

사이버 아쿠아리움 구축을 위한 어류속성 편집기 개발 Development of a Fish-trait Editor for Constructing Cyber Aquarium

강경헌, 정승문, 이현철, 김은석, 허기택
동신대학교

Gang Gyeong-Heon, Geong Seung-Moon,
Lee Hyeon-Cheol, Kim Eun-Seok, Hur Gi-Taek
Dongshin University

요약

사이버 아쿠아리움을 구성하는 요소들 중 어류 객체의 행동방식은 사용자의 시각적인 측면에서 가장 중요한 요소이다. 본 논문은 어류 객체들의 생명력, 이동량, 분포 가능한 최대 수심 및 식성 주기 등의 주요 습성들을 분석하고, 이에 따른 움직임, 다른 어류 객체들과의 상호작용, 평균 수명 데이터를 조정함으로써 해저 생태계의 균형을 시뮬레이션 하는 방법을 제안한다. 제안 방법은 어류 객체의 고유 속성값을 자유롭게 변경시킴으로써, 다양한 해저환경을 표현하는 사이버 아쿠아리움, 수족관 화면 보호기, 물고기 육성 게임 등에 활용되어질 수 있다.

Abstract

In a cyber aquarium, the behavior of fish objects is the most important factor in respect of visual effects. In this paper, we analyze the principal habits of fish objects such as the vitality, the range of movement, the maximum depth of water they can live, and the cycle of eating. Then, we suggest a method for simulating the stable marine ecosystem with controlling the behaviors, the interaction with other species, the average span of life, and all that sort of thing based on the result of analysis. Because we can freely modify the behavior of fish object by altering the values of attributes, it can be utilized in the dynamic cyber aquarium, the 3D aquarium screen saver, and the cyber fish game, and so on.

I. 서론

현재 많은 사용자들은 애완동물을 기르고 있거나, 기르기를 희망하며 인터넷상에 애완동물 관련 카페들이 활성화되고 있다. 회원 수도 수십만 명에 달할 정도이며, 회원 간의 정보교환이 활발히 진행되고 있는 상황이다. 또한 컴퓨터와 함께 많은 시간을 보내는 현대인들 중 바탕화면과 화면보호기로 마음의 편안함을 주는 자연풍경이나 가상수족관 등을 설정하는 사용자들이 증가하고 있다. 가상 수족관은 임의의 가상공간에서 자유롭게 행동하는 여러 종류의 물고기를 만들고, 동작을 분석하여, 물고기 애니메이션의 기본 동작 패턴으로 정의하는 작업을 수행한다. 가상 수족관 구축을 위한 어류 속성에 대한 구체적인 연구는 없으며 주로 군중 애니메이션을 위한 세부 기술로 어류 속성에 대한 연구가 진행되고 있다. 군중 애니메이션은 가상 환경에 존재하는 다수의 캐릭터 움직임을 보다 사실적이고 효율적으로 쉽게 제공하기 위해 장면의 사실성, 시스템의 성능 그리고 사용자와의 상호 작용성을 연구하는 캐릭터 애니메이션 기술로 정의한다.

가상공간에 존재하는 대규모 군중 애니메이션의 개개의 움직임을 부여하는 것은 사람의 노력이 많이 요구되는 작업이다.

따라서 군중의 규모가 커지면 커질수록 개개인의 움직임에 대한 자동화가 필요하고 이를 위해서는 군중의 계층 모델이 필요하다. 군중의 계층은 군중(Crowd), 집단(Group), 개인(Individual)으로 구성되며 개개의 움직임을 제공하기 위해 개인들을 포함한 집단을 접근하여 행동을 제시한다. 따라서 군중 애니메이션 기술을 적용한 어류 객체에서 각각의 속성 및 행동을 표현하는데 한계가 있다. 가상수족관에서 가장 중요한 요소 중 하나는 어류 객체이고, 이러한 어류 객체가 어떠한 Event를 나타내는지가 사용자의 가장 큰 관심요소가 될 것이다.

본 논문에서는 어류 형태, 습성 조사 및 분석을 통한 어류 속성 편집기를 개발하였다. 가상 해저에 분포한 어류 객체들의 생명력, 속도, 분포 가능한 최대 수심 및 식성 주기 등의 습성을 분석하고, 이 객체의 속성을 편집 및 제어 할 수 있는 어류 속성 편집기를 개발함으로써 어류 속성에 따른 어류 객체의 행동 변화를 실시간으로 확인 가능하게 하였다.

