

한국차세대컴퓨팅학회 논문지

THE JOURNAL OF KOREAN INSTITUTE OF NEXT GENERATION COMPUTING

2009. 12

목차

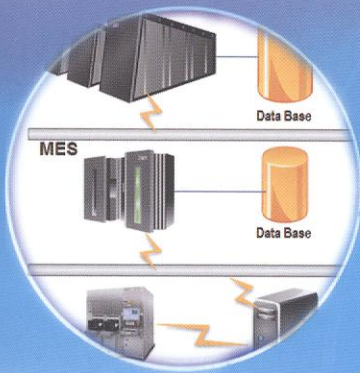
- 특집** 클라우드 컴퓨팅을 위한 상호 검증 가능 과금 시스템 디자인 및 구현
/ 박기웅, 박성규, 박규호
2D 콘텐츠를 활용한 2.5D 디지털로 북 저작 도구
/ 박중희, 우운택
- 논문** 효율적인 HMI(Human Machine Interface)설계 방법에 관한 연구
/곽우영, 김우성
모바일 위치 인식 서비스의 설계 및 구현
/ 김도형, 김선자, 이철훈
위치기반서비스를 위한 보행자의 위치추정
/ 이민영, 김희승, 이수용
고유알고리즘을 통한 얼굴 인식의 복구 연구
/ 백관
무선센서 네트워크에서의 패킷손실 확률에 따른 압축 기법 이득 분석
/ 심순모, 공준호, 정성우
계층적 다자간 회의에서 지연시간을 고려한 회의 구성 알고리즘
/ 성동수
클러스트에 기반한 분포맵과 얼굴 구성 요소 인식을 위한 평가함수를 이용한 얼굴 검출
/ 조한수
스팸메일의 행동적 특성을 이용한 Rustock 봇넷 연구
/ 이진승, 최재우, 강재우
ARM 플랫폼에서의 LLVM과 GCC의 비교 평가
/ 김재진, 이석영, 김수현, 문수득
작은 명령어 인코딩 프로세서를 위한 레지스터 벅크 전환 방법의 평가
/ 이재형, 문수득, 최형규, 정동헌

기관 소개

한국과학기술연구원 영상미디어센터

약의 소식

2009 차세대컴퓨팅 추계 학술회 개최 결과
2009 웨어러블컴퓨터 경진대회 개최 결과



2D 콘텐츠를 활용한 2.5D 디지로그 북 저작 도구

Authoring tool for 2.5D Digilog Book using 2D contents

박종희, 우운택

Jonghee Park and Woontack Woo

광주광역시 북구 오룡동 광주과학기술원 정보기전공학부 U-VR 연구실
jpark@gist.ac.kr, wwoo@gist.ac.kr

요약

본 논문에서는 2D 콘텐츠를 활용한 2.5D 디지로그 북 저작 도구를 제안한다. 제안하는 저작 도구는 사용자가 2D 콘텐츠를 활용해 시각적으로 실감있는 디지로그 북을 저작하는 도구를 제공하는 것이 목표이다. 제안하는 저작도구는 소실점 기반 2D 모델링을 통해 상대적 깊이 정보를 획득하여 인쇄된 콘텐츠에 가상 콘텐츠를 자연스럽게 증강하고, 2.5D 애니메이션 저작이 가능하다. 저작 결과는 XML로 저장이 되며 이는 디지로그 북 뷰어에서 확인 가능하다. 제안한 저작 도구는 교육, 산업 등 여러 분야에서 응용될 것으로 기대된다.

Abstract

In this paper, we propose an authoring tool for 2.5D Digilog Book using 2D contents. The goal of the proposed authoring tool is to provide an tool for normal users to make actually feeling Digilog Book visually. The proposed authoring tool acquires relative depth based on vanishing point based 2D modeling and augments virtual content on printed pages naturally. In addition, users can make 2.5D animation authoring on the pages. The authoring results are saved as XML and can be confirmed with Digilog Book viewer. We expect that the proposed authoring tool will be utilized in many industrial fields such as publication and education.

키워드: 증강현실, 디지로그 북, 저작 도구, 2D 콘텐츠

Keyword: Augmented Reality, Digilog Book, Authoring Tool, 2D Contents

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음.

