

3차원 영상인식을 위한 다중영상매핑 시스템에 대한 연구

A Study on the Multiple Texture Rendering System for 3D Image Signal Recognition

Sangjune Kim^{a,b1*}, Chunseok Park^{b,2}

^a Division of Information and Communication Eng. AiviewTechnology, Bundang-Gu, SeongNam, Gyeonggi-Do 13583, Republic of Korea

^b Department of Electric and Electronics, University of SungKyunKwan, Jangan-Gu, Suwon, Gyeonggi-Do 16419, Republic of Korea

ABSTRACT

Techniques to be developed in this study is intended to apply to an existing integrated control system to "A Study on the multiple Texture Rendering system for three-dimensional Image Signal Recognition" technology or become a center of the building control system in real time video. so, If the study plan multi-image mapping system developed, CCTV camera technology and network technology alone that is, will be a number of security do not have to build a linked system personnel provide services that control while the actual patrol, the other if necessary systems and linked to will develop a system that can reflect the intention Ranger.

KEYWORDS

3D Rendering
CCTV Camera
Image Signal
Recognition
Patrol Security
System
Disaster & Visual
Control System

본 연구에서 개발 하고자 하는 기술은 3차원 영상인식을 위한 다중 영상매핑 시스템에 관한 연구 로 기존 통합 관제 시스템에 적용하거나 실시간 영상 관제 시스템 구축의 중심기술이 되고자 하는 것을 목적으로 한다.

따라서, 본 연구에서 계획한 다중 영상 매핑 시스템이 개발된다면, CCTV카메라기술과 네트워크 기술만으로도 즉, 다수의 연계된 시스템을 구축하지 않아도 보안담당자가 실제 순찰하면서 관제하는 서비스를 제공할 것이며, 필요하다면 타 시스템과 연계하여 순찰자의 의도를 반영할 수 있는 시스템으로 발전시킬 것이다.

또한, 이러한 시스템이 개발된다면 보안담당자의 재난 및 안전위험을 초래하는 상황에서 벗어날 수 있는 동시에 비교적 소규모의 경제력을 가진 사용자에게도 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

3D 모델링
CCTV 카메라
영상 인식
순찰 시스템
재난 및 영상관제
시스템

© 2016 Korea Society of Disaster Information All rights reserved

* Corresponding author. Tel. 82-010-4741-6698. Fax. 82-031-703-7100.
Email. ssatellite@korea.com

1 Tel. 82-010-4741-6698. Email. ssatellite@korea.com

2 Tel. 82-031-269-0010. Email. cspark@wavetec.com

ARTICLE HISTORY

Received Mar. 1, 2016

Revised Mar. 23, 2016

Accepted Mar. 28, 2016

1. 서론

3차원 영상 기술은 시각 정보의 질적 수준을 높여주는 새로운 개념의 실감 영상기술로 3차원TV를 비롯해 정보 통신, 방송, 의료, 영화, 게임 애니메이션 등과 같은 기존의 모든 산업제품개발에 응용되고 있는 추세이다.

기존 3차원 영상 기술을 이용한 영상관계 솔루션은 그 성능이 우수하나 타 시스템과 호환이 필요하며 다수의 모니터링 화면에 비해 적은 관리인원의 투입으로 업무가 복잡하게 구성되어 있다. 3차원 영상인식을 위한 다중 영상매핑 시스템에 관한 연구는 CCTV카메라 기술과 네트워크기술만 있다면 그 자체만으로 관제하고자 하는 시설 및 설비에 집중할 수 있다.

또한 긴급 상황이 발생했을 때 3차원 영상인식을 위한 다중 영상매핑 시스템에 관한 연구는 단 하나의 모니터 화면으로도 상황에 대한 인식과 대처를 수행하여 업무의 복잡성을 줄일 수 있고, 필요시 출입통제 시스템과 연계하여 침입자의 도주 차단을 막을 수 있는 시스템으로 발전 할 수 있다.

따라서, 출입통제 시스템뿐만 아니라 타 센서 기반의 기술과 연계하여 순찰 요소들에 대한 파악이 가능하도록, 보안 담당자가 영상기술을 가지고 순찰하듯이 관제하기 때문에 공간내부의 시설물까지 3차원모델링 할 필요가 없다. 즉 기술 낭비를 막을 수 있다.

최근 과학 지식기술의 수준이 높아지면서 재난 및 안전 보안시스템에 대한 수요가 급증하고 있다.

기존의 통합관제 시스템이 가지고 있는 기능은 다양하고 우수하나 사용자에게 따라 필요 없는 옵션을 구입하게 되거나 옵션을 뺄 경우 제 기능을 100% 수행할 수 없다는 단점 때문에 구축하는데 많은 비용이 든다.