본 연구는 문화관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 지역문화산업연구센터(CRC) 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

II. 관련연구

컴퓨터 기술이 발달되지 않았던 70, 80년대에는 물고기 또는 새와 같은 동물 무리의 이동 성향에 관한 연구가 활발하게 일어났고, 90년대에 접어들면서 동물의 무리에서 군중의 이동 성향으로 연구 초점이 바뀌어갔다. 90년대 중반부터 그래픽스 기술이 급속도로 발전하면서 CG 시뮬레이션이 적용되어 CG 분야에 동물 무리에 관한 연구가 진행되었고, 최근에는 군중 애니메이션을 초점으로 한 캐릭터 애니메이션이 주목을 이루고 있다.

1987년 Reynolds는 SIGGRAPH에서 그래픽스 분야에서 최초로 무리 시뮬레이션에 대한 논문을 발표하였다[1]. 이 논문에서는 새의 무리를 시뮬레이션 하였고 새 한 마리를 하나의 입자로 가정하여 입자 시스템(Particle System) 이론을 적용하여 새 무리의 이동을 자동화 하였다. 무리 내부에 존재하는 모든 입자 단위를 시뮬레이션 하는 것은 부담이 크기 때문에 주위에 있는 무리 개체 간의 관계(Local Approach)를 통해 새로운 무리의 행동을 생성하였다.

Tu는 물리 기반 가상 해저 세계를 모델링하였다. 가상 해저 세계는 인공적으로 설계된 물고기들이 존재하는데 이러한 물고기의 구성을 위해 몸체 모델링에서부터 내부에 인공지능을 적용하여 가상 해저 내에서 자동으로 움직이는 객체를 개발하였다. 이러한 물고기 모델은 Spring-Mass 모델로 정의되었고 Spring의 길이 변형을 통해 움직임이 생성된다[5]. BROGAN은 군중의 규모보다 소규모의 복잡한 가상 물체를 물리법칙에 따라 시뮬레이션 한 경우 발생하는 객체간의 상호작용 및 시뮬레이션을 연구하였다. 또한 D. Kim은 다수의 복잡한 캐릭터의 충돌회피와 자연스런 움직임의 연결을 초점으로 연구를 하였다[2].

III. 가상수족관 시스템

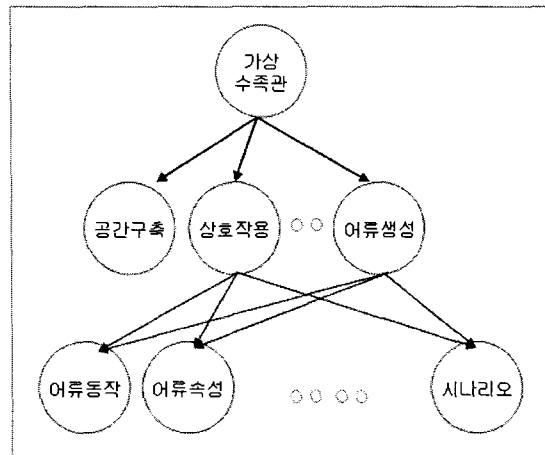
3.1 가상현실

가상현실(VR : Virtual Reality)이란 현실은 아니지만 현실과 구분이 가지 않을 정도로 정교하게 만들어진 가공의 세계를 의미한다. 즉 눈·코·피부 등 신체의 모든 기관이 완전히 몰입됨으로써 그 속에 있지 않으면서도 있는 것처럼 느낄 수 있는 공간을 말한다[8]. 전통적인 시뮬레이션과는 달리 사용자와 가상공간이 상호 작용(Interactive)을 함으로써 영향을 주고받는 것이 특징이다. 또 가상현실은 3차원 그래픽과 애니메이션, 시뮬레이션 기술 등이 결합한 복합적인 기술이다. 가상 환경이나 가상현실 시스템은 사용자 하여금 실재하지 않는 환경을 실재하는 것처럼 제공하여 어떤 체험을 하거나 어떤 작업을 성공적으로 수행할 수 있도록 한다. 이러한 경험을 실

재감(Sense of Presence) 또는 현장감이라고 일컬으며, 실재감이 가상현실의 이용자에게 긍정적인 영향을 미칠 것이라는 예상과 함께 그 자체로 가상현실 시스템의 완성도를 표현하는 척도가 될 수도 있다. 이러한 이유로 가상환경/가상현실 시스템은 사용자에게 실재감을 느낄 수 있도록 적절한 조건을 조성해 주어야 하고, 이를 위해 실재감의 개념 및 실제적인 기법의 평가에 이르기까지 어떤 방법을 통하여 실재감이 일어나기 좋은 조건을 조성할 수 있는가에 대한 연구가 필요하다.

