http://dx.doi.org/10.15207/JKCS.2015.6.3.103

클라우드 서비스를 이용한 복합현실 기반의 융합형 에듀테인먼트 시스템 설계

김동현[1], 김민호[1*]
[1]한남대학교 멀티미디어학과

Design of Mixed Reality based Convergence Edutainment System using Cloud Service

Donghyun Kim[1], Minho Kim[1*]
[1]Department of Multimedia, Hannam University

요 약 기존 이러닝 시스템의 실감형 교육 및 교육적 체감문제를 해결하기 위하여 투명 디스플레이 기반 디바이스에 증강현실 기술을 적용한 실감형 에듀테인먼트 시스템이 연구되었다. 그러나 투명디스플레이를 이용한 에듀테인먼트 시스템의 경우 다중 마커 배열 및 회전 마커 배열의 미검출에 대한 문제점과 투명디스플레이를 투영한 현실공간과 가상 객체간의 조명환경 차로 인한 부조화 현상에 대한 문제점과 다양한 디바이스를 통해 서비스를 제공받지 못하는 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 회전 마커 검출이 가능한 향상된 마커 검출 기법을 통해 다수의 마커 배열과 회전 마커 배열을 인식하고 중첩 블록 레이어를 통해 현실 공간과 가상공간의 조명 환경을 통일하여 현실감 있는 융합형 에듀테인먼트 콘텐츠를 제공하는 시스템을 설계하였다.

• Key Words : 증강현실, 융합형 에듀테인먼트, 블록 레이어, 클라우드 서비스, 스마트 러닝

Abstract TOLED(Transparent, Organic Light Emitting Diodes) based edutainment system has been studied to solve the actual feeling training and educational experience problem of e-learning. However, edutainment system using TOLED has a problem for the non-detection of multi marker array and rotate marker array, and it has problem for the dissonance phenomena caused by Illumination Environment between real world and virtual object. It also has a do not provide services through a variety of devices problem. Therefore, in this paper, we designed a system that provides a realistic actual feeling edutainment contents by recognizes the marker array rotation and a plurality of marker arrangement via an improved marker detection technique. And to unify the real space and virtual space of the lighting environment through a nested block layer.

• Key Words : Augmented Reality, Edutainment, Block Layer, Cloud Service, Smart Learning

1. 서론

IT 기술의 발전으로 동영상으로 제작된 강의를 전달하던 기존 이러닝(E-Learning) 방식에서 스마트 디바이스를 이용하는 스마트 러닝(Smart Learning)으로 교육 패러다임이 변화하고 있다[1].

기존 이러닝을 이용한 교육 분야에서는 제작된 강의를 전달함에 있어 학생들의 진도 및 학습 상태를 점검하는 다양한 기능을 구현하여 구체성을 확보하고 있으나

*교신저자 : 김민호(minhokim54@gmail.com)
접수일 2015년 4월 26일 수정일 2015년 5월 22일 게재확정일 2015년 6월 20일

교육 수강생들의 수동적인 학습 참여를 유발하는 방식이기 때문에 교육적 효과가 적다는 문제점을 가지고 있다[2].

이와 같은 문제를 해결하기 위하여 스마트 러닝에서는 동영상이나 플래시를 이용한 단순하고 일방적인 교육 콘텐츠를 벗어나 교육을 수강하는 학생의 체험 중심의 학습경험과 지식을 스스로 구성해나가는 방식의 새로운 학습방법, 이를 제공하기 위한 교육 콘텐츠를 제공하는 시스템에 대한 필요성이 증대되고 있는 추세이다.

스마트 러닝의 콘텐츠 제공 시스템에 대한 필요성에 의한 대안으로 학습자가 스스로 몰입하여 체험을 통해 학습을 함으로써 크게 교육효과를 향상시킬 수 있는 증강현실 기반의 스마트 러닝 시스템 개발이 요구되고 있으며, 보다 교육 수강자에게 직관적인 교육 콘텐츠 제공을 위하여 투명 디스플레이와 마커 배열 큐브를 이용한 스마트 러닝 시스템[3]이 연구되었다.

