

논문 2011-2-3

지그비 기반 빔 프로젝터 자동 영상 교정 시스템

Beam projector calibration System based on Zigbee

천성철*, 구인수**

Sungchul Chun, In-soo Koo

요 약 빔 프로젝터를 이용한 영상 시스템은 큰 화면을 쉽게 구성 할 수 있는 장점이 있지만 설치하는 과정에서 수동으로 왜곡을 보정하는 단계를 거쳐야 하는 단점이 있다. 본 논문에서는 이 왜곡 보정과정을 자동으로 수행할 수 있고, 간단한 하드웨어와 소프트웨어로 쉽게 구현 가능한 지그비 기반의 빔 프로젝터 자동 영상 교정 시스템을 제안한다. 제안된 시스템을 통해 스크린이 매우 다양한 각도로 뒤틀리는 환경에서도, 지그비 기반 센서 모듈을 이용하여 영상 투사 영역을 정확히 인지하여 최적의 투영 화면을 제공할 수 있다.

Abstract By using beam-projectors, we can easily configure a big image system. In the process of installing beam-projectors, however manual steps are essentially needed to perform a calibration such that distortions can be minimized. In order to automatically perform the correction of distortion, in this paper we propose a new auto-calibration method for beam-projector, which is based on Zigbee and can be easily implemented by simple hardware and software. In the proposed scheme, we recognize the required image project area by using Zigbee-based sensor module, and then we can obtain the best beam projection even in the case that the screen is badly twisted.

Key Words : Beam projector, Automatic calibration, Zigbee

I. 서 론

다수의 사람이 모여 의견을 공유하고, 하나의 정보를 서로 공유하기 위해 대형화면을 이용 하는 것은 매우 효과적인 수단이다. 우리 주변에서 도 회의를 하거나 의견을 피력하기 위한 자리에서, 여러 사람이 모이는 장소에서 소기의 목적을 달성하기 위해 설치된 스크린들을 어렵지 않게 찾아 볼 수 있다. 이러한 대형화면으로 출력하기 위한 수단으로써 빔 프로젝터는 매우 유용하게 이용된다. 빔 프로젝터가 있기 이전에 영상을 대형화면으로 출력하

기 위해 OHP(Over Head Projector)라는 영상장치를 이용, 유성 펜으로 수기로 작성 되거나 특별한 방법으로 인쇄된 투명한 필름을 편평한 대물렌즈에 놓고 빛을 통과시켜 스크린에 필름의 문자나 이미지를 거대화된 그림자로 출력하는 방법을 이용했다. 마치 그림자놀이처럼 단순하고도 간단한 방법 이었지만, 정지된 영상을 나타 낼 수밖에 없었고 표현되어지는 컬러도 제한되었다. 하지만 LCD기술의 비약적인 발전으로 종전 OHP의 필름부분을 3원색의 컬러 LCD로 대체한 빔 프로젝터가 출시되면서 풀 컬러로 영상을 대화면으로 구현하는 것이 가능해 졌다. 이러한 빔 프로젝터는 영상신호를 입력 받아 마치 극장의 영사기처럼 충분한 공간과 스크린만 있으면 모니터나 TV같은 다른 디스플레이 장치에 비해 손쉽게 100~300인치의 대형화면을 만들 수 있다는 것이 가장 큰 장점

*준회원, 울산대학교 전기공학부

**정회원, 울산대학교 전기공학부 (교신저자)

접수일자: 2010.11.30, 수정일자: 2011.1.21

게재확정일자: 2011.4.15

이다.

