

동작인식기반의 3D 암각화 VR 콘텐츠 구현

정영기*

Development of 3D Petroglyph VR Contents based on Gesture Recognition

Young-Kee Jung*

요 약

암각화는 문자가 있기전에 선사시대의 공동체를 이해하는데 핵심적인 역할을 하기 때문에 전 세계적으로 매우 중요한 문화유산이다. 요즘 3D 데이터는 미래세대에게 물려줄 수 있는 중요한 문화유산의 모양을 영구 기록하는데 필수적인 요소이다. 최근의 3D스캐닝 기술은 매우 사실적인 3D 모델생성이 가능하기 때문에 체험자를 3D세계로 끌어들일수 있는 가상현실 박물관 전시에 활용될 수 있다. 본 연구에서는 새로운 동작인식 방법에 기반한 3D암각화 VR(Virtual Reality) 콘텐츠를 구현하였다. 제안된 동작인식방법은 3차원 깊이센서를 이용하여 얻어진 체험자의 움직임을 정의된 동작과 비교함으로써 동작을 인식한다. 또한 정밀하고 비파괴적인 수단으로서 3D스캐닝 기술을 이용하여 3D 암각화 데이터를 기록하기 위한 새로운 접근방법을 제안한다.

ABSTRACT

Petroglyphs is an essential part of the worldwide cultural heritage since it plays a key role for the comprehension of prehistoric communities previous to writing. nowadays 3D data are a critical component to permanently record the form of important cultural heritage so that they might be passed down to future generations. Recent 3D scanning technologies allow the generation of very realistic 3D model that can be used for multimedia museum exhibitions to attract the users into the 3D world. In this paper, we develop the 3D petroglyph VR contents based on a novel gesture recognition method. The proposed gesture recognition method can recognizes the movements of the user using 3D depth sensor by comparing with the pre-defined movements. Also this paper presents new approaches for 3D petroglyphs data recording using 3D scanning technology as accurate and non-destructive tools.

키워드

3D Petroglyph, VR Contents, Gesture Recognition, 3D Scanning
3D 암각화, VR 콘텐츠, 동작인식, 3D 스캐닝

1. 서론

암각화는 인류가 자신의 삶과 관련한 세계를 바위 위에 새겨 남긴 그림을 일컫는다. 이런 점에서 암각화는 문자 이전의 역사를 담고 있어 매우 중요한 의미를 지닌다. 암각화는 제작 당시의 사람들의 생각을 기록한 기록

문화이고 사람들이 향유한 역사, 종교, 문화, 사상 등 모든 문화적 양상을 내포하고 있다. 그런 점에서 암각화는 문자가 없던 과거의 역사를 재구성할 수 있는 근원적 자료를 제시한다.

보호자원으로 지정된 암각화는 훼손 가능성이 높기 때문에 3D정밀스캔방법을 통한 3차원 디지털데이터를

* 교신저자(corresponding author) : 호남대학교 컴퓨터공학과(ykjung@honam.ac.kr)
접수일자 : 2013. 11. 05

심사(수정)일자 : 2013. 12. 16

게재확정일자 : 2014. 01. 13

확보는 현존하는 최상의 방법이다[1-2].

또한 자료화된 암각화 자료를 활용하여 산업 콘텐츠로서의 가치뿐만 아니라 대중이 이해할 수 있는 콘텐츠로서 VR(가상현실)의 실감, 상호작용 기술과 인문, 예술, 디자인 등이 융합된 파급효과가 큰 VR 콘텐츠 제작은 매우 필요하다고 할 수 있다[3-4].

최근 개발되고 있는 체험류의 콘텐츠들은 기존 키보드나 마우스 조작에서 탈피하여 별도의 컨트롤러나 영상 등을 이용하여 사용자의 직접 체험을 유도하고 있다. 그러나 아직까지 버튼에 의존한 컨트롤러들이 대부분이며 영상을 입력으로 하는 콘텐츠는 2D영상에서 체험에 필요한 자세인식 등을 높은 수준의 정밀도로 얻기 힘들다[5-6].