3.2 가상 수족관

가상 수족관은 형상 모델링 작업을 통하여 해저지형과 여러 종류의 어류 객체들을 가상공간에 위치시켜서 기본적인 가상 수족관 환경을 제작하고, 제작된 가상 수족관 에서 자연스럽게 움직이는 어류 객체의 모습을 표현하는 연구이다. 다음 [그림 1]은 일반적인 가상수족관시스템 구성도를 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 1. 가상수족관 시스템 구성도

가상수족관에 있는 가상의 어류 객체는 3차원 가상공간에서 움직이면서 실제 물고기처럼 자연스럽게 움직이고 살아있는 것처럼 반응한다. 개발자들은 어류 객체 표면의 곡선과 재질, 유연 속도와 방향 같은 변수들을 고려한 계산을 통해 유체의 흐름과 어류 객체들이 물속에서 작은 소용돌이를 계속 일으키며 그 수압의 변화로 인해 앞으로 나아가는 소용돌이 발생 과정을 도출해 내야 한다. 이 계산과정은 매우 복잡하기 때문에 미리 계산된 내용을 컴퓨터에 라이브러리 형식으로 제공되기도 한다.

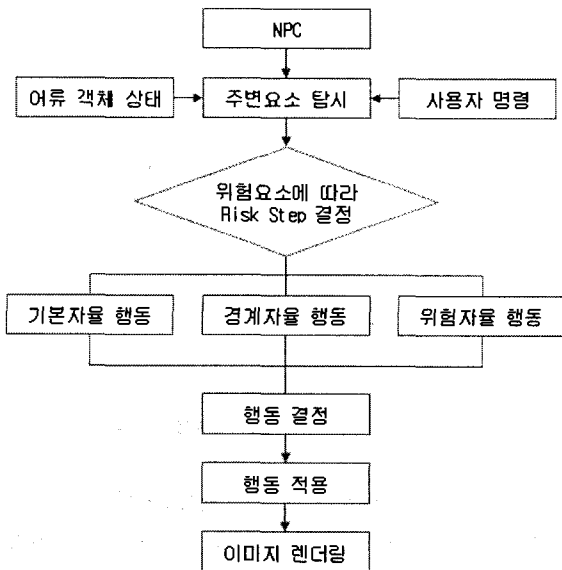
가상 수족관 시스템은 사용자 컴퓨터가 생성한 수중 세계의 영상을 감상하는 것이 주목적으로, 이외의 특수한 상호 작용을 부가할 수도 있다. 이러한 경우 중요한 것은 수중 세계의 실감 있는 재현, 즉 어류 객체의 외형과 움직임을 충실히 재현하는 것이다. 가상 수족관 시스템에 포함된 실재감 관련 요소

로는 시야각(Field of View), 렌더링된 고품질의 영상, 어류 개체의 수 및 다양한 어종, 어류 객체의 다양한 행동 및 제어 등이 있다.

IV. 자율 행동 제어 및 어류 객체의 속성

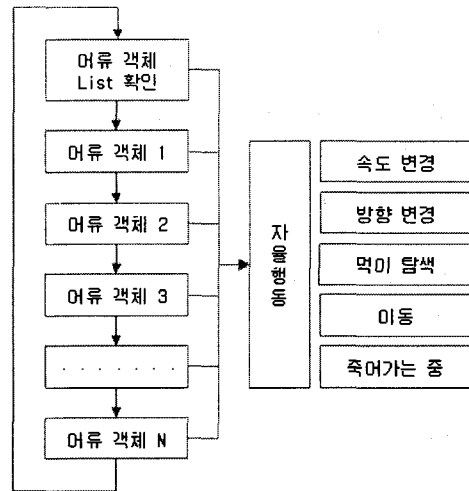
4.1 자율행동 제어

가상 수족관내의 어류 객체의 행동을 결정하는 어류 객체 행동 생성 모듈은 생태 시뮬레이션, 군중행동 시뮬레이션, 자율행동 등의 기술로 표현할 수 있다. 본 논문에서는 사이버 아쿠아리움 구축을 위한 전용의 어류 속성 편집기 개발을 위해 어류 객체의 자율행동 및 어류 객체 속성, 다른 어류 객체들과의 상호작용, 평균 수명 속성값을 조정함으로써 해저 생태계의 균형을 시뮬레이션 하는 방법을 제시한다. 어류 객체의 자율행동은 다음 [그림 2]처럼 자율행동 생성 및 자율행동 제어 부분으로 구성되어진다.