그러나, 3차원 영상인식을 위한 다중 영상 매핑 시스템에 관한 연구는 카메라의 순찰 관리를 중심으로 한 시스템으로 사용자가 관제하고자 하는 대상에 필요한 센서기술을 추가하는 방향으로 시스템 구축이 가능해 예산 비용이 적게 들 것으로 예상된다.

또한 공간 내 시설물까지 3차원 모델링 하는 기술에 비해 예산이 적게 들것으로 예상됨에 따라, 국가기관 및 중요문화재는 물론 인텔리전트 빌딩, 아파트 등 소규모 관리 시설에도 적용하는데 큰 무리가 없을 것으로 판단된다.

2. 실시간 다중영상 매핑 기술 시스템 구현

실시간 CCTV영상을 가상공간에 렌더링되는 3차원도면에 맵핑시켜 가상공간과 현실을 융합하기 위해 필요 기술인 3차원도면 Rendering 과 실시간 CCTV영상 맵핑 및 다중 영상 맵핑 기술을 연구하고 재난 및 보안관제에 적합하도록 가상현실을 현실처럼 돌아다닐 수 있는 3D엔진의 Camera Walking을 개선시키며, 실제 순찰 경로를 가상공간 내에 저장하고 자동으로 카메라가 움직이며 순찰할 수 있는 Navigation System을 연구한다.

이러한 핵심 연구들을 바탕으로 현실의 순찰을 가상공간의 순찰로 대체할 수 있는 강력한 순찰기능을 가진 재난 방범 관제 솔루션을 연구하여 재난 안전 보안 솔루션 시장이 나아갈 새로운 길의 선두주자로 발돋움한다.

가. 3차원도면 Rendering 기술

- 다양한 3차원 모델링 틀에서 만들어진 서로 상이한 파일구조를 기존의 렌더링 엔진에서 로드할 수 있도록 파일구조를 변환하였고,
- 넓은 부지의 도면을 띄우는 속도 최적화를 위해 Culling 기술을 개선하고,
- 3차원도면의 객체에 대해 Level Of Detail을 적용시켜 카메라와 근접한 부분은 세밀하게 먼 부분은 간략하게 그려서 3차원도면의 Rendering Quality를 향상시킨다.

나. CCTV영상 맵핑 기술

- 실시간으로 전송되어지는 CCTV영상을 VideoMemory Buffer에 저장하고 저장된 Memory를 Texture로 만들어 3차원도면에 맵핑할 수 있는 기술을 개발하고,

- 3차원 도면상 벽면을 투과하여 영상이 매핑되는 현상을 개선하는 기술을 개발하였다.

다. 다중 영상 맵핑 기술

- 여러 각도로 1개 이상의 CCTV영상을 맵핑시켰을 때 중첩되는 부분의 CCTV영상 Texture가 이어질 수 있도록 Multiple Texture Blending 기술을 개발하였다.

라. Camera Walking 기술 (수동)

- 기존 3차원엔진에 개발되어있는 Camera Control을 보안 관제에 적합하게 자유시점으로 움직일 수 있도록 개발하였으며,
- 고정시점에서 자유시점으로 구현하기 위해 상하좌우로의 시점이동이 가능하도록 거리에 따라서 영상을 Sorting시켜서 영상의 왜곡을 방지하였다.
- 최단거리 CCTV 검출 기술을 개발하였고,
- 자유시점이 가능하도록 Application 최적화 작업(경량화)을 수행하였다.

마. Navigation System 기술 (자동)

- 보안 관리자가 지정한 순찰 경로를 따라 카메라가 자동으로 이동을 하며 세밀한 순찰이 필요한 곳에서 순찰속도를 줄이거나 일시중지를 하여 관찰할 수 있는 자동순찰 기능을 연구 개발하였다.
- 영상간 이동시 실제 순찰하는 것과 동일한 시점 변화 기능을 구현하였다.



Fig. 1. 3D Multiple Texture Blending System

2.1 CCTV 동영상 연산처리 매핑 수행 방법

일반적인 3차원 그래픽 처리에서는 3차원 공간 상의 정점들을 2차원 공간으로 변환한 후, 2차원정점들을 연결하여 폴리곤을 구성하고 그 내부에 텍스처를 맵핑하며, 이 과정을 렌더링이라고 한다.