이러한 문제점들을 해결하기 위해 가속도 센서, 자이로 센서 및 3차원 깊이센서 등을 콘텐츠에 응용하는 방법이 모색되고 있다[7]. 3D 깊이센서 기반의 인식은 2개 이상의 카메라를 이용하여 3D동작 영상을 획득한 다음 몸 또는 손의 움직임영역을 추출하여 인식하는 방법이다. 기존의 3D 깊이센서 기반 인식방법은 주로 신체의 한부분을 중심으로 이동 및 선택 등의 간단한 인식방법이 제안되었다[8]. 본 연구에서는 그림 1과 같이 양손을 활용하여 대상물체의 확대/축소, 회전등의 보다 다양한 양손동작인식방법을 제안하고자 한다.

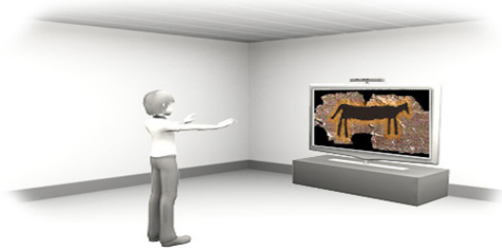


그림 1. 3D 깊이센서기반의 양손동작인식
Fig. 1 3D depth sensor based 2 hands gesture recognition

본 연구에서는 3차원 스캐닝 작업을 통해 얻어진 3D 데이터를 사진 데이터와 합성하여 실감 원천소스를 생성하고 이를 활용하여 3D 암각화 데이터를 제작한 다음 3차원 인터랙티브 기술을 이용하여 관람객들이 쉽게 사용할 수 있는 VR 콘텐츠 제작기법을 제안한다. 체험자의 양손동작을 인식하기 위해서 3D 깊이센서를 이용하

여 체험자의 상호작용을 구현하였다.

제한된 암각화 VR 콘텐츠는 관람객이 전시와 적극적으로 상호작용하며 자기 스스로 자신의 행동결과를 인식하면서 자발적인 학습이 일어나도록 공감각적 체험 요소를 유도하여 직접체험 전시콘텐츠로 구현하고자 한다.

II. 3D암각화 VR 콘텐츠 구성

암각화 VR콘텐츠 구성은 3차원 스캐닝 작업을 통해 얻어진 3D 데이터를 사진 데이터와 합성하여 실감 원천소스를 생성하는 3D 암각화 데이터 생성모듈, 3D 깊이센서를 이용하여 체험자의 양손 동작에 대한 3D 깊이영상을 입력받고 이를 정의된 동작과 비교하여 동작을 인식하는 동작인식 모듈, 3차원 인터랙티브 기술을 이용하여 관람객들이 쉽게 사용할 수 있는 암각화 3D뷰어 모듈로 구성된다.

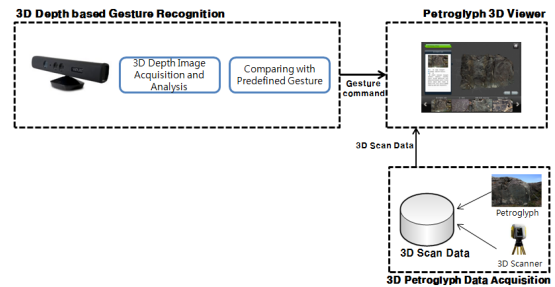


그림 2. 3D 암각화 VR콘텐츠 구성
Fig. 2 Configuration of 3D petroglyph VR contents

3D 암각화 데이터 생성모듈의 목적은 정밀하고 안정된 형상을 채록하기 위한 실감데이터를 확보하는데 있다. 이 데이터는 채록 대상 유물에 대해 현실적으로 제한이 가능한 수준이어야 한다.

양손동작인식 인터페이스모듈은 체험자가 3D 스캔된 데이터를 이동(Move), 사이즈(Zoom), 회전(Rotation) 등의 동작을 인식하여 암각화 3D뷰어 모듈로 동작 명령을 전달하게 된다. 체험자와 동작인식을 위한 비접촉인터페이스로서 마이크로소프트社에서 제공하는 적외선센서와 컬러 영상카메라를 이용한 인식시스템인 키넥트 시스템을 채택하였다.