이러한 장점 덕분에 빔 프로젝터는 가정에서의 홈시어터 같은 용도에서부터 사무실, 회의실, 박물관, 미술관, 도서관 등의 시설에서 이용자들이 효과적으로 정보에 접근할 수 있도록 하기 위한 대형디스플레이는 물론, 스크린 역할을 할 수 있는 물체만 있으면 표면에 영상을 투사하는 특성을 이용한 각종 설치 예술작품 및 응용 분야에 사용되어지고 있다. 단 이러한 빔 프로젝터를 이용해 대형디스플레이 환경을 구축하려면 빔 프로젝터와 스크린은 각각 별도로 설치해야 한다. 스크린에 충분히 큰 영상을 비추기 위해선 빔 프로젝터와 스크린사이의 거리가 충분히 확보 되어야 하기 때문에 수 미터에서 십 수 미터까지 거리가 떨어져야 한다. 이러한 특징 때문에 문제가 발생하는데, 빔 프로젝터는 영상을 빛으로 투사하고 투사되는 영상은 광학적 특징으로 인해 기하학적 “왜곡“이 발생하게 된다. 주로 빔 프로젝터가 제조사에서 권장하는 것 보다 아래, 위 혹은 좌, 우로 기울어 설치되었을 경우 영상이 사다리꼴 모양으로 변형되는 것을 볼 수 있다. 이러한 왜곡은 광학적 특성에 의한 것으로, 카메라로 사진을 찍을 때 같은 물체라도 찍는 위치에 따라 다른 모양으로 찍히는 것처럼 빔 프로젝트가 스크린을 바라보는 위치나 각도에 의한 왜곡이 발생하는 것이다.

이런 왜곡이 발생할 경우 의도했던 정상적인 영상정보를 전달할 수 없는 문제가 발생하므로, 빔 프로젝터 설치 단계에서 왜곡을 보정할 필요성이 있다. 따라서 빔 프로젝터들은 이런 왜곡을 보정하기 위한 장치를 갖고 있지만 보정의 한계가 분명하고 쉽지 않아 불편함이 따른다.

이에 본 논문에서는 빔 프로젝터를 이용해 바이너리 코드를 투사하고, 투사된 바이너리 코드를 이용해 위치를 추적하는 방법을 제안한다. 또한 이것을 기반으로 하여 기존에 제시되었던 방법에서는 보정 불가능한 극단적인 조건에서도 영상보정을 수행하는 방법을 제안한다. 이를 위해 포토다이오드를 스크린에 설치하였고, 시스템은 빔 프로젝터로 바이너리코드를 투사 한다. 바이너리 코드가 투사 되는 동안 획득한 정보를 이용 포토다이오드의 위치를 추적하고, 복수의 포토다이오드의 위치를 추적함으로써 스크린에 출력할 투사영역을 결정하여 최종 보정 된 영상을 투사하게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 빔 프로젝터 영상 구현에 대하여 설명하고 기존의 보정 방법에 대해 알아본다. 3장에서는 제안한 시스템의 하드웨어 구성

요소를 소개한다. 4장에서는 위치추적 알고리즘과 전체 동작을 설명하고 구현 결과를 제시하며 5장에서 결론과 향후연구에 대해 서술한다.

II. 빔 프로젝터를 이용한 영상구현 시스템

빔 프로젝터를 이용한 영상구현 시스템의 구성은 다음과 같이 나눌 수 있다. 먼저 출력하고자 하는 영상을 재생하는 소스기기, 영상을 투사하고자 하는 스크린, 영상신호를 스크린에 빛으로 투사하는 빔 프로젝터이다.

소스기기는 DVD플레이어, PC등과 같이 저장된 영상신호를 출력하는 기기이다. 이렇게 출력된 아날로그/디지털 형식의 신호를 입력받은 빔 프로젝터는 영상신호를 내부의 LCD 패널에 출력하게 되며 LCD패널이 영상신호대로 이미지를 만든다. 그기에 강력한 백색 램프로 빛을 패널에 투과시켜 LCD패널에 재현되고 있는 영상을 내부의 거울, 렌즈, 프리즘 등을 통해 투사 하고자하는 스크린에 상을 맺어 화면을 형성하는 장치이다.

1. 왜곡의 발생

빔 프로젝터 내부의 LCD패널은 평면이고 램프의 강한 빛은 패널에 수직으로 입사하여 통과한 후 대물렌즈를 통해 영상이 출력된다. 스크린이 평면 이어야하는 원인이 여기에 있다. 즉, 평면인 LCD패널에 수직으로 입사한 빛이 스크린에 투영되는 것이므로 패널과 스크린이 평행해야 영상이 스크린에 출력되었을 때 왜곡 없이 보인다. 만일 스크린과 패널이 수평이 아니라면 이미지가 왜곡 되는 현상이 발생한다. 기존에 이러한 왜곡을 최소화 하기위해 여러 방법이 제안되었으며, 2.2절에서 관련 연구를 소개한다.