3차원모델링 툴마다 상이한 파일구조를 가지는 것을 엔진에서 정확히 불러올 수 있도록 Plug-In을 만들어 개발의 엔진에 부합되는 파일구조로 변환시킨다. 많은 3차원객체를 렌더링 할 경우 속도의 개선을 위하여 Culling 기술을 활용하여 카메라의 View Frustum에 걸리는 부분만 나오게 하므로 렌더링 속도를 개선시킨다.

특히 3차원 정점을 2차원 정점으로 변환하는 과정은 아래와 같고, 각 변환 단계에는 행렬 연산이 사용된다. 본 연구의 가상 공간 렌더링에 아래의 변환 연산이 적용된다.

투영 변환이란 3차원 좌표계를 2차원 좌표계로 바꾸는 변환이다. 3차원 카메라 좌표계를 2차원 좌표계로 바꾸는 대표적인 예는 그림자를 생각하면 된다. 그림자의 실체는 3차원 물체지만 정작 그림자는 2차원 평면에 투영되어 2차원의 이미지로 만들어지기 때문이다. 투영변환도 이와 같이 3차원 카메라 좌표계를 2차원 투영 평면에 투영하는 변환이다.

가. 2차원 좌표변환

수치영상에서의 대상물은 카메라의 CCD 센서와 전달자에 의해 밝기값으로 수치 정보화되며 모니터에 아날로그 신호의 유효 영상폭으로 출력된다. 영상의 유효폭은 그 크기가 일정하게 규정된 직각 포맷을 이루며, 타겟의 픽셀좌표는 영상의 좌측 상단을 평면상의 원점(0,0)으로 하여 측정된다. 그러므로, 영상 중심으로의 좌표변환은 축척이 동일한 2차원 등각사상변환 (conformal transformation)을 이용하여 수행된다.

$$\begin{bmatrix} x = x' - x_0 & dx \\ y = x_0 - y' & dy \end{bmatrix} \tag{2-1}$$

여기서 x, y 는 영상 좌표이며 x', y' 는 픽셀 좌표이다. 그리고 dx, dy 는 x, y 방향의 픽셀 크기이다.

$$\lambda = \begin{bmatrix} 1 & \gamma \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 \\ 0 & \lambda_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_x & \lambda_y \\ 0 & \lambda_y \end{bmatrix} \tag{2-2}$$

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & \gamma \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_x & 0 \\ 0 & \lambda_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} xp' \\ yp' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} (\lambda_x \cos\theta + \lambda_y \gamma \sin\theta) \cdot x' dx + (-\lambda_x \sin\theta + \lambda_y \gamma \cos\theta) \cdot -y' dy \\ (\lambda_y \sin\theta) \cdot x' dx + (-\lambda_y \cos\theta) \cdot -y' dy \end{bmatrix} \\ &\quad + \begin{bmatrix} xp' \\ yp' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dx \\ dy \end{bmatrix} \end{aligned} \tag{2-3}$$

여기서, λ_x 와 λ_y 는 x, y 방향의 축척계수이며, x, y 는 영상장표이다. 위 식을 간단히 표시하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= A_1 \cdot x' dx + A_2 \cdot (-y') dy + A_3 \\ y &= B_1 \cdot x' dx + B_2 \cdot (-y') dy + B_3 \end{aligned} \tag{2-4}$$

여기서, $A_1 = \lambda_x \cos\theta + \lambda_y \gamma \sin\theta$, $A_2 = -\lambda_x \sin\theta + \lambda_y \gamma \cos\theta$, $A_3 = X_x$ 이며, $B_1 = \lambda_y \sin\theta$, $B_2 = \lambda_y \cos\theta$, 그리고 $B_3 = Y_x$ 이다.

나. 3차원 좌표변환

3차원 좌표변환의 매개변수는 x, y, z 축에 대한 회전각 ω, ϕ, χ 와 이동량 X_T, Y_T, Z_T 이며, x, y, z 축과 연계된 회전체계로의 변환을 위해 단계별 3차원 회전 변환을 수행한다.

3차원 회전변환 식은 다음과 같다.

$$X = R X' \tag{2-5}$$

여기서, 3차원 회전 행렬 R은 다음과 같다.

$$R = \begin{bmatrix} \cos\Phi\cos\omega + \sin\Phi\sin\omega\sin\alpha & -\cos\Phi\sin\omega + \sin\Phi\cos\omega & \sin\Phi\cos\omega \\ \cos\Phi\sin\alpha & \cos\omega\cos\alpha & -\sin\omega \\ -\sin\Phi\cos\alpha + \cos\Phi\sin\omega\sin\alpha & \cos\Phi\sin\alpha + \cos\Phi\sin\omega\cos\alpha & \cos\omega\cos\Phi \end{bmatrix} \quad (2-6)$$