암각화 3D뷰어 모듈은 동작인식모듈로부터 이동, 사이즈, 회전등의 동작명령을 받아 3D 스캔된 데이터의

사이즈 변경, 회전효과를 실시간 3D렌더링을 통해 화면에 보여주는 기능을 가지고 있으며 UNITY3D 프로그램을 통해 구현하였다.

스캔하였다.

III. 3D 암각화 데이터 생성

3.1 암각화 3D 형상스캔

3D 암각화 데이터의 획득을 위한 형상 스캔은 그림 3과 같이 일반적으로 암각화는 매우 크기 때문에 스캔 영역을 그림 4와 같이 여러영역으로 나누어서 스캔을 하게 된다.



그림 3. 암각화
Fig. 3 Petroglyph

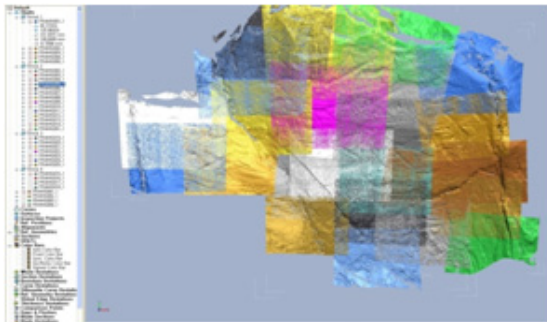


그림 4. 암각화 3D스캔데이터
Fig. 4 3D scan data of petroglyph

획득된 포인트 데이터는 포인트 필터링을 거쳐 삼각 메쉬화작업을 하게 된다. 암각화 스캔은 포인트 간격이 1~4mm범위를 벗어나지 않도록 고려하여 스캔하였고, 정밀스캐너의 특성상 야간작업이 필요하나, 상황에 따라서는 그림 5와 같이 차양 막설치 및 차광막을 씌운 후



그림 5. 암각화 3D스캔 조건
Fig. 5 3D scan condition of petroglyph

삼각 메쉬화 과정에서는 일정 간격으로 획득된 포인트들을 연결하는데, 임계각 이상의 포인트들은 삼각 메쉬화를 하지 않는다. 이 과정에서는 삼각 메쉬화가 잘못된 경우를 판단하여 제거하고, 구멍난 부분을 보간법을 이용하여 보간한 후 면을 만들어내는 작업이 이루어진다.

3.2 정렬, 정합 및 후처리

삼각 메쉬화 과정과 필터링과정이 끝난 스캔데이터들은 셸(shell)이라고 불리며 이런 셸들은 그림 6과 같이 정렬과 정합 과정을 거쳐 완전한 하나의 셸을 만들어내게 된다.

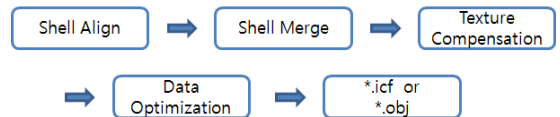


그림 6. 3D스캔데이터의 정렬, 정합 및 후처리
Fig. 6 Align & merge, postprocessing of 3D scan data

기본적인 절차는 스캔된 셸들을 N개의 대응점(N Corresponding Point)을 사용하여 정렬시키고 중첩된 부분의 편차값을 확인하는 과정을 반복하게 된다. 따라서 정렬 과정에서 두 스캔 면간의 특징점이 3군데 이상이 나올 정도로 중첩영역을 계산해 스캔하는 것이 좋다. 여기서 중첩영역이 너무 적으면 공통의 변환계수가 적어져 정렬이 잘되지 않기 때문이다.

