

## 사각지대 파노라마 영상생성을 위한 시뮬레이션

박민우<sup>0</sup> 이석준 장경호 정순기 윤팔주<sup>\*</sup>  
경북대학교 컴퓨터공학과, <sup>\*</sup>(주) 만도

{mwpark<sup>0</sup>, sukjuni, khjang}@vr.knu.ac.kr, skjung@knu.ac.kr, pijoon@mando.com

### Simulation to Create Panorama Image in Blind Spot

Min Woo Park<sup>0</sup>, Seok Jun Lee, Kyoung Ho Jang, Soon Ki Jung, Pal Joo Yoon<sup>\*</sup>

Dept. of Computer Engineering, Kyungpook National University, <sup>\*</sup>Mando Corporation

#### 요 약

현재 대다수의 자동차에 장착된 사이드미러와 백미러 같은 기존의 비전 시스템은 사각지대(blind spot)를 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 고급 자동차에는 후방에 wide-angle 카메라를 장착하고 있다. 기존의 wide-angle 카메라 시스템은 1대의 카메라를 사용하여 후방 영상을 얻고 그것을 그대로 보여줌으로써 어느 정도 사각지대를 줄여주는 역할을 하고 있지만 여전히 확보되지 않은 사각지대가 존재한다. 하지만 다수의 카메라를 사용하면 보다 넓은 후방 시야를 확보함으로써 보다 완벽하게 사각지대를 제거할 뿐만 아니라, 좀 더 다양한 위험물 정보를 주행 중에도 운전자에게 제공하는 것이 가능해진다.

본 논문에서는 사각지대를 제거하기 위해 차량의 좌, 우측 그리고 후방에 장착된 카메라를 통해 얻어진 영상을 하나의 통합된 파노라마 영상을 생성하는 방법을 제안하고 몇 가지 경우에 대해 실험한다. 우리는 3D 와핑을 통해 각 영상의 Bird's Eye View를 생성하고, 생성된 Bird's Eye View를 2차원 이동변환만을 이용해서 하나의 통합된 Bird's Eye View를 만든다. 이렇게 만들어진 통합된 영상을 후방 카메라를 기준으로 다시 3D 와핑 함으로써 완전한 파노라마 영상을 생성한다.

#### 1. 서 론

현대에 이르러 가장 중요한 교통수단의 하나는 바로 자동차이다. 인간의 활동 범위를 넓히는데 중요한 수단으로 사용되고 있다. 과거 자동차는 인간 혹은 다른 물건들을 더 먼 곳까지 빠르게 운송하기 위한 보조적인 수단에 불과했지만, 현대에 이르러 자동차는 단순한 운송수단이 아니라 인간의 제 2의 다리와 같은 필수적인 도구로 사용되고 있다. 이렇게 사람과 밀접한 관계를 갖는 자동차지만, 실제로 자동차의 발전은 사용자의 인터페이스 측면이 아니라 엔진 등의 자동차를 움직이는 물리적인 하드웨어를 중심으로 발전해 왔다.

하지만, 최근 몇 년 전부터 사용자를 위한 인터페이스적인 측면에서의 많은 기술개발이 진행되고 있다[1]. 현재 진행 중이거나 진행된 프로젝트를 살펴보면, 자동차의 후방에 카메라를 설치하여 사용자가 보기 힘든 자동차 후방의 영상을 보여줌으로써 위험물을 감지할 수 있도록 도와주는 장치, 졸음을 방지하는 장치(drowsiness detection system), 사이드미러에 카메라를 장착하여 차선이탈을 방지하는 장치, 자동차의 특정위치에 카메라를 장착하여 주차를 돕는 장치(parking aids), 동작 감지 트렁크 열림 장치(motion sensing trunk release), 교통정보 혹은 다른 여러 가지 정보를 디스플레이 해주는 장치 등이 있다[2].

본 논문에서는 현재의 자동차들이 가지고 있는 거울의 한계로 볼 수 없는 사각지대를 3대의 카메라를 통해 차량 주행 혹은 차량 후진 시 후방의 정보들을 사용자에게 디스플레이 함으로써 운전자에게 주변상황에 대한 보다 많은 정보를 제공할 수 있는 파노라마 영상을 생성하는 방법을 제안하고자 한다.

