
주행 중인 차량의 사각지대 제거를 위한 파노라마 시뮬레이션

Simulation Panorama Image Reconstruction for Eliminating Blind Spot of a Running Vehicle

박민우, Min Woo Park*, 이석준, Seok Jun Lee*, 장경호, Kyoung Ho Jang**,
정순기, Soon Ki Jung*, 윤팔주, Pal Joo Yoon***

*경북대학교 컴퓨터공학과, **경북대학교 전자전기컴퓨터학부, *** (주) 만도

요약 현재 시판되고 있는 대다수의 자동차에 장착된 사이드미러와 백미러 같은 기존의 비전 시스템은 모두 사각지대(blind spot)를 가지고 있다. 사각지대는 크고 작은 사고의 원인이 되기도 한다. 이러한 단점을 보완하기 위해 자동차 기업들은 자사의 고급 자동차 후방에 광각(wide-angle) 카메라를 장착하고 있다. 광각 카메라 시스템은 1대의 카메라를 사용하여 후방 영상을 얻고 그것을 그대로 보여줌으로서 어느 정도 사각지대를 줄여주는 역할을 하고 있지만 후방의 모든 사각지대를 제거해주지는 못한다. 그러므로 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 3대의 카메라를 장착하고, 장착된 카메라를 통해 얻어진 영상을 통합한 파노라마 영상을 생성하는 방법과 다양한 환경에서 실험한 결과를 제시한다. 파노라마 영상을 생성하기 위해서 제안하는 방법은 3D 외평을 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 외평 함으로서 완전한 파노라마 영상을 생성한다. 제시된 방법으로 다양한 상황에 따라 실험을 수행하고, 이를 통해 문제점을 찾아본다.

핵심어: 사각지대, 파노라마, 외평

1. 서론

현대에 가장 흔한 애용되고 있는 교통수단은 바로 자동차이다. 자동차는 인간의 활동범위를 넓히는데 매우 중요한 수단으로 사용되고 있다. 하지만, 이러한 자동차는 편리함을 주는 대신 그로 인해 많은 사람들의 목숨을 앗아가기도 한다. 그래서 현대의 자동차들은 발전된 기술의 도움에 힘입어 운전자의 실수로 일어나는 사고를 방지하기 위한 많은 도구들을 장착하고 있다. 운전자가 졸음 운전을 할 경우 그것을 경고해주는 장치, 사이트에 카메라를 장착하여 차선 이탈을 방지하는 장치, 교통 정보를 디스플레이해주는 장치등이 개발되어 사용되고 있다[1]. 그 중에서도 아직 많은 개선이 필요한 부분이 바로 운전자의 사각지대를 보여주는 백미러와 사이드미러의 보완장치이다. 사각지대는 운전자의 시야로 볼 수 없거나, 사이트 미러 혹은 백미러를 통해 볼 수 없는 부분을 말한다. 이 사각지대에 물체가 들어오게 되면 운전자는 그 물체의 존재 여부를 인식하지 못하기 때문에 이로 인해 인명을 앗아가는 많은 사고가 발생하고 있다[2].

사각지대로 인해 발생하는 사고를 줄이기 위해서 보조 거울을 추가로 장착한다면 특정위치에 카메라를 장착하는 방법으로 대다수의 차량에서 사각지대를 제거하고 있다. 하지만, 보조 거울의 경우 기존의 거울로 볼 수 있는 부분에 시야각이 넓은 작은 크기의 거울을 다는 것에 불과함으로써 어느 위치에 어떠한 물체가 정확히 존재하는지 보기엔 상당히 힘이 든다. 더욱이 보조거울의 경우 사이트에 존재하는 사각지대 제거에만 사용되고 있다. 또한 추가 장착된 카메라의 경우 보다 효율적으로 사각지대를 제거하고 있지만 사람의 눈으로 보는 것 같은 자연스럽게 시야각이 넓은 영상이 아니라 왜곡이 심한 특정 방향의 영상만을 제공하는 단점을 가진다.