그러나 마커 배열의 경우 스마트 러닝의 특성상 사용자의 행동에 따른 인터랙션(Interaction)을 제공해야 하며 다수의 마커 배열을 동일 영상에서 추출해야하는 특징을 가지고 있으나, 기존 투명디스플레이를 이용한 스마트 러닝 시스템에서 기준 마커를 이용하기 때문에 마커 배열의 중심축으로 마커 배열이 회전 할 경우 마커 배열 ID를 오인식하는 문제와 다수의 마커 배열을 검출하기가 어려운 문제를 가지고 있다.

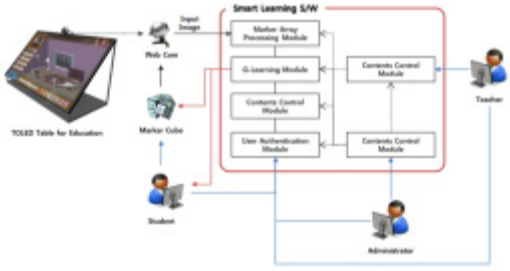
또한 투명디스플레이의 특징으로 인하여 마커 배열이 존재하는 공간과 사용자의 손과 같은 현실공간의 객체가 투영되어 제공되기 때문에 투명디스플레이를 통해 제공되는 객체가 존재하는 가상의 공간의 환경이 유사해야 한다.

따라서 본 논문에서는 투명디스플레이(TOLED, Transparent Organic Light Emitting Diodes 을 이용한 스마트러닝 시스템에서 마커 배열이 보다 효율적인 인터페이스 기능을 수행하기 위하여 개선된 마커 배열을 이용하고 실제 환경의 조명 정보를 적용한 가상의 객체를 증강하고 클라우드 서비스(Cloud Service)[4]를 이용하여 투명디스플레이 기반 임베디드 디바이스와 다양한 스마트 디바이스가 연동하여 교육 콘텐츠를 제공하는 사용자 체감형 에듀테인먼트 시스템을 설계하였다.

2. 관련연구

2.1 투명디스플레이를 이용한 스마트 러닝 시스템

기존 투명디스플레이를 이용한 체감형 증강현실 스마트 러닝 시스템은 기준 마커를 인식하고 인식된 기준마커 주변에 존재하는 마커들을 검출하여 마커 배열을 확인하는 마커 배열 리스트화 기법을 통해 객체를 증강하고 증강 객체와 가상배경을 구성하는 객체와의 충돌 또는 사용자 이벤트가 발생할 경우 블루투스 통신을 통해 이벤트를 제공하는 마커 배열 큐브를 통해 사용자의 콘텐츠를 제공하는 시스템[3]이며 그 구조는 다음과 같다.



[Fig. 1] Structure of Smart Learning System based on TOLED

그러나 투명 디스플레이에서 제공되는 콘텐츠의 경우 가상환경의 조명환경과 실제 환경의 조명환경의 차이로 인하여 직관적으로 보이는 현실대상과 콘텐츠가 공간의 부조화를 가지는 문제점을 가지고 있으며, 기준 마커를 이용한 마커 배열 기법의 경우 동일한 마커 배열이 회전할 경우 다른 마커 배열로 인식되는 문제점을 가지고 있다. 또한 기준 마커가 다수 존재할 경우 서브 마커를 검출하기가 어렵기 때문에 동일 영상에 존재하는 마커 배열의 검출률이 낮은 문제점을 가지고 있다.

2.2 향상된 마커 배열 기법

기준 마커를 이용한 마커 배열의 경우 다수의 기준 마커가 존재할 경우 마커 배열의 검출률이 낮아지는 문제점과 서브 마커를 검출하는 연산시간이 길다는 문제점을 가지고 있어 이를 해결하기 위하여 그림 2와 같이 마커 배열 후보 영역과 마커 배열의 구조적 특징을 기반으로 마커 배열을 검출하는 향상된 마커 배열 기법이 연구되었다[5].