1. 서론

디지털로 복은 증강현실 환경에서 출판물 (종이책)에 인간의 시각, 청각, 그리고 촉각을 자극하는 멀티미디어 콘텐츠를 융합시켜 종이책에서 제공할 수 없는 부가적인 정보를 제공하는 책이다 [1]. 디지털로 복은 증강현실 기술을 통해 종이 책의 콘텐츠를 시각적으로 제공한다. 하지만 증강현실 콘텐츠 저작은 개발자에게 많은 시간을 요구하고 귀찮은 작업일 뿐만 아니라, 증강현실 기반 지식 부족한 일반 사용자에게는 저작하기 어려운 단점이 있다. 일반 사용자가 증강현실 콘텐츠를 쉽게 저작하게 하기 위해서는 사용자 인터페이스, 추적 방법 등을 고려해야 한다.

Haringe이 제안한 저작 도구는 PowerPoint기반으로 2D 콘텐츠를 배치하고, 이를 통해 가상 콘텐츠와 현실 공간 콘텐츠간 가림현상을 해결하였다 [2]. 하지만 사용자는 증강현실 콘텐츠를 저작하기 위해, 두 가지 저작 도구를 다루어야 하는 단점이 있다. iaTAR는 증강현실 환경에서 TUI (Tangible User Interface)를 통해 3D 콘텐츠를 조작하기 위한WYSYSIG (What You See Is What You Get) 개념을 선보였고, T. Ha는 TUI를 통한 직관적인 3D 애니메이션 저작 기법을 소개하였다 [3][4]. MARS와 ComposAR은 AR콘텐츠 저작을 위해 일반 사용자가 사용하기 쉬운 GUI (Graphical User Interface)를 통해 인터페이스를 제공하였다 [5][6].

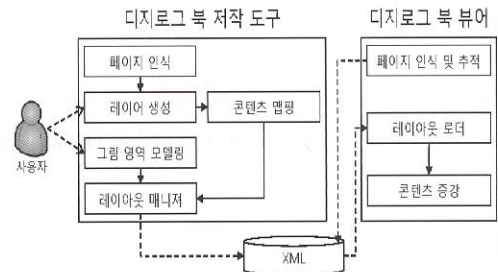
기존 저작 도구들은 주로 3D 콘텐츠의 조작, 애니메이션 기법, 인터페이스 등에만 집중을 하고 있어, 2D 콘텐츠는 증강하는 것으로만 고려하였다. 또한 가상 콘텐츠와 현실 공간 콘텐츠 간의 가림을 고려하지 않아, 자연스러운 증강이 이루어지지 않는다. 하지만 Haunted Book은 증강현실 환경에서 2D 콘텐츠의 자연스러운 증강에 충분한 가능성을 보여주었다 [7]. 기존 저작 도구들이 주로 적용한 마커 기반 추적 방식은 이미 출판된 책을 디지털로 복으로 저작하기 위해서 일반 사용자가 마커를 부착해야 하는 번거로움이 있다.

본 논문에서는, 일반 사용자가 2D 콘텐츠를 활용해서 시각적으로 실감 있는 디지털로 복을 저작하는 도구 제공을 목표로 한다. 제안된 저작 도구는 기존 사용자에게 친숙한 GUI기반의 인터페이스를 제공하고 종이

책의 그림영역을 모델링하여 획득한 깊이 정보를 기반으로 자연스러운 증강 및 2.5D 애니메이션 저작이 가능하다. 또한, 자연 특징점 기반 추적 방식을 적용해 사용자가 마커를 부착해야 하는 번거로움을 제거하였다.