따라서 본 논문에서는 현재 자동차들이 가지고 있는 비전 시스템으로 볼 수 없는 사각지대를 3대의 카메라를 이용해서 시야각이 넓은 하나의 파노라마 영상을 생성하여 차량의 후진 혹은 차량의 주행시에 사각지대를 포함한 후방의 정보를 사용자에게 제공할 수 있는 방법을 제안한다.

2. 관련연구

최근에 생산되는 대부분의 고급형 차량들은 사각지대를 제거하기 위한 다양한 시스템을 내장하고 있다. 대표적인 경우가 차량의 후방에 광각 카메라를 장착하여 백미러로 보이지 않는 후방의 낮은 부분의 사각지대를 제거하고 있다. 하지만 장착된 광각 카메라는 왜곡된 영상을 제공할 뿐 아니라 낮은 해상도의 영상을 제공하는 단점을 가진다. 이로 인해 최근에는 이러한 단순한 해결책에서 벗어나 좀 더 다양한 방법으로 사각지대를 해결하기 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 받은 영상을 영상의 가운데를 기준으로 각 픽셀들에 대해 SSD(sum of squared difference)를 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[3].

이 방법은 단순하고 적은 계산으로 인해 빠른 속도를 보인다. 하지만, 두 영상의 밝기의 차의 제곱의 합으로 일치되는 점을 찾는 SSD(sum of squared difference)를 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[4]와 BMW의 Z22[5]가 있다. CamCar의 경우 후방에 배치된 4대의 카메라를 이용해서 하나의 파노라마 뷰를 생성해서 사용자에게 디스플레이 함으로서 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[6]. 특히, 다른

제품들 혹은 연구들이 기존의 사이드 미러와 백미러를 보조하는 수단으로서 파노라마 뷰를 제시하고 있는데 반해 이 제품은 완전히 기존의 미러들을 대체하여 자동차의 전체적인 디자인 변화에도 영향을 미칠 제품으로 소개하고 있다.

본 논문에서는 앞선 다른 제품들같이 3대의 카메라를 일렬로 이어붙이거나 각각을 따로 보여주는 단순한 방법에서 벗어나 3대의 카메라에서 얻어진 영상을 하나의 시야각이 넓은 파노라마 영상으로 만들어서 사용자에게 제공하고자 한다. 일반적인 파노라마 영상생성 방법은 많은 제약하에 촬영된 이미지를 이용하거나 특정 장비를 이용해서 생성한다. 주로 사용되는 첫 번째 방법은 파노라마 영상을 생성하기 위해 만들어진 360도의 가시영역을 갖는 파노라마 카메라를 이용하는 방법이다[7]. 두 번째는 영상의 중심을 고정시키고 카메라의 회전만으로 촬영된 이미지를 사용하여 이 영상들 간의 호모그래피 행렬을 구하여 영상을 정합하는 방법이다[8]. 하지만, 본 논문에서는 각 카메라들 사이에 서로 회전과 이동이 모두 존재하기 때문에 이러한 방법을 적용하는 것이 불가능하다.

따라서 본 논문에서는 파노라마 영상을 생성하기 위해 각 영상을 Bird's Eye View라는 하나의 시점으로 외평해서 이어붙인 뒤 그것을 다시 외평하는 방법을 사용해서 파노라마 영상을 생성한다.

3. Bird's Eye View를 이용한 파노라마 영상 생성

3.1 Bird's Eye View 생성

우리는 각기 다른 위치에 존재하는 3대의 카메라의 영상을 하나의 파노라마 영상으로 만들기 위해서 Bird's Eye View를 생성한다. Bird's Eye View는 하늘 위에서 지면을 바라보는 시점에서의 영상을 의미한다. 먼저 카메라의 내부 파라미터와 외부 파라미터를 이미 알고 있다는 가정하에 입력으로 받은 영상을 카메라 파라미터를 이용해 외평 함으로서 Bird's Eye View를 생성한다.

