

가상 수중 환경과 체감형 시뮬레이터 개발에 관한 연구

윤재홍[†], 허기택^{**}, 강임철^{***}

요 약

가상공간 구축 기술은 체험 방법이 다기능화 되면서 동작, 소리, 온도, 압력 등을 인식하여 콘텐츠와 사용자 간 상호작용이 가능한 지능형 상호작용 기술 분야로 연구가 확대되고 있다. 가상현실 기술은 3D그래픽 기술과 물리 현상을 가상공간에 적용시켜 현실감을 증대시키고, 가상환경에 하드웨어 장치들을 사용하여 몰입감을 증대시키기 위한 방향으로 연구가 진행되고 있다. 가상 수중 환경에 대한 체감형 콘텐츠의 제작은 사용자의 몰입감을 증대시키기 위해 하드웨어 장치들과 해양 콘텐츠를 연계하기 위한 양방향 인터페이스 기술이 필요하다. 본 연구에서는 수심 변화에 따른 환경 요인들을 분석하여 정규화된 수중 물리 법칙을 적용함으로써 현실적이고 사실감 있는 가상 수중 환경을 표현하고자 하였다. 또한 스킨스쿠버 체감 시뮬레이터를 가상 수중환경과 연동시킴으로써 수중에 직접 들어가지 않고도 스킨스쿠버를 체험해 볼 수 있는 체감형 콘텐츠를 개발하고자 하였다.

A Study On The Development Of Virtual Underwater Environment And Sensory Simulator

Jae-Hong Youn[†], Gi-Taek Hur^{**}, Im-Chul Kang^{***}

ABSTRACT

As for the implementation technology of virtual space, the experience method becomes multifunctional and it recognizes movement, sound, temperature and pressure and is expanding to the studies on the interaction possible intelligent interaction technology field between contents and users. The virtual reality technology is being studied to apply the 3D graphic technology and physical phenomena to virtual space to increase the sense of reality and use hardware devices to the virtual environment to increase immersive experience. The production of interactive contents about the virtual underwater environment needs bidirectional interface technology to connect hardware devices and ocean contents in order to increase the sense of a user to increase the sense of immersion. In this study, it tried to express the virtual underwater environment with the sense of actuality and reality from the analysis of the environmental factors according to changes in depth of water and from the application of the normalized underwater physical laws. Also it was to develop sensory contents having to experience the skin scuba without directly entering the water by connecting a sensory simulator about the skin scuba with the virtual underwater environment.

Key words: Virtual Underwater Environment(가상 수중 환경), Simulator, Sensory Interface(체감형 인터페이스)

※ 교신저자(Corresponding Author): 윤재홍, 주소: 전라남도 나주시 건재로 253 동신대학교 산학협력관 410호 (520-714), 전화: 061)330-2945, FAX: 061)330-4044, E-mail: jhyoun@dsu.ac.kr

접수일: 2011년 11월 30일, 수정일: 2012년 1월 5일

완료일: 2012년 1월 27일

[†] 정회원, 동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터

^{**} 정회원, 동신대학교 디지털콘텐츠학과
(E-mail: gthur@dsu.ac.kr)

^{***} 정회원, 동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터
(E-mail: softkang@dsu.ac.kr)

※ 본 연구는 문화체육관광부와 한국문화콘텐츠진흥원의 2011년 문화콘텐츠기술연구소 지원사업의 연구결과로 수행되었음.

1. 서론

구글에서는 구글어스를 통해 신비한 바다 속을 3D 화면으로 체험할 수 있는 서비스와 개별 지역에 대한 인공위성 사진으로 과거 십여 년 전 모습부터 변화된 모습을 확인할 수 있는 서비스를 실시하고 있다[1]. 이러한 바다 속 경치를 즐길 수 있는 수중 생태 체험공원과 같은 서비스 및 수중 환경 체험에 대한 국민들의 관심이 증대되고 있으며[2], 사용자에게 현실과 가상세계의 구분 없이 몰입감을 제공할 수 있도록 실사와 그래픽을 합성해 가상공간을 구축할 수 있고 현실과 가상 정보가 합성되는 혼합현실 기술이야말로 중장기적 관점에서 기술적 완성도를 높여가야 할 잠재성장력이 매우 큰 분야라 할 수 있다[3]. 또한 가상공간 구축 기술은 가상체험 방법이 다기능화 되면서 동작, 소리, 온도, 압력 등을 인식하여 콘텐츠와 사용자 간에 상호작용이 가능한 인간 친화적인 지능형 상호작용 기술 분야로 연구가 확대되고 있다[4]. 가상공간 구축 기술과 관련된 상호작용 콘텐츠는 양방향, 참여채널, 상호작용 등 인터랙티브 특성이 강한 콘텐츠 분야로 교육, 의료, 보안/방범 등 다양한 산업분야에 적용 가능한 융복합 콘텐츠이며, 영상 양방향 콘텐츠, SNS, LBS, 감성인지, 생체 인식/모방 콘텐츠 등이 있다[5].