2. 2.5D 디지털로 복 저작 도구

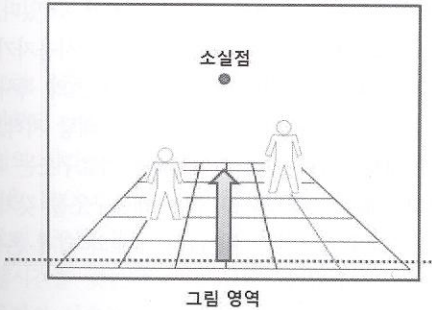
제안된 저작도구는 그림 1과 같이 디지털로 복 저작 도구와 디지털로 복 뷰어 두 가지로 구성된다. 사용자는 디지털로 복 저작도구를 통해 저작을 하고, 저작 결과는 디지털로 복 뷰어를 통해 확인할 수 있다. 저작 과정은 레이어 생성 및 콘텐츠 맵핑의 과정을 통해 이루어진다 [8]. 제안된 저작도구는 사용자가 레이어 생성을 할 수 있게 하기 위해 사각형 및 원 형태의 템플릿을 제공한다. 또한, 사용자는 복잡한 영역 생성을 폴리곤 형태로 생성할 수 있다. 사용자는 원하는 영역을 레이어로 선택한 후, 각 레이어에 멀티미디어 콘텐츠 (ex, 이미지, 동영상, 텍스트 등)을 맵핑한다. 또한, 페이지의 그림 영역을 소실점과 3D평면으로 모델링 하여 각 레이어간 기하학 정보를 설정한다. 저작된 결과는 XML형태로 데이터베이스에 저장된다. 디지털로 복 뷰어는 카메라 영상에서 페이지를 실시간으로 인식하고, 인식된 페이지의 XML을 데이터베이스로부터 얻어온다. 레이아웃 로더는 해당 XML을 기반으로 Scene Graph를 생성하고 증강하여 저작 결과를 보여준다.



(그림 1) 시스템 구조

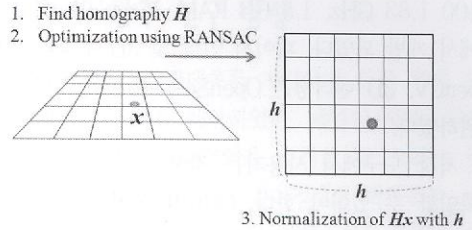
2.1 2.5D 디지로그 북 저작 도구

2D 영상으로부터 기하학적 3D 모델링을 하기 위해서는 최소 두 장 이상의 영상을 필요로 한다. 하지만 일반적으로 출판된 종이 책의 경우, 사용자는 한 장의 영상만이 획득 가능하기 때문에, 각 레이어의 정확한 3D좌표를 찾는 것은 불가능하다. 따라서, 제안된 저작 도구는 한 장의 영상으로 상대적 깊이를 이용한 대략적인 3D모델링 기법을 제안한다. 먼저, 사용자는 그림 제공되는 인터페이스를 통해 원하는 영역에 모델링 레이어를 생성하고, 소실점과 바닥 면의 원근 그리드를 조정한다. 소실점과 원근 그리드의 조정이 완료되면, 제안된 저작 도구는 그림 2와 같이 원근 그리드의 가운데 점으로부터 소실점 방향으로 모델링 레이어의 외곽선을 검색하고, 처음 만나는 지점을 해당 모델링 레이어의 깊이로 간주한다. 이 때, 각 레이어는 바닥 면 상에 존재한다고 가정한다.



(그림 2) 레이어의 상대적 깊이 찾기

각 레이어의 상대적 깊이는 그림 3과 같이 상대적 깊이로 변환된다. 먼저 원근 그리드의 각 코너 점들과 직교 그리드 코너 점들을 이용하여 두 평면간 호모그래피 행렬을 구한 후 RANSAC을 통해 최적화한다. 원근 그리드 상의 점은 해당 호모그래피를 통해 직교 그리드 상의 점으로 변환이 되며, 변환된 점은 직교 그리드 상의 높이로 표준화된다. 따라서, 수식 1에서 d 의 y 좌표가 해당 레이어의 상대적 깊이이다.