▶▶ 그림 2. 자율행동 생성 및 제어

어류 객체들의 자율행동은 사용자의 입력과 어류 객체 자신의 상태와 주변 환경에 따라 자동으로 행동하는 행동 자율 시스템에 의해 발생되고, 행동 결정 테이블에 따라 구체적인 행동으로 구분되어 처리된다. 자율행동을 결정하는 요소로는 [그림 3]처럼 속도, 방향, 먹이 탐색, 이동 등이 있고 이러한 속성값을 사용자가 조정함으로써 어류 객체의 행동을 실시간으로 제어 가능하게 하였다.



▶▶ 그림 3. 자율행동 생성 및 제어

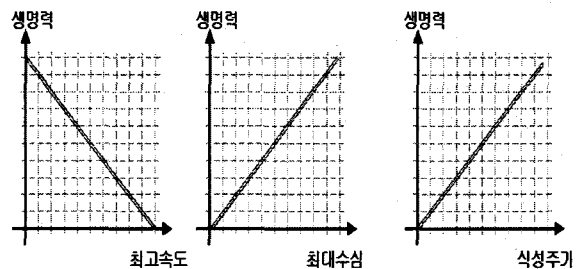
4.2 어류 객체의 속성 및 특징

어류 객체 속성은 5가지로 분류되며, 사용자가 정의한 속성 값에 따라서 생성되는 위치, 이동량, 수명 및 먹이사슬에 영향을 끼치게 되고, 속성은 객체의 수명에 의해 정의된다. [표 1]은 어류 객체의 속성에 관한 특징을 나타낸 것이다.

[표 1] 어류 객체의 속성 및 특징

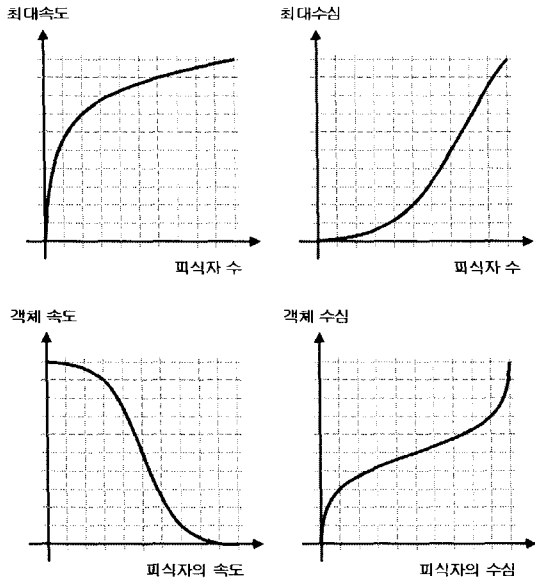
속 성	특 징
생명력	값이 클수록 객체의 기본적인 수명은 증가. 생명력은 시간이 아닌 객체의 이동거리에 관련
최고속도	값이 클수록 객체의 최고 이동속도가 빨라짐. 어류들은 Event에 따라서 움직이는 속도의 범위가 최고속도 범위 내에서 수시로 변함
최대수심	값이 클수록 객체가 이동할 수 있는 수심의 영역이 넓어짐. 설정된 수심의 깊이에 도달하면, 더 이상 밑으로 내려갈 수 없고, 서성거리거나 위로 올라가게 됨
식성주기	값이 클수록 물고기가 배고픔을 느끼는 시간이 길어짐.
먹이	식성주기가 돌아왔을 때 체크한 객체를 잡아먹을 수 있음

일반적으로 어류 객체는 생명력이 높을수록 기본적인 객체의 소멸 시기는 늦춰지게 되며, 생명력과 다른 속성을 비교했을 때 [그림 4]와 같은 비례 관계를 가지게 된다.