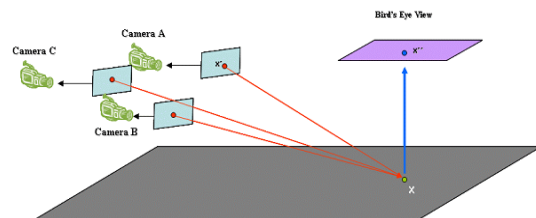


그림 1. 입력 영상에 대한 Bird's Eye View 생성.

(그림 1)은 Bird's Eye View를 생성하는 과정을 보여주

고 있다. 여기에서 카메라로 촬영된 입력 영상의 점(x')과 내부 파라미터(K), 외부 파라미터(E_i)가 주어진다면, 수식 (1)을 적용해서 3차원 월드 상의 점(X)를 구할 수 있다.

$$X = E_i^{-1} * K^{-1} * x' \quad (1)$$

다음으로 앞선 과정을 통해 구해진 3차원 월드 상의 점(X)을 Bird's Eye View 영상의 한 점으로 표현한다. 이 작업을 수행하기 위해서 우리는 월드 상의 점(X)를 Bird's Eye View 영상의 점(x'')으로 투영시키는 투영 행렬(P_1)을 구한다. 구해진 투영 행렬 P_1 과 3차원 월드 상의 한 점(X)가 주어진다면, 수식(2)를 이용해서 외평된 Bird's Eye View 상의 한 점(x'')이 구해진다.[9]

$$x'' = P_1 * X \quad (2)$$

앞선 알고리즘을 입력 이미지 상의 모든 점들에 대해 수행함으로써 우리는 하나의 카메라로부터의 입력영상에 따른 Bird's Eye View를 생성할 수 있다. 다음으로 다른 2대의 카메라에서 얻은 영상에 대해서도 동일한 작업을 수행하여 각각의 입력영상에 대한 Bird's Eye View를 구한다. 얻어진 3개의 Bird's Eye View 영상은 동일한 시점에서의 이미지이므로 x, y 좌표의 이동만으로 정합이 가능하다. 정합작업을 통해서 하나의 통합된 Bird's Eye View 영상을 생성한다.

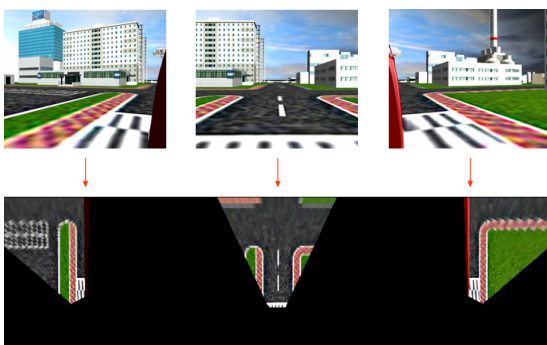


그림 2. 외평을 통해 생성된 Bird's Eye View.

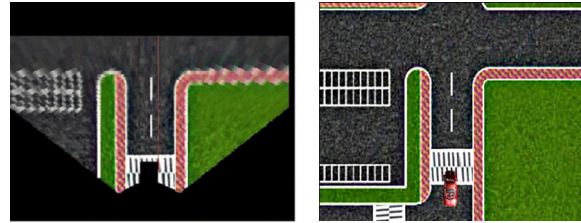


그림 3. 생성된 Bird's eye view(좌)와 실제 Bird's Eye View(우).

(그림 2)는 우리가 각각의 입력영상에 대해 외평을 수행하여 얻은 각각의 Bird's Eye View 영상을 보여준다. (그림 3)의 좌측에는 각 Bird's Eye View 영상을 통합해서 생성한 통합된 Bird's Eye View를 보여준다. (그림 3)의 우측에는 생성된 Bird's Eye View와 위치에 카메라를 두고 실제 촬영된 Bird's Eye View를 보여준다.

