

3D Animation Data를 활용한 가상 Marionette 시뮬레이션

Simulation of Virtual Marionette with 3D Animation Data

오의상, 성정환
승실대학교 미디어학부

Eui-Sang Oh(real523@naver.com), Jung-Hwan Sung(artbysung@ssu.ac.kr)

요약

인형은 여러 가지 재료를 사용하여 사람의 모습을 축소하여 만든 모형으로써 인형극의 한 구성요소를 담당하며 지금까지 인간의 문화 활동의 일부분을 담당해왔다. 그러나 전문가들의 감소, 기술 전수의 어려움 등으로 인해 인형극의 수요와 공급 감소현상이 지속됨에 따라 인형극의 자동화를 목적으로 하는 Robotic Marionette에 대한 연구가 세계적으로 진행되고 있다. 즉, 실제 전통적 줄 인형을 제어하는 컨트롤러를 모터로 대체하기 위한 구조 설계와 줄 인형의 동작표현을 위한 효율적인 프로세스의 개발이 필요하다. 따라서 본 논문은 첫째, 모션캡처와 3D 프로그램을 통해 나온 모션 데이터의 가공 및 생성방법과 둘째, 줄 인형의 동작표현에 효과적인 방안을 제시한다. 셋째, 3차원 모션 데이터를 활용, 시뮬레이션의 선행 방안을 제시함에 따라 실제 Robotic Marionette System을 구축할 때 발생하는 제작 오류와 비용을 최소화하는 방법을 제안하도록 한다.

■ 중심어 : | 로보틱 마리오네트 | 줄인형 | 3차원 애니메이션 | 시뮬레이션 |

Abstract

A doll created by various materials is a miniature based on human model, and it has been one of components in a puppet show to take some responsibility for human's culture activity. However, demand and supply keeps on the decrease in the puppet show industry, since professional puppeteer has been reduced rapidly, and also it is difficult to initiate into the skill. Therefore, many studies related Robotic Marionette for automation of puppet show have been internationally accompanied, and more efficient structure design and process development are required for better movement and express of puppet with motor based controller. In this research, we suggest the effective way to enable to express the marionette's motion using motion data based on motion capture and 3D graphic program, and through applying of 3D motion data and proposal of simulation process, it will be useful to save time and expenses when the Robotic Marionette System is practically built.

■ keyword : | Robotic Marionette | Marionette | 3D Animation | Simulation |

1. 서론

인형극은 연극의 한 형태로 사람이 아닌 인형들이 무

대에 출연하여 공연하는 것으로 우리 문화 활동의 한 일부분을 담당해왔다. 지금까지 알려진 인형극의 효과로는 유아에게 교육적 도구로 많이 활용되어 집중력 향

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었습니다.

접수번호 : #090630-007

접수일자 : 2009년 06월 30일

심사완료일 : 2009년 11월 16일

교신저자 : 성정환, e-mail : artbysung@ssu.ac.kr

상과 직관적 사고 상징적 사고, 물활론적 사고 등이 있다[1]. 또한 인형은 이미지와 조각, 공예, 패션, 예술을 종합적으로 결합한 문화상품이며, 인간의 모습과 닮아 있어 누구나 쉽게 그 정서를 이해할 수 있고, 일반 대중이 쉽게 교감을 얻을 수 있는 분야로써 단순 놀이가 아닌 고부가 산업영역으로 발전가능성이 큰 분야로 국외에서는 다수의 인형극 축제가 개최되 부가가치 창출과 전문가 양성 및 전통 인형극 전승에 큰 기여를 하고 있다[2]. 반면 현재 한국에서 실시되고 있는 대규모 문화산업으로는 춘천인형극제가 존재하고 있는데 이는 2008년에 20주년을 맞이한 인형 축제임에도 불구하고 홍보와 관람객에 대한 사전분석 작업 미흡으로 인해 매해 그 수요가 줄어 현재 관람객의 수가 8만 2,303명으로 줄어들었다[3]. 이렇듯 문화 관광 사업으로써도 점점 인형극의 수요가 줄어들고 한국 전통 인형극의 전승 측면에서도 문제점을 들어내고 있다. 한국 전통 대표 인형극인 “꼭두각시 놀음”은 현재까지 유일하게 전승되고 있는 세계적으로도 매우 보존 가치가 높은 무형문화이다. 그러나 이 인형극을 “중요무형문화재 제 3호”로 지정, 보호 하고 있을 뿐, 그 지원은 미비한 상황으로, 인형극에 대한 국내 인식의 전환과 부가가치 창출에 대해 많은 개선이 시급함을 알 수 있다.