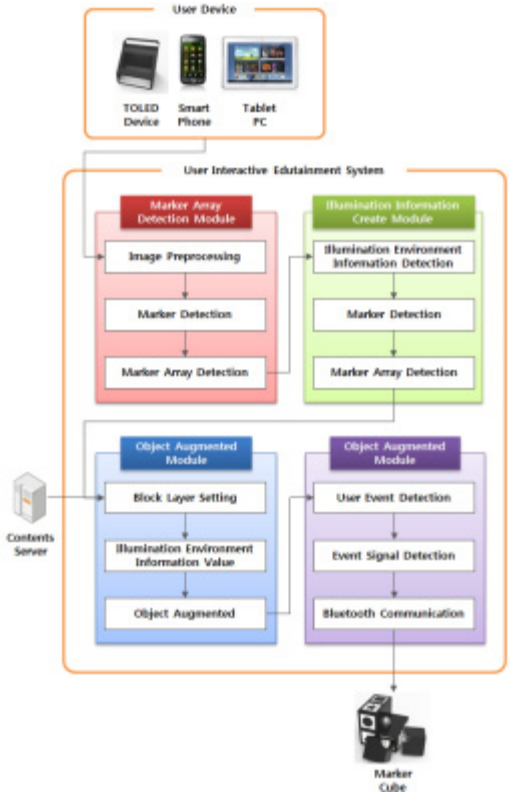
그러나 향상된 마커 배열 기법의 경우 마커 배열의 구

조는 동일하나 마커 배열자체가 카메라각도를 기반으로 90도(Y축) 이상 회전할 경우 동일한 마커 배열이지만 다른 마커 배열로 오인식하는 문제점을 가지고 있다.

스마트 러닝의 특징상 마커 배열이 인터페이스 기능을 수행하기 위해서는 다양한 각도로 회전하여도 마커 배열 ID를 검출해야하기 때문에 향상된 마커 배열 기법에서 인식된 마커의 회전 값을 도출하고 도출된 회전 값에 따라 마커 배열 검출하는 마커 배열 기법을 사용한다.

3. 사용자 체감형 에듀테인먼트 시스템

본 논문에서 제안하는 사용자 체감형 에듀테인먼트 시스템의 구조도는 다음 그림 2와 같다.



[Fig. 2] Structure of User Interactive Edutainment System

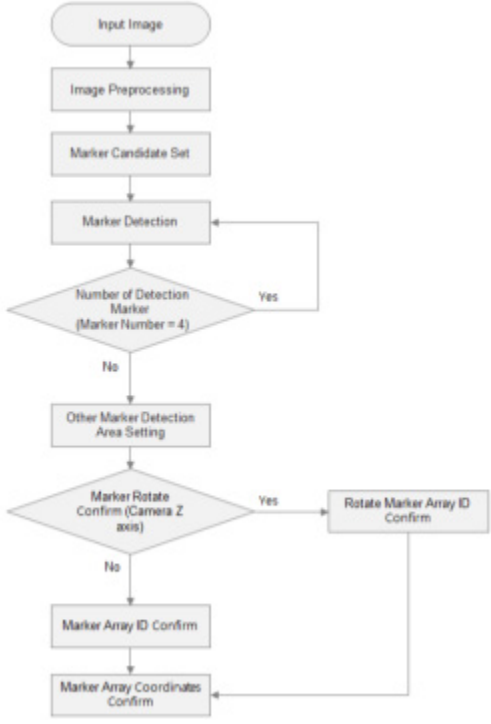
3.1 마커배열 검출

본 논문에서 설계하는 마커배열 검출 모듈의 처리 흐름도는 그림 3과 같다.

임베디드 모듈의 경우 투명도를 제어하기 위한 내부 조명이 있기 때문에 이진화 영상의 변조를 막기 위하여 히스토그램 평활화 작업(Histogram Equalization)[6]과 오츠(Otsu)의 임계값 결정법[7]을 이용하여 영상 전처리 작업을 수행한다.