3.2 파노라마 영상생성

앞 절에서 외평을 통한 Bird's Eye View 영상 생성방법을 살펴보았다. 이제 생성된 Bird's Eye View 영상을 이용하여 최종 결과물인 파노라마 영상을 생성하는 방법을 살펴보자. 본 논문에서 제시하는 파노라마 영상생성 방법은 앞선 단계에서 생성한 Bird's Eye View를 입력으로 사용하여 후면 카메라의 위치를 기준으로 다시 한번 외평 함으로서 파노라마 영상하는 방법이다.

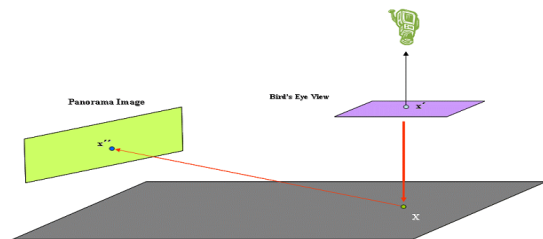


그림 4. Bird's Eye View를 이용한 파노라마 영상생성.

(그림 4)는 파노라마 영상생성의 단계를 보여준다. 여기에서 살펴보면 이전 단계에서 생성한 Bird's Eye View의 이미지 상의 점(x'')과 가상 카메라의 내부/외부 파라미터(K_v, E_v)를 알고 있다면, 수식 (3)을 이용해서 3차원 월드 상의 한 점(X)로 표현할 수 있다. 다음으로 3차원 월드 상의 점(X)을 후면 카메라(Camera B)의 영상평면으로 투영시키는 투영 행렬(P_2)을 구한다. 투영행렬 P_2 와 월드상의 점(X)을 알고 있을 때 수식(4)를 적용하면 파노라마 영상의 점(x''')을 얻을 수 있다.

$$X = E_v^{-1} * K_v^{-1} * x'' \quad (3)$$

$$x''' = P_2 * X \quad (4)$$

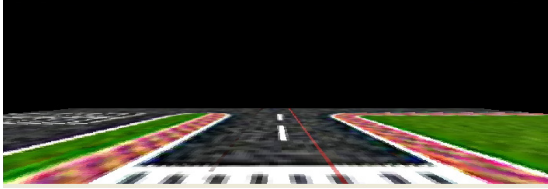


그림 5. Bird's Eye View로 생성한 파노라마 영상.

(그림 5)는 실제 통합된 Bird's Eye View를 다시 후방 카메라의 위치를 기준으로 3D 외평하여 얻은 파노라마 영상이다. 하지만, 현재 상태에서는 뒷배경이 존재하지 않는 문제점을 가진다. 이 문제를 해결하기 위해서 각 카메라에서 입력으로 받은 초기의 영상을 변환하여 단순정합을 수행한 결과로부터 뒷 배경만을 추출해서 우리가 생성한 파노라마 영상의 뒷 배경으로 사용하였다. (그림 6)은 정합된 이미지의 배경을 본 논문에서 생성한 파노라마 영상과 합성한 최종 결과 영상이다.



그림 6. 단순통합영상을 이용한 최종 파노라마 영상.

4. 다양한 환경에서의 시뮬레이션

앞서 살펴본 파노라마 영상생성 방법을 이용해서 보다 다양한 환경에서 제시된 방법이 어떠한 문제점을 가지는지 실험을 통해 알아보고, 이를 통해 이러한 문제를 해결할 수 있는 더 나은 파노라마 생성방법을 모색하고자 한다.

4.1 후방 차량 존재

지금까지는 차량의 후방에 물체가 존재하지 않는다는 가정하에서 실험했다. 하지만 차량의 후방에 물체가 존재하지 않는 경우는 아주 드문 경우이다. 특히나 주행중인 차량의 후방에는 항상 다른 차량이 존재하게 된다. 그렇다면 주행중에 후방에 다른 차량이 존재할 경우에는 어떤 결과를 보여줄 것인지 알아보자.