2. 기존의 보정관련 연구

기존의 빔 프로젝터들은 스크린에 나타나는 이런 왜곡을 해결하기 위해 권장하는 설치 조건에서 빔 프로젝터가 스크린으로부터 몇° 가량 틀어졌을 경우 발생하는 사다리꼴 모양의 왜곡을 역으로 보정 해주는 방법을 사용하고 있으며 이를 키스톤 보정 이라고 한다^{1), 2)}. 키스톤 보정은 크게 수직, 수평 보정이 있으며 수직 보정은 아래 위 방향으로 발생한 왜곡을, 수평 보정은 좌우 방향으로

발생한 왜곡을 보정한다. 이 방법은 빔 프로젝터가 표준 설치 조건보다 낮은 곳에 설치되어 위쪽 방향으로 바라볼 경우 나타나는 영상이 위쪽 변은 길고 아래쪽 변은 짧은 모양의 사다리꼴 모양으로 되었을 때 출력되는 영상을 위쪽 변이 짧고 아래쪽 변은 긴 모양으로 역으로 왜곡시켜 줌으로써 보정하는 방법이다. 그러기 위해 빔 프로젝터는 미리 어떤 방향으로 어느 정도 기울어 졌을 때 취해야하는 보정 값을 미리 저장하고 있다가 사용자가 출력되는 화면을 보면서 반대방향으로 보정을 적용 해주어야만 한다. 따라서 이러한 방법은 미리 저장해둔 보정 값만큼만 대응 할 수 있으며 스크린의 수평이 맞지 않거나, 빔 프로젝터가 한 방향이 아니라 여러 방향으로 틀려 있을 경우 보정을 할 수 없다는 문제점이 있었다.

다른 방법으로 표준 설치위치를 벗어나 프로젝터를 설치하기 위한 방법으로 렌즈쉬프트(Lens-shift)방식이 있다^[37]. 스크린으로부터 떨어진 위치에서 프로젝터를 설치하면 빔 프로젝터를 스크린 방향으로 돌려야하고 그러면 앞서 설명한 사다리꼴 모양의 왜곡이 발생하게 된다. 렌즈쉬프트방식은 이때 빔 프로젝터를 스크린 방향으로 돌릴 필요 없이 빔 프로젝터의 대물렌즈를 스크린 방향으로 돌리는 방법으로 영상전체를 이동시키는 방법이다. 앞서 키스톤 보정에 비하여 유효하소수가 감소하지 않고 화질을 유지하면서 빔 프로젝터를 좀 더 다양한 위치에 설치할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 렌즈쉬프트를 하기위해 하드웨어 구성이 복잡해지고 서보모터를 이용해야 하는 등의 비용 부담으로 인해 일부 고가의 빔 프로젝터만 적용이 되고 있으며, 앞서 언급한 경우와 마찬가지로 스크린이 기울어져서 발생하거나 복합적인 원인으로 발생하는 왜곡은 보정이 되지 않는다.

마지막으로 비전시스템을 이용한 보정방법이 연구된 바 있다^[4, 5]. 이 방법은 준비한 태그 이미지를 출력하여 이미지를 카메라로 촬영하여 촬영된 이미지를 원본 이미지와 비교함으로써 이미지의 변형정도를 파악하여 보정을 수행하는 방법이다. 이 방법은 무척 복잡한 왜곡에도 대응할 수 있으며 보정시스템의 성능에 따라 곡면의 스크린에 대응할 수 있을 정도로 뛰어나다. 하지만 고성능의 비전시스템과 이를 영상처리하기 위한 고성능의 프로세싱을 요구하기 때문에 많은 하드웨어적인 제약이 발생한다는 단점이 있다.

III. 제안된 빔 프로젝터 교정 시스템

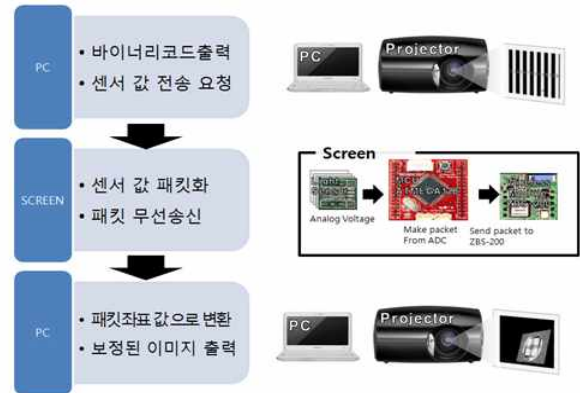


그림 1. 제안된 빔 프로젝터 교정 시스템의 전체 구성도.
Fig. 1. The configuration of the proposed beam calibration system.