(그림 3) 상대적 깊이 변환

H , x , y , d 는 원근 각각 그리드와 직교 그리드간 호모그래피 행렬, 원근 그리드 상 점, 직교 그리드의 높이, 표준화된 점의 좌표를 나타낸다.

$$d = Hx / h \tag{수식 1}$$

2.2 2.5D 애니메이션

기존 2D 애니메이션은 콘텐츠의 크기가 변하지 않고 위치와 각도만 변환되는 반면, 2.5D 애니메이션은 그림영역 모델링 단계에서 레이어간 상대적 깊이 정보를 획득함에 따라 2D콘텐츠의 크기가 깊이에 맞춰 변환된다. 2.5D애니메이션 경로의 깊이는 수식 1로부터 각 제어점의 깊이를 보간 하여 구할 수 있다. 수식 2에서 x_1 과 x_2 는 제어점의 각 원근 그리드 상 좌표이며 s 는 애니메이션 샘플링 빈도를 나타낸다.

$$H(x_1 - x_2) / (h * s) \tag{수식 2}$$

2.3 디지로그 북 뷰어

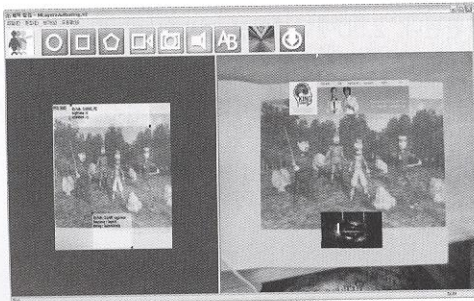
디지로그 북 뷰어는 실시간으로 페이지를 인식하고 해당 페이지의 XML을 데이터베이스로부터 로딩한다. 해당 XML은 Scene Graph로 재구성되어 사용자에게 저작 결과를 증강한다. 다수의 페이지로 구성되어 있는 디지로그 북 환경에서 빠른 페이지 인식 및 3D추적을 위하여 특징점 추출은 FAST, 특징점 식별자는 SURF를 혼용한 추적기법을 사용하였다 [10] [11] [12].

3. 구현 및 성능평가

개발 환경은 Windows Vista, Intel Centrino T2

400 1.83 GHz, 1.5 GB RAM, Visual Studio 2008 에서 개발 되었다. 페이지 인식 및 3D 추적을 위한 OpenCV, 3D 렌더링은 OpenSceneGraph 기반으로 구현하였다.

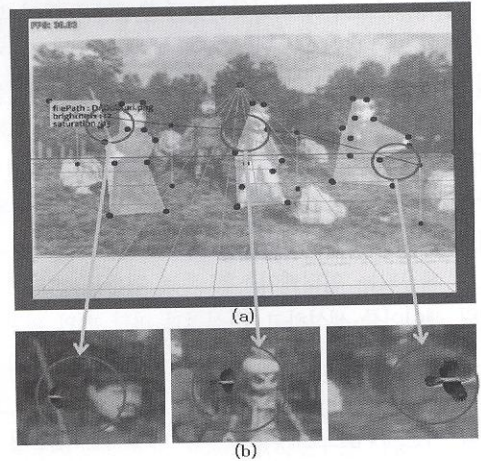
저작 도구에서 사용자는 저작 결과를 쉽고 빠르게 확인할 수 있어야 한다. GUI 인터페이스는 일반 사용자가 이미 친숙하게 사용하고 있기 때문에 TUI와 같이 새로운 인터페이스를 습득할 시간이 필요 없는 장점이 있다. 따라서, 제안된 저작도구에서 사용자는 VR 환경의 정적 이미지에서 저작한다. 이는 AR 환경에서 카메라 혹은 사용자의 시점이 흔들림에 따라 정확한 포인팅이 어려운 점을 보완할 수 있다. 또한, 사용자에게 VR, AR 뷰를 함께 제공함으로써, VR 환경에서 저작된 결과는 사용자가 바로 AR 환경에서 확인할 수 있다. 그림 4는 제안된 저작도구의 GUI 인터페이스이다. 사용자는 그림 4의 왼쪽과 같은 VR 뷰와 같이 레이어를 생성하고 각 레이어에 콘텐츠를 맵핑한다. 각 콘텐츠 속성이 표시되며, 해당 결과는 AR 뷰에서 바로 확인 가능하다.