그림 7. 후방 영상에 차량이 존재할 경우 결과 영상.

(그림 7)은 후방 카메라에서 획득된 영상에 차량이 존재할 경우의 실험결과이다. 후방에 차량이 존재할 경우 역시 파노라마 영상은 큰 문제없이 좋은 결과를 보여주었다. 하지만, 기존에 차량이 존재하지 않았을 때는 알 수 없었던 후방 차량의 왜곡이 눈에 띄는 문제점을 보인다.

4.2 좌/우측 차량 존재

주행 중에는 후방에 차량이 존재하는 경우만 존재하는 것은 아니다. 그 외에도 차량의 좌측 혹은 우측의 사각지대에 차량이 존재하는 경우가 흔히 발생한다. 차량의 좌측과 우측에 차량이 존재할 경우 현재의 파노라마 영상 생성 방법은 어떤 문제를 가지고, 그 해결책은 어떤 것이 있는지 살펴보자.

4.2.1 후방 카메라의 위치에서 파노라마 생성

앞선 단계에서 제시된 파노라마 영상생성 알고리즘은 후방 카메라의 위치에서 파노라마 영상을 생성하고 있다. 이 기존의 방법은 차량의 좌/우측에 다른 차량이 존재하는 경우 우리가 생각지 못한 문제점을 알고리즘이 가지고 있음을 보여준다. 아래 그림을 살펴보자.

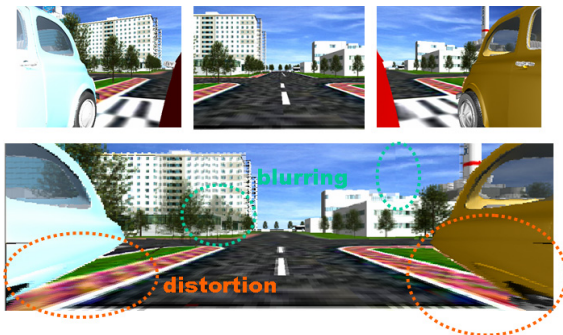


그림 8. 좌/우측 영상에 차량이 존재하는 경우 결과 영상.

(그림 8)은 주행중인 운전자의 차량 좌측과 우측에 또다른 차량이 존재할 경우에 기존의 알고리즘으로 생성된 파노라마 영상을 보여준다. 생성된 파노라마 영상에는 좌/우측에서 접근한 차량이 상당히 왜곡되어 표시된다. 이 결과는 우리의 파노라마 영상생성 알고리즘이 가지고 있는 결점을 보여준다. 그것은 현재의 알고리즘으로 생성한 파노라마 영상이 좌/우측의 사각지대를 제대로 표현하지 못한다는 것이다. 이러한 문제가 생기는 이유는 파노라마 영상을 생성하는 가상 카메라의 위치가 후방 카메라와 동일해서 차량 좌/우측에 존재하는 영역이 후방카메라의 시야각을 벗어나기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 파노라마 영상이 생성되는 시점이 변경되어야 한다.

4.2.2 가상 카메라의 위치 변경

파노라마 영상을 생성하는 가상 카메라의 위치가 문제가 된다는 것을 우리는 앞단의 실험을 통해 확인할 수 있었다. 이 문제를 해결하기 위해서는 파노라마 영상을 생성하는 가상 카메라의 위치를 측면 카메라의 위치까지 차량의 앞쪽으로 이동시켜야 한다.

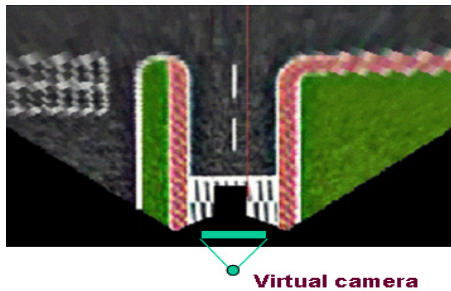


그림 9. 이동된 가상 카메라의 위치.