가상 수중 환경에 대한 체감형 콘텐츠 제작은 하드웨어 플랫폼과 수중콘텐츠 제작 기술을 연계하여 해양 생물객체와 사용자간의 정보전달을 양방향으로 반영하기 위한 연구가 필요하며, 이러한 수중 환경을 반영한 콘텐츠 개발은 수중 체험 교육, 수중 레저게임, 해저탐사 등과 같은 다양한 해양 및 수중 콘텐츠 응용 산업에 많이 활용될 것으로 기대된다.

본 연구에서는 수심 변화에 따른 수중환경과 해양 환경 지표 요인들의 변화에 대한 수중 물리법칙을 가상 수중환경에 적용시킴으로써 보다 사실적이고 현실감 있는 가상수중환경을 생성하고자 하였다. 또한 해양 레포츠인 스킨스쿠버에 대한 체감 시뮬레이터를 가상 수중환경에 적용하여 수중에 직접 들어가지 않고도 스킨스쿠버를 체험해 볼 수 있는 체감형 콘텐츠를 개발하고자 하였다.

2. 관련연구

한국해양연구원 가상해양환경(DOVE, Digital

Ocean & Virtual Environment)센터에서는 가상환경현실기법을 이용하여 바다환경을 공간 3차원, 시간, 변수면 위의 다른 변수 변환 등을 통해 입체적으로 가시화하고, 바다 속 환경을 정밀하게 분석할 수 있는 시스템을 개발 하였다. 실측 수치자료를 이용하여 해저지형, 기상상태 예측 등에 대한 해양 체계 운용측면에서 연구를 진행 중이다[6]. 미국 IBM사에서는 다양한 가시화(visualization)를 지원하는 시뮬레이션 라이브러리인 ‘Visualization Data Explorer’를 개발하여 해양학(oceanography) 데이터 분석/예측 시뮬레이션에 활용하고 있지만[7], 가상 수중 시뮬레이션의 범위가 해양학적 분석/예측 분야에 한정되어 있어 가상환경에 활용하기에는 한계가 있다. DiveNav의 가상 스킨스쿠버 다이빙 시뮬레이션 ‘eDiving’은 수심, 수압, 다이빙 시간, 감압 시간 등을 체크할 수 있는 가상다이빙(Virtual Diving) 시뮬레이션으로써 3D 가상공간에서 캐릭터가 다이빙 투어를 하는 동안 다이빙 상태 정보에 대한 관련 수치들을 제공해주고[8], 통계치를 통해 효과적인 다이빙 계획을 세울 수 있도록 도와주는 시뮬레이션으로써 현실적인 체감 요소가 부족하다는 단점이 있다. BIART사의 ‘Diver(Deep Water Adventure)’은 다양한 형태의 게임요소를 제공하는 다이빙 게임 시뮬레이션으로써 다이빙의 캐릭터 시점에서 가상 수중 환경을 체험할 수 있도록 게임화 시켰으나[9], 단순한 3D View와 게임 조작 인터페이스만을 제공하는 단점이 있다. Sony사에서는 해저탐험 시뮬레이션 게임으로 해양생태계와 실종된 해양학자의 발자취를 조사하는 PS3 콘솔 게임용 해저탐험 시뮬레이션 ‘Aquanaut’s Holiday : 숨겨진 기록’을 개발해 출시하였는데[10], 화려한 3D View를 통해 가상현실 효과를 극대화하고 있으나 물리적 환경과 체감 시뮬레이션은 제한적으로 적용되고 있다.

3. 가상 수중 환경 및 체감형 인터페이스 설계

본 연구에서는 수심 변화에 따른 수중환경과 해양 환경 지표 요인들의 변화에 대한 수중 물리법칙을 가상 수중환경에 적용시킴으로써 보다 사실적이고 현실감 있는 가상수중환경을 생성하고자 하였다. 이를 위해 첫째, 수중에서의 가시적인 물리 현상들을 분석 및 정형화하여 수심변화에 따른 가상 수중 환경

을 생성하고, 둘째, 수중 생물 객체의 사실적인 표현을 위해 생물학적, 운동학적 특징을 분석하여 3D 객체 모델을 제작하고, 셋째 체감형 다이빙 인터페이스를 위해 시각, 촉각, 청각 등에 대한 하드웨어 장치들을 동시에 시뮬레이터에 연동할 수 있도록 하였다. 또한 가상 수중환경에 체감형 헬멧과 같은 사용자 인터페이스들을 연동시켜 보다 진보된 체감 시뮬레이터를 개발함으로써 사용자의 몰입감을 극대화하고자 하였다.