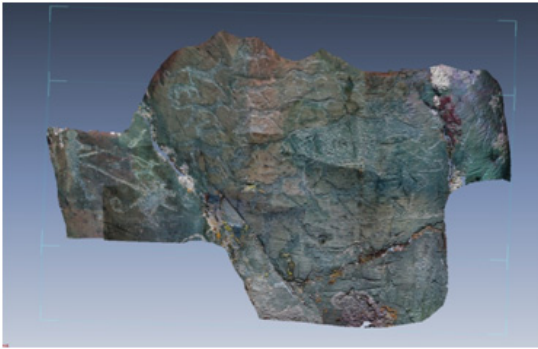


그림 7. 3D스캔데이터의 셸 정렬&정합
Fig. 7 Shell aligning & merging of 3D scan data

그림 7과 같이 정렬 및 정합 작업까지 끝난 데이터는 여러가지 후처리 작업 과정을 거치게 된다. 현재까지 형상 스캔, 정렬과 정합 작업까지는 자동화 과정을 통해 데이터를 얻을 수 있지만 이 후처리 작업은 어떤 결과물을 내느냐에 따라 필수 또는 선택적인 후처리 작업을 수행하게 된다.

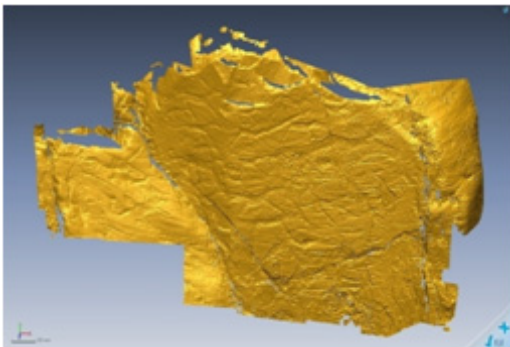


그림 8. 3D스캔데이터의 후처리
Fig. 8 Postprocessing of 3D scan data

가장 필수적인 작업은 미세하게 스캔되지 않은 부분에 대한 면 보간(Fill Holes)과정이다. 보이지 않는 면에 대해서 또는 형상의 재질 특성상 스캔을 받을 수 없는 부분 즉 날카로운 에지(Edge)부분에 대해서는 주변의 폴리곤 정보를 참조하여 선형보간(Linear Interpolation) 방법으로 구멍이나 틈새 등을 보간하게 된다. 그림 8은 후처리작업이 완성된 결과이다.

IV. 3D 깊이센서에 기반한 양손 동작인식

3D 깊이센서에 기반한 동작인식은 체험자의 손 동작에 대한 3D 깊이영상을 입력받고 이를 정의된 동작과 비교하게 된다.

제안된 알고리즘은 크게 세 부분으로 구성된다. 첫째, 체험콘텐츠에서 적용 가능한 동작유형을 정의하고, 둘째, 체험자의 동작을 통한 3D 깊이영상 획득 및 분석, 셋째, 정의된 패턴들과의 비교를 통한 체험자의 동작 인식으로 구성된다.

체험콘텐츠에서 적용 가능한 동작은 포인팅 커서의 이동(Move), 선택(selection)과 3D 스캔된 데이터를 확대/축소(Scaling), 회전(Rotation), 이동(Panning) 등 6가지 유형으로 그림 9와 같이 정의하였다.

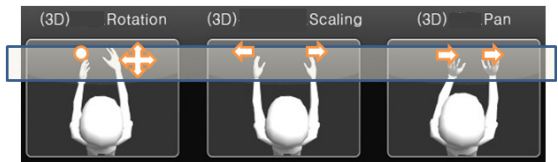


그림 9. 양손 동작유형 정의
Fig. 9 Definition of gesture types



그림 10. 키넥트 센서
Fig. 10 Kinect sensor

체험자의 동작을 입력받아 3D 깊이영상을 획득하기 위한 모션센서 H/W 인터페이스로서 마이크로소프트사의 키넥트센서를 채택하였다. 키넥트는 그림 10에서 보는 바와 같이 기본적으로 3개의 렌즈로 구성되어있다. 왼쪽과 오른쪽 끝에 있는 렌즈가 3D 깊이센서이다.

그림 11은 적외선 센서의 송신부에서 나오는 적외선 어레이를 적외선 카메라로 촬영한 영상이다. 송신부에서 적외선을 어레이로 송출하면 반사되어오는 적외선을 적외선 카메라로 읽어들이고 시간을 측정하여 거리정보 지도를 만든다. 이 거리정보 지도를 이용하여 물체나 사람을 인식하고 영상처리를 하게 된다.