인형극 쇠퇴의 근본적인 문제점은 줄 인형의 움직임이 숙련된 전문 연극자가 아니면 제어하기 힘들다는 점이다. 그만큼 줄 인형의 모션을 만들어내기 위해서는 많은 노력과 어려움이 있기 때문에 인형극의 전수가 원활히 이루어지지 않고 있다. 이러한 문제점들을 보완하기 위해 현재 Robotic Marionette¹⁾에 대해 많은 연구가 진행 중이다. 그러나 지금까지 대부분의 연구들은 연기자의 모션 캡처 데이터와 3D Animation 데이터 중 하나만을 사용하는 방식으로 그 초점이 맞추어진 한계점을 지니고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점에 착안하여 모션 캡처 데이터와 3D Animation 데이터 간의 연계를 통한 효과적인 Marionette 모션데이터의 효율적인 창출 방안을 모색한다. 따라서 첫째, 모션 캡처와 3D Program에서 생성한 키프레임의 데이터의 효

율적인 조합 및 편집을 통한 새로운 데이터의 창출방법에 대한 연구와 둘째, 여기서 나온 데이터를 일정 포맷으로 변환하여 Robotic Marionette 시스템에서 활용하는 연구를 진행하도록 한다.

II. 현황 분석

1. 전통적 줄 인형 분석

인형(人形)이란 여러 가지 재료를 사용하여 사람의 모습을 축소하여 만든 모형으로 일본의 영향을 받아 주로 쓰고 있는 말이며, 중국에서는 이것을 괴뢰(傀儡)라 칭한다[3]. 오래전부터 인형극은 동서양에서 주술적인 용도나 하나의 놀이 문화로써 활발히 진행되어 현재 문화에까지 많은 영향을 미치고 있다.

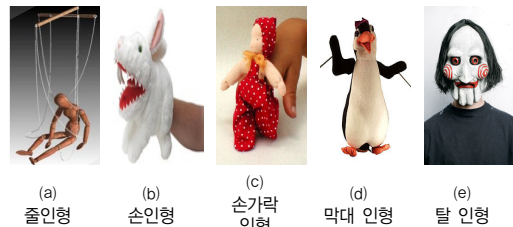


그림 1. 인형의 종류

2) 입체적인 인형의 종류[그림 1]로는 손가락 인형(Fingers Doll)과 손인형(Hand Puppets), 줄인형(String Puppets / Marionette), 막대 인형(Rod Puppets), 탈 인형(Mask Puppets)으로 구분할 수 있으나 본 논문에서는 그 중 줄 인형에 초점을 맞춰서 논하기로 한다.

줄 인형은 인형을 컨트롤하는 나무 막대 컨트롤러(Marionette Control)와 줄(String), 인형 몸체(Marionette Figure)로 크게 3부분으로 나뉜다. [그림2-a] 나무 막대 컨트롤러(Marionette Control)는 줄로 인형의 각 관절과 연결되어 컨트롤러의 간단한 움직임으로 인형의 실

1) Robotic Marionette란 줄인형의 컨트롤러 부분인 나무 막대를 모티프와 같은 디바이스로 제어할 수 있도록 구성된 시스템을 칭한다.

2) 인형의 종류는 크게 평면적 인형과 입체적 인형으로 나누어져 있으며, 평면적 인형에는 그림자 인형과 그림 인형으로 분류하고 입체적인 인형에는 위에서 설명한 것과 마찬가지로 손가락 인형, 손 인형, 줄인형, 막대 인형, 탈 인형으로 분류하였다.

질적인 모션을 컨트롤 할 수 있다. 인형과 컨트롤러 사이에 연결된 줄(String)은 인형의 주요관절(머리, 손, 발, 몸 등)마다 연결되어 인형의 무게를 지탱함과 동시에 그 각 부위를 컨트롤 할 수 있도록 구성된다.[그림 2-c] 인형 본체에는 사람의 인체구조와 비교하여 회전의 자유도를 결정하는데 많은 경우 머리는 3축의 자유도를, 팔꿈치는 1축의 자유도를, 그리고 어깨는 3축의 자유도로 구성되어 있다[그림2-b].

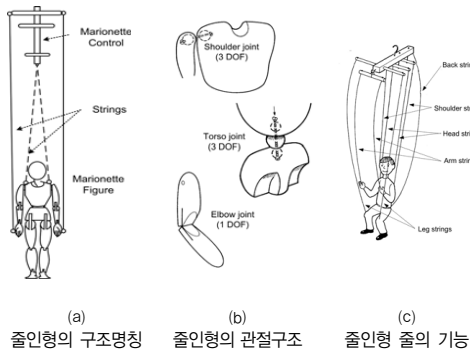


그림 2. 줄인형의 구조 [5]

2. 선행된 Marionette 관련 연구 분석

2.1. 일본 동경대(University of Tokyo in Japan)