파노라마 영상 생성을 위한 일반적인 영상 모자이크 생성 방법은 크게 화소 기반 방법과 특징 기반 방법으로 나누어진 다[3]. 화소 기반 방법의 경우, 이어 붙이고자 하는 영상들

간의 화소차가 최소인 위치를 찾는 방법으로써 비교적 높은 계산 복잡도를 보인다. 특징 기반 방법의 경우 적절한 일치되는 특징점을 찾아워서 그 특징점을 기준으로 연결하는 방법을 사용한다. 하지만, 우리는 서로 다른 높이에 다른 형태의 카메라를 사용하여 후방의 영상을 입력으로 받기 때문에 기존의 방법들로 파노라마 영상을 생성하기에는 우리가 따른다. 따라서 우리는 각 이미지를 3D 와핑하여 Bird's Eye View를 생성하고 그 이미지를 병합하여 하나의 통합된 Bird's Eye View를 완성한다. 이렇게 완성된 Bird's Eye View를 다시 후방 카메라를 기준으로 3D 와핑함으로써 파노라마 영상을 생성하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구들에 대해서 살펴보고, 3장에서는 우리가 제시하는 파노라마 영상 생성의 핵심내용인 Bird's Eye View 생성을 위한 3D 와핑 과정에 대해서 살펴보도록 한다. 4장에서는 이러한 Bird's Eye View를 이용해 파노라마 영상을 생성하는 방법을 알아보고, 5장에서는 실험 결과를 살펴본다. 마지막으로 6장에서는 본 연구의 결과와 향후 진행방향에 대해서 설명한다.

#### 2. 관련 연구

실제 최근에 제품화된 고급 자동차의 경우 차량의 후방에 카메라를 장착하여 후방 시야를 확보해 주는 경우가 있다. 그러나 이 경우 거의 모든 차량이 wide-angle 카메라를 사용하여 왜곡된 영상을 그대로 사용자에게 보여주고 있다. 이 제는 이러한 단순한 방법에서 벗어나 좀 더 넓은 시야를 확보하면서도 왜곡되지 않은 고화질의 화면을 보여주기 위한 연구가 진행되고 있다.

대표적인 연구의 하나로 'Ford Interim Summer 98' 프로젝트의 경우 자동차의 후방에 동일한 종류의 CCD 카메라 3대를 일정한 간격으로 일렬로 배치한 뒤 그 영상으로부터 받

은 영상을 영상의 가운데를 기준으로 각 픽셀들에 대해 Sum of Difference를 취해 두 영상에서 동일한 좌표를 찾는 방법으로 X방향 정합을 수행하고 같은 방법으로 Y방향 정합을 수행해서 하나의 완성된 파노라마 영상을 얻는 방법을 사용하고 있다. 이때 3대의 카메라는 모두 같은 시야각(FOV, field of view)를 가진다. 그리고 같은 위치에 일렬로 배열되어 있으므로 별도의 Calibration이나 다른 후처리 없이 영상을 단순히 이어붙이는 방법을 사용하여 파노라마 영상을 생성한다[4].

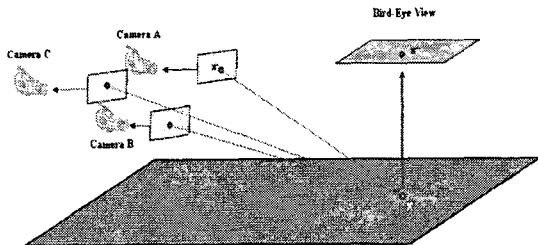
이 방법은 단순하고 적은 계산으로 인해 빠른 속도를 보인다. 하지만, 두 영상의 밝기의 차의 제곱의 합으로 일치되는 점을 찾는 Sum of Difference를 사용함으로써 특정 영상이 입력으로 들어왔을 경우 잘못된 파노라마 영상을 생성할 수도 있다. 더욱이 이 연구의 경우 영상을 획득하는 카메라가 후방의 동일 선상에 배열해야 한다는 가정 하에 이 방법을 제시하고 있다.

