

# PMP<sup>2</sup>: 프로젝션 기반의 증강현실 기술을 이용한 휴대형 멀티미디어 플레이어

PMP<sup>2</sup>: Portable Multimedia Player Using Projection-Based Augmented Reality

오지현, Jihyun Oh, 이문현, Moon-Hyun Lee, 박한훈, Hanhoon Park, 박종일, Jong-Il Park

한양대학교 전자통신컴퓨터공학과, 가상현실 연구실

**요약** 프로젝션 기반의 증강현실(AR, augmented reality) 시스템이란, 고화질의 가상 정보를 프로젝터를 통하여 정해진 공간에 정확하게 표시해 주는 시스템을 말한다. 대부분의 증강현실 시스템은 사용자의 몰입감을 높이기 위해 고화질, 대화면을 제공하기 위한 디스플레이 장치를 사용하며, 영상처리의 복잡도에 따른 고성능의 프로세서 장치를 요구하기 때문에 데스크탑 환경에서 이루어졌다. 그러나, 데스크탑 환경에서의 증강현실 시스템은 휴대가 불편하다는 단점을 가진다. 최근 프로젝터의 소형화와 모바일 프로세서의 성능 향상은 휴대가 편리한 모바일 증강현실 시스템의 등장 가능성을 높였다. 그러나, 모바일 증강현실 시스템은 작은 디스플레이를 이용하여 영상 정보를 표시해 주기 때문에 높은 해상도를 지원하지 못하며, 사용자의 몰입감을 감소시킨다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 기존의 증강현실 시스템의 단점을 보완하기 위하여 PDA와 소형 프로젝터를 결합하여 프로젝션 기반의 휴대용 멀티미디어 플레이어(PMP<sup>2</sup>: Portable Multimedia Player using Projection-Based augmented reality)라는 모바일 증강현실 시스템을 제안한다. PMP<sup>2</sup>는 모바일 프로세서의 대표격이라 할 수 있는 PDA와 휴대용 소형 프로젝터를 이용함으로써 고화질, 대화면의 증강현실 영상을 다수의 사용자가 원하는 장소와 시간에 즐길 수 있도록 해 준다. PMP<sup>2</sup>는 스크린의 기하 및 컬러에 따른 왜곡을 보상에 줌으로써, 특정한 스크린 없이도 언제 어디서나 사용자에게 정확한 영상을 제공해 준다. 본 논문에서는 다양한 시나리오에 대해 PMP<sup>2</sup>의 유용성을 검증함으로써 모바일 환경에서의 프로젝션 기반의 증강현실 시스템의 활용 가능성을 제시한다.

**핵심어:** Portable, Multimedia Player, Augmented Reality, PDA, Projector-Camera System

## 1. 서론

멀티미디어 디스플레이 시스템은 다양한 멀티미디어 영상을 사용자에게 제공해 주는 시스템을 말한다. 현재, 멀티미디어 디스플레이 시스템으로 CRT/LCD 모니터에서 고화질의 대화면 디스플레이가 가능한 HDTV와 프로젝터를 이용한 홈시어터에 이르기까지 다양한 시스템들이 있으며, 사용자의 편의성과 몰입감을 충족시켜 줄 수 있는 기술에 집중하고 있다. 최근에는 휴대형 기기의 보편화로 인해 휴대용 멀티미디어 디스플레이 시스템에 대한 관심이 급증하고 있으며, 관련 산업이 크게 성장하고 있다.

휴대용 멀티미디어 디스플레이 시스템으로 휴대폰, PDA, PMP 등 다양한 디스플레이 매체들이 출시되고 있다. 이러한 휴대용 매체들은 작고 가벼우면서도 고용량의 영상을 제공하기 때문에 많은 사용자들은 고용량의 메모리를 이용하여 이동 중이나 개인적인 공간 안에서 쉽게 다양한 멀티미디어를 즐길 수 있다. 하지만 휴대용 멀티미디어 디스플레이 장치의 가장 큰 단점은 장치의 특성상 디스플레이 화면이 매우 작기