3.1 수심변화에 따른 가상 수중 환경 생성

대표적인 수중 환경 요인으로는 수온, 염분, 밀도, 빛, 소리, 수압, 부력 등이 있으며, 실제 수중 환경에 근접한 시뮬레이션이 가능하도록 수중 환경 요인의 수치모델링과 상호작용에 대한 분석을 실시하였다. 수심 변화에 따른 물리적이고 가시적인 현상들을 가상 수중 환경에 적용하기 위해 그림 1과 같이 수중 환경에 가장 영향을 많이 미치는 수온과 염분 분포의 수치 변화와 그림 2에서와 같이 이들의 상관관계를 분석하고 정규화함으로써 수온과 염분, 압력에 대한 밀도의 상태 방정식을 그림 3과 같이 도출하고 적용함으로써 수중 환경 요인들에 대한 시뮬레이션을 구현하였다[11,14].

3.2 수중생물 객체의 사실적 표현

가상 수중 환경에서 해양 생물 객체의 행동 의사결정을 위한 Intelligent Control Level과 물리적 움직임 표현을 위한 Kinematics Control Level의 2개의 Level로 구성하였다. Intelligent Control Level은 환

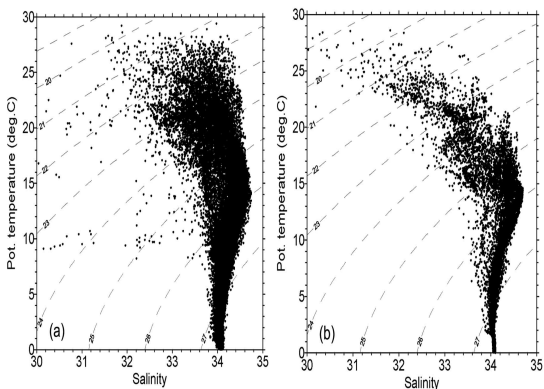


그림 1. 수온·염분 분포의 수치 변화

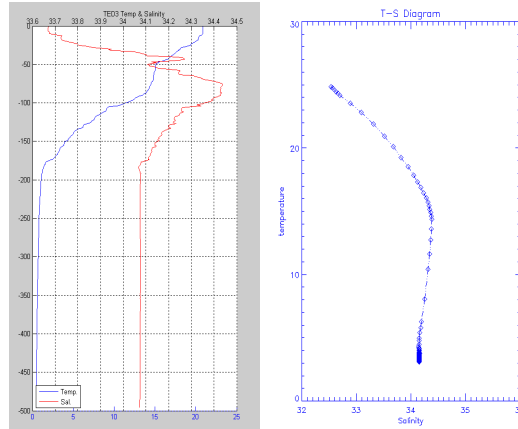


그림 2. 수온과 염분의 상관관계

수온의 연직분포 계산 모델

$$\int_0^t Q_T dt = \int_0^z C_p \rho \Delta T dz$$

- C_p 는 물의비열, ρ 는 밀도, ΔT 는 온도변화

수온, 염분, 압력에 대한 밀도의 상태 방정식

$$\rho - \rho_0 = [\bar{a}(T - T_0) + \bar{b}(S - S_0) + \bar{k}p]$$

- $\rho_0 = 1027 \text{ kg/m}^3, T_0 = 10^\circ\text{C}, S_0 = 35 \text{ psu},$
 $\bar{a} = -0.15 \text{ kg/m}^3 / ^\circ\text{C}, \bar{b} = 0.78 \text{ kg/m}^3 / \text{psu},$
 $\bar{k} = 4.5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3 / \text{bar}.$