(그림 9)는 개선된 가상 카메라의 위치를 나타낸다. 기존의 가상 카메라는 차량의 후방 카메라와 일치시켜서 홀이 없는 영상을 생성하였지만, 그로 인해 차량의 좌/우측 영상에서 획득되는 정보를 잃어버렸다. 새로운 가상 카메라의 위치에서 생성된 파노라마 영상은 앞선 문제는 해결하지만, 운전자의 차량위치에 홀이 생긴다.



그림 10. 가상 카메라가 이동된 경우의 결과 영상.

(그림 10)은 차량의 전방으로 이동된 가상 카메라의 위치에서 생성한 파노라마 영상을 보여준다. 차량의 좌/우측에 존재하는 접근 중인 다른 차량의 모습이 보다 왜곡이 적은 형태로 사용자에게 자연스럽게 보여짐을 볼 수 있다. 하지만 이 경우 영상이 존재하지 않는 영역이 존재하게 된다. 특히 가운데 부분은 운전자의 차량이 존재하던 위치이므로 이 부분의 영상이 존재하지 않아 이 부분을 메우지 못한다. 이 문제를 효율적으로 해결하기 위한 방법이 요구된다.

4.3 좌, 우측 카메라 기울이기

앞선 시뮬레이션에서 차량의 좌우측에 존재하는 사각지대를 표현하는 문제를 소홀히 다루고 있음을 알 수 있었다. 그러므로 차량의 좌/우측의 사각지대를 좀더 효율적으로 표현하기 위해서 카메라의 방향을 조금 바꾸어 시뮬레이션 해보았다. 실제 운전중에는 운전자의 차량과 가까운 좌우측의 영상이 상당히 중요한 정보를 운전자에게 제공하고 있으므로, 우리는 좌/우측 카메라를 아랫방향으로 20도 기울였다. 이런 경우 보다 많은 가까운 좌/우측 정보를 획득할 수 있었다. 실제 좀 더 멀리 떨어진 곳의 정보는 후방 카메라에서 획득 가능하고 어느 정도까지는 좌우측 카메라에서 확인할 수 있기 때문에 다른 부분에서 손해를 보더라도 좌/우측 카메라를 기울여서 시뮬레이션 한다.

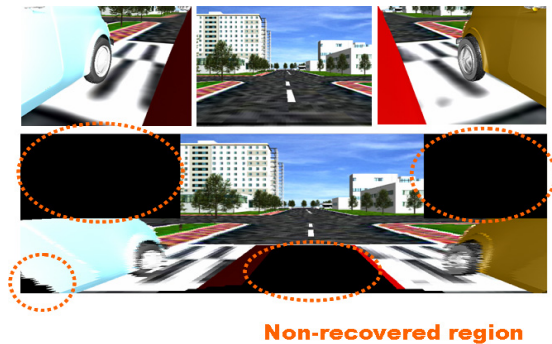


그림 11. 좌/우 카메라 하향 20도 기울어진 경우 결과 영상.

(그림 11)은 기울어진 좌/우측 카메라에서 획득된 영상과 후방 카메라 영상을 입력으로 사용하고, 좌/우측 영상을 보다 확실하게 표현하기 위해서 가상 카메라의 위치를 차량의 앞쪽으로 이동시킨 상태에서 획득한 파노라마 영상이다.

좌/우측 차량에 대해서는 정확하고 보다 많은 정보를 획득할 수 있었지만, 운전자의 차량 위치 외에도 좌우측의 배경을 얻을 수 없는 문제가 생겼다. 비어있는 부분들이 사각지대를 해결해주는 중요한 부분은 아니지만, 비어있는 부분이 많아짐으로서 운전자의 영상에 대한 몰입감이 떨어지게 되고, 운전자로 하여금 문제가 생긴 것으로 비춰질 가능성이 높다.