윗 식에서 회전행렬 R의 요소를 간단히 표시하면 다음 식과 같다.

$$\begin{matrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} \\ X \end{matrix} = \begin{matrix} \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \\ R \end{matrix} \begin{matrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{bmatrix} \\ X' \end{matrix} \quad (2-7)$$

3. 다중 영상 매핑 수행 시험

가. 단일 영상 매핑시 비정상 부문 영상 출력 과정

초기 개발시에는 단일 영상 매핑만 가능하였으며, 아래 내용과 같이 매체의 중복 출력에 따른 비정상 영상 매핑의 문제점을 가지고 있었다. 또한 이러한 문제점 때문에 고정시점으로 영상을 표출할 수밖에 없다.

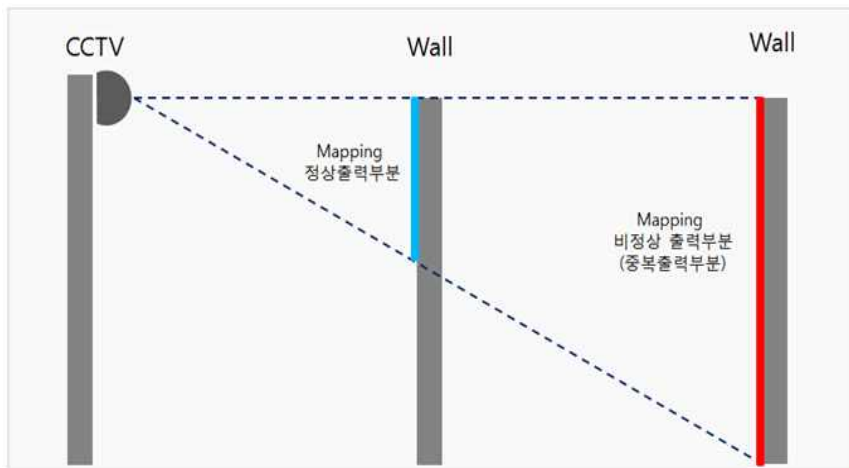


Fig. 2. Multiple Texture Blending Process (1)

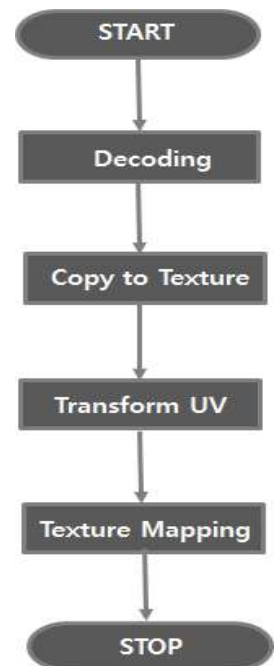


Fig. 3. Flow Chart 1

나. 다중 영상 매핑에 대한 영상 출력 개선 과정

아래의 그림과 같이 벽면과 카메라의 거리를 계산하여 비교함으로써 매체의 중복 출력에 따른 비정상 영상매핑 처리를 개선하였다.

거리를 계산하는 함수의 로직은 Direct 3D X 9.0 의 정점 및 픽셀을 계산하는 Shader 3.0 버전을 활용하여 구현 하였다. 이리하여, 기존의 고정 시점이 아닌 자유순찰 시점 영상 표출을 가능하게 하였다.

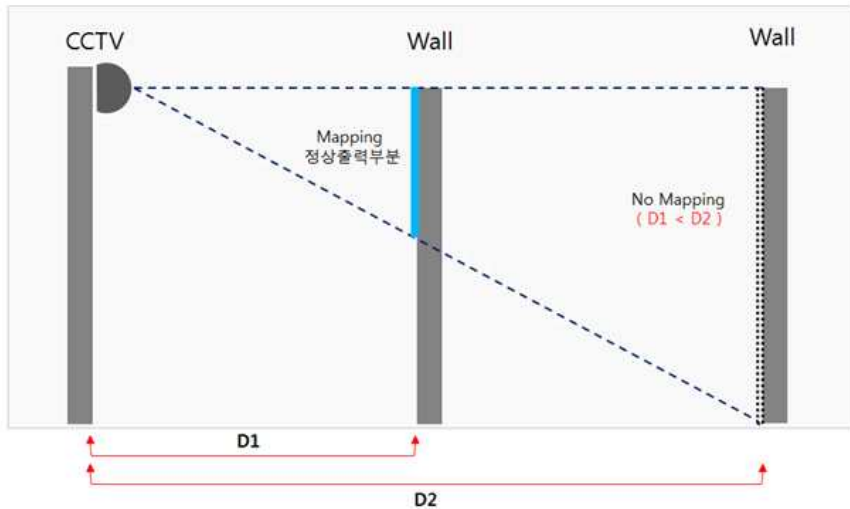


Fig. 4. Multiple Texture Blending Process (2)