그림 3. 수온과 염분의 상태 방정식

경과 사물의 인식 처리 및 결과 데이터의 의사결정을 위한 Perception Layer, 포식자 유무, 배고픔 등에 대한 객체의 상태 표현을 위한 Intention Layer, 여러 동작의 집합을 통해 특정 목적을 달성하기 위한 먹이 사냥, 군집 등의 행동 패턴을 포함하는 Behavior Layer로 구성하였다. Kinematics Control Level은 유연, 가속, 회전, 상승, 하강 등의 단위 움직임들을 정의한 실제 형상화 되는 물리적 운동 제어 단위를 나타내는 Motion Layer, 물리적 운동을 제어하기 위한 골격 구조로서 각 뼈대의 단위를 나타내는 세그먼트와 세그먼트들을 연결하는 조인트들로 구성된 Skeletal Layer, 표면을 구성하는 나타내는 메시들의 집합으로서 해당 뼈대와의 연결을 통해 자연스러운 피부 변형을 처리를 위한 Skin Mesh Layer, CG 렌더링을 통해 사용자들이 인공물고기의 행동을 직접적으로 확인할 수 있는 Animation Layer로 구성하였

다. 또한 군중형 생물에 대한 패턴 및 행동 생성을 위해 속도의 변화가 있는 일정 군집 전체가 유영할 때 전체 무리의 군집형태의 변화를 주지는 못하도록 각 객체간의 상관관계에 따라 각각의 객체의 행동반경, 유영속도나 이동방향 등을 설정하고, 군집형 물고기 무리의 속도의 변화에 군집형태의 패턴이 변하는 방법을 통해 더욱 사실적인 군중표현을 하고자 하였다[12].

가상 수중 환경에서 활동하는 생물객체를 표현하기 위해 수심에 따라 어류와 해조류 등의 분포 및 종류를 분류하고 모델링하여 해저 지형 및 수심에 맞게 분포시키고, 어류 해부학과 운동학에 대한 기존 연구의 분석 데이터를 토대로 그림 4와 같은 애니메이션 모델 구조와 그림 5와 같은 군중행동 생성 알고리즘의 적용을 통해 해양 생물의 움직임을 표현하고자 하였다. 인공 물고기의 골격 모델은 계층적 구조에 따라 세그먼트들은 조인트로 연결하고, 기본적으로 골격구조를 제어하여 움직임을 생성하도록 하였다. 또한 움직이는 골격에 따라서 피부의 자연스러운 연결 및 변형이 진행 될 수 있도록 인공물고기의 움직임은 척추관절들의 위치와 각 관절들의 각도 변화에 따르도록 하였고, 인공물고기의 표면은 작은 다각형들로 이루어져 있으며, 움직임을 표현하기 위해서 다각형들의 정점들의 위치를 갱신하도록 하였다. 관절들의 처리를 위해 뼈대를 생성하고, 뼈대들의 끝과 끝이 이어지도록 배치함으로써 각 정점들은 위치의

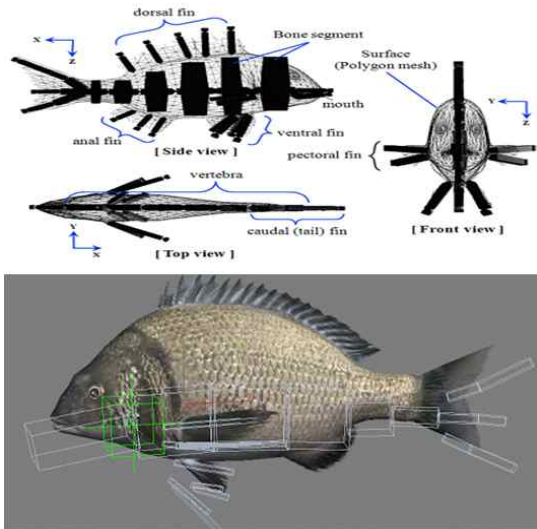


그림 4. 애니메이션 모델 구조

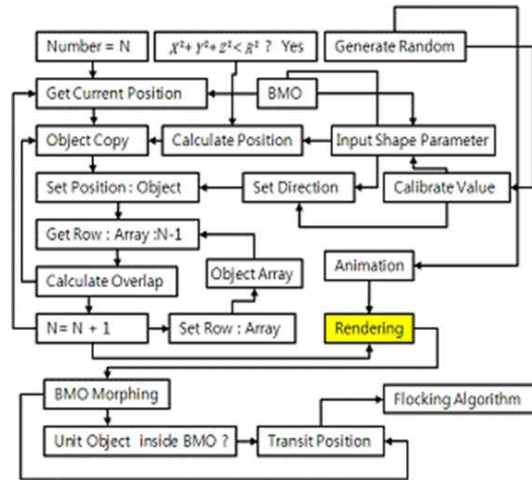


그림 5. 군중 행동 생성 알고리즘

갱신을 위하여 각각 관절의 움직임에 어느 정도 영향을 받을 것인가 결정되며, 각 관절에 대한 영향력의 의존도는 0에서 1사이의 값에서 결정되도록 하였다.