때문에 사용자에게 시각적인 불편함을 주고 몰입감을 감소시킨다. 또한 다수의 사람들이 임의 장소에서 함께 멀티미디어를 즐길 수 없는 단점을 가진다. 본 논문에서 제안하는 PMP<sup>2</sup> (Portable Multimedia Player Using Projection-Based augmented reality)는 휴대용 멀티미디어 디스플레이 시스템이지만, 기존의 휴대용 멀티미디어 디스플레이 시스템이 가지는 작은 디스플레이에 따른 문제를 프로젝션 기반의 디스플레이를 적용함으로써 보다 넓은 디스플레이를 통하여 사용자의 편의와 몰입감을 높여주고 다수의 사용자들이 함께 멀티미디어를 즐길 수 있는 가능성을 보여준다. 프로젝션 기반의 디스플레이를 적용하기 위해서는 특정한 스크린을 필요로 하지만 PMP<sup>2</sup>는 휴대용 시스템의 특성을 극대화 하기 위한 프로젝션 기반의 증강현실 기술을 이용한다. 즉, 프로젝션되는 방향과 스크린의 기하와 칼라 상태에 독립적으로 정확한 멀티미디어 영상을 제공할 수 있다. 일반적으로, 프로젝션 기반의 증강현실 기술은 복잡한 연산을 요구하기 때문에, 데스크탑 환경에서 이루어져 왔다. 그러나, 최근 모바일 기기의 급속한 발전으로 모바일 환경에서도 증강현실 기술의 구현이

가능하게 되었다[1, 2, 3]. 물론, 여전히 데스크탑 환경에 비해 처리 속도가 크게 저하되는 문제점을 안고 있지만, 본 논문에서는 모든 처리를 정수 연산으로 변경함으로써, 처리 속도를 크게 개선하였다. PMP<sup>2</sup>는 기존의 데스크탑 환경에서는 생각할 수 없었던 모바일 증강현실 시스템의 새로운 응용이라 할 수 있다

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 PMP<sup>2</sup>에서 사용되고 있는 기존의 관련 연구들에 대해 소개하고, 3장에서는 기술적인 부분에 대한 방법론적인 부분에 대해 이야기 할 것이다. 4장에서는 PMP<sup>2</sup>의 사용 결과를 토대로 사용자 평가에 의한 유용성을 검증하고 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대해 이야기 할 것이다.

## 2. 관련 연구

최근 PMP, PDA, 휴대폰 등과 같은 모바일 장치는 전화, 문자, 네비게이션 등과 같은 서비스 이외에도 동영상, DMB 방송 등과 같은 멀티미디어 재생 서비스를 제공해 줄 수 있게 되었다. 각종 멀티미디어 재생이 가능해 지면서 작고 가볍지만 고해상도의 넓은 디스플레이 화면이 요구되고 있다. 하지만 기존의 모바일 장치들의 경우 휴대가 편한 장치의 크기와 디스플레이 화면 크기에 대한 균형을 맞추기에는 한계가 존재한다. 본 논문에서 제안하는 PMP<sup>2</sup>는 이러한 한계를 극복하기 위한 것으로, 소형 프로젝터를 사용하여 사용자는 언제 어디서나 고화질의 대화면을 통해 왜곡이 없는 정확한 멀티미디어 영상을 감상 할 수 있다.

모바일 환경에서의 증강현실 시스템은 그 가능성이 이미 확인 되었다. Wagner는 PDA 환경에서의 증강현실 기술을 이용하여 교육과 게임을 위한 시스템을 보여주었다[1, 2]. 이 시스템은 마커 추적을 통해 3D 그래픽을 PDA 디스플레이 화면에 그려주고 근거리 통신을 통하여 다수의 사용자가 함께 시스템을 즐길 수 있다. 또한 Bruns는 휴대폰을 이용하여 박물관에 전시된 물품들의 상세 정보를 볼 수 있는 시스템을 제시하였다[3]. 이처럼 모바일 환경에서의 증강현실 시스템은 휴대성을 이용하여 다양한 장소에서의 유용가능성을 보여주었다. 하지만 모바일 환경에서의 시각 정보의 디스플레이는 작은 화면으로 인해 큰 제약을 가지게 된다.