일본 동경대의 "Controlling Motorized Marionette with Human Motion Capture Data"[4]의 시스템은 [그림 3]에서 볼 수 있듯이 4가지 단계로 프로세스가 나누어져 있다. 첫째, 줄인형 연기자의 손 움직임을 파악하여 컨트롤러를 구상하고 둘째, 실제 연기자의 특정부위에 마커를 달아 연기를 할 때 그 위치를 측정하여 줄인형의 구조와 비교하여 위치, 회전, 크기 등의 속성을 얻어내는 단계이다. 셋째, 실험으로 인해 맵핑된 마커의 위치 오차를 방지하기 위해 컨트롤러를 수정하고 마지막으로 수정된 자료를 기반으로 모터에 필요한 연산을 계산하고 적용한다. 이 네 단계를 거쳐 모터를 작동시키면 의도했던 대로 줄인형을 작동 시킬 수 있게 된다.

이 연구를 통해 발표된 기술은 사람의 모션캡처를 참조하여 줄인형을 모터로 제어하는 완성도 있는 시스템으로 좋은 평가를 받는다. 그러나 이 시스템은 실제 연

기자나 줄인형 연기자에 의해 조종되는 줄인형을 통해서만이 효율적인 컨트롤이 가능하다는 한계를 지니고 있다.

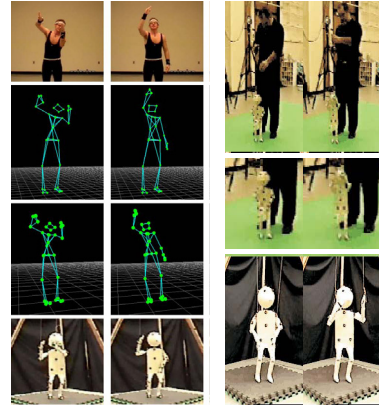


그림 3. 연기자에 의한 컨트롤 [4]

2.2. 싱가포르 난양기술대학교

싱가포르 난양기술 대학교의 "Marionette from traditional manipulation to robotic manipulation"[5]은 줄인형의 컨트롤을 모터로 제어하는 "robotic marionette system"에 대한 연구결과이다[그림 4].

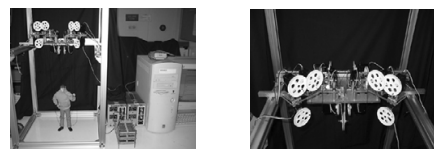


그림 4. Robotic Marionette System [5]

위 연구는 실제 줄인형 연기자에 의해 움직이는 메커니즘을 연구하고 줄인형을 효율적으로 제어할 수 있는 모터 구조를 구성, 실제 줄인형과 같이 사실적 연출을 선보였다. 그러나 이 연구는 엔지니어가 데이터값을 직접 입력한 후 모터가 줄인형을 제어하는 단순하나 복잡한 과정을 보여준다. 따라서 이런 한계점을 보완하기 위해 모션 데이터를 활용할 수 있는 방법이 모색되어야 할 것이다.

III. 본론

실제 나무 막대 컨트롤러에 의해서 제어되는 Marionette를 모터로 제어하기 위해서는 그에 따른 효율적인 디자인이 요구된다. 본 논문에서는 가장 효율적인 시스템을 설계하기 위해 3차원 가상공간의 시뮬레이션에서 Marionette를 제어하기로 하고 시뮬레이션에 의해 디자인된 가상 컨트롤러를 “Virtual Marionette Controller(VMC)”라 명하기로 한다. 따라서 본 연구는 첫째, 모션캡처와 3D 프로그램을 통해 생성된 모션 데이터의 효율적 조합방법과 둘째, 가상공간 안에서 모터에 의해 제어되는 VMC디자인, 셋째, 생성된 모션데이터와 가상 줄 인형의 움직임을 효과적인 방법으로 동일화 시키는 것이다. 이 과정은 크게 다음과 같이 3단계로 나눌 수 있다[그림 5].

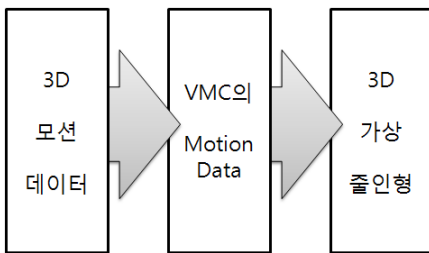


그림 5. Marionette 시뮬레이션 과정

1. 3D 모션 데이터 생성

실제 간단한 인형극에서 사용되는 동작을 세분화하면 첫째, 손들기 및 손 흔들기를 포함한 간단한 손동작과 둘째, 걷기와 뛰기 등의 동작을 포함한 발동작, 마지막으로 몸의 중심 이동으로 나타나는 앉기와 일어서기로 구분할 수 있다. 그리고 실제 줄 인형의 연출이 위 동작들의 조합으로 대부분 구성되기 때문에 가상공간에서 3D 모션시퀀스(Motion Sequence) 생성³⁾도 위와 같은 조건으로 구성된다. 본 연구는 따라서 효율적인

3) 3Ds Max와 같은 3D 프로그램은 모션의 종적, 횡적 조합을 통해 다양한 모션생성이 가능하다. 본 논문에서 모션시퀀스는 움직임의 횡적 조합만을 의미한다. 즉, 걷기와 인사하기, 그리고 뛰기의 각 모션을 횡적조합을 통해 걷다가 인사하고 다시 걷다가 뛰는 등의 모션시퀀스를 효율적으로 생성할 수 있다.

