있다. 또한 학습자의 행위를 분석하여 지식의 형성을 위하여 질문을 생성하거나, 메시지를 생성하는 과정을 거치게 된다.

### 5. 예제 도메인을 위한 스키마

[그림 2]는 본 논문에서 중력이 적용된 상황을 시물레이션하기 위한 객체들에 대한 지식구조를 도식화한 것이다. 질량이 있는 물체를 객체로 정의하고 질량이 있으면 중력의 법칙이 적용됨을 규칙으로 정의한 구조는 그림 2와 같다.

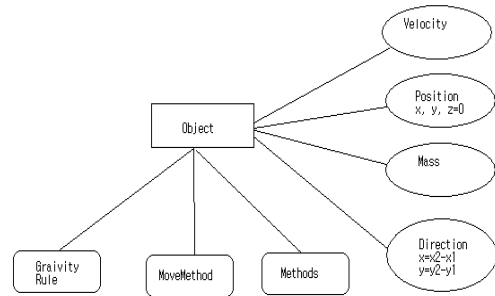


그림 2. 예제 도메인에 대한 객체 스키마

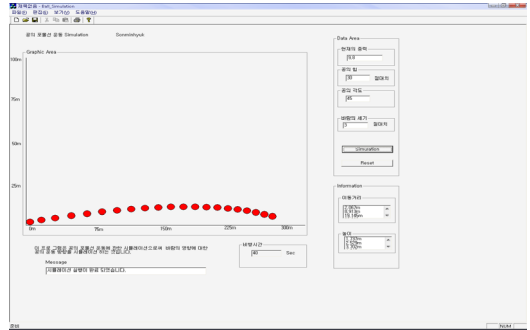
## IV. 구현

본 논문에서 중점을 두는 가상환경 시스템은 물리법칙 중 중력, 공의 힘, 공의 각도, 바람의 세기를 고려하여 중력에 따른 공의 궤적과 무중력 등 이상 현상을 시물레이션 하였다. 구현 환경은 윈도우 환경에서 Visual C++ 6.0을 이용하여 향후 확장성을 고려하여 객체지향 방식으로 구현하였다. 이를 위해 필요한 클래스는 공을 위한 CBall클래스, 환경 변수를 위한 CEnv클래스 특히 중력 규칙을 공에 적용하도록 하였다. 왜냐하면 규칙을 따로 분리해서 구현하는 것보다는 실제 중력이 미치는 객체에 두는 것이 상식적이며 계산량을 줄이는 것이기 때문이다. 만일 공의 개수가 증가하면 외부에 규칙을 두는 것은 불필요한 계산량이 증가하고, 반면 실제 움직이는 객체에 공을 두면 움직임이 있는 공이 직접 지면과의 충돌을 검사하면 되기 때문이다.

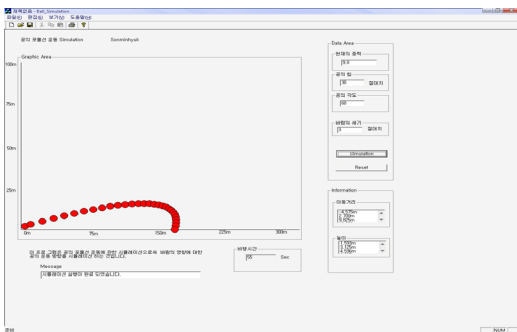
[그림 3]은 공의 각도, 바람의 세기, 중력, 공을 던지는 힘의 세기에 따른 시물레이션 결과이다. [그림 3]의 (a)는 시물레이션 결과의 초기 화면이다. 우측에 박스는 공의 힘, 공의 각도, 바람의 세기, 공의 무게, 중력의 값을 변경하는 환경 설정 창이며, 좌측은 그에 대한 시물레이션 결과를 상연한다. 시물레이션 진행과정은 Message 창을 통해서 현재 공의 궤적에 대한 정보를 확인할 수 있다. 또한 이동 거리와 높이에 대한 정보 및 비행시간에 대한 정보도 확인할 수 있다.