디스플레이 크기에 대한 제약을 해결하기 위한 방법으로 프로젝션 기반의 증강현실 시스템이 있다. 기존에 개발되고 있는 프로젝션 기반의 증강현실 시스템 중에서도 스크린에 독립적으로 프로젝션이 가능한 연구들이 있다. 이것은 프로젝션되는 방향이나 스크린의 기하 형태, 칼라 상태에 상관없이 정확한 영상으로의 전달이 가능할 수 있게 해주는 기술이다. Raskar가 제시한 iLamp는 프로젝션된 영상을 카메라를 통하여 스크린의 기하 형태를 파악하여 사용자에게 스크린에 따른 왜곡이 없는 정확한 영상을 볼 수 있도록 한다 [4]. 또한 Nayar가 제시한 칼라 보상에 대한 이론을 통하여 스크린의 칼라에 따라 프로젝션된 영상의 칼라성분을 보정하여 본래의 영상 칼라로 보여 줄 수 있다 [5]. 이와 같이 프로젝션 기반의 증강현실 기술인 기하와 칼라 왜곡 보정에 대한 기술을 PMP<sup>2</sup>에 접목함으로써 휴대용 시스템으로써의 그 효용성을 극대화 할 수 있다. 즉, 휴대용 장치의 특성상 언제 어디서나 사용이 가능해야 하므로 특정한 스크린이 존재하지 않더라도 모바일 장치 자체에서 프로젝션되는 영상의 상태를

파악하여 기하와 칼라에 따른 왜곡이 보정된 영상을 사용자에게 보여줌으로써 장소의 제약을 최대한 줄일 수 있다.

## 3. 왜곡 보정

PMP<sup>2</sup>는 휴대용 프로젝션 기반의 멀티미디어 디스플레이로써 언제 어디서나 스크린에 독립적인 영상 제공이 가능하도록 기하보정과 칼라 보정 기술을 사용하였다. PDA와 SDIO 타입의 모바일 카메라, 소형 프로젝터를 사용하여 스크린의 상태를 인식하고 기하와 칼라에 의해 왜곡된 영상을 보정한다. 이와 같이 기하와 칼라에 따른 왜곡을 보정하기 위해서는 복잡한 처리가 요구된다. PDA와 같은 모바일 장치의 경우 처리가 가능한 CPU이외에 부동 소수점에 대한 연산 처리가 없기 때문에 데스크 탑 환경에서의 처리보다 현저히 느리다. 프레임 별로 왜곡 보정을 처리하여 동영상 재생이 가능하기 위해서 정수 연산을 통한 방법을 사용하여 처리 속도를 개선하였다. 이번 절에서는 PMP<sup>2</sup>에서 요구되는 기술적 부분에 대해서 이야기 할 것이다.

### 3.1 기하보정

프로젝션 기반의 멀티미디어 영상은 프로젝션 방향에 따라 기울어짐(skewness)과 스크린 기하에 따른 왜곡이 발생할 수 있다. PMP<sup>2</sup> 시스템은 장소에 대한 제약을 최소화하기 위하여 기하 보정 기술을 사용한다. 프로젝션된 화면의 기하학적 왜곡을 보정하기 위해서는 캘리브레이션(calibration)된 프로젝터와 카메라를 이용하여 스크린에 대한 기하 정보를 알아낸다. 알아낸 스크린 정보를 이용하여 스크린의 형태에 반대되는 보정 영상을 계산해 내는 것이다.

Zhang's calibration method 을 이용하여 프로젝터와 카메라의 캘리브레이션 파라미터를 구한다 [7, 8]. 캘리브레이션된 프로젝터와 카메라를 이용하여 스크린에 프로젝션된 영상의 기하 형태를 파악한다.

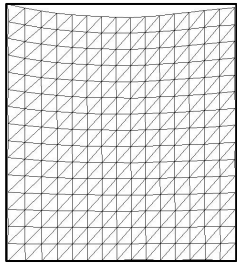
프로젝션된 gray-coded binary 패턴들을 캡처하여 얻어진 영상들을 이용하여 스크린의 기하 형태를 파악한다. 캡처된 영상을 합성하여 코드화된 셀을 만들고 원본 패턴 영상에 의해 만들어진 코드화된 셀과의 대응점을 찾아 선형 삼각 방법을 이용하여 스크린의 기하 형태를 3차원으로 모델링 한다 [6]. 각각의 코드화된 셀을 가지고 있는 2차원 이미지에서 각각의 프로젝션 매트릭스  $P$ 와  $P'$ 을 알고 있을 때, 대응되는 셀의 두 중심점  $x$ 와  $x'$ 을 이용하여 스크린 표면의 3차원 좌표  $X$ 를 알아낼 수 있다.