앞서 빔 프로젝터를 이용한 영상 시스템을 구축 할 때 왜곡 발생의 원인과 현재 주로 사용되는 왜곡 보정방법에 대하여 기술 하였다. 앞서 알아본 기존 보정방법들은 왜곡의 발생 원인은 빔 프로젝터와 스크린 양쪽의 설치위치와 기울어짐과 같은 공간에서의 기하학적 뒤틀림에 원인이 있으나, 보정은 빔 프로젝터에서만 이루어지며 이로 인한 한계가 있을 수밖에 없다. 스크린과 빔 프로젝터의 틀어짐이 근본적인 원인인데 프로젝터 쪽에서만 일방적인 보정을 시도 했다는 것이다.

따라서 제안하는 보정 시스템은 스크린과 빔 프로젝터, 소스기기가 서로 유기적인 하나의 시스템을 구성하여 왜곡을 보정하도록 함으로서 광범위한 왜곡에 대하여 대응 가능한 시스템을 제안한다.

1. 시스템 구성

가장먼저 스크린은 단순한 기계적 요소가 아닌 시스템의 구성요소로서 동작 할 수 있는. 센서, 프로세서, 통신장치를 구성하였다. 소스기기는 PC를 이용하였으며, 스크린과 통신을 통하여 스크린의 위치정보(스크린 네모서리의 좌표)를 전달 받아 필요한 왜곡보정 절차를 수행하여 출력하는 역할을 한다. 빔 프로젝터는 특별한 변형 없이 일반적인 빔 프로젝터의 역할을 수행하게 된다. 빔 프로젝터는 일반적인 빔 프로젝터를 활용하고 일체의 변형을 하지 않으므로 본 논문의 결과는 향후 기존의 모든 시스템에도 적용 할 수 있는 유연함을 지니게 된다.

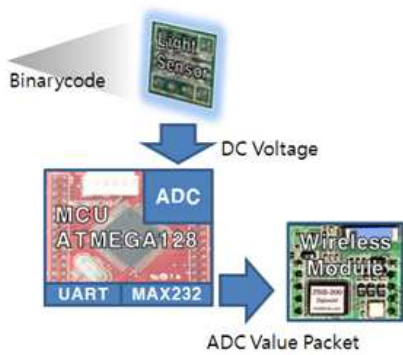


그림 2. 스크린의 하드웨어 구성.
Fig. 2. Hardware configuration of the screen for the proposed calibration system.

2. 하드웨어의 구성

본 논문에서 제작한 하드웨어는(1)스크린과 (2)PC무선신호 송·수신기 이다. 스크린은 다시 패널, 반사표면, 센서, 프로세서, 무선모듈로 구성되어 있으며 패널은 스크린 전체외형을 유지한다. 패널의 한쪽 면에는 프로젝터가 영상을 투사 할 수 있는 흰 반사표면이 덮여 있으며 반사면이 반대편에는 빛의 밝기를 감지하는 센서와 PC와 데이터를 주고 받기위한 모뎀모듈, 센서의 값을 읽어 무선모듈을 통해 실질적 데이터를 처리하는 프로세서가 위치해 있다. 센서는 정확히 반사표면의 네 꼭짓점 뒤편에 한 개씩 위치해 있으며 사용한 센서는 수광 면적이 1mm²에 불과하다. 또한 이 센서는 반투과성의 반사표면 뒤에 위치함으로 겉으로 드러나지 않는다.