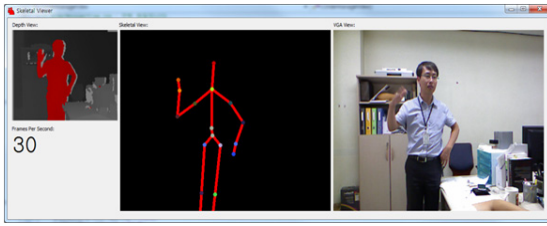


그림 11. 키넥트 센서 데이터
Fig. 11 Kinect sensor data

동작 인식은 그림 12와 같이 동작을 입력받아 결과를 출력하는 동작인식모듈을 설계하였다. 동작인식알고리즘은 입력값으로써 키넥트의 깊이영상, 컬러영상, 골격 인식영상이 주어지고 인식상태, 마우스 위치, 손의 이동값을 출력 값으로 얻도록 하였다.

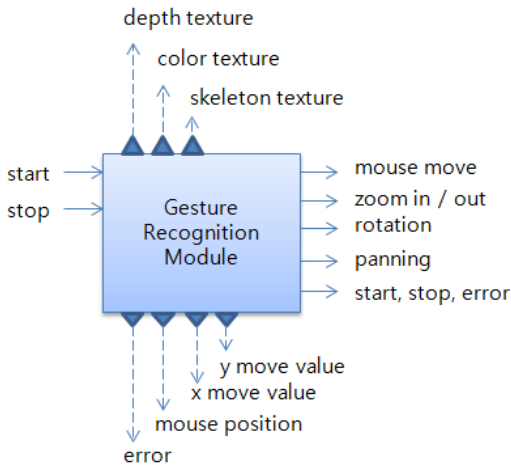


그림 12. 동작인식 모듈 설계
Fig. 12 Gesture recognition module design

6가지의 동작은 그림 13과 같이 크게 한손 사용과 두손 사용에 따라 2가지로 분류된다. 한손으로는 포인팅 커서의 이동과 선택기능이 가능하고 양손으로 3D 오브젝트의 인터랙션 처리를 하게 된다. 이때 손은 항상 가슴을 기준으로 30cm 앞에 있어야 손동작으로 인식하도록 하였다.

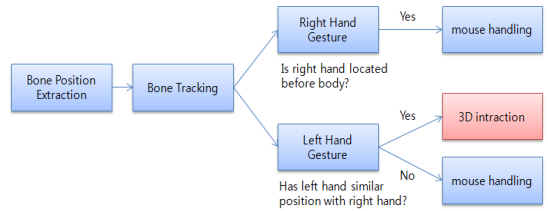


그림 13. 한손 및 두손 동작분류
Fig. 13 Classification of one & two hand gesture

포인팅 커서의 이동은 오른손 또는 왼손 하나로 이동값을 누적하여 처리하며 이동값이 없는 상태에서 3초간 대기하면 선택으로 처리된다.

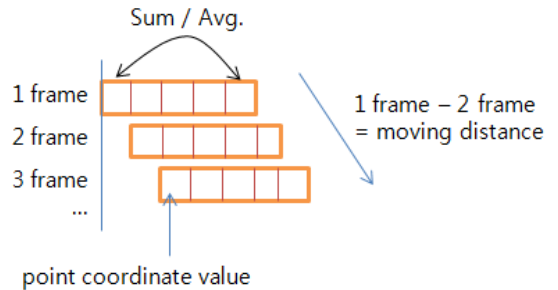


그림 14. 손 이동량 측정
Fig. 14 Hand moving distance estimation

양손을 이용한 3D 제스처는 그림 14와 같이 각 손의 위치를 5프레임간 큐에 저장하고 평탄화 필터링을 통해 노이즈를 제거한 후 이전 프레임과 현재 프레임의 차를 통해 이동량을 측정한다. 측정된 각 손의 이동량에 따라 그림 15와 같이 5가지 동작으로 구분하게 된다.