스크린 표면의 3차원 좌표를 알고 있다면 이 좌표가 임의의 시점에서 2차원 평면으로 투영되는 관계를 예측할 수 있다. 즉 사용자 시점은 스크린 표면의 노멀 벡터 방향에 있다고 가정하고 사용자 시점에서 프로젝션된 영상을 원하는 형태로 변형해 줄 있다. 스크린 표면의 3차원 좌표 정보를 사용자 시점으로 투영하여 사용자 시점에서의 스크린 기하 형태를 mesh로 표현할 수 있다. 스크린 표면은 작은 평면 조각들의 모임으로 구성된다고 가정하기 때문에 mesh를 작은 삼각형 단위로 구성한다. 그림 1 (b)와 같이 사용자의 시점에 보이는 스크린의 기하 형태를 삼각형 단위로 구성되어 있는 mesh형태로 구한다. 왜곡 되어 나타난 mesh를 보정하기 위

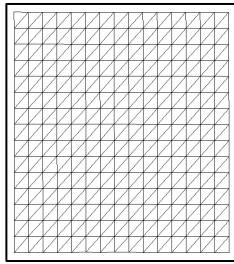
하여 참조 포인트로 사용될 mesh를 프로젝터 캘리브레이션 파라미터를 이용하여 그림 1 (c)와 같이 구한다. affine transform이라고 가정하고, 두 개의 mesh에서 mesh를 구성하고 있는 작은 삼각형의 3점을 이용하여 3×3 매트릭스를 가지는 호모그래피를 구한다. 대응되는 삼각형들에 의해 구해진 호모그래피로 삼각형 내부의 좌표들을 워핑한다. mesh를 구성하고 있는 모든 삼각형들에 대하여 같은 처리를 하는 것으로 그림 1 (d)와 같은 보정된 결과 영상을 얻어 낸다. 그림 2에서 보여지는 것과 같이 보정된 결과 영상을 스크린으로 프로젝션하면 사용자 시점에서 왜곡이 없는 프로젝션을 통한 영상을 볼 수 있다.



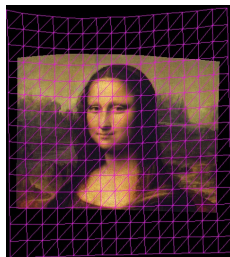
(a)



(b)

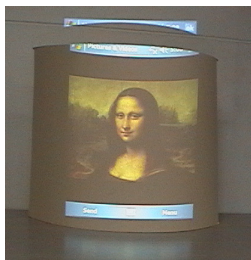


(c)

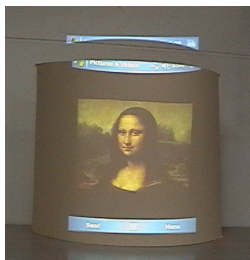


(d)

그림 1. (a):기하보정 실험을 위해 사용된 곡면 스크린 (b):그림 2에서 계산된 스크린 표면의 3차원 좌표를 이용하여 사용자 시점에서 보이는 스크린의 mesh (c):프로젝터 캘리브레이션 파라미터에 의한 정상적인 mesh (d):(b)와 (c)의 mesh를 구성하고 있는 각 삼각형의 대응점들의 관계를 호모그래피로 계산하여 (b)의 mesh 좌표들을 워핑하여 얻어진 곡면 스크린에 의한 왜곡 보정 영상



(a)



(b)

그림 2. (a):곡면 스크린의 기하 특성에 따른 왜곡된 영상 (b):곡면 스크린의 기하 정보를 통해 보정된 결과 영상

### 3.2 칼라보정

프로젝션되는 스크린의 형태나 색상, 주변 환경에 따라 프로젝터에 의해 출력되는 영상의 결과는 달라진다. 또한 프로젝터와 카메라의 응답 특성에 따라 프로젝션된 영상의 칼라가 왜곡 될 수 있다. 칼라 보정 기술은 프로젝터와 카메라의 특성을 이용하여 프로젝션된 영상의 칼라를 인식하고 스크린에 프로젝션 되었을 때 스크린의 칼라 성분과 합쳐져 본래의 색으로 보이도록 하는 영상을 만들어낸다. 본 논문에서는 [5]와 [8]에서 제시하고 있는 radiometric compensation 방법을 이용하여 카메라의 응답 특성과 프로젝터의 출력 특성을 구하고 보정된 칼라의 영상을 만들었다.