모션 데이터의 생성과 조합으로 모션시퀀스를 생성하기 위해 모션 캡처장비와 3D 프로그램의 장점을 활용하도록 한다.

이를 위해 첫째, 3Ds Max의 3D 인체모형의 관절(Biped)을 연기자에 맞게 설정한다. 연기자의 관절과 Biped의 관절 설정은 [그림 6]과 같이 동일한 구조를 가지되, 실제 줄 인형의 관절구조와 동일하게 적용하기 위하여 머리와 몸, 다리 2부분, 팔 3부분으로 나누어 총 12개의 관절을 가지도록 구성한다. 따라서 Biped의 모션을 가상의 줄인형 모션으로 더욱 효율적인 변환이 가능하다.

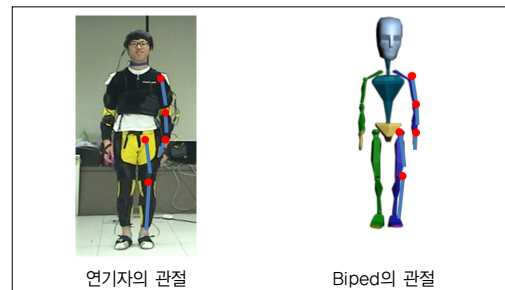


그림 6. 각 인체와 인형의 관절

둘째, 4)모션데이터는 모션캡처장비를 통해 생성하거나 모션캡처에서 생성하기 어려운 동작들은 3D 프로그램에서 직접 생성한다. 셋째, 생성된 모션데이터를 3D 프로그램의 횡적조합을 통해 다양한 모션시퀀스를 생성하며 본 연구에서는 이를 위해 3Ds Max의 Motion Flow⁴⁾라는 기능을 이용하였다.

이 과정을 통하여 제작자는 모션캡처와 3D 프로그램을 통해 생성된 모션데이터를 연출에서 요구하는 다양한 모션시퀀스로 재생산할 수 있게 된다[그림 7].

또한 가상공간의 줄인형의 모션과 동일화할 다양한

4) 본 연구에 사용된 모션캡처장비는 자이로센서(Gyro)기반으로 구성되어 있기 때문에 두 발이 지면에서 동시에 떨어져 있을 경우나 그 밖의 몇 가지 움직임에 대해 정확히 모션데이터가 생성되지 않는 제약을 가지고 있다.

5) Motion Flow란 3Ds Max에 있는 기능 중 하나로서 애니메이션 데이터들을 각각 세그먼트화하여 사용자의 정의에 따라 조합해서 하나의 애니메이션 시퀀스를 생성하며 조합에 따른 경우의 수만큼 수많은 패턴의 애니메이션 데이터를 생성할 수 있는 장점을 가지고 있다.

종류의 모션 시퀀스를 생성함으로써 실제 인형극에서 사용되는 동작 구현의 효과적 접근이 가능하다.

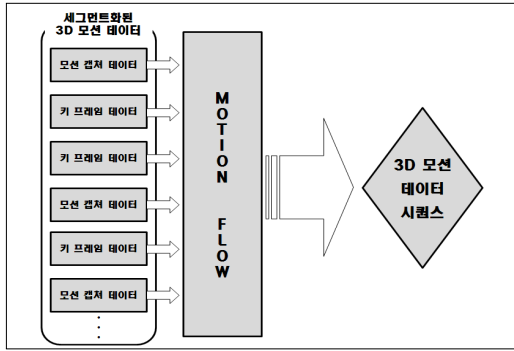


그림 7. 3D 모션 데이터 시퀀스 생성 과정

2. VMC(Virtual Marionette Controller)디자인

VMC는 시물레이션과정에서 실제 줄인형 제어에 사용되는 컨트롤러 즉, 나무막대를 대체하여 3D상의 가상 공간에서의 줄인형을 제어하기 위한 장치이다. VMC의 구조화를 위해 실제 전통적인 컨트롤러의 구조와 기능 및 제어방법에 대해 조사한 결과는 다음과 같다[표 1].