3.3 체감형 다이빙 인터페이스 설계

가상 수중 환경에 대한 체감을 위해서는 청각, 시각, 촉각 등 다양한 감각들에 대한 정보를 동시에 입력받아 처리하고 체험자에게 제공하기 위한 방법이 필요하다. 수중에서 다이버의 움직임을 가상환경에서 표현하기 위해 시각 정보를 위한 HMD와 시선 처리를 위한 Head Tracking용 자세측정제어장치(AHRS : Attitude Heading Reference System)를 사용하고, 부력조절기에 공기를 유입하는 공기통을 대체하기 위해 에어 콤프레셔를 연결하여 처리하고자 하였다. 체험자의 호흡 활동 모니터링을 위해 산소마스크, 에어필터, 차압 변환기(D/P Transmitter)를 이용한 호흡 측정 센서 인터페이스 구성하여 처리하고자 하였다. 체감형 다이빙 인터페이스 구현을 위해 그림 6과 같이 하드웨어 장치와 인터페이스들을 정의하여 사용하였다. 호흡 시뮬레이터는 Air Flow Mask, 압력센서, 신호처리기, 데이터분석 프로그램 및 가상수중환경 연동 모듈을 그림 7과 같이 구성하였다[13].

4. 가상 수중 환경 및 체감형 인터페이스 구현

가상 수중 환경을 사실적으로 표현하기 위해 정확

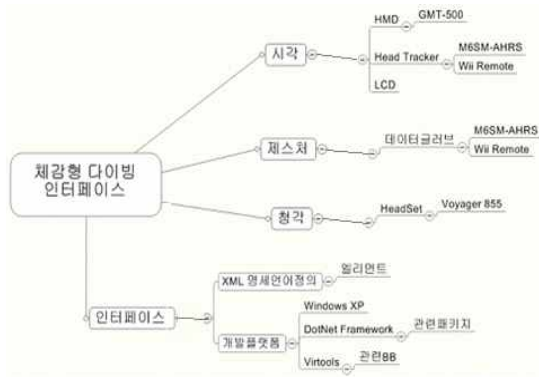


그림 6. 체감형 다이빙 인터페이스 구조

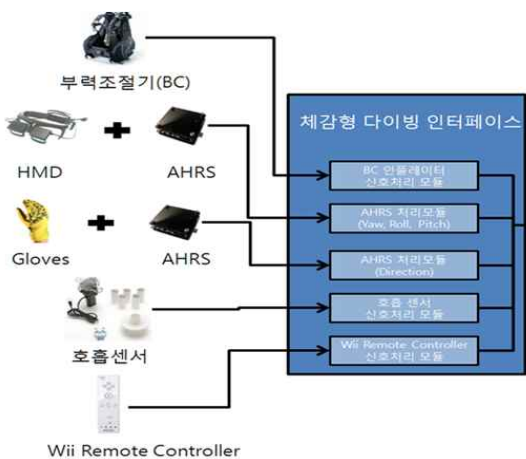


그림 7. 체감형 다이빙 인터페이스 구조

한 수중 환경 구성하는 요소에 대한 분석 및 체계적인 수중 물리학의 적용을 통해 체감형 해양 콘텐츠 제작을 위한 시뮬레이션 기술을 개발하고 콘텐츠를 제작하고자 한다. 가상 수중 환경에 영향을 미치는 요소들에 대한 지표 데이터의 정규화하여 데이터베이스화함으로써 수중환경에 영향을 미치는 요소들에 대한 물리적 수식을 통해 사실적인 환경 영향 요소들을 구현하도록 하였다. 또한 이러한 가상 수중 환경에 영향을 미치는 요소들에 대한 지표의 표준화 절차는 물리적 이론들을 구현함으로써 정규화된 시뮬레이션이 가능하도록 하였다. 가상 수중 환경과 이에 영향을 미치는 요소들에 대한 가시적인 효과를 높이기 위해 수중표현을 위한 특수효과 기술을 모듈화하여 콘텐츠 제작에 소요되는 비용을 절감하기 위해 재사용성을 높이도록 하였다.