기업들도 이에 대한 연구들을 바탕으로 제품개발이 치열한데 이러한 결과물로서 Ford의 CamCar[5]와 BMW의 Z22[6]가 있다. CamCar의 경우 후방에 배치된 4대의 카메라를 이용해서 하나의 파노라마 뷰를 생성해서 사용자에게 디스플레이 화면으로서 사각지대를 제거할 수 있다는 것을 장점으로 내세우고 있다. Z22 역시 외부의 2대의 카메라와 1대의 내부-후방 카메라를 이용해서 후방의 영상을 획득하여 그것을 이미지 프로세싱 작업을 거쳐 하나의 파노라마 영상을 생성하여 그 영상을 사용자에게 제공하여 사각지대를 제거한다.

그 외에 General Motors에서 2000 Detroit Auto Show에서 선보인 Magna Donnelly의 Panoramic-Vision™ System, 역시 후방 시야를 180도 확보하여 사각지대를 제거하기 위한 차세대 백미러로 소개하고 있다[7]. 특히, 다른 제품들 혹은 연구들이 기존의 사이드 미러와 백미러를 보조하는 수단으로서 Panoramic View를 제시하고 있는데 반해 이 제품은 완전히 기존의 미러들을 대체하여 자동차의 전체적인 디자인 변화에도 영향을 미칠 제품으로 소개하고 있다.

### 3. Bird's Eye View 생성을 위한 3D 외핑

우리는 각기 다른 위치에 존재하는 3대의 카메라의 영상을 하나의 파노라마 영상으로 만들기 위해서 Bird's Eye View를 생성할 것이다. Bird's Eye View란 하늘 위에서 내려다 본 듯한 영상을 말한다. 우리는 이 작업에 앞서 카메라의 내부 파라미터와 외부 파라미터를 이미 알고 있다고 가정한다. 따라서 입력으로 받은 영상을 카메라 파라미터를 이용해 외핑함으로써 Bird's Eye View를 생성할 수 있다.



(그림 1) 외핑을 통한 Bird's Eye View 생성.

(그림 1)에서 Bird's Eye View를 생성하는 과정을 살펴보면, 카메라에서 촬영된 입력 영상의 점(x')을 내부 파라미터(K)를 이용하여 카메라 좌표계의 한 점(m)으로 옮기고, 그것을 다시 외부 파라미터(E)를 이용해서 실제 월드 상의 한 점

(X)으로 옮긴다.

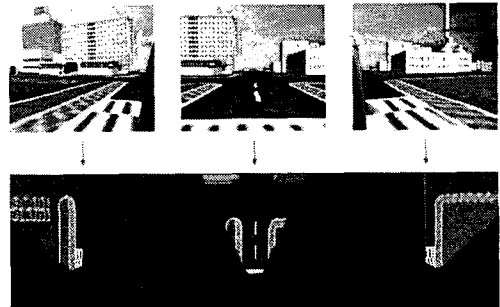
$$m = K^{-1} * x'$$

$$X = E^{-1} * m$$

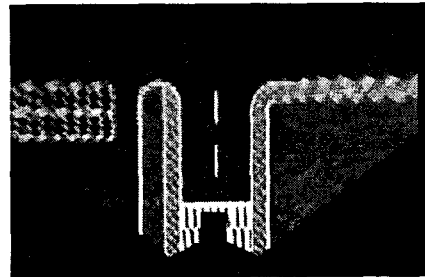
이렇게 구한 3차원 월드 상의 점을 우리가 만들고자하는 Bird's Eye View 시점의 위치에 존재하는 이미지상의 점으로 투영시키는 Projection Matrix P를 구한다. 3차원 월드 상의 한 점(X)에 행렬 P를 곱해서 외핑된 이미지 상의 점(x'')을 얻는다[8].

$$x'' = P * X$$

이러한 작업을 입력 이미지 상의 모든 점들에 대해 수행함으로써 우리는 하나의 카메라로부터의 입력영상에 따른 Bird's Eye View를 생성할 수 있다. 이후 남은 두 대의 카메라에 대해서도 동일한 작업을 수행해서 각각의 입력영상에 대한 Bird's Eye View를 얻어낸다. 이렇게 얻어진 Bird's Eye View는 추가적인 계산을 많이 소모하는 회전등의 변환없이 x, y 좌표의 이동만을 통해 하나의 통합된 Bird's Eye View 영상을 생성한다.