(그림 4) 사용자 인터페이스

그림 5(a)는 그림영역 모델링과 2.5D 애니메이션 인터페이스를 나타낸다. 그림 영역 모델링은 사용자가 소실점이나 바닥 면의 그리드를 조정하여 대략적인 모델링을 수행하고, 2.5D 애니메이션은 해당 경로의 각 제어 점에 깊이를 지정하여 저작된다. 사용자가 그림 5(a)와 같이 새 영상을 인물 뒤에서부터 앞으로 나오는 2.5D 애니메이션을 저작하면, 해당 결과는 디지털로크 북 뷰어에서 Scene Graph를 구성하여 그림 5(b)와 같이 증강된다. 새 영상이 애니메이션 경로에 따라 이동되면서 영상의 크기가 해당 깊이에 따라 변하는 것을 볼 수 있다. 또한, 모델링 레이어와 상대

적 깊이에 따라 자연스러운 가림이 적용되었다.



(그림5) 2.5D 애니메이션 (a) 저작 및 (b) 결과

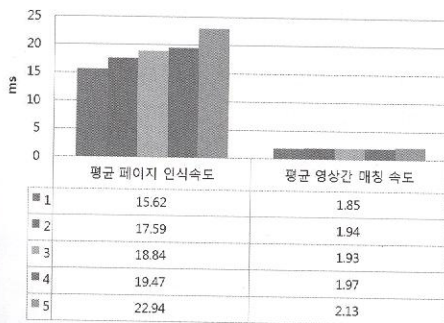
제안한 저작 도구는 저작 결과를 XML로 저장한다. 저작도구는 XML의 가장 큰 장점인 가독성을 통해 자연스럽게 스크립트 형식의 저작을 지원할 수 있다. 스크립트 형식의 저작은 3D 환경에 익숙한 사용자가 원하는 특정 좌표를 설정하거나 가상 콘텐츠의 복사 등의 작업에 장점이 있다 [9]. 그림 6은 해당 저작도구의 XML 저장 형식을 보여준다. 해당 자료구조는 페이지, 영역, 레이어, 콘텐츠와 같은 계층구조를 갖기 때문에 3D 렌더링을 위한 Scene Graph와 쉽게 혼용될 수 있는 장점이 있다.

```
<?xml version="1.0" ?>
<!-- Page Layout XML -->
- <Page_Layout>
- <Page num="1">
- <Area type="Image" shape="Rectangle" level="1">
- <Position>
- <LeftTop x="101.0" y="476.0" z="0.0" />
- <rightBottom x="527.0" y="403.0" z="0.0" />
- </Position>
- <filePath>D:\KING.JPG</filePath>
- <brightness>11</brightness>
- <saturation>13</saturation>
- </Area>
```

(그림6) XML 파일 포맷

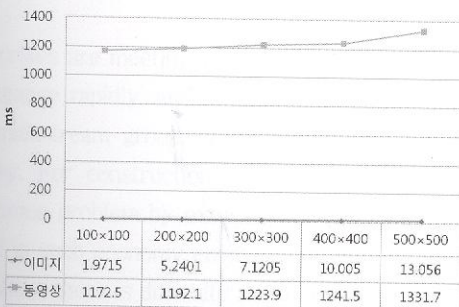
사용자가 디지털로크 북을 실시간으로 보기 위해 디지털로크 북 뷰어는 빠른 수행시간이 요구된다. 그림 7은 페이지가 해상도 640×480 영상 기준으로 인식된 순간부터 하나의 정육면체가 증강될 때까지의 수행

시간이다. 1 페이지부터 5 페이지로 구성된 디지털로 책을 실험한 결과, 페이지 인식은 페이지 수에 비례하게 증가하였다. 페이지 인식 속도 증가의 주된 원인은 페이지에서 추출된 자연 특징점의 개수가 증가함에 따라 구성되는 트리에서 탐색 시간이 증가하는 것으로 나타났다. 인식이 완료된 후 추적 모듈에서는 일정한 수행시간 보여, 다수 페이지를 갖는 디지털로 책에서도 실시간 인식 및 추적이 가능함을 보였다.



(그림 7) 페이지 수에 따른 콘텐츠 증강 시간

그림 8은 디지털로 책 뷰어에서 페이지가 인식된 순간부터 콘텐츠 형식에 따라 증강이 완료되는 시점까지의 시간을 나타낸다. 각 이미지(jpg)와 동영상(mov)은 100×100부터 500×500의 해상도로 구성되었으며, 모든 동영상은 1초당 25 프레임과 20초의 재생시간을 갖는다. 실험 결과 이미지는 실시간으로 사용자와 상호작용하기에 무리 없는 속도를 보였지만, 동영상은 1초 이상의 시간이 걸렸다. 동영상은 모든 프레임을 메모리에 로딩 된 후 증강됨에 따라 이미지에 비해 비교적 느린 결과를 보였다.