스크린에 구성된 하드웨어는 그림 2와 같이 구성되어 있다. 빛의 세기를 전달하는 포토다이오드 센서와 PC로 데이터를 주고받는 무선모듈 그리고 이런 동작을 총괄하는 MCU가 자리 잡고 있다. 이때 포토다이오드의 출력 값은 빛의 밝기에 따른 전압 값이다. 센서의 내장된 증폭회로는 MCU에 포함된 ADC가 인지 할 수 있는 레벨로 전압을 증폭하여 출력을 한다. 통상적인 환경에서의 이 전압 값은 다른 조명기구로부터의 교류성분의 잡음을 내포하고 있으며 이것은 우리가 필요로 하는 값을 얻을 수 없는 문제를 발생시킨다. 따라서 그림 3과 같은 일정 주파수의 잡음을 제거하기 위한 필터회로를 설계했으며 사용하는 센서로 몇몇 상황에서의 잡음을 측정 한 후 필터의 임계값을 결정하였다. 일반적인 조명의 주파수는 대개 60~120Hz 정도로 측정되었으며 간단한 R-C 회로를 구성하여 200Hz의 임계값을 같은 필터를 적용하여 문제를 해결하였다.

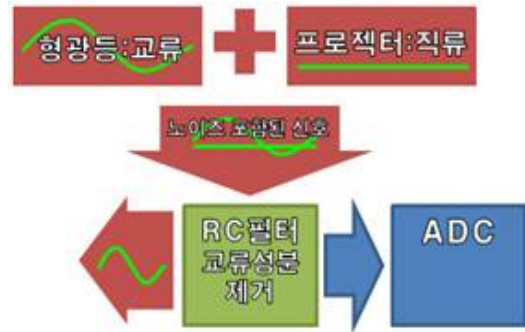


그림 3. 외부 잡음을 제거하기 위한 필터.
Fig. 3. Filter for removing noise.

IV. 제안된 시스템의 구현

1. 위치추적 알고리즘

제안한 시스템의 알고리즘은 면은 선으로, 선은 점으로 구성된다는 것으로부터 착안 하였다. 스크린은 사각형이며 사각형은 어떠한 4개의 점이 주어지면 구성 할 수 있다. 즉 네 꼭짓점 좌표만 알아 낼 수 있으면, 꼭짓점으로 사각형을 구성하고 내부를 그릴 수 있는 것이다. 본문에서 제안하는 알고리즘의 핵심은 어떻게 스크린의 “네 꼭짓점 좌표를 취득 하느냐?”는 것이다. 이에 본 논문에서는 빔 프로젝터에서 투사되는 이미지와 스크린 사이의 상관관계를 이용한 위치추적 알고리즘을 제안한다.

가장먼저 스크린은 빔 프로젝터가 이미지를 투사 할 수 있는 영역내부에 위치한다는 조건을 만족해야 한다. 이것은 빔 프로젝터로 바이너리코드를 투사하고 스크린의 반사표면 네 꼭짓점에 위치한 광센서가 이를 인지 할 수 있어야 하기 때문이다. 이 조건을 만족한다면 각각의 광센서는 빔 프로젝터가 출력하는 이미지의 어느 네 점상에 위치하는 것이다. 빔 프로젝터의 최대 출력해상도가 “800×640”이라면 스크린의 네 꼭짓점의 좌표는 “800×640”내에 위치하게 된다. 이런 해상도의 점 좌표계는(0,0)에서 (800,600)로 특정 지을 수 있으며 스크린에 설치된 광센서들은 이 좌표 중 어느 한 좌표와 특정 지을 수 있어야 한다. 이를 위해 광센서는 빔 프로젝터에서 출력되는 이미지로부터 약속된 신호를 전달 받을 수 있어야 하며, 광센서를 이용하여 빔 프로젝터로부터 어떠한 신호를 전달 받기위해 가장 확실한 방법은 출력이미지를 흑과 백으로 나누어 두 영역의 밝기차이를 이용하는 것이다. 광센서로 흑, 백을 인식함으로써 2진수 데이터를

전송 할 수 있으므로 빔 프로젝터 해상도 값을 2진화 하여 흑, 백 바이너리이미지로 투사하고, 광센서는 2진화된 좌표 값을 전달 받을 수 있을 것이다.