해저 지형의 시각화는 3차원 컴퓨터 그래픽스, 데

이터베이스 기술, 공간객체 모델링 등의 기술이 통합적으로 요구되는데 현재 지형의 3차원 시각화는 그래픽 도구를 이용하여 가상의 이미지를 생성하는 방법과 실측 지형 데이터를 사용하는 방법, 두 방법의 혼합형 등으로 나눌 수 있다. 본 연구에서 차원 시각화는 그래픽 도구를 이용하여 가상의 이미지를 생성하는 방법을 사용하였다. 수심에 따라 수중 효과와 수중 생태를 표현하고 수중 환경 요인들의 상호작용을 통해 실제 수중 환경과 유사한 3차원 가시화를 제공하고, 빛과 그림자, 물결, 물방울, 조류, 부유물, 색깔, 안개효과를 설정하여 그림 8과 같이 다양한 수중 효과를 표현할 수 있도록 하였다. 국내 연안에 대한 생물 객체는 어류 30종, 해조류 9종, 갑각류 3종, 어패류 5종, 극피동물 2종, 자포동물, 7종, 연체동물 1종, 지형 1종을 선별하여 모델링하여 사용하였고, 다양한 콘텐츠 구성을 위해 국내뿐만 아니라 동남아 팔라우 연안 생물객체는 어류 12종, 해조류 등 기타 11종, 지형 1종을 그림 9와 같이 모델링하여 가상환경을 구축하였다.

HMD에 표시되는 영상의 카메라 시선처리를 위한 체험자의 머리 움직임과 카메라 이동 처리를 위한 손바닥의 방향을 AHRS(Attitude Heading Reference System : 자세측정제어장치)로부터 정보를 추출하여 처리하였다. 그림 10은 Head Tracking 및 내비게이션용 AHRS 모듈에 대한 시뮬레이터의 작동 방법을 나타내고 있다. 스킨스쿠버시 부력조절기에 공기를 공급하는 산소통 역할은 에어 콤프레서를 연결하여 처리하였고, 인플레이터의 공기 조절 버튼은 스위치를 연결하여 공기의 공급 및 배기를 처리할 수 있

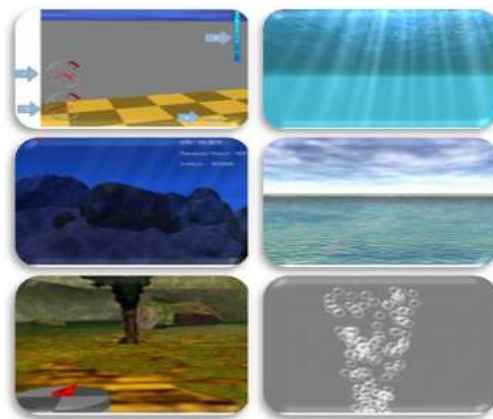


그림 8. 가상 수중 환경 효과



그림 9. 수중 객체 및 지형 모델링

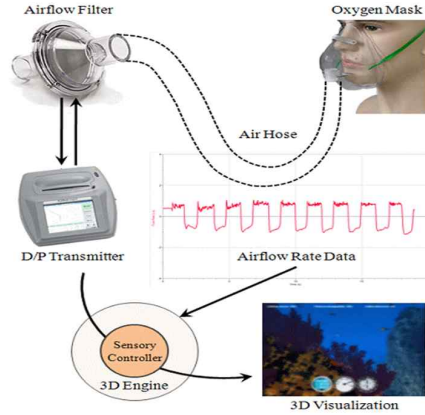


그림 11. 호흡 센서 처리 모듈

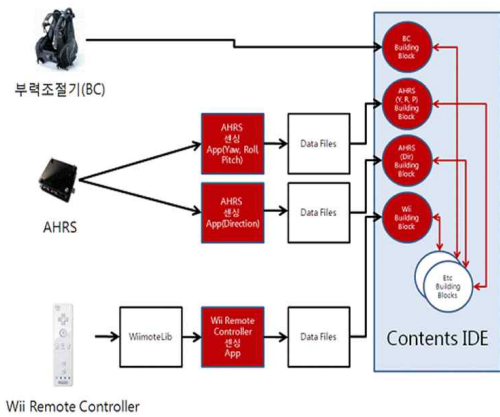
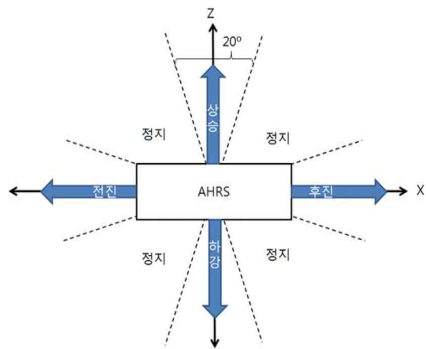


그림 10. AHRS 처리 모듈



도록 하였다. 체험자의 호흡 활동 모니터링을 위해 산소마스크(Oxygen Mask), 에어필터(Airflow Filter), 차압 변환기(D/P Transmitter)를 그림 11과 같이 호흡 센서 인터페이스로 구성하고, 체험자의 들숨과 날숨의 양에 대한 호흡 패턴 데이터의 처리 및 정규화를 통해 실시간 3D 가시화 모듈에 적용하였다.