표 1. 전통적인 컨트롤러의 구조, 기능 및 제어방법

구분	전통적인 컨트롤러
참조 사진	<p>〈전통적인 컨트롤러의 참조 사진〉 [5]</p>
구조 및 기능	<p>① - 줄인형의 양손에 하나의 긴실로 연결, 전면부에 고리 배치하여 그곳에 실을 걸어놓는다. - 실 자체를 손으로 잡고 당기면서 자유로운 손동작 연출을 한다.</p>
	<p>② - 컨트롤러의 전면부에 또 다른 막대가 연결되어 있어서 그 양 끝이 실로 발에 연결되어 있다. - 막대를 컨트롤함으로써 발에 필요한 동작을 표현한다.</p>
	<p>③ - 컨트롤러의 중간과 후면부에 인형의 중심을 잡아주는 어깨와 골반의 뒤편에 각각의 실이 적절한 부분에 연결되어 있어 인형의 무게중심을 잡아주는 역할을 한다.</p>

<p>손 동작 (손들고 내리고, 흔드는 동작)</p>	<p>- ①번에 연결된 실을 연기가자 손으로 조정하여 인형의 양손의 동작을 조절한다.</p>
<p>제어 방법</p>	<p>발동작 (뛰고 달리는 동작)</p> <p>〈발동작이 제어 되는 모습〉 [5] - 작은 막대를 이용하여 발의 세부적인 동작 컨트롤 - 컨트롤러 전체를 좌우로 회전시키는 동작의 반복으로 걷는 동작 제어 - 회전 속도에 따라 걷기동작이 뛰는 동작으로 변형 - 반동에 의해 가벼운 손동작도 같이 반응</p>
<p>얇기와 일어 나기</p>	<p>- 컨트롤러 전체의 위치를 낮추거나 높여서 인형의 무게 중심을 상하로 조절하여 동작 구현</p>

본 연구에서 VMC를 실제 줄 인형 컨트롤러와 매우 유사하면서도 실용적인 방식으로 디자인하고자 하였기 때문에 그 동작 방식을 회전(Rotation)과 이동(Translation)의 조합으로 구성되도록 하였다. 따라서 회전은 크게 Y축으로의 회전(손이나 몸의 회전)과 Z축으로의 회전(다리의 걷기동작), 그리고 VMC자체의 Y축 회전으로 구분한다. 또한 이동은 손 제어에 연결된 막대부분의 전후이동(손과 팔 동작)과 컨트롤러에 연결된 모터의 줄 이동(각 관절의 상하동작), 그리고 VMC 자체의 상하좌우이동으로 구분할 수 있다[표 2].

표 2. VMC 관절의 제어 방법

회전(Rotation)	이동(Translation)
Z축(다리동작)	막대부분의 전후이동 (손과 팔의 전후동작)
Y축(몸과 손동작)	모터의 줄 이동 (각 관절의 상하동작)
VMC 자체 회전 (줄 인형의 회전)	VMC 자체 이동 (줄 인형의 이동)

2.1. 몸 동작 제어 부분

먼저 몸의 중심 제어는 인형의 이동이나 앉고 서는 동작 외에도 다른 팔이나 다리 제어 시 그 기준점이 되어준다. 사람의 무게 중심은 골반에 있으며 줄 인형의 경우에는 골반에 있지만 어깨에도 무게 중심이 나누어져 있기 때문에 3D 모션 데이터의 무게 중심을 골반과 어깨 사이로 배치하였다. 몸의 동작을 제어하는 것은 VMC 자체의 이동 값과 회전 값, 그리고 가상 줄 인형에 걸려있는 무게중심 줄의 이동 값으로 이루어진다[표 3].

2.2. 팔 동작 제어 부분

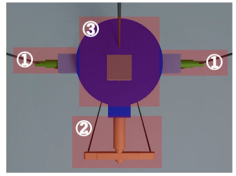
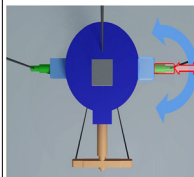
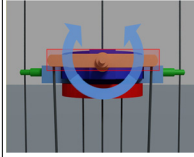
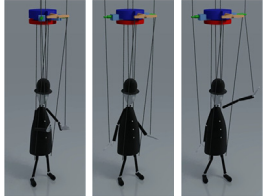
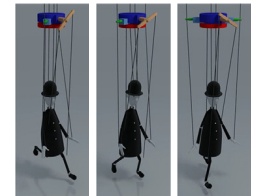
손과 팔의 제어는 줄 인형의 움직임 중 가장 중요하면서도 어려운 부분이다. 전통적 줄 인형의 손동작은 연출자가 직접 줄을 제어하기 때문에 일정 패턴이 없을 뿐더러, 무한에 가까운 자유도를 갖게 된다. 표정 변화를 줄 수 없는 줄 인형의 손동작 표현은 인형의 감정을 표현함에 있어 매우 중요한 부분이다. 따라서 손동작의 자유로운 움직임의 구현은 VMC디자인에 있어서 가장 중요한 요소임을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 효율적인 움직임제어를 위해 세 가지 방법을 복합적으로 사용한다. 먼저 팔의 상하 움직임은 모터의 Y축 이동 값으로 제어하며, 좌우의 움직임은 VMC의 팔 제어부분의 Y축 회전 값에 의해 제어한다. 또한 정교한 팔의 세부적인 움직임은 팔에 연결된 막대부분의 진후 이동 값의 제어로 구현된다[표 3].