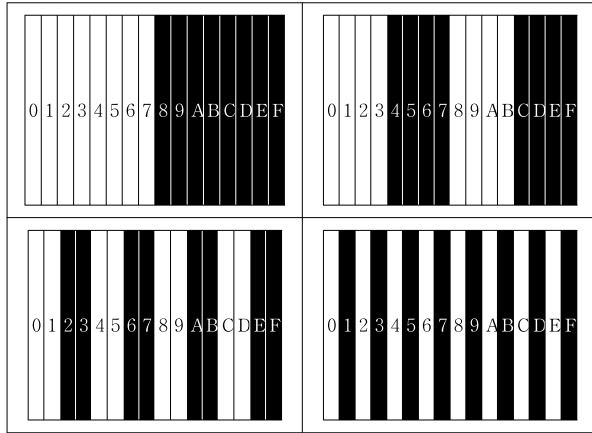


그림 4. 해상도가 16×16의 경우, 가로축 바이너리 이미지의 예.

Fig. 4. Example for binary image of the horizontal axis in the case of 16 × 16 resolution.

간단히 예로, 빔 프로젝터의 최고 해상도가 16×16이라고 가정하였을 때 가장 좌측 상단의 좌표를(0,0) 가장 우측하단의 좌표를 (15,15)이라고 하자. 이 좌표를 2진법으로 나타내면 (0000,0000)~(1111,1111)이 된다. 여기서 한 축의 좌표 (0000~1111)를 순차적인 바이너리 이미지로 나타내면 그림 4와 같이 된다. 그림 4에서 보이는 것처럼 바이너리이미지는 4장이 필요하며 각 이미지 내부의 숫자는 16진수로 표현된 좌표 값을 의미한다. 백색은 '0'을 흑색은 '1'을 의미하며 각 좌표에 해당하는 점의 색상을 순서대로 읽으면 그 좌표의 값이 된다. 좌표 값이 '6' 이 라면 색상은 순서대로 백-흑-흑-백임으로 "0110"로 읽을 수 있다. 이 값은 물론 점의 좌표 6으로 읽을 수 있다. 이 바이너리이미지들은 가로축 좌표를 추적하기 위한 이미지들이며 세로축에 대한 이미지 또한 같은 방법으로 만들 수 있을 것이다. 이러한 바이너리코드 이미지는 간단한 연산을 통해 생성되며 빔 프로젝터의 최대 해상도에 따라 유연하게 생성 가능하다. 가장 먼저 빔 프로젝터의 해상도를 파악하고 가로축과 세로축의 값을 구한다. 이 두 값을 통해 필요한 바이너리코드 이미지의 장수를 계산한다. 한 축의 값은 2의 n승 보다 크거나 작아야 하며 이때 n의 값이 그 축의 좌표 값을 구할 때 필요한 바이너리코드 이미지의 수이다. n의 값이 결정되면 n값으

로 이미지를 구현한다. 가장 첫 번째 이미지는 2^{n-1} 픽셀만큼 흑, 백 라인을 반복하는 것이다. 그림 4에서 예를 보면 첫 번째 이미지는 $2^3=8$ 임으로, 8줄의 백색 라인과 8줄의 흑색 라인이 반복된 것을 볼 수 있다. 두 번째 이미지는 2^{n-2} 만큼 흑, 백 라인을 반복한다. 이런 이미지를 n개 생성하며 마지막 이미지는 $2^0=1$, 즉 1픽셀 두께의 라인이 반복되게 된다. 결과적으로 가장 굵은 라인에서 1픽셀의 라인이 반복 될 때 까지 이미지들이 생성된다. 빔 프로젝터의 가로 세로 방향의 픽셀 해상도는 상이함으로 두 방향에 대한 바이너리코드 이미지의 장수와 모양은 위 계산에 의하여 생성되어 진다.

2. 좌표의 인식을 위한 전체 동작

제작된 시스템은 크게 3가지 동작으로 구분하여 설명될 수 있다. 가장먼저 좌표를 추적하기 위한 동작, 추적한 좌표로 출력할 영역을 결정하는 동작, 마지막으로 출력 영역에 맞추어 원본이미지의 변형출력 동작이다.