체험자의 시각적 표현과 몰입감, 상호 작용을 위해 사용자의 행동을 입력으로 하는 다양한 장치들을 기반으로 그림 12와 같이 가상수중환경과 체감형 인터페이스를 연동시켜 가상 수중 환경 체감형 시뮬레이터인 "Virtual Scuba"를 제작하였고, 표 1과 같이 기존 시스템과의 차이점에 대해 비교하였다.

본 연구에서 개발한 체감형 시뮬레이터인 "Virtual Scuba"는 현실 세계에서 스킨스쿠버를 하는 것과 같은 동일한 체험을 제공하고자 하였으며, 공기 조절에 따른 상승과 하강, AHRS를 통한 방향 전환 및 이동에 대한 시뮬레이션이 가능하다. 또한 수중에서 호흡시 발생하는 공기 방울의 표현과 호흡시 소모되는 산소의 량, 이동에 따른 수심의 깊이 및 방향 등에 대한 정보를 제공하고 있다. 또한 수심 변화에 따라 부유물의 량, 해수의 탁도, 빛의 량, 해수의 색깔, 부력에 따른 상승 및 하강 속도 등에 대한 실시간 수중 환경 변화 기능이 제공되고 있다.

5. 결론

본 연구에서는 수심 변화에 따른 수중환경과 해양 환경 지표 요인들의 변화를 분석하고 정규화하여 적용함으로써 보다 사실적이고 현실감 있는 가상 수중 환경을 생성하였다. 또한 해양 레포츠인 스킨스쿠버 시뮬레이터를 가상 수중환경에 적용함으로써 수중에 직접 들어가지 않고도 스킨스쿠버를 체험해 볼 수 있는 체감형 시뮬레이터를 개발하였다. 해양 생물 객체의 행동 의사 결정을 위한 Intelligent Control Level과 물리적 움직임 표현을 위한 Kinematics



그림 12. 가상 수중 환경과 체감형 인터페이스 연동

표 1. 제안 방식과 기존 시스템 비교 분석

비교항목 개발사(시스템)	목적	특징
한국해양연구원 (DOVE)	바다환경을 5차원 입체적으로 가시화하고 바다 속 환경을 정밀하게 분석할 수 있는 시스템	해양, 기상 관련 정밀 수치모델 결과와 해저 지형 자료 등을 가상현실 환경으로 표현
IBM (Visualization Data Explorer)	해양학 데이터 분석/예측 시뮬레이션에 활용	시뮬레이션의 범위가 해양학적 분석/예측 분야에 한정
DiveNav (eDiving)	수심, 수압, 다이빙 시간, 감압 시간 등을 체크할 수 있는 가상 스킨스쿠버 다이빙 시뮬레이션	통계치를 통해 다이빙 계획 수립, 단순한 3DView 만을 제공하여 체감 요소가 부족
BIART (Diver : Deep Water Adventure)	다양한 형태의 게임요소를 제공하는 다이버 게임 시뮬레이션	단순한 3DView와 단순한 게임 조작 인터페이스만을 제공
Sony (Aquanaut's Holiday)	해저탐험 시뮬레이션게임으로 해양생태계와 실종된 해양학자의 발자취를 조사하는 콘솔 게임	물리적 환경과 체감 시뮬레이션은 제한적
제안 방식 (Virtual Scuba)	물리적 법칙이 적용된 상호작용형 가상 수중 환경 체감형 시뮬레이터	다양한 체감형 인터페이스 제공 훈련, 게임, 교육 등 다양한 목적으로 활용 가능

Control Level을 설계함으로써 가상 수중환경에 효율적으로 적용이 가능하도록 하였으며, 각 모듈을 컴포넌트 형태로 구현함으로써 재사용성을 높이고자 하였다. 가상 수중환경 구축을 위해 수중 환경 요인에 대한 물리적 수치 데이터 연동하였으며, 가상 수중 환경과 체감 시뮬레이터 사이의 상호작용 메커니

즘을 개발하였다. 또한 해양물리학적 데이터를 적용한 가상 수중 콘텐츠와 체험자의 물리적 상호작용이 가능한 가상공간을 구축하였으며, 복합적인 감각의 표현을 위한 장치 및 인터페이스들을 연동함으로써 사실적인 현실감을 제공하고, 해양콘텐츠 비롯하여 스포츠, 의료 등 다양한 분야에 응용이 가능할 것이다.