(그림 2) 외핑을 통해 생성된 Bird's Eye View.

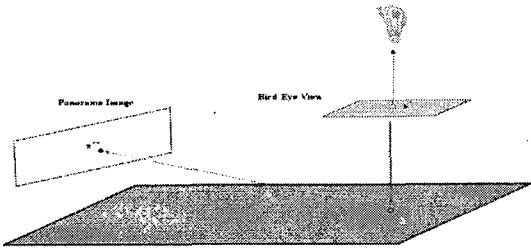


(그림 3) 통합된 Bird's Eye View.

(그림 2)는 우리가 각각의 입력영상에 대해 외핑을 수행하여 얻은 Bird's Eye View를 보여준다. (그림 3)은 각 Bird's Eye View영상을 통합해서 생성한 통합된 Bird's Eye View를 보여준다.

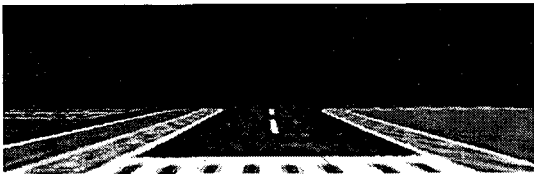
### 4. 파노라마 영상 생성

우리는 이제까지 외핑을 통해서 각각의 입력 영상에 대해 Bird's Eye View를 생성하였다. 그리고 이렇게 생성된 각각의 Bird's Eye View를 합쳐서 하나의 Bird's Eye View를 생성하는 과정을 수행하였다. 이제 우리가 생성한 Bird's Eye View를 이용하여 최종 결과물인 파노라마 영상을 생성할 것이다.



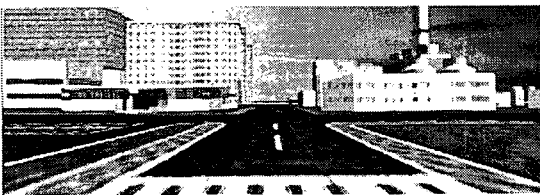
(그림 4) Bird's Eye View를 이용한 파노라마 생성.

파노라마 영상은 Bird's Eye View를 후면 카메라를 기준으로 다시 외핑 함으로서 파노라마 영상을 얻는 것이 가능해진다. (그림 4)를 보면 앞 절에서 생성한 Bird's Eye View의 이미지 상의 점(x')에 내부 파라미터를 곱해서 Camera Coordinate의 한 점으로 보낸 뒤에 그 점에 다시 외부 파라미터를 곱해서 3차원 상의 실제 월드 상의 한 점(X)로 보낸다. 이 3차원 월드 상의 점을 다시 후면 카메라(Camera B)를 기준으로 Projection Matrix를 이용해서 투영시키면 우리는 통합된 파노라마 영상을 얻어내는 것이 가능하다.



(그림 5) Bird's Eye View로 생성한 파노라마 영상.

(그림 5)는 실제 통합된 Bird's Eye View를 다시 후방 카메라의 위치를 기준으로 3D 외핑하여 얻은 파노라마 영상이다. 이렇게 얻은 영상을 배경을 기준으로 단순 정합한 배경과 결합함으로써 우리는 (그림 6)과 같은 최종결과 영상을 얻을 수 있다.

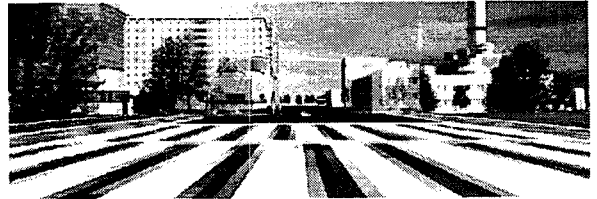


(그림 6) 단순통합영상을 이용한 최종 파노라마 영상.