장치의 고유한 특성인 카메라의 응답 특성과 프로젝터의 출력 특성을 알고 있다면, 프로젝션된 영상  $I_p$  로 입력 영

상  $I$ 의 본래 색상을 찾기 위한  $\hat{I}$ 를 찾을 수 있다 (1, 2).

$$I_p = f(I) \quad (1)$$

$$\hat{I} = f^{-1}(I_p) \quad (2)$$

원본 영상  $I$ 를 프로젝션 하였을 때 칼라 성분이 왜곡되어 원본 영상을 그대로 볼 수 없지만,  $\hat{I}$ 는 스크린의 색상과 프로젝터의 출력 특성을 고려하여 계산된 영상으로 주변 상황에 영향을 받지 않는 것과 같은 원본 그대로의 영상을 볼 수 있다.



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 3. (a):입력 영상  $I$  (b):칼라패턴이 부착되어 있는 스크린에 프로젝션된 영상  $I_p$  (c):칼라 왜곡이 보정된 영상 (d):(c)를 다시

프로젝션하여 얻어진 결과 영

### 3.3 처리속도

모바일 플랫폼에서는 부동 소수점 처리기(FPU)가 없기 때문에 부동소수점 연산에 따른 속도 저하가 발생한다. 표 1에 서와 같이 부동 소수점 연산을 이용하여 binary-coded pattern을 프로젝션하고 캡처된 패턴 영상을 통하여 스크린 표면의 3차원 좌표를 계산하는데 약 8초의 처리 시간이 소요 된다. 계산된 스크린 표면의 좌표를 이용하여 보정된 영상을 만들기 위한 워핑 단계에서는 약 0.265초의 시간이 소요된다. 보정된 결과 영상을 얻기 위한 워핑 단계에서 부동 소수점이 아닌 정수 연산을 이용하면 5배 정도의 빠른 처리가 가능하다. 현 시스템에서 스크린 표면의 모델링은 모바일 장치의 위치가 정해진 다음 한번만 이루어진다는 가정을 가지고 있다. 따라서 스크린 표면의 모델링이 끝난 후 보정된 좌표로 이동하기 위한 정수 타입의 좌표 맵을 구성하였다. 정수 타입의 좌표 맵을 이용하면 한 프레임 당 약 0.046초의 처리 시간이 소요된다. 이것은 모바일 환경에서 초당 20프레임의 멀티미디어 영상의 처리가 가능 하도록 해 준다.

표 1

| 480×536 color image |         |             |                        |
|---------------------|---------|-------------|------------------------|
|                     |         | 3D modeling | Geometry&color process |
| time                | float   | 8           | 0.265                  |
| (s)                 | integer | -           | 0.046                  |

표 2

|        | PDA            | Projector | Camera    |
|--------|----------------|-----------|-----------|
|        | Dell AXIM X51V | 삼성포켓이미저   | HP        |
|        | 624MHz         | LED 광원    | SDIO type |
|        | 64MB SDRAM     | DLP 방식    | 640×480   |
|        | 256MB          |           |           |
| Height | 119 mm         | 127 mm    |           |
| Width  | 73 mm          | 9.4 mm    |           |

### 4. PMP<sup>2</sup>

표 2와 그림 4에서 보여주는 것과 같이 PMP<sup>2</sup>의 실험 환경을 만들었다. 왜곡 보정과 영상 플레이에 관한 시스템 개발은 Window Mobile 5.0 환경에서 MFC와 모바일 플랫폼으로 변환한 OpenCV 라이브러리를 이용하였다. PMP<sup>2</sup>를 이용하여 임의의 칼라 패턴을 부착한 곡면 스크린에서의 기하와 칼라 왜곡에 대한 보정 결과는 그림 5에서 보여지는 것과 같다. 그림 5 (a)와 같은 원본 이미지를 임의의 스크린에 프로젝션하면 그림 5 (b)와 같이 스크린의 기하와 칼라의 특성에 따라 왜곡된 영상으로 사용자에게 보여진다. PMP<sup>2</sup>의 보정 기능 이용하여 스크린의 특성에 적용된 영상으로 보정된 영

상으로 변환하여 프로젝션 하면 그림 5 (c)와 같은 결과 영상으로 사용자에게 전달된다. 결과 영상과 같이 스크린의 칼라적 특성에 대해 확실한 보정이 이루어지지 않은 것은 실험에 사용된 카메라의 성능이 낮기 때문이다. 이러한 칼라 보정 결과에 대한 낮은 결과는 고화질의 카메라로 교체함으로써 개선될 수 있는 부분이다.