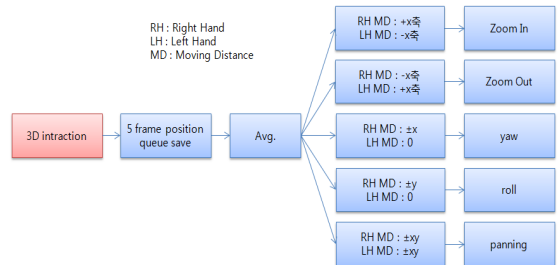


그림 15. 양손동작의 분류
Fig. 15 Classification of 2 hands gesture

V. 암각화 VR 콘텐츠 구현

암각화 VR콘텐츠는 그림 16과 같이 암각화의 위치를 보여주기 위해 위성영상(구글지도 등)을 활용하여 스캔지점의 GPS 좌표 기록후 지도에 합성하였다.

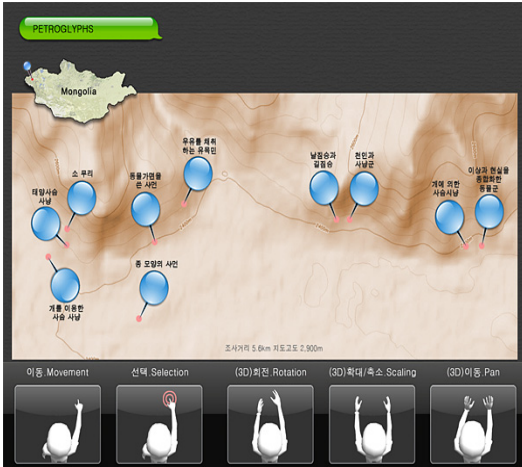


그림 16. 암각화 VR 콘텐츠 초기화면
Fig. 16 Initial display of petroglyph VR contents

이때 스캔된 각 3D 데이터를 그림 17과 같이 Thumbnail 이미지로 보여주고 사용자가 선택한 Thumbnail의 3D 데이터를 보여주게 된다.

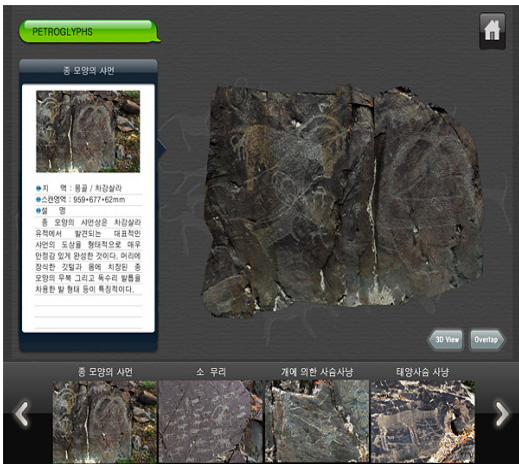


그림 17. 암각화 3D 뷰어
Fig. 17 3D Viewer of petroglyph

암각화 3D뷰어 모듈은 3D 스캔된 데이터를 3차원 공간에서 실시간 3D 렌더링하여 이동, 사이즈, 회전을 시켜보고 섬세한 암각화의 사이즈 변경, 회전 효과를 화면에 보여주는 기능을 그림 18과 같이 UNITY 3D 프로그래밍을 통해 구현하였다.

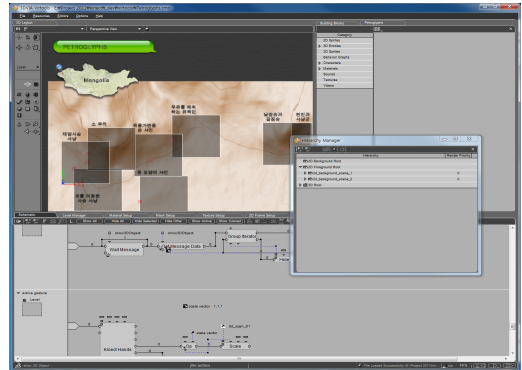


그림 18. Unity3D 기반의 3D 암각화뷰어
Fig. 18 Unity3D based 3D petroglyph viewer

암각화는 사용자의 3D 오브젝트의 네비게이션에 따라 잘 보일수도 있으나, 그렇지 못하는 경우 그림 19와 같이 잘 보이지 않는 암각화의 특정 물체(사람, 양, 개, 말 등)를 사용자 선택에 따라 부각시켜 준다.