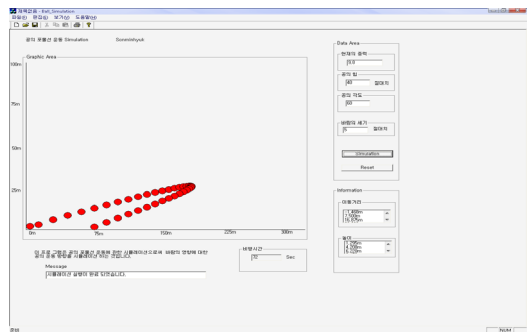
(a) 프로그램 초기 실행 화면



(e) 일반적인 공의 시뮬레이션



(b) 초기값을 통한 시뮬레이션

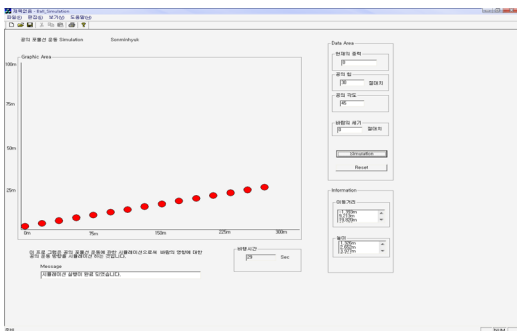


(f) 바람이 강한 경우

그림 3. 시뮬레이션 결과



(c) 바람의 영향이 0인 시뮬레이션



(d) 중력이 작용하지 않는 시뮬레이션

[그림 3]의 (b)는 에디터 박스에 초기 값을 설정의 시뮬레이션 결과이다(중력: 9.8, 공의 힘:30, 공의 각도: 60, 바람의 세기: 3). 공의 포물선 운동이 Timer를 통하여 계산되고 그 결과가 Graph Area에 출력되었다. 중력 법칙이 적용된 후 공의 궤적에 대한 지식을 습득하기 위해서 사용자는 Message 창을 통해서 공의 체공시간, 이동거리와 높이에 대한 정보를 확인할 수 있다. [그림 3]의 (c)는 바람의 영향이 0인 운동의 시뮬레이션 결과이다 (중력: 9.8, 공의 힘: 30, 공의 각도: 90, 바람의 세기: 0). 즉, 이 결과에서 공이 바람세기가 0이고, 공의 각도가 90라면 공은 상승하였다가 초기 자리로 하강함을 확인할 수 있다. [그림 3]의 (d)는 중력의 영향이 0인 운동의 시뮬레이션결과이다 (중력: 0, 공의 힘: 30, 공의 각도: 45, 바람의 세기: 0). 중력이 없어서 공은 아무런 영향 없이 직선 운동을 함을 알 수 있다. [그림 3]의 (d)시뮬레이션은 현실세계에서 구현하기는 매우 어려운 상황이다. 그러나 가상 상황에서 이러한 가상

이상 현상(virtual anomaly)을 시뮬레이션함으로써 중력에 대한 보다 폭넓은 이해가 가능하다. [그림 3]의 (e)는 일반적인 상태의 공의 운동 시뮬레이션결과이다(중력 9.8, 공의 힘 30, 공의 각도 45, 바람 3). 공은 바람과 중력에 영향을 받는 포물선 운동을 함을 확인할 수 있다. [그림 3]의 (f)는 바람이 강하고 중력이 작용하는 경우를 시뮬레이션 하였다.(중력: 9.8, 공의 힘: 40, 공의 각도: 60, 바람의 세기: 5) 바람에 대한 외압이 셀 경우 공은 비정상적으로 가로축에 영향을 받는다. 따라서 공은 멀리 뻗어 가지 못한다. 이러한 시뮬레이션 결과는 일반물리의 포물선 운동 방정식에 근거해서 시뮬레이션 하였으며, 일반적으로 학습자는 수식이나 그림을 통해서 물리법칙을 학습한다. 그러나 학습자가 명료한 지식습득을 위해서는 정상상황과 이상 현상 모두를 시뮬레이션 해야만 정확한 지식습득이 가능하다.

## V. 결론 및 향후 연구방향

몰입형 교육시스템의 궁극적인 형태는 상황 기반형 교육시스템이라 하겠다. 특히 상황은 현실세계를 반영하여야 하며, 물리법칙, 날씨의 변화 등 많은 요소들을 고려하는 것이 가장 이상적이며 거기에서 가르치고자 하는 문제 영역에 대한 시뮬레이션이 이루어져야한다. 본 논문에서는 이러한 환경적인 요소 중에 물리법칙 중 중력의 존재 여부를 가상 이상 현상(virtual anomaly) 개념을 도입하여 시뮬레이션 하였다. 현실세계에서는 일어나는 상황에서 지식을 습득하기 위해서는 비정상적인 상황 또는 여러 제약조건상 실험이 어려운 상황(anomaly)도 동시에 시뮬레이션해서 학습자에게 보여줌으로써 지식습득차원에서 보다 명료한 습득이 가능함을 보였다.