(그림 8) 콘텐츠 크기에 따른 로딩 속도

4. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 2D콘텐츠를 저작하기 위한 멀티 레이어 기반 저작도구를 제안하였다. 제안된 저작도구의 특징으로 페이지의 그림영역을 소실점 및 그리드 형식으로 모델링하여 상대적인 깊이정보를 획득하고, 이를 기반한 2.5D 애니메이션 및 자연스러운 증강을 지원한다. 향후에는 2.5D 애니메이션 회전, 커브, 시간 등을 고려한 사실적인 증강과 가상 캐릭터 저작에 대해 연구할 것이다.

참고문헌

- [1] 이영호, 하태진, 이형목, 김기영, 우운택, "디지털로 책 - 아나로그 책과 디지털 콘텐츠의 융합," 정보통신 분야학회 합동학술대회, 제 14권, pp.186-189, 2007.
- [2] M. Haringer and H. T. Regenbrecht, "A pragmatic approach to Augmented Reality Authoring," ISMAR 2002, pp. 237-245, 2002.
- [3] G. Lee, C. Nells, M. Billinghurst, G. Kim, "Immersive Authoring of Tangible Augmented Reality Applications," ISMAR 2004, pp. 172-181, 2004.
- [4] 하태진, 이영호, 우운택, "디지털로 책 저작을 위한 감각형 조작 도구를 이용한 직조작 기반의 3D 객체의 이동제적 삽입 및 편집기술," 한국 HCI학회, pp. 497-501, 2009.
- [5] S. Guven and S. Feiner, "Authoring 3D Hypermedia for Wearable Augmented and Virtual Reality," ISWC 2003, pp. 118-126, 2003.
- [6] H.Seichter, J.Looser, and M.Billinghurst, "CompoSAR: An Intuitive Tool for Authoring AR Applications," ISMAR2008, pp 15-18, 2008.
- [7] C. Scherrer, J. Pilet, P. Fua, and V. Lepetit, "The Haunted Book," ISMAR 2008, pp. 163-164, 2008.
- [8] J. Park and W. Woo, "Multi-layer Based Authoring Tool for Digilog Book," ICEC 2009, pp. 234-239, 2009.
- [9] G.Lee and G. Kim, "Immersive authoring of Tangible Augmented Reality content: A user study," Journal of Visual Languages & Computing 20(2), pp.61-79, 2009.

- [10] D. Wagner, G.Reitmayr, A. Mulloni, T Drummond, and D Schmalstieg, "Pose tracking from natural features on mobile phones," ISMAR 2008, pp.125-134, 2008.
- [11] E. Rosten and T. Drummond, "Machine Learning for High-Speed Corner Detection," European Conference on Computer Vision, Vol. 1, pp.430-443, 2006.
- [12] H. Bay, A. Ess, T. Tuytelaars, and L. Van Gool, "Speeded up robust features (SURF)," Computer Vision and Image Understanding. Vol. 110, No.3, pp.346-359, 2008.

■ 저자소개

◆ 박종희



- 2008년 광운대학교 컴퓨터소프트웨어학과 학과졸업
- 2009년 현재. 광주과학기술원 정보기전학부 정보통신학과 석사과정
- 주관심분야 : HCI, mixed/ augmented reality, authoring tool, 3D computer vision

◆ 우은택



- 1989년 경북대학교 전자공학과 학사졸업
- 1991년 포항공과대학교 전기전자공학과 석사 졸업
- 1998년 University of Southern California, Electrical Engineering System 박사 졸업
- 1991년~1992년 삼성종합기술연구소 연구원
- 1999년~2001년 ATR MIC Lab. Japan. 초빙연구원
- 2001년~현재. 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수
- 2005년~현재. 문화기술연구소장
- 주관심분야 : 3D computer vision and its applications including attentive AR and mediated reality, HCI, affective sensing and context-aware for ubiquitous computing