영상 전처리 작업을 수행한 영상에서 2단계 라벨링(Labeling) 기법[8]을 통해 최종 마커 후보영역을 설정한다.

마커 후보 영역에서 경계 추적(Edge tracing) 알고리즘[9]을 통해 외곽선의 윤곽(Contour) 정보를 기반으로 마커의 모서리점을 검출하여 마커의 좌표와 마커 ROI(Region of Interest) 영역을 추출한다.



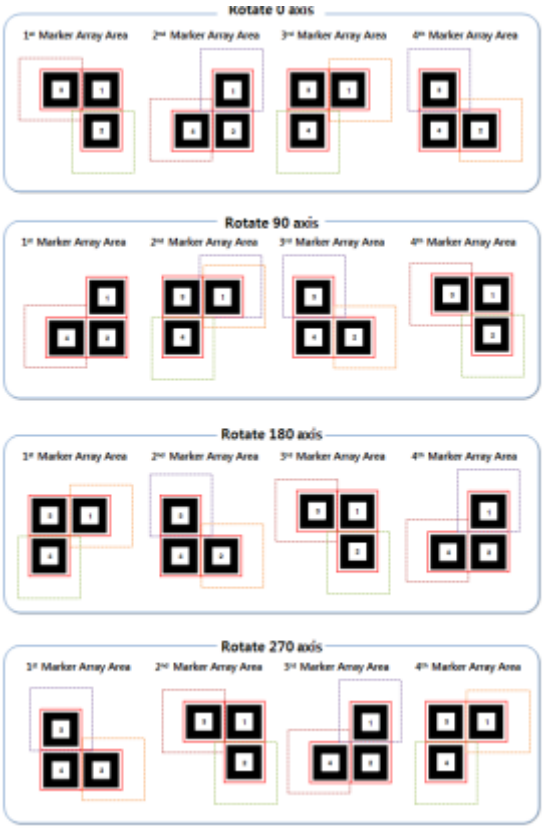
[Fig. 3] Flowchart of Marker Array Detection Module

마커 ROI영역을 추출하면 템플릿 매칭 방법(Template Matching)[10]과 MPPM(Moment-Preserving Pattern Matching)[11]을 적용한 CC(Correlation Coefficient)[12]를 통해 템플릿 매칭을 수행하여 마커 패턴 매칭 작업을 수행한다.

$$SS(x,y)=\sum_{i=0}^{K-1}\sum_{i=0}^{K-1}f(S(x+i,y+1),T(i,j)) \quad (1)$$

검출된 마커 별로 타마커 존재유무 판단을 위해 검출된 마커의 면적을 측정하고 다음 그림과 같이 상·하·좌·우로 마커를 인식하기 위한 영역을 설정한다. 이때, 설정된 영역의 크기는 기준 마커의 면적보다 30%정도 크게 설정된다.

마커 배열은 다음 그림과 같은 구조로 설정되어 있기 때문에 마커 배열 영역의 마커 별로 타마커가 인식되는 영역이 다르며 각 마커별 타마커 영역은 회건 값에 따라 다음과 같다.



[Fig. 4] Structure of Marker Array Area

3.2 조명정보 생성

3.2.1 조명환경 정보 검출 및 조명 제어 값 도출

증강된 객체에 현실공간의 조명 정보를 기반으로 가상공간의 조명환경을 재구성하기 위해서 입력된 영상의 명도 값을 기반으로 조명 정보를 재구성하기 위한 3X3 형태의 기저 행렬을 생성하고 생성된 기저행렬을 통해 증강 객체 블록 레이어(Block-Layer)에 적용하기 위한 수치 값을 다음 식과 같이 도출한다.

$$A=\sum_{i=1}^{n}\left[\begin{pmatrix} dl_i & ol_{i-1}\,dl_{i+1} \\ ol_{i-1} & ol_i\;\; ol_{i-1} \\ ol_{i+2}sl_i & ol_{i-1}\,dl_{i+3}\end{pmatrix}\right]^2 \quad (2)$$

3.2.2 조명환경 정보 생성

증강객체가 존재하는 가상공간에 실제 환경과 유사한 조명환경을 재구성하기 위해서는 옴니(Omni), 다이렉트(Direct), 스팟(Spot), 총 3가지 종류의 라이트가 증강 객체가 존재하는 블록 레이어에 구성되어야 한다.