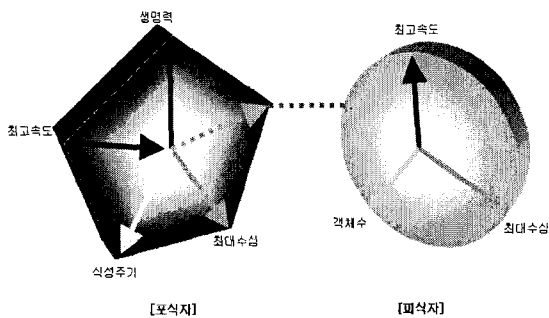
▶▶ 그림 4. 생명력과 타 속성과의 관계

또한 포식자와 피식자의 먹이사슬 관계에서 포식자가 많은 종류의 어류 객체를 잡아먹게 된다면, 어류 객체의 수명은 더 증가할 수 있고, 피식자가 지닌 속성 또한 포식자의 수명에 커다란 영향을 미칠 수 있다. [그림 5]는 포식자와 피식자 간의 1:1 관계만을 고려한 것으로 일반적인 먹이감과 피식자의 속성과의 관계를 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 5. 먹이와 피식자의 속성과의 관계

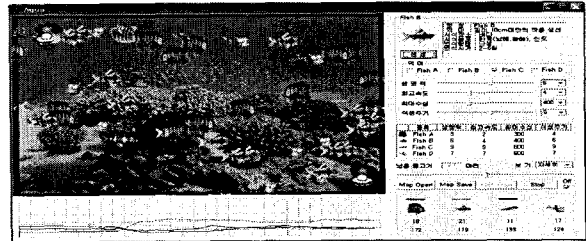
먹이사슬이 없을 경우, 생명력, 최고속도, 식성주기가 높을수록 수명은 증가되고, 상대적으로 최고속도가 빠를수록 수명이 감소된다. 기본적으로 어류객체는 [그림 6]처럼 5가지 기본 속성에 따라 수명이 변하게 되며, 먹이에 대한 속성은 피식자가 가지는 3가지 속성값에 의해 결정된다. 사용자는 수명 데이터를 바탕으로 어류 객체의 속성을 수정하고 종류별 객체의 생성수를 달리하거나 어류 균형 그래프를 바탕으로 적절한 시기에 특정 어류 객체를 생성시켜 수족관 내의 균형을 위한 적절한 값을 찾을 수 있게 된다.



▶▶ 그림 6. 어류 객체 속성과 수명과의 관계

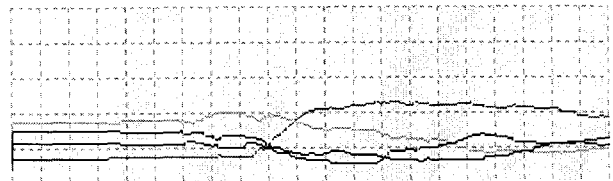
V. 어류속성 편집기

본 논문에서 제안한 어류속성 편집기는 Visual C++ 6.0을 이용하여 MFC환경에서 구현하였으며, [그림 7]과 같이 View, Object Attribute, Output Data로 구성되어 있다.



▶▶ 그림 7. 어류속성 편집기 인터페이스

어류속성 편집기는 적절한 어류객체의 비율과 평균수명을 추출할 수 있으며 실시간으로 어류객체별 비율과, 수명이 다음 [그림 8]처럼 그래프로 표현된다.



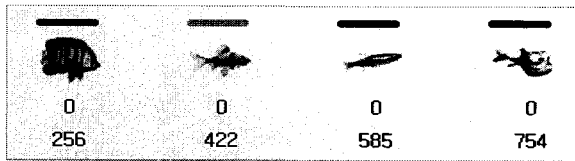
▶▶ 그림 8. 객체 비율 그래프

가상 수족관에 분포한 어류 객체들의 전체 생명력과 종류별 생명력의 비율은 0.5초마다 한 번씩 표시 되는데 특정 어류 객체가 잡아먹힌 경우 포식자와 피식자의 그래프가 크로스(Cross)되며, 다수의 어류 객체를 생성하면 [그림 9]처럼 그래프 상으로 상승곡선을 그리게 되고, 나머지 종류의 객체의 그래프는 하강하게 된다.