먼저 좌표를 추적하기위하여 PC의 소프트웨어는 빔 프로젝터로 출력되어지는 화면 해상도를 확인한다. 확인한 해상도를 기반으로 좌표추적을 위한 바이너리코드 이미지를 제안한 알고리즘을 기반으로 생성하며 생성된 이미지들은 빔 프로젝터를 통해 순서대로 투사된다. 바이너리코드이미지 투사와 동시에 스크린과 PC 소프트웨어는 지그비 통신 모듈로 광센서의 값을 주고받으며 PC는 값을 이용하여 스크린 네 꼭짓점의 좌표를 추적한다. 모든 바이너리코드이미지가 투사가 완료되면 좌표추적 동작이 완료된다. 좌표 추적이 완료 되면 PC 소프트웨어는 추적한 네 꼭짓점의 좌표를 이용하여 보정해야할 이미지의 출력영역을 결정한다. 이것은 화면상에서 사다리꼴 형태로 나타내기 위해, 4개의 점을 잇는 영역을 결정하는 것으로써 4점의 위치와 타당성 여부를 확인한다. 만일 이때 잘못된 좌표가 추적되었다고 판단 할 경우 앞선 좌표 추적 과정을 재 수행 한다. 마지막으로 이미지 출력영역 결정이 완료되면 PC 소프트웨어는 출력해야할 이미지를 호모그래피 변형을 통하여 원본이미지를 결정된 출력영역 안으로 "와핑" 하여 출력함으로써 동작을 완료한다. 본 논문에서는 호모그래피 변형을 통한 이미지 와핑 프로세싱은 오픈소스인 (OpenCV영상처리 엔진)을 통하여 이루어지고 있다^[6].

3. 구현 결과

본 논문에서 제안하는 시스템의 타당성과 실제 구현 가능 여부를 시험하기 위한 실제 하드웨어와 소프트웨어로 제작하여 시험 하였다. 시험을 목적으로 스크린과 PC 소프트웨어를 제작하여 시험 동작을 한 결과는 다음과 같다.



그림 5. 제안된 시스템의 테스트 환경.
Fig. 5. Test environment for the proposed system.

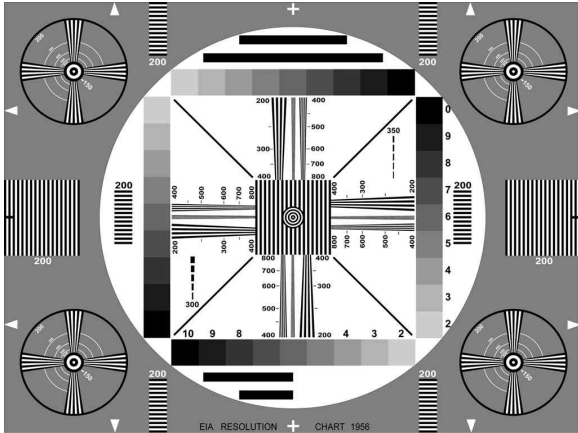


그림 6. 테스트에 사용된 원본 이미지.
Fig. 6. Image used for calibration test.



그림 7. 영상 투사 위치검출을 위한 바이너리코드 이미지 투사 모습.
Fig. 7. Binary code image projection to capture the desired location of beam projection.

먼저 시험 환경은 그림 5와 같이 극단적으로 왜곡이 일어나는 환경을 조성하여 제안된 시스템을 테스트하였다. 빔 프로젝터는 스크린 정면 좌측방향에서 투사하고 있으며 좀 더 보정하기에 힘든 환경을 조성하기 위해 스크린은 좌 상단 방향으로 조금 기울여 두었다. 그림 5에서 볼 수 있듯이 이미지가 스크린을 벗어나고 왜곡된 것을 확인할 수 있다. 실험에서 사용한 원본 이미지는 그림 6과 같다. 그림 7은 제작한 시스템이 동작하는 장면이다. 센서 위치검출을 위해 바이너리코드이미지를 투사하고 있는 모습이다. 사용된 빔 프로젝터는 1024×800의 해상도를 갖는 빔 프로젝터였으며 총 출력 이미지는 24장, 이미지 출력과 좌표 추적에 약10초 걸렸다. 그림 8은 좌표 검출이 끝나고 결정된 출력 영역으로 결과 이미지를 출력하고 있는 모습이다. 사용자가 이미지를 확인했을 때 왜곡이 일어나지 않은 원본 이미지와 같은 정상적인 형태의 이미지를 확인 할 수 있다.