### 5. 시뮬레이션

이제 우리의 파노라마 영상생성 알고리즘을 또 다른 상황에 적용해보고자 후방 카메라를 Fish-Eye Lens로 교체하고 카메라의 위치가 변경될 경우에 관하여 시뮬레이션을 해 보았다. Fish-Eye 영상 보정 방법에는 metric한 방법과 non-metric한 방법이 존재하는데 이 중에서 우리는 렌즈의 곡면을 구라고 가정하고 non-metric한 방법으로 간단하게 보정한 영상을 사용한다[9]. 이렇게 보정한 영상 사용 시 문제점은 Fish-Eye 영상이 낮은 해상도를 갖는다는 것이다. 또한 보정 후 이미지의 외곽으로 갈수록 이미지가 흐려진다는 단점을 가진다. 따라서 이 문제 해결을 위해 우리는 기본적으로 Fish-Eye 카메라를 통해 얻은 영상의 해상도는 기본적으로 2배라고 가정하고, 보정한 이미지의 특정 부분을 잘라

서 사용하는 방법을 택하였다. (그림 7)은 그러한 방식으로 얻어진 영상이다.



(그림 7) Fish-Eye 영상을 사용하여 얻은 파노라마 영상.

### 6. 결론 및 향후 방향

우리들은 자동차의 사각지대를 해결하기 위해서 Bird's Eye View를 이용하여 파노라마 영상을 생성하였다. 이 방법은 임의의 위치에 존재하는 카메라로부터 얻어진 영상에서 파노라마 영상을 수월하게 얻어낼 수 있는 방법이다. 하지만, 이 방법은 뒷배경이 사라진다는 문제점을 가진다. 따라서 우리는 이 부분을 지금은 단순히 뒷배경을 정합시켜 사용하고 있지만, 이 방법은 분명히 가까운 거리에 건물이 존재할 경우 문제가 발생한다. 따라서 우리는 향후 뒷배경에 관한 문제를 해결해야 할 것이다.

그리고 지금은 단순히 테스트를 위한 가상 이미지로 실험이 이루어졌지만, 향후에는 카메라 보정작업을 거쳐서 실제 이미지를 바탕으로 이 방법을 적용하여야 할 것이다.

### 감사의 글

이 논문은 부품소재개발사업 VISS(영상기반 지능형 조향장치) 개발 중 (주)만도 과제인 '반자동 주차 모듈개발'의 위탁 과제로 진행 중.

### 참고문헌

- [1] 자동차부품연구원, "최신 자동차 기술동향 보고서," <http://www.katech.re.kr/asp/trend.asp>.
- [2] 정동진, "자동차의 전자화", p14 -p17, Shinhan Monthly Review 2006년 2월.
- [3] R. Garcia, X. Cufí, X. Muñoz, L. Pacheco, and J. Batlle, "An Image Mosaicking Method based on the Integration of Grey Level and Textural Features," IX Symposium Nacional de Reconocimiento de Formas y Análisis de Imágenes (SNRFAl), Benicassim, Castellón, 2001.
- [4] Ford Interim Summer 98, <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-98-25>.
- [5] Ford's CamCar Technology Eliminates 'blind spots', <http://www.autoworld.com/apps/news/FullStory.asp?id=409>.
- [6] The "Mechatronic" car - Operating the Z22, <http://www.bmwworld.com/models/concepts/z22.htm>.
- [7] PanoramicVision™ System, <http://www.donnelly.com/products/exteriorvisionsystems/panoramicvisionsystem.asp>.
- [8] R. Hartley, A. Zisserman, "Multiple View Geometry in computer vision," CAMBRIDGE 2003.
- [9] 신주홍, 남동환, 권기준, 정순기, "Ellipsoid를 이용한 어안 렌즈의 Non-metric 접근 왜곡 보정 기법", HCI2005 학술대회논문집, Vol. 14, No. 1, pp. 83-89, 2005.