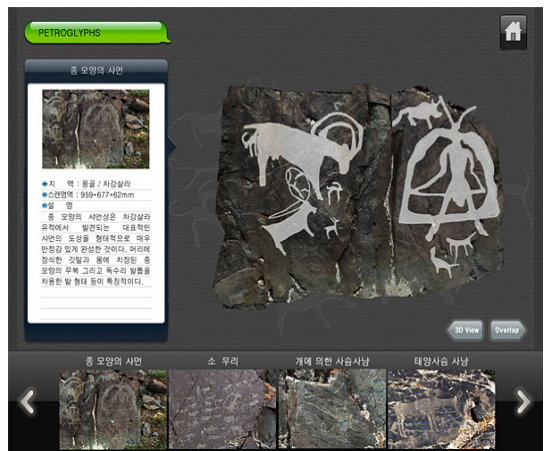


그림 19. 암각화에 부각된 특정물체
Fig. 19 Stamped object on petroglyph

그림 20은 구현된 암각화 VR콘텐츠의 시연장면이다.



그림 20. 암각화 VR 시연

Fig. 20 Demonstration of petroglyph VR contents

VI. 결론

본 연구에서는 3차원 깊이센서를 이용하여 체험자의 동작을 입력받아 동작인식 방법에 기반한 3D암각화 체험형 전시콘텐츠 제작기법을 제안하였다. 특히 실감 3D 암각화 데이터를 취득하기 위해 정밀하고 비파괴적인 수단으로서 새로운 3D 스캐닝기법을 활용하였다. 또한 암각화의 음각된 모양을 3D를 이용하여 효과적으로 볼 수 있게 3차원 인터랙티브 기술을 이용하여 관람객들이 쉽게 사용할 수 있는 VR 콘텐츠를 제작하였다.

감사의 글

본 논문은 2012년도 호남대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었습니다.

참고 문헌

- [1] J. Reznicek and K. Pavelka, "New low cost 3D scanning Techniques for cultural heritage documentation", *The Int. Archives of the Photogrammetry, Remote and Spatial Information Sciences Beijing*, 2008, pp. 237-240.
- [2] F.Remondino, "Heritage Recording asnd 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning", *Remote Sensing*, vol. 3, 2011, pp. 1104-1138.
- [3] G. Landon, and W. Seales, "Petroglyph digi-

tization: enabling cultural heritage scholarship", *Machine vision and Application*, vol. 17 no. 6, 2006, pp. 361-371.

- [4] Y.-K. Jeong, "A study on Health healing method for incite to the brain of the part of the visual nerve and auditor", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3 no. 4, 2008, pp. 233~239.
- [5] J.C. Kim, S.I. Cho, and E.K. Kim, "Fish Schooling Behavior Simulator for the Contents Production of Cyber Underwater Environment", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 2 no. 1, 2007, pp. 25~33.
- [6] K.-Y. Sung, and H.-K. Yang, "A study on the Contents for the Stable Motion Chasing according to the Change of Light using Retinex", *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6 no. 2, 2011, pp. 225~230.
- [7] E.-S. Choi, W.-C. Bang, S.-J. Cho, J. Yang, D.-Y. Kim, and S.-R. Kim, "Beatbox Music Phone: Gesture-based Interactive Mobile Phone using a Tri-axis Accelerometer", In *Proc. of IEEE International Conference on Industrial Technology*, Hong Kong, December 14-16, 2005, pp. 97~102.
- [8] J. Triesch and C. Malsburg, "A System for Person-Independent Hand Posture Recognition against Complex Backgrounds", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 23 no. 12, December 2011, pp. 1449-1453.

저자 소개



정영기(Young-kee Jung)

1986년 서울대학교 전기공학과 졸업(공학사)

1994년 한국과학기술원 전기전자공학과 졸업(공학석사)

2003년 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(공학박사)

1999년~현재 호남대학교 컴퓨터공학과 교수

※ 관심분야 : 영상처리, 디지털콘텐츠