본 연구에서 개발한 체감형 시뮬레이터인 "Virtual Scuba"는 현실 세계에서 스킨스쿠버를 하는 것과 같은 동일한 체험을 제공하고자 하였으나, 수중에서의 부력이나 압력에 대한 부분은 무중력 상태의 구현과 같은 한계성 및 체험자의 안정성 문제로 시뮬레이터에 적용하지는 못하였다. 향후 수중에서의 무중력, 압력 등에 대한 체감 장치들의 적용과 실시간 렌더링을 통한 고품질 3D 수중입체 콘텐츠 제작에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Scott Gilbertson, *New Google Earth 5.0 Takes You 20,000 Leagues Under the Sea*, <http://www.wired.com/epicenter/2009/02/google-earth-50/>, 2009.
- [2] 이진모, "해양레저스포츠산업 환경요인의 국가간 비교 분석에 관한 연구," 해양환경안전학회, 제14권, 제4호, pp. 317-323, 2008.
- [3] 전병화, "가상현실 기술의 발전 방향," 한국정보통신기술협회, TTA Journal, 제133호, pp. 56-62, 2011.
- [4] 서강대학교, 지능형 인간로봇 상호작용 기술개발에 관한 연구, 지식경제부, 2009.
- [5] 구본태, 박용재, 허필선, 임명환, "차세대 융합형 콘텐츠 산업 동향 및 사례," 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석, 제26권, 제1호, pp.109-127, 2011.
- [6] 김창식, 기재석, 이종찬 외 17인, 체계운영을 위한 가상해양환경 분석 기술, 한국해양연구원, 과학기술부, 2004.
- [7] Abram G and Treinish L, "An Extended Dataflow Architecture for Data Analysis and Visualization," *Computer Graphics*, Vol.29, No.2, pp.17-21, 1995.
- [8] <http://www.ediving.us>, 2008.
- [9] <http://games.brothersoft.com/diver-deep-water-adventures.html>, 2010.
- [10] <http://www.jp.playstation.com/scej/title/aquanuts/>, 2011.
- [11] 김철민, 강임철, 김병기, "가상 수중환경에서의 체감 시뮬레이션을 위한 수중 물리현상 모델링," 2009년도 한국멀티미디어학회 추계학술발표대회 논문집, 제12권, 제2호, pp. 158, 2009.
- [12] Chong-Han Kim, Im-Chul Kang, Chan-Jong Park, Nak-Keun Joo, and Byung Ki Kim, "A Design of Dynamic Sea Currents Creation for Virtual-Scuba," *ICON&APIC-IST 2010*, pp. 137-140, 2010.
- [13] Sun-Il Kim, Eun-Seok Kim, Gi-Taek Hur, and Im-Chul Kang, "A Design of Sensory Virtual System for Scuba Diving," *ICCC 2010*, Vol.8, No.2, pp. 361-362, 2010.
- [14] 윤남열, 남궁정일, 박현문, 박수현, 김창화, "해양 적응형 무선센서네트워크 기반의 수중 환경 모니터링 시스템," 한국멀티미디어학회논문지, 제13권, 제1호, pp. 122-132, 2010.



윤재홍

1998년 2월 동신대학교 컴퓨터학과 학사
2001년 2월 동신대학교 컴퓨터학과 석사
2005년 8월 동신대학교 컴퓨터학과 박사

2006년 3월~2009년 8월 동신대학교 디지털콘텐츠학과 전임강사
2009년 9월~현재 동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터 팀장
관심분야: 3D입체영상, 디지털콘텐츠, 영상처리



강임철

1991년 2월 전남대학교 전산통계학과 학사
1997년 2월 전남대학교 경영학(MIS) 석사
2005년 2월 전남대학교 경영학(정보시스템) 박사

2005년 9월~현재 동신대학교 디지털콘텐츠학과 전임강사
2011년 3월~현재 동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터 소장
관심분야: 실감미디어, 디지털콘텐츠, 기술경영



허기택

1984년 2월 전남대학교 계산통계학과 학사
1986년 2월 전남대학교 계산통계학과 석사
1994년 2월 광운대학교 전자계산학과 박사

1989년~현재 동신대학교 디지털콘텐츠학과 교수
관심분야: 실감미디어, 디지털콘텐츠, 멀티미디어