▶▶ 그림 9. 다수의 객체 생성시 그래프의 변화

또한 종류별 어류 객체의 수와 평균 수명이 [그림 10]과 같이 수치적인 데이터로 나타나며, 속성값에 따라 다양한 수명을 얻을 수 있다.



▶▶ 그림 10. 계산된 어류 객체의 평균 수명

[표 2]는 어류객체의 속성값이 주어졌을 때 먹이사슬을 고려한 포식자와 피식자와의 관계에 따른 수명변화를 확인하기 위해 3가지 형태로 실험한 결과를 나타낸다. (실험 1)은 먹이사슬을 고려하지 않은 경우이고, (실험 2)는 A->B, B->C, C->D, D->A 의 먹이사슬을 적용하였으며, (실험 3)은 A객체만 포식자가 되는 A->(B, C, D)로 적용한 결과다. 실험마다 나타난 수명은 큰 오차를 보이지 않았으며, 각 10회 실험하여 평균수명으로 나타내었다.

[표 2] 어류 객체의 속성 값에 따른 수명 데이터

종류	생명력	최고속도	최대수심	식성주기	수명(실험1)	수명(실험2)	수명(실험3)
A	2	2	200	2	296	292	341
B	4	4	400	4	430	128	255
C	6	6	600	6	575	531	337
D	8	8	800	8	731	472	559

어류 속성 편집기를 이용하지 않더라도 (실험 1)은 기본 어류 속성값에 따라 일정한 비율의 수명차이가 나타남을 예측할 수 있지만, (실험 2)와 (실험 3)처럼 포식자와 피식자의 먹이사슬이 존재하는 경우에는 정확한 수명을 결정하기에 어려움이 있다.

그러나 다양한 어류 객체를 포함하고 있는 가상 수족관에서 본 논문에서 구현한 어류 속성 편집기를 이용하여 해저 생태계의 균형을 시뮬레이션 하는데 용이하게 이용될 수 있다.

VI. 결론

본 논문에서는 어류 객체들의 생명력, 이동량, 분포 가능한 최대 수심 및 식성 주기 등의 주요 습성들을 분석하고, 이에 따른 움직임, 다른 어류 객체들과의 상호작용, 평균 수명 데이터를 조정함으로써 해저 생태계의 균형을 시뮬레이션 하는 방법을 제안했다. 본 논문에서 제안한 어류속성 편집기는 어류 객체의 고유 속성값을 자유롭게 변경시킴으로써, 다양한 해저 환경을 표현하는 실감형 사이버 아쿠아리움, 수족관 화면 보호기, 물고기 육성 게임 등에 활용되어질 수 있다. 향후 연구 과제로는 다양한 어류 객체의 여러 속성 및 습성을 분석하여 어류속성 편집기에 반영하는 것이고, 이를 이용하여 실감형

사이버 아쿠아리움을 3D로 구현하는 것이다.

참고 문헌

- [1] C. Reynolds, "Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model" ACM SIGGRAPH 87, July 1987.
- [2] D. Kim, H. Kim and S. Shin, "An event-driven approach to crowd simulation with example motions" KAIST CS-TR 186, 2003.
- [3] E. Bouvier, E. Cohen and L. Najman, "From crowd simulation to airbag deployment: particle systems, a new paradigm of simulation" Journal of Electronic Imaging 6(1), pp.94-107, January 1997.
- [4] F. Althoff, G. McGlaun, B. Schuller, P. Morguet, M. Lang, "Using Multimodal Interaction to Navigate in Arbitrary Virtual VRML Worlds," Workshop on Perceptive User Interfaces, 2001.
- [5] X. Tu and D. Terzopoulos, "Artificial fishes: physics, locomotion, perception, behavior" ACM SIGGRAPH 94, July 1994.
- [6] 김기호, "가상현실 기법을 이용한 가상수족관 시스템 개발", 대한인간공학회 추계학술대회논문집, 1996.
- [7] 이동훈, 문채현, 김경미, 정순기, "Web 상의 X3D 가상 환경에서의 비전 기반 상호작용," 제 10회 정보과학회 영남지부 학술 발표 논문집, Vol.10, No.1, 2002.
- [8] 이현철, 윤재홍, 김은석, 허기택, "유체역학기반의 가상 수족관 구축 기술", 한국콘텐츠학회지, 제3권, 제2호, 2005.
- [9] 표순형, 구본기, "CG 유체 표현 기술 동향", 전자통신동향분석 제20권 제4호, 2005.