그림 4. PMP<sup>2</sup>에 사용된 PDA와 SDIO 타입의 모바일 카메라, 소형 프로젝터

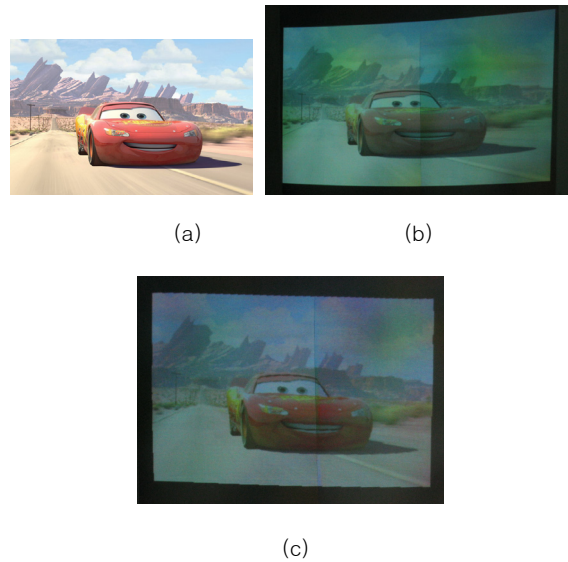


그림 5. (a):영화의 한 장면 (b):스크린의 기하와 칼라에 의해 왜곡되어 보이는 프로젝션된 영상 (c):기하 및 칼라에 대한 보정 처리를 수행한 프로젝션된 결과 영상

PMP<sup>2</sup>는 기존의 휴대용 멀티미디어 플레이어와 달리 프로젝션 기반의 증강현실 기술을 사용한다. 소형 프로젝터를 사용하여 휴대용 플레이어 장치의 작은 디스플레이 화면을 대신할 수 있다. 이것은 기존의 PMP, PDA, 휴대폰 등과 같은 장치의 작은 디스플레이를 이용하여 멀티미디어를 감상했을 때 생기는 몰입감 감소와 사용자의 시각적인 피로의 누적과 같은 문제점들을 해결할 수 있다. 또한 앞 절에서 설명한 기하와 칼라 보정과 같은 증강현실 기술을 PMP<sup>2</sup>에 적용함으로써 휴대용 멀티미디어 플레이어로서의 장점을 극대화 해 준다. PMP<sup>2</sup>를 이용하는 사용자는 적당한 프로젝션 공간만 주어진다면 스크린의 기하 형태와 칼라에 따른 왜곡이 제거된 정확한 영상으로 멀티미디어를 감상 할 수 있다.

그림 6은 PMP<sup>2</sup>의 사용 예를 보여준다. PDA와 소형 프로젝터 모두 배터리를 사용하기 때문에 자동차와 같은 좁은 공간 또는 어두워진 시간에 야의 공원과 같은 장소에서의 사용이 가능하다. 이처럼 전력 공급에 대한 제약이 없어지고 기하와 칼라에 따른 왜곡 보정 기능이 추가 됨으로써 프로젝션



그림 6. PMP<sup>2</sup>를 이용한 사용 예

스크린에 대한 제약도 줄일 수 있다. 장소나 사용 목적에 따라 개인 혹은 다수의 사용자가 함께 PMP<sup>2</sup>를 이용하여 다양한 멀티미디어를 감상할 수 있다.

#### 4.1 사용자 평가

휴대용 멀티미디어 플레이어 장치로써 PMP와 PMP<sup>2</sup>의 사용자 평가를 실시하였다. 15명의 사용자에게 각 장치의 디스플레이를 이용하여 멀티미디어를 감상하도록 하였다. PMP와 PMP<sup>2</sup>의 사용 경험을 토대로 휴대 편의도, 몰입도, 시각적 편안함, 다수 사용자의 편의도 라는 항목에 0점부터 10점까지의 점수를 부여하도록 하였다. 사용자들이 작성한 평가 결과는 그림 7에서 보여지는 것과 같다.