2.3. 발 동작 제어 부분

발동작의 경우 세부적으로 본다면 한쪽 발을 들고 내리는 동작의 연속이며 또한 걷기와 뛰기도 마찬가지로 발을 교차적으로 올리고 내리는 동작의 연속이며 단지 속도의 차이가 있을 뿐이다.

실제 줄 인형의 컨트롤러는 T자형 막대의 양옆에 각각 한쪽 다리가 연결되어 T자형 막대를 회전함으로써 다리의 걷기와 뛰기 동작을 표현한다. 따라서 가상의 줄 인형의 다리동작도 VMC의 T자형 막대부분의 Z축 회전과 VMC 자체의 상하좌우동작의 합에 의해 구현된다[표 3].

표 3. VMC의 구조, 기능 및 제어 방법

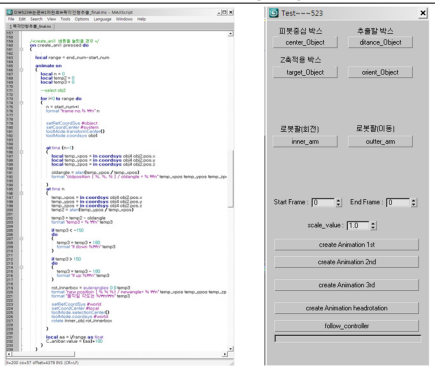
구분	V M C (Virtual Marionette Controller)
참 조 사 진	 <p>〈V M C의 참조사진〉</p>
구 조 및 기 능	<p>① 손제어 컨트롤러</p>  <p>- 2단 원통형으로 되어 있어 슬라이딩을 통해 멀리 뺄 수 있으며 ③번 원통을 중심으로 앞뒤로 회전이 가능하며 원통 끝에 모터가 있어 팔에 연결된 실을 잡아당기고 풀음으로 해서 팔동작을 자유 롭게 표현한다.</p>
	<p>② 다리 제어 컨트롤러</p>  <p>- T자형 막대가 달려있고 그 양 끝을 실로 발에 연결하고 모터를 배치함으로써 막대자체를 회전시켜 다리의 움직임을 표현</p>
	<p>③ 무게중심 컨트롤러</p> <p>- 컨트롤러의 중심이 되는 곳으로 그 안에 적절한 위치에 어깨와 머리, 골반 뒤쪽을 실로 연결하여 인형의 무게 중심을 잡아줌</p>
제 어 방 법	 <p>손 동작 (손들고 내리고, 흔드는 동작)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 컨트롤러가 ③의 중심을 축으로 회전하여 팔의 회전정도를 제어 - ①번의 2단형 컨트롤러 슬라이딩으로 팔이 몸에서 멀어지는 모션 제어 - 원통의 끝에 있는 모터가 실을 감고 풀음으로써 손의 상하 움직임을 제어 - 양팔에 하나씩 컨트롤러가 할당, 팔의 모션을 제어
제 어 방 법	 <p>발동작 (뛰고 달리는 동작)</p> <ul style="list-style-type: none"> - T자형 막대를 회전시켜서 다리의 움직임을 표현 - 걷고 뛰는 동작을 회전속도의 조절로 제어 - 손동작을 추가적으로 작동시켜 자연스러운 걷기와 뛰는 모션을 재현
	앉기와 일어 나기

3. Inverse Kinematic Computation

본 연구의 최종목표는 모션캡처와 3D 프로그램을 통해 생성된 모션시퀀스를 가상 줄 인형에 효율적인 방법으로 동일화시키는데 있다. 이를 위해 VMC의 각 관절에 부여될 정확한 이동 값과 회전 값을 구해야 하는데 이를 통해 가상의 줄 인형의 움직임이 제어되기 때문이다. 본 연구에서는 모션시퀀스로부터 VMC의 데이터 값을 추출하는 과정을 “Inverse Kinematic Computation”이라 명한다. 이 과정의 중요한 점은 가상 줄 인형의 움직임과 모션시퀀스와 효율적인 동일화에 있는데, 본 연구는 모션시퀀스의 데이터 값을 정확하게 변환하기 위하여 3Ds Max의 MaxScript⁶⁾를 이용하였으며, 이 데이터의 변환 과정은 다음과 같다.