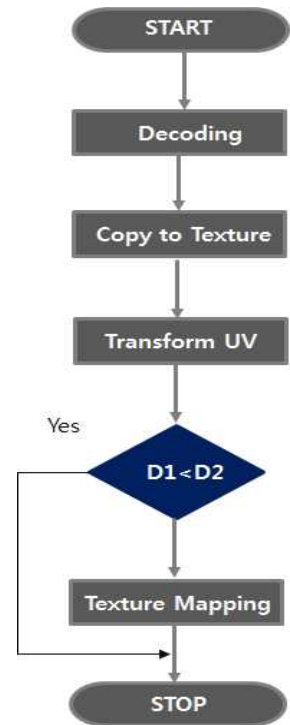


Fig. 5. Flow Chart 2

여러개의 영상 매핑을 처리하기위하여 로직을 반복적으로 수행하였다.

그러나, 무한정 반복처리는 하드웨어의 부하가 가중되어 정확한 영상매핑이 되질않으므로, Shader의 명령 슬롯(Shader Instruction Slot)의 개수를 제한하여 4개의 영상 매핑만을 표출하도록 제한하였다.

4. 결론

본 연구에서는 3차원 영상인식을 위한 다중 영상매핑 시스템을 개발하고자 3차원 그래픽 정보에 CCTV 영상을 실시간으로 시각화하기 위한 기술이다. 본 연구에서 제안한 3차원 실시간 CCTV 영상 매핑 기반 융합 및 표출 기술은 현실의 3차원 건물과 내부의 지형, 시설물 등을 3차원 데이터로 구축하고 CCTV 영상을 3차원 도면에 실시간으로 투영하여 시각화함으로써 현실세계의 동적인 시각정보를 3차원 공간상에 제공할 수 있다. 또한 본 연구에서 제안된 기술은 기존의 3차원 시스템이 제공하던 과거의 정적인 텍스처 정보를 현재의 동적인 시각정보로 제공할 수 있는 의미를 가진다.

따라서, 본 연구에서 제안한 기술은 기존의 3차원 그래픽 기술을 활용한 건물 정보시스템, 토지정보시스템, 도시정보시스템, 교통정보시스템, 환경정보시스템 등의 활용 시스템을 구축하는데 있어 재난 현장정보에 기반한 의사결정을 효과적으로 지원할 수 있으며 더 나아가서는 3차원 건물 도면정보에 기반한 지능형 상황인지 서비스를 제공할 수 있는 핵심기술의 기반이 될 수 있을 것으로 기대해 본다.

감사의 글

이 논문은 중소기업청 기술혁신개발사업의 지원을 받아 수행된 연구 결과이며 이에 감사드립니다.

References

- Favaro,P, Soatto,S, (2006). "3D Shape Estimation and Image Restoration", Springer.
- Gavrila.D.M, Groen.F.C.A,(1992). "3D object recognition from 2D images using geometric hashing", Pattern Recognition Letters 13, p263-278.
- Wolf,P.R., (2000). "Elements of photogrammetry with Application in GIS" pp.518-550.
- Ku,J.O. (1998). "The arm action research for the virtual environment system". Korea Information Science Forum, Vol 25,No1, p645-747
- Kraus,K. (1997), "photogrammetry I", 4th Edition, pp.8-17.
- Kim,J.D. (2008). " 5 Sense Information and Communication Technology" Standards and Technology Trends, TTA Journal, No.120.2008.11 p88-94.
- Back.M.H., Hong.H.Y.(2003). " Study on the Establishment of disaster management system using GIS " The Ministry of Government Administration and Home Affairs, National Disaster Management Institute.
- Park,J.Y.(2009). " 3D Display" Optical Technology, Vol 13, No1, Optical Society of Korea, p22-27.
- Park.N.K.(2014). "A Study on the Building Plan of Disaster Area Network for Establishment of Crisis Management System" KSDI vol.10(2),pp192-198..
- Seo.S.Y.(2003). "Research to establish standardized methods for 3D GIS Services" National Information Agency.
- Lee.J.W. (2014). "Research three-dimensional map based Smart CCTV apply measures for disaster management". National Disaster Management Institute.
- Oem.D.Y. (2004). "Three-dimensional digital image generating system for GIS-based deployment". Ph.D. Dissertation, ChungNam University.