

## 대 화면 헤드 업 디스플레이를 위한 증강영상의 기하왜곡 보정 방법

김정욱, \*박종일<sup>†</sup>  
 한양대학교, \*한양대학교

jukim@mr.hanyang.ac.kr, \*jipark@hanyang.ac.kr

### Geometric Distortion Compensation method of Augmented Image for Large-screen Head-Up Display

Jeonguk Kim, \*Jong-Il Park<sup>†</sup>  
 Hanyang University, \*Hanyang University

#### 요 약

본 논문에서는 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구현하기 위해 왜곡된 증강 영상을 보정하는 방법을 제안한다. 대 화면 헤드 업 디스플레이는 곡면인 차 앞 유리의 대부분을 차지하는 영역에 증강되는 영상이므로 영상의 왜곡이 심하게 발생한다. 실험을 위한 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구성한 다음, 다항식 변환과 특징점 매칭을 통해 왜곡이 발생한 영상과 의도한 영상 사이의 관계를 추정하고 이를 통해 왜곡을 효과적으로 제거한다.

#### 1. 서론

헤드 업 디스플레이(Head-up display)란 네비게이션이나 계기판에서 보여지던 인포테인먼트 시스템을 차량 앞유리에 증강시켜 보여줌으로써, 운전 중 운전자의 시점의 변화없이 앞을 주시하며 정보를 볼 수 있도록 하는 AR 시스템이다. 앞으로 도래할 자율주행 시대에 맞춰 차량의 내부의 인포테인먼트 시스템도 미래지향적인 방향으로 변화하고 있는데, 그 중에서도 헤드 업 디스플레이가 주요한 핵심 기술로 각광받고 있다.

현재의 자동차 시장에서도 헤드 업 디스플레이는 활발히 사용되고 있는 기술이다. 하지만 아직은 운전자 시야를 방해하지 않는 선에서 작은 영역에 해당하는 디스플레이로만 활용이 되고있다. 따라서 현재의 헤드 업 디스플레이로 보여줄 수 있는 정보는 속도, 경고, 방향 등으로, 표현 할 수 있는 정보가 상당히 제한적이다.

자율주행 시대가 도래하며 운전에 대한 운전자의 의존도는 점차 낮아질 것이고, 운전자의 시야 내에서 더 많은 정보를 제공해야 할 필요가 생길 것이다. 이를 위해 작은 영역의 헤드 업 디스플레이가 아닌 차량 앞 유리에 꼭 찰 수 있는 대 화면의 헤드 업 디스플레이가 필요할 것이다.

#### 2. 대 화면 헤드 업 디스플레이

대 화면 헤드 업 디스플레이는 기존의 작은 영역의 헤드 업 디스플레이와는 달리 차량 앞 유리 전체에 해당하는 영역을 디스플레이화 하여 운전자가 보는 시야에 가득 찬 정보를 제공할 수 있도록 한다.



그림 1. 대 화면 헤드 업 디스플레이의 구조

그림 1 과 같이 실험을 위한 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구성하였다. 차 앞 유리 아래에 모니터(27")를 설치하여 차량 앞 유리에 화면을 증강시켰다(실제 헤드 업 디스플레이에서는 프로젝터를 사용하지만 본 논문에서는 대 화면을 구성하여 실험하기 위해 모니터를 사용하였다).

헤드 업 디스플레이는 차 앞 유리 아래에 있는 프로젝터나 모니터에서 영상을 쏘아 차 앞 유리에 영상을 투영시키고, 그 투영된 영상을 운전자가 보는 구조로 되어있다. 하지만 영상이 차 앞 유리에 투영되는 과정에서 영상이 왜곡되는 현상이 나타난다. 이는 평면인 영상이 곡면인 차 앞유리에 투영되면서 발생하는 왜곡이다. 본 논문에서 다루는 대 화면 헤드 업 디스플레이는 차량 앞 유리의 전체적인 영역에 해당하는 투영이므로 기존의 헤드 업 디스플레이에 비해 왜곡되는 정도가 훨씬 크다. 운전자가 원래의 의도된 영상을 보게 하기 위해서는 왜곡을 보정해주는 과정이 필요하고, 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구현하기 위해서는 더욱 정밀한 영상 왜곡 보정 기술이 필요하다. 더. 본 논문에서는 이러한 영상 왜곡을

<sup>†</sup>교신저자

원래의 의도된 영상으로 보정하는 과정을 다루고 해결 방법을 제시한다.

### 3. 영상 왜곡 및 보정

영상의 왜곡을 보정하기 위해서는 입력 영상과 출력 영상 사이의 관계식을 알아야 한다. 이 관계식은 차량 앞 유리의 곡면에 따라 결정이 된다. 하지만 차량의 앞 유리는 차량마다 다르고 상대적으로 불규칙한 곡면이므로, 직접 차량 앞 유리를 모델링하여 관계식을 파악하여야 한다.