향후 연구과제는 본 논문에서 제시한 상황기반 시뮬레이션에서 중력법칙 이외에 날씨, 물체들 간의 상호작용 등을 고려하려 시뮬레이션 하는 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] J. Y. Park and J. H. Park, "Event Normalization Methodology for Computer Game Environment Simulation", *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, Vol.19, Issue 7, pp.913-932, 2009(11).
- [2] J. Y. Park and J. H. Park, "A graph-based representation of game scenarios; methodology for minimizing anomalies in computer game," *The Visual Computer*, Vol.26, No.6-8, pp.595-605, 2010(6).
- [3] R. Felder and L. Silverman, "Learning and Teaching Styles in Engineering Education", *Engineering Education*, Vol.78, No.7, pp.674-681, 1998.
- [4] L. Fausett, *Fundamentals of Neural Network*, Prentice Hall, 1994.
- [5] R. Kaplan and D. Rock, "New directions for intelligent tutoring", *AI Expert*, Vol.10, No.2, pp.30-40, 1995.
- [6] Neil C. Rowe, Tomas P. Galvin, "An Authoring System for intelligent procedural-skill Tutor", *IEEE Intelligent System & their application*, Vol.13, No.11, pp.61-69, may-june 1998.
- [7] David Franklin, *Cooperating with people: the Intelligent Classroom*, Chicago, 1998.
- [8] Ravindra Krovi, Arthur C. Graesser, and William E, "Agent Behaviors in Virtual Negotiation Environments", *IEEE Transaction On Systems, Man, and Cybernetics-Part C: Application and Reviews*, Vol.29, No.1, pp.15-25, 1999(2).
- [9] Y. Matsubara, "Virtual Learning Environment for Discovery Learning and Its Application on Operator Training", *IEICE Transactions on Information & System*, V.E80-D, No.2, pp.176-188, 1997.
- [10] Stanley Y. P. Chien, Lucy Q. Xue, and Mathew Palakal, "Task Planning for a Mobile Robot in an Indoor Environment Using Objected-Oriented

[1] J. Y. Park and J. H. Park, "Event Normalization



- Domain Information", IEEE Transaction On System, Man, and Cybernetic-Part B: Cybernetics, Vol.27, No.6, pp.1007-1016, December 1997.
- [11] Hanqiu Sun, "A Relation-Based Model for Animating Adaptive Behavior in Dynamic Environments", IEEE Transaction On Systems, and Cybernetics-Part A: System and Humans, Vol.27, No.2, pp.235-243, 1997(3).
- [12] Vijay Vasandani and T. Govindaraj, "Knowledge Organization in Intelligent Tutoring System for Diagnostic Problem Solving in Complex Dynamic Domains", IEEE Transaction On Systems, Man, and Cybernetics, Vol.25, No.7, pp.1076-1096, 1995(7).
- [13] E. Ohmaye, Simulation-Based Language Learning : An Architecture and a Multimedia Authoring Tool, Northwestern Univ, 1992.
- [14] Angel Conde, Karnele López de Ipiña, Mikel Larrañaga, Nestor Garay-Vitoria, Eloy Irigoyen, Aitzol Ezeiza and Jokín Rubio, "LAGUNTXO: A Rule-Based Intelligent Tutoring System Oriented to People with Intellectual Disabilities", Visioning and Engineering the Knowledge Society, Vol. 5736/2009, pp.186-195, 2009(9).
- [15] Maite Lopez-Garate, Alberto Lozano-Rodero and Luis Matey, "An Adaptive and Customizable Feedback System for Intelligent Interactive Learning Systems", Intelligent Tutoring Systems, Vol. 5091/2008, pp.737-739, J 2008(6).
- [16] Mario A. A. Gutiérrez, Frédéric Vexo and Daniel Thalmann, Stepping into Virtual Reality, Springer London, 2008.
- [17] Jim X. Chen, Guide to Graphics Software Tools, Springer New York, 2004.
- [18] Marco A. Gómez-Martín, Pedro P. Gómez-Martín and Pedro A. González-Calero, "Game-Driven Intelligent Tutoring Systems", Entertainment Computing - ICEC, Vol. 3166/2004, pp.21-39, 2004(8).
- [19] Rul Gunzenhäuser and Alfred Zimmermann, "DCE: A knowledge-based tutoring and advisory system - Tutoring strategies and architecture", Computer Assisted Learning, Vol.602/1992, pp.247-257, 2006(1).
- [20] R. Spence, Information Visualization: Design for Interaction, Addison-Wesley, 2007.
- [21] U. Wiss, D. Carr, and H. Jonsson, "Evaluating three-dimensional information visualization design: A case study of three designs", Proceedings of the IEEE conference on information visualization, London, England, pp.137-144, 1998.
- [22] S. K. Card, J. D. Mackinlay, and B. Schneiderman, Readings in Information visualization: Using vision to think, Morgan-Kaufmann Publishers, San Francisco, USA, 1999.

#### 저 자 소 개

##### 박 정 용(Jung-Yong Park)

정회원



- 1997년 2월 : 영남대학교 전자공학과(공학사)
- 1999년 2월 : 경북대학교 전자공학과(공학석사)
- 2009년 8월 : 경북대학교 전자공학과(공학박사)

- 2002년 2월 ~ 2006년 2월 : 대구산업정보대학 멀티미디어 정보계열 교수
- 2006년 3월 ~ 2009년 8월 : 대구대학교 전자공학부 초빙교수
- 2009년 9월 ~ 현재 : (주)나눔미넷 부설연구소 소장, 대구대학교 전자공학부 강사

<관심분야> : 게임, 시각화 시뮬레이션, ITS, 온톨로지