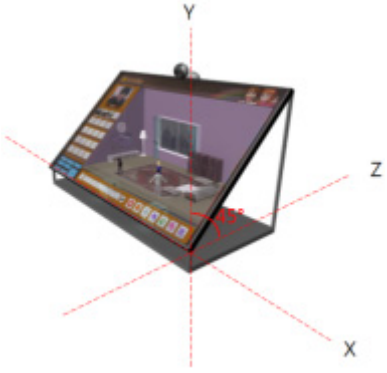
이때 옴니 라이트는 특성상 6방향으로 빛이 산란되는 값을 제어하며 스폿 라이트는 특성상 블록 레이어에 모두 산란 시 조명 보상 값을 제어해야 하며 그 식은 다음과 같다.

$$A'_{K+1}=(A_{K+1}+ol^{T_{K+1}})\cdot T_{k+1,k}+ol_k^T \quad (3)$$

3.3 객체 증강

마커 배열 검출 모듈에서 검출된 마커 배열 ID에 해당하는 객체를 증강하기 위해서는 3차원의 실세계 좌표를 2차원의 카메라 영상 좌표로 투영해야하며 이를 위해서 카메라와 일정 거리에 존재하는 객체의 크기를 초기화하는 카메라 보정(Camera Calibration)[13]을 수행한다.

투명디스플레이 디바이스의 경우 디스플레이가 다음 그림과 같이 사용자 시각에 적합한 각도(45도) 기울어져 있다.



[Fig. 5] Structure of TOLED Device

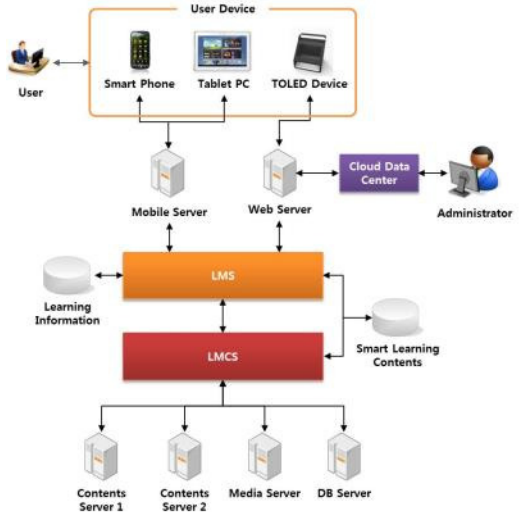
따라서 증강현실 모듈을 통해 제공되는 증강객체 이외의 배경 콘텐츠들의 X 축 Rotation 값은 45도 증가시키며 디스플레이의 기울기로 인한 거리감을 생성하기 위해 사물간 거리를 계산하여 Z축 Position을 변경한다.

이와 같이 배경 콘텐츠들이 사용자 시점에 맞춰 가상공간의 Rotation, Position이 변경되어 있기 때문에 카메라 시점을 기반으로 증강되는 객체는 가상공간 좌표가 미대칭되어 사용자에게 제공되기 때문에 배경 콘텐츠의 가상환경 좌표가 적용된 화면 투영행렬을 통해 와핑행렬을 생성하여 객체를 증강한다.

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

4. 클라우드 서비스

본 논문에서 제안하는 체감형 에듀테인먼트 시스템과 연동되는 클라우드 서비스의 구조도는 다음과 같다.