첫째, 가상의 줄 인형에게 먼저 생성된 모션시퀀스를 적용시켜 인형의 움직임을 구현한다. 둘째, 가상 줄 인형에 연결되어 있는 VMC의 이동 및 회전 값은 적용된 줄 인형의 움직임에 따라 구해진다. 셋째, VMC의 이동과 회전 값을 MaxScript를 통해 Inverse 및 데이터화한다. 이렇게 Inverse된 데이터 값은 VMC의 이동 및 회전 값으로 구분된다[표 4].

표 4. 팔의 XY축 데이터 변환 수식 및 적용 모습

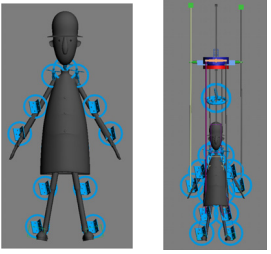



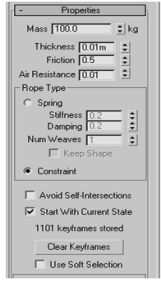
구분	변환 수식
수식	$\textcircled{2} [3d \text{ 모션 데이터의 무게 중심과 손의 거리 변화}] = [\text{이전 프레임의 무게 중심과 손의 거리}] - [\text{현재 프레임의 무게 중심과 손의 거리}]$ $\textcircled{3} = \textcircled{2} \times e$ <p>(* e : 사용자 정의의 계수)</p>
Max Script 적용 모습	

특히 회전 값은 Z축과 Y축 값을 데이터화하여 다리와 몸, 그리고 손동작의 회전 값으로 추출해 낸다. 또한, VMC의 각 관절과 연결된 줄 끝에 가상의 물체(Object)를 연결시켜, 그 물체의 상대적 이동 값으로 모터가 줄을 얼마나 감고 풀지 그 데이터 값을 추출해 낼 수 있다.

4. Robotic Marionette의 시물레이션





VMC의 데이터 값은 이제 이에 연결되어 있는 가상 줄 인형의 움직임을 표현하는데 적용된다. 본 연구에서는 VMC 데이터를 토대로 가상 줄 인형을 연결하여 시물레이션하기 위해 3ds Max의 Reactor⁷⁾를 이용한 시물레이션 기능을 사용했다. VMC와 줄인형을 시물레이션하기 위해 요구되는 설정은 다음과 같다[표 5].

표 5. 시물레이션 이전의 속성 설정

<p>전체 설정 모습</p> 	
<p>Rigid body collection</p> 	 <p>Rigid Body Collection</p> <ul style="list-style-type: none"> - 질량을 가진 딱딱한 물체를 등록하여 시물레이션시 사용 - 옵션 : 질량을 가진 오브젝트를 목록에 등록한 후 각 물체의 실제질량 및 마찰력 등등을 설정
<p>Rope Constraint</p> 	 <p>Rope Constraint</p> <ul style="list-style-type: none"> - 줄의 성질을 가진 물체를 등록하여 시물레이션시 줄과 같은 역할을 수행 - 옵션 1. Rope Constraint에 등록을 하면 등록된 오브젝트의 속성창에 자동으로 옵션을 조절할 수 있는 항목 생성 2. 물체의 질량과 두께, 마찰력, 공기 저항 등의 수치를 설정

6) MaxScript란 3ds Max의 개방형 인터페이스로써 3ds Max 자체를 사용자 정의 및 스크립팅하는 것으로 프로그래밍을 이용하여 3ds Max의 기능을 효율적으로 이용할 수 있는 기능이다.

7) Reactor란 Max의 시물레이션 기능을 이용해서 각 물체의 속성을 정의하기위해 사용되는 기능으로써 줄과 바다, 경첩, 바퀴, 무게, 바람 등등 각 물체에속성을 정의 할 수 있다.

 <p>Hinge Constraint</p>		<p>Hinge Constraint</p> <ul style="list-style-type: none"> - 오브젝트를 등록하여 시물레이션 시 오브젝트가 경첩의 역할을 수행 - 옵션 1. Parent와 Child를 설정하여 어떤 오브젝트들이 경첩의 역할을 수행할지 설정 2. 경첩 세기와 각도 등 설정
 <p>Ragdoll Constraint</p>		<p>Ragdoll Constraint</p> <ul style="list-style-type: none"> - 오브젝트를 등록하여 인체관절과 같이 회전과 꼬임 등을 시물레이션 시 표현 - 옵션 1. Parent와 Child를 설정하여 어떤 오브젝트들이 인체관절의 역할을 수행할지 설정 2. 관절에서 서로 뒤틀리는 정도(Twist)와 회전양(Cone)을 설정