사용자들은 PMP에 PMP<sup>2</sup>의 경우, 크기나 무게 면에서 불리하기 때문에, 휴대의 편의성에서 PMP에 더 높은 점수를 부여하였다. 그리고 사용자 평가 결과 몰입도에 대해서는 PMP와 PMP<sup>2</sup> 사이에 큰 차이를 보이지 않았다. 디스플레이 화면이 커지면 사용자가 멀티미디어를 감상하는데 더 높은 몰입감을 제공할 수 있을 것이라 예상했지만 몰입도에 대한 사용자들 간의 개인차가 있는 것으로 나타났다. 디스플레이가 작을수록 더욱 집중하여 화면을 주시할 수 있기 때문에 몰입도가 높다고 생각하는 사용자들이 있는 반면 디스플레이가 클수록 사용자와 디스플레이 되는 영상과의 밀접도가 높아지기 때문에 몰입도가 높아진다고 생각하는 사용자들이 있었다. 시각적인 편안함과 다수 사용자에게 의한 편의도에 있어서는 PMP<sup>2</sup>가 더 높은 점수를 얻었다. PMP에 대해서 사용자들은 시각적인 피로감을 호소하였다. 디스플레이 화면이 작기 때문에 사용자의 시각과 디스플레이가 간의 거리가 짧아지고 장시간 집중하여 화면을 주시해야 하기 때문에 이와 같은 문제가 발생하였다. 반면에 PMP<sup>2</sup>는 디스플레이 화면이 커졌기 때문에 사용자의 시각과 디스플레이 사이에 적당한 거리를 둘 수 있어 대부분의 사용자들이 편안하게 이미지를 감상할 수 있었다. 또한 여러 사람이 함께 이미지를 감상할 수 있는 공간적인 여유가 생기기 때문에 PMP에 비해 압도적으로 많은 점수를 받았다.

PMP<sup>2</sup>의 왜곡 보정 기능에 대한 만족도를 조사한 결과 사용자들은 약 6.5점 정도의 점수를 부여하였다. 스크린의 기하와 칼라에 대한 정보를 얻기 위한 과정이 필요하다는 점과 장치의 이동에 따라 스크린의 상태가 변경될 경우 스크린의

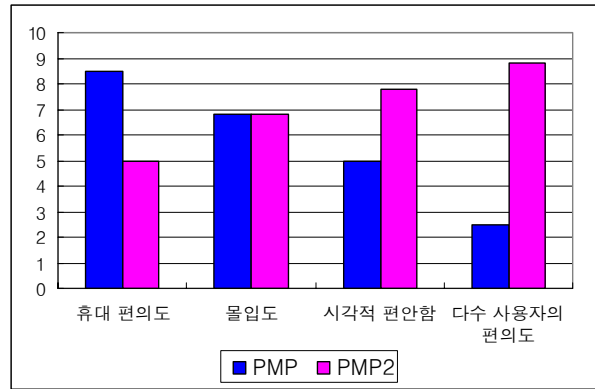


그림 7. 사용자 평가에 따른 결과 그래프

상태 정보를 얻기 위한 과정을 반복해야 하는 점에 대해 불편함을 느꼈다. 하지만 왜곡이 보정된 영상으로 프로젝션 하기 때문에 스크린의 상태에 상관없이 원본 영상과 같은 정확한 영상으로의 보여진다는 것에 대해 좋다는 반응을 보였다.

#### 5. 결론 및 향후 연구 과제

PMP<sup>2</sup>는 프로젝션 기반의 증강현실 기술을 이용하여 휴대용 멀티미디어 플레이어이다. 프로젝션 기반의 디스플레이를 이용한 다양한 멀티미디어 플레이어 장치들은 프로젝션하기 위한 특정한 스크린을 필요로 한다. 하지만 PMP<sup>2</sup>에서는 왜곡 보정 기술과 같은 증강현실 기술을 도입함으로써 스크린에 따른 제약을 최소화 할 수 있다. 3절에서 소개한 기하와 칼라에 따른 왜곡 보정 기술을 이용하였기 때문에 원본 영상을 스크린의 기하와 칼라 형태에 적응된 왜곡된 영상을 만들어 프로젝션함으로써 사용자에게는 직사각형의 원본 영상 그대로의 상태로 감상할 수 있다.