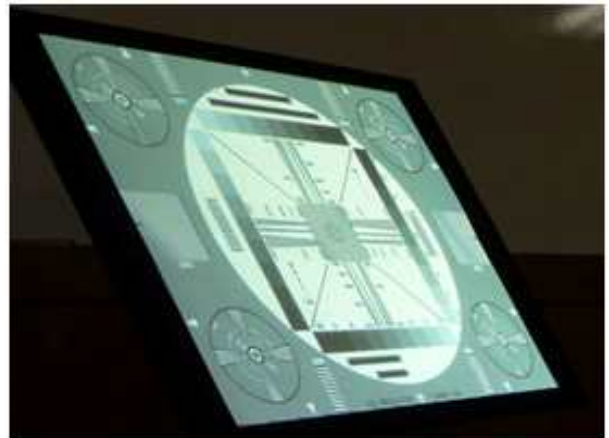


그림 8. 빔 프로젝터 자동 영상 교정 시스템을 통해 투영된 영상화면
Fig. 8. The projected image that was calibrated by the proposed system.

V. 결론 및 향후 연구

빔 프로젝터를 이용한 영상 시스템은 큰 화면을 쉽게 구성 할 수 있는 장점이 있지만 설치하는 과정에 왜곡보정을 거쳐야 하는 불편한 점이 따른다. 이 논문에서는 이 왜곡 보정과정을 자동할 수 있는 간단한 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 빔 프로젝터 자동 영상 교정 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템 구현을 통해 스크린이나

빔 프로젝터가 매우 다양한 각도로 뒤틀리는 환경에서 스크린의 영역을 정확히 인지하여 동작하는 결과를 확인할 수 있었다. 하지만 스크린이 심하게 뒤틀릴수록 실제 스크린에 사용되는 유효 화소수가 감소함과 동시에 빔 프로젝터의 대물렌즈로부터 스크린까지의 거리가 부분적으로 달라지면서 상의 초점이 스크린 전체적으로 맞지 않아 화질열화 현상이 나타났다. 특히 상의 초점 문제는 스크린이 대형화 될수록 심해 질 것으로 예상되며, 향후 연구 주제가 될 수 있다. 또한, 본 논문에서는 스크린의 지그비 센서의 개수가 4개 이고 단일 사각형 모양의 스크린만을 시험 해 보았으나 지그비 센서의 수를 증가시켜 다면체로 된 입체형 스크린에 대한 적용 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 박지영, 이선민, 김명희 “이동 프로젝터 투사영역의 폐회로 기반 위치추적에 의한 인터랙티브 투사” 2010년 정보과학회 논문지, 제37권 제1호, pp.29-38, 2010.
- [2] 엘지전자, “LCD 프로젝터의 키스톤 보정 장치 및 방법”, 2002년 특허 출원, 출원 번호 020020003335.
- [3] 삼성전자, “프로젝터의 투사렌즈 시프트 조정 장치”, 2003년 특허 출원, 출원번호 1020030085137.
- [4] 박지영, 김명희, “가상카메라를 이용한 투사기반 디스플레이의 자유조정 기법”, 2006년 한국정보과학회 가을 학술발표논문집, vol.33, no.2, pp.126-129, 2006.
- [5] Beardsley, P., van Baar, J., Raskar, R., and Forlines, C., “Interaction using a handheld projector,” IEEE Computer Graphics and Applications, 25(1). pp. 39-43, 2005.
- [6] OpenCV 제대로 배우기 : OpenCV 라이브러리를 활용한 컴퓨터 비전 프로그래밍 / 개리 로스트 브라드스키 지음; 에이드리안 켈러 공저 ; 황선규 옮김. 한빛미디어 2009.
- [7] 엘지전자 주식회사, “영상 보정 프로젝터 및 영상 보정 방법”, 2008년 특허 출원, 출원번호 1020080088006.

※ 이 논문은 2011년 울산대학교 연구비에 의하여 연구되었음.

저자 소개

천 성 철(준회원)



• 울산대학교 전기전자공학과
 학사과정 4학년 재학중
 <주관심분야 : 무선센서네트워크>

구 인 수(정회원)



• 1996년 건국대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 • 1998년 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(석사)
 • 2002년 광주과학기술원 정보통신공학과 졸업(박사)
 • 2005년~현재 울산대학교 전기전자정보시스템공학부 교수
 <주관심분야 : 무선 센서네트워크, 무선인지시스템>