[Fig. 6] Cloud Service for Edutainment

사용자가 임베디드 시스템 또는 스마트 디바이스를 이용하여 에듀테인먼트 소프트웨어에 접속하게 되면 웹서버와 모바일 서버에서 LMS(Learning Management System)[14]에서 사용자의 접속 정보를 기반으로 사용자의 교육 정보를 확인한다.

확인된 교육정보를 기반으로 콘텐츠 서버에서 교육환경 구성을 위한 가상 객체의 매쉬(Mesh)데이터를 수집하고 수집된 매쉬 데이터를 XML 오브젝트 파일의 매쉬 태그 영역별로 삽입하여 오브젝트 파일을 생성한다[15].

생성된 오브젝트 파일을 웹서버, 모바일 서버를 통해 실시간으로 전송하여 사용자에게 증강 객체 및 가상 환경 구축을 위한 객체를 랜더링하게 한다.

이때 다수의 사용자가 접속을 하였을 경우 기존 접속된 사용자에게 새로운 사용자의 증강객체에 대한 오브젝트 정보를 복제하여 사용자의 디바이스로 전송하며, 전송된 복제자를 통해 새로운 사용가가 기존 사용자의 가상 교육 공간에 진입하게 되면 전송된 복제자를 통해 새로운 사용자의 교육을 위한 콘텐츠를 랜더링하여 합성한다.

5. 결론

본 논문에서는 마커 패턴의 회전 값에 따른 마커 배열 구조를 이용하여 마커 배열을 검출하는 모듈과 입력된 영상의 명도값을 기반으로 조명 수치값을 도출하고 도출된 수치값을 기반으로 조명 정보를 재구성한 블록레이어를 생성하는 모듈, 블루투스 통신을 통해 사용자 이벤트에 따른 인터랙션이 가능한 통신 모듈을 가지고있는 사용자 체감형 에듀테인먼트 시스템을 설계하였다. 이를 통해 기존 투명 디스플레이를 이용한 스마트 러닝 시스템에서 기준 마커의 오검출로 인한 다수의 마커 배열을 검출하지 못하는 문제와 마커 배열 회전에 따라 마커 배열을 오검출하는 문제를 해결하였다. 또한 투명디스플레이를 통해 투영되는 현실공간과 가상공간의 조명 차이로 인한 공간 부조화 문제를 해결하여 보다 현실감 있는 에듀테인먼트 콘텐츠를 제공할 수 있다.

마지막으로 설계한 에듀테인먼트 콘텐츠를 다양한 디바이스를 통해 제공할 수 있는 클라우드 서비스를 설계하였다. 이를 통해 본 논문에서 설계한 시스템은 다중 마커의 배열 처리를 사용하는 증강 현실기술을 통해 4개의 마커의 조합으로 다양한 콘텐츠를 사용자에게 제공할 수 있으며, 블루투스 통신을 이용한 마커 큐부를 통해 사용자 이벤트를 직관적으로 사용자가 체감할 수 있다.

그러나 증강되는 객체와 가상의 교육공간을 구성하는

객체의 3차원 모델 정보를 클라우드 서버를 통해서 제공하기 때문에 클라우드 서버와 스마트 디바이스간의 네트워크 연결 문제가 발생할 경우 콘텐츠를 제공하기 어렵다는 문제가 있으며, 3차원 모델의 랜더링을 스마트 디바이스 또는 임베디드 시스템에서 수행하기 때문에 랜더링을 수행하기 위한 시간이 길다는 문제점을 가지고 있다.

따라서 차후 클라우드 서버에서 자체 랜더링작업을 수행하고 수행된 오브젝트를 사용자에게 실시간으로 전송하여 합성하는 최적화 랜더링 및 유효화 프레임 형성 기법에 대하여 연구한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2015년도 한남대학교 교비 연구 지원으로 작성되었습니다.

REFERENCES

[1] R. Aihoun, A. Ben, “Smart-learning: adaptative telelearning system on the web”, Proceedings of TICE 2000, Colloque international sur les Technologies de l’information et de la communication dans les Enseignements d’Ingnieurs et dans l’Industrie, pp. 23-29, 2003.