본 논문에서는 사용자 평가를 통하여 PMP<sup>2</sup>의 유용성을 검증하였다. 4.1절에서 보여주고 있듯이 PMP<sup>2</sup>는 PDA와 소형 프로젝터라는 휴대용 장치를 이용하지만 크기나 무게 면에서 기존의 PMP와 휴대폰과 같은 모바일 장치에 비해 휴대성은 떨어진다는 점과 왜곡 보정을 위한 과정과 실시간 보정이 불가하다는 점에 있어서 단점으로 나타났다. 그러나, 최근 소형 프로젝터는 초소형으로 고성능을 발휘 할 수 있는 디스플레이 장치로써 개발되고 있으며, 프로젝터와 카메라를 연산 처리가 가능한 장치인 PDA 또는 휴대폰 등에 통합시키기 위한 많은 아이디어들이 나오고 있기 때문에 장치 자체에 대한 단점들은 보완 될 수 있을 것이다. PMP<sup>2</sup>의 또 다른 단점으로 제기된 왜곡 보정에 대한 기술적인 문제는 특정 패턴을 이미지에 삽입함으로써 프로젝션되는 스크린의 형태가 바뀌더라도 실시간으로 보정하는 기술을 적용함으로써 보완될 수 있을 것이다 [9].

사용자 평가를 통하여 기존의 휴대용 멀티미디어 플레이어가 가지는 단점을 보완할 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 프로젝션을 통한 넓은 디스플레이에 따른 효과와 스크린에 독립적인 프로젝션이 가능하다는 점들은 PMP<sup>2</sup>의 가장 큰 장점으로 나타났다.

증강현실 기술을 이용한 프로젝션 기반의 휴대용 멀티미디어 플레이어는 몇 가지 추가적인 연구 과제들이 필요하다.

하나는 모바일 환경에서의 처리 속도를 개선할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하고, 다른 하나는 현재 PMP<sup>2</sup>에서 사용하고 있는 스크린의 기하 및 칼라에 대한 상태를 측정하는 방법에 대한 보다 효과적인 기술이 필요하다. 현재 사용되고 있는 모바일 카메라는 주변광에 대해 민감하게 작용한다. 따라서 프로젝션 패턴에 의한 스크린의 상태를 측정할 때 오차가 크게 나타나는 경우가 발생한다. 사용자에게 불필요한 패턴 정보를 숨겨주면서 모바일 장치의 움직임에 상관없이 실시간으로 보정이 가능한 기술을 모바일 환경에 적용할 수 있는 방법 등에 대한 연구가 계속 되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구의 일부는 삼성종합기술원의 지원을 받아 실험 결과를 도출하였습니다.

## 참고문헌

- [1] D. Wagner and D. Schmalstieg, "Handheld Augmented Reality Displays" Proc. of the IEEE Virtual Reality Conference, pp.67, 2006.
- [2] D. Wagner, T. Pintaric, F. Ledermann and D. Schmalstieg, "Towards Massively Multi-User Augmented Reality on Handheld Devices" Proc. of Third International Conference on Pervasive Computing, Pervasive, pp. 208-219, 2005.
- [3] E. Bruns, B. Brombach, T. Zeidler, O. Bimber, "Enabling mobile phones to support large-scale museum guidance" IEEE Multimedia, 2006.
- [4] R. Raskar, et al., "iLamps: Geometrically aware and self-configuring projectors" Proc. of SIGGRAPH, Vol. 22, pp. 809-818, 2003.
- [5] T. Mitsunaga and S. K. Nayar, "Radiometric self calibration," Proc. of IEEE Comp. Vision and Pattern Recog., pp. 374-380, 1999.
- [6] R. Hartley, A. Zisserman, "Multiple View Geometry" Cambridge University Press, 2003.
- [7] Z. Zhang, "Flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientation" Proc. of ICCV pp. 666-673, 1999.
- [8] H. Park, M.-H. Lee, S.-J. Kim, J.-I. Park, "Surface-independent direct-projected augmented reality" Proc. of ACCV, pp. 892-901, 2006.
- [9] J. C. Lee, et al., "Automatic projector calibration with embedded light sensors" Proc. of the 17th annual ACM Symp. on User Interface Software and Technology, 2004.