시물레이션은 3단계로 절차로 나누어 진행된다. 첫째, 3D 가상의 줄인형 시물레이션을 위해 사용되는 오브젝트(예 : 줄인형의 각 관절을 구성하는 3D 오브젝트, VMC을 구성하는 3D 오브젝트)를 Rigid Body collection을 이용하여 등록한다. 둘째, 3D 가상의 줄인형 관절 지정을 위해 Hinge, Ragdoll Constraint를 이용하여 각 중요 부위인 손과 발, 어깨, 머리를 등록한 후 실제 관절과 비슷하게 옵션을 설정한다. 셋째, Rope Constraint를 이용하여 VMC 오브젝트들과 가상의 줄인형 오브젝트들 사이에 로프의 역할을 수행하는 오브젝트를 설정한다. Rope Constraint 또한 마찰력과 공기저항과 같은 옵션을 상황에 맞게 설정한다. 그리고 그 결과는 다음과 같다[그림 8].

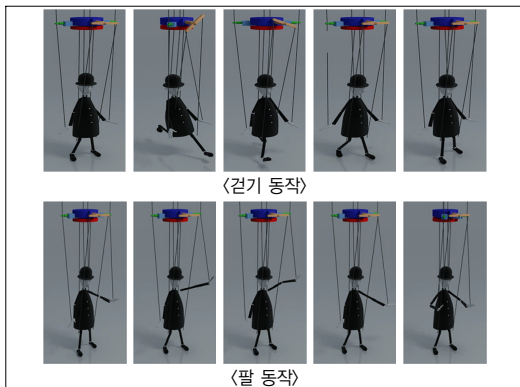


그림 8. Robotic Marionette의 시물레이션 결과

IV. 결론

본 논문은 문화산업영역에서 많은 효율성을 지닌 인형극은 전문가들의 감소, 기술 전수의 어려움 등으로 인한 쇠퇴가 이어지는 문제점에 착안하여 Robotic Marionette System에 대한 고찰에서 시작되었다. Robotic Marionette System 구축을 위해 실행되어야 할 프로세스는 크게 시물레이션 과정과 실제의 모터 시스템을 구축하는 것으로 나눌 수 있으며 본 논문은 System 구축에 앞서 선행 시물레이션을 해봄으로써 효과적인 3D 모션 데이터를 활용을 위해 연구하였으며 실제 3D 모션 데이터 시퀀스와 높은 동일성 나타내는 시물레이션 결과를 도출하였으나 추후 다음과 같은 문제점이 개선되어야 할 것으로 판단된다.

첫째, VMC으로 3D 모션 데이터 시퀀스를 변환하는 과정에서 계수 'e'를 사용하였지만 줄 인형 각 부위의 무게에 따른 실의 장력에 대해 정확한 계산이 필요하다. 둘째, 3Ds Max 시물레이션기능이 자체적인 사용에 있어서 예기치 못한 오류가 나타나므로 이에 따라 자체 시물레이션 프로그램 개발이 요구된다. 향후 이와 같은 문제점에 대한 보완 및 실질적인 모터를 활용한 Robotic Marionette System 구축에 관한 연구가 필요할 것이다.

참고 문헌

- [1] 전원우, 전병호, “인형극의 이미지 형성과정에 대한 고찰”, 한국 콘텐츠학회 2006 춘계종합학술대회 논문집, Vol.4, No.1, 2006.
- [2] 심화진, 이지선, “한국 전통 인형에 관한 연구 -한복인형을 중심으로-”, 한복문화학회 2007 춘계학술대회, 2007.
- [3] K. Yamane, Controlling Motorized Marionette with Human Motion Capture Data, IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2003.
- [4] I-Ming Chen, MARIONETTE: FROM

TRADITIONAL MANIPULATION TO
ROBOTIC MANIPULATION, International
Symposium on History of Machines and
Mechanisms Proceedings HMM2004, 2004.

- [5] H. J. Shin, Computer Puppetry: An Importance
-based Approach, ACM Transactions on
Graphics, Vol.20, No.2, 2001.
- [6] S. J. Kim, Haptic Puppetry for Interactive
Games, Lecture notes in computer science
ISSN 0302-9743, 2006.
- [7] 서승우, 인형극 조사보고 -만석증놀음·서산박침
지놀음-, 서울:국립문화재연구소, 2002.

저 자 소 개

오 의 상(Eui-Sang Oh)

준회원



- 2009년 8월 : 숭실대학교 미디어
학부(공학사)
- 2009년 9월 ~ 현재 : 숭실대학교
미디어대학원 석사

<관심분야> : 3D 그래픽, 3D 시뮬레이션

성 정 환(Jung-Hwan Sung)

정회원



- 1997년 2월 : 한양대학교 경영학
과(경영학사)
- 2000년 5월 : Pratt Institute
(M.F.A)
- 2006년 3월 ~ 현재 : 숭실대학교
미디어학부 교수

<관심분야> : 콘텐츠 기획, 애니메이션, 스토리텔링