본 논문에서는 다항식 변환(Polynomial transformation) 관계식을 이용한 모델링 방법을 제시한다. 다항식 변환에서 보다 정확한 변환관계를 추정하기 위해 3 차식을 이용한 3 차기하변환(Third-order geometric transformation)을 이용한다. 이를 수식으로 나타내면 다음과 같다.

$$u = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{3-i} a_{ij}x^i y^j, v = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{3-i} b_{ij}x^i y^j$$

여기서  $(x, y)$ 는 왜곡되기 전의 영상의 좌표이고,  $(u, v)$ 는 왜곡된 후의 영상의 좌표이다.  $(x, y), (u, v)$  매칭 쌍을 이용한 최소자승법(Least square method)으로 식을 풀어낸다. 위 식에서 존재하는 20 개의 미정 계수를 풀기 위해서는 최소한 10 개의 매칭 쌍이 필요하다.

### 4. 영상 보정 과정

대 화면 헤드 업 디스플레이 영상의 왜곡을 보정하기 위해 다음과 같은 실험 과정을 거친다. 왜곡되기 전의 영상과 왜곡된 후의 영상 간의 다수의 특징점 매칭을 이용하여 그 사이의 관계, 즉 차 앞 유리의 수식 모델을 추정한다.

특징점 검출을 위해 격자패턴(Checkerboard)을 모니터를 통해 출력하여 차 앞유리에 증강시킨다. 그리고 운전자 시야 위치에 카메라를 설치하고 촬영하여 격자패턴이 왜곡된 영상을 얻는다. 그리고 왜곡이 없는 의도한 영상을 왜곡된 영상과 전체 특징점들을 비교했을 때 오차가 최소가 되도록 크기와 위치를 적절히 설정한다. 두 비교 영상에서 보이는 격자패턴 특징점들을 각각 매칭시켜 그 값으로 위에서 제시한 다항식 변환을 풀어 변환 관계를 추정한다. 본 논문에서는 9x6 격자패턴을 이용하여 45 개의 특징점 매칭 쌍을 대입하였다.

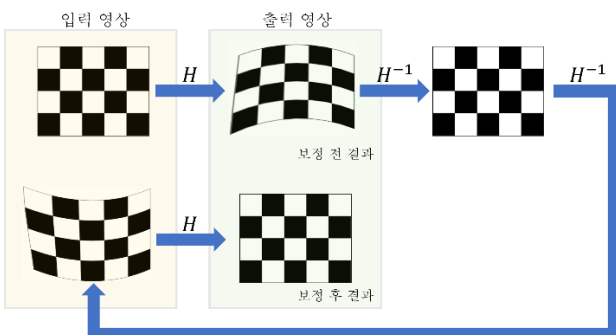


그림 2. 증강 영상의 왜곡을 보정하는 과정

입력 영상과 왜곡이 발생한 영상 사이의 변환 관계를  $H$ 라 했을 때, 왜곡된 영상을 다시 의도한 영상으로 보정할 때의 변환 관계는  $H^{-1}$ 이다. 그림 2 에서 보는 바와 같이, 보정된 영상에 다시  $H^{-1}$  변환을 하고, 그 결과를 입력 영상으로 사용하면 왜곡이 없는 의도한 증강 영상을 출력 할 수 있다.

그림 3 은 운전자의 시선 위치에서 촬영한 증강 영상의 왜곡 보정 전 영상과, 보정 후 영상이다.

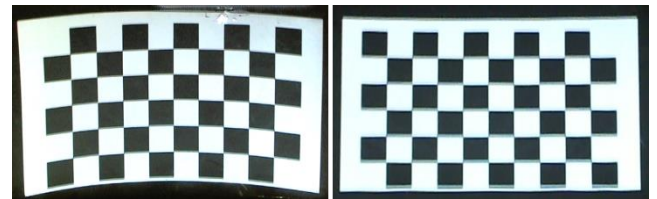


그림 3. 왜곡 보정 전 영상(왼쪽), 보정 후 영상(오른쪽)

### 5. 결론

본 논문에서는 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구현하기 위해 왜곡된 증강 영상을 보정하는 방법을 제시하였다. 다항식 변환과 격자패턴을 이용한 특징점 매칭을 통해 왜곡된 영상과의 의도한 영상 사이의 관계를 추정하였고, 이를 이용하여 증강 영상의 왜곡을 효과적으로 제거하였다.

향후 연구 방향으로서는 운전자의 머리 위치를 추정하여 실시간으로 영상을 보정하는 대 화면 헤드 업 디스플레이를 구현하고자 한다.

### 감사의 글

이 논문은 국방과학연구소 생구성 기술 특화연구센터사업의 지원받아 연구되었음(계약번호 UD150013ID).

### 참고문헌

[1] J. Jung, J. Cho, "Screen adaptive geometric image calibration method for handheld video projector" In: *Consumer Electronics (ICCE), 2010 Digest of Technical Papers International Conference on.* IEEE, pp. 505-506, 2010

[2] 정정일, 조진수, "직선의 방정식을 기반으로 한 프로젝터 영상의 기하왜곡 보정" 인터넷정보학회논문지, 11(5), pp. 27-35, 2010.

[3] 경태원, "증강현실 기술을 이용한 차량용 헤드업 디스플레이(HUD) 관련 동향 및 발전 방안" 한국콘텐츠학회지, 14(4), pp. 29-33, 2016