[2] W. Lee, C. R. Baaabu, J. Lee, W. Woo, “VR home: an immersive contents creation system for 3D user-generated contents”, Technologies for E-Learning and Digital Entertainmen, pp. 81-91, 2007.

[3] D. Kim, S. Kim, “Design of Smart Learning System based on AR-APM”, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering, Vol. 9, No. 6, pp.119-126, 2014.

[4] F. Doelitzscher, A. Sulistio, C. Reich, H. Kuijs, D. Wolf, “Private cloud for collaboration and e-Learning services: from IaaS to SaaS”, Computing, Vol. 91, No. 1, pp. 23-42, 2011.

[5] D. Kim, W. Moon, S. Kim, “A Study on Method of Advanced Marker Array”, International Journal of Software Engineering & Its Applications, Vol 8, No. 6, 2014.

[6] Y. Wang, Q. Chen,B.M Zhang, “Image Enhancement based on Equal Area Dualistic sub-Image Histogram Equalization Method”, IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 45, No. 1, pp. 68-75, 1999.

[7] Otsu, N., “A Threshold Selection Method from Gray-level Histograms,” IEEE Trans Syst, Man Cybernet, vol.9, issue.1, pp. 62-66, 1979.

[8] X., He, R.S., Zemel, M.A, Carreira-Perpinan, “Multiscale Conditional Random Fields for Image Labeling,” Computer Vision and Pattern Recognition, Proceedings of the 2004. IEEE Computer Society Conference, Vol. 2, pp. 696-702, 2004.

[9] R. Selzer, H. Hodis, H. Kwong-Fu, W. Mack, P. Lee, P., C-r. Liu, C-h, Liu, C-h., “Evaluation of Computerized Edge Tracking for Quantifying Intima-Media Thickness of the Common Carotid Artery from B-Mode Ultrasound Image”, Elsevier, Atherosclerosis, Vol. 111, Issue. 1, pp. 1-11, 1994.

[10] S. Venugopal, “A VLSI Architecture for Image Template Matching”, M. Thesis, Dept. of Computer Science and Engineering, University of South Florida, 1994.

[11] M. Svedlow, C.D. McGlem, P.F. Anuta, “Image Registration: Sim ilarity Measure and Preprocessing Math Comparisons”, IEEE Transactions on, Aerospace and Electronic Systems, Vol, AES-14, Issue. 1, pp.128-140, 1978.

[12] C.G Rafael E.W. and Richard \ “Digital Image Processing. Addison-Wesley Publishing Company”, 1992.

[13] H. Kato, M. Billinghurst, I. Poupyrev, K. Imamoto, K. Tachibana, “Virtual Object Manipulation on A Table-top AR Environment,” IEEE and ACM International Symposium on Augmented Reality, pp. 111-119, 2000.

[14] C. Dalsgaard, “Social software: E-learning beyond learning management systems”, European Journal of Open, Distance and E-Learning Vol. 2006, No. 2,

2006.

[15] M. Boukraa, S. Ando, “Tag-based vision: assisting 3D scene analysis with radio-frequency tags”, In Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference on, Vol. 1, pp. 1-269, 2002.

저자소개

김 동 현(Donghyun Kim) **[정회원]**

- 2012년 2월 : 한남대학교 멀티미디어공학전공(공학사)
- 2014년 2월 : 한남대학교 멀티미디어학과(공학석사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 멀티미디어학과 박사과정

<관심분야> : 이미지 프로세싱, 증강현실, 정보보안

김 민 호(Minho Kim) **[정회원]**

- 1982년 2월 : 중앙대학교 사진학과(사진학사)
- 2003년 2월 : 연세대학교 언론홍보학과(언론학석사)
- 2003년 3월 ~ 현재 : 한남대학교 미디어영상전공 교수

<관심분야> : 멀티미디어, 디자인, 정보통신