4.4 광각 카메라의 적용

다음으로, 다수의 차량에 사각지대를 해결하기 위해 장착되고 있는 광각 카메라를 후방 카메라로 사용하는 경우에 대해서 살펴보자. 광각 카메라는 시야각이 넓어서 일반 카메라로 볼 수 없는 부분까지 보여줄 수 있다는 장점을 가진다. 하지만, 그로 인해 정해진 해상도의 영상에 넓은 영역의 영상을 담으려고 하다보니 영상의 해상도가 떨어지고 획득된 영상의 왜곡이 심하게 나타나는 단점을 가진다. 후방 카메라를 광각 카메라로 교체하였을 경우 넓은 시야각으로 인해 더 많은 차량 후방 정보를 획득하는 할 수 있는 잇점을 얻을 수 있다. 앞서 시뮬레이션 한 경우와 같이 차량의 좌/우측 카메라가 후방 정보 획득에 구애받지 않고 좀 더 차량의 좌/우측 정보 획득에만 충실하도록 설계하는데 도움을 줄 수 있다.

광각 카메라로부터 얻어진 영상을 사용하기 위해서는 영상의 왜곡을 보정하는 작업이 우선적으로 진행되어야 한다. 왜곡을 보정하는 방법엔 크게 non-metric한 방법과 metric한 방법이 존재한다. 우리의 목적은 간단하고 빠르게 왜곡을 보정시키는 것이므로 렌즈의 곡면을 구면으로 가정하고 non-metric한 방법으로 간단하고 빠르게 왜곡을 보정한다 [10].

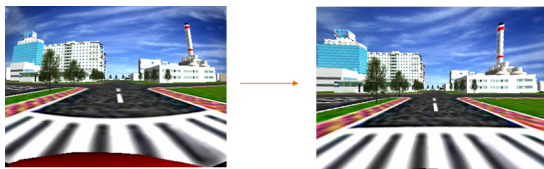


그림 12. 시야각이 120도인 왜곡 영상과 왜곡이 보정된 영상.

(그림 12)는 시야각이 120도인 광각 카메라로 획득된 왜곡영상을 non-metric한 방법으로 보정한 영상이다. 보정된

영상과 좌/우측의 카메라에서 얻어진 영상을 입력으로 사용하여 앞서 제안한 알고리즘을 이용해서 파노라마 영상을 생성한다.



그림 13. 왜곡이 보정된 영상을 사용하여 얻은 결과 영상.

(그림 13)은 광각 카메라로 얻은 영상을 보정한 영상으로 만든 파노라마 영상이다. 여기서는 광각 카메라로부터 얻어진 영상의 효용성을 보기 위해 배경은 보정된 영상의 것을 사용하였다. 이 경우 배경의 좌/우측에 왜곡이 보정되면서 건물의 모양이 일그러지는 것을 볼 수 있다. 이것은 광각 카메라의 특성상 영상의 끝부분으로 갈수록 왜곡이 심해지기 때문에 나타나는 현상이다. 하지만, 광각 카메라의 영상을 배경으로 사용함으로써 좌/우측 카메라가 다른 정보들을 획득하기 위해 좀 더 자유롭게 사용될 수 있다.

5. 결론

본 논문에서 운전자의 사각지대를 제거하기 위한 영상생성 방법을 살펴보았다. 파노라마 영상을 생성하는 방법은 와핑을 통해 각 영상에 대해 Bird's Eye View를 생성하고, 이것을 통합한 뒤 다시 후방 카메라의 시점으로 와핑해서 파노라마 영상을 생성한다. 제안하는 방법은 임의의 위치에 존재하는 카메라로부터 얻어진 영상에서 파노라마 영상을 수월하게 얻어낼 수 있는 방법이지만, 뒷 배경이 사라진다는 문제점을 가진다. 따라서 우리는 이 부분을 단순히 뒷 배경을 정합시켜서 해결하는 방법을 사용하고 있다. 일반적인 경우의 파노라마 영상생성 방법이 아닌 좀 더 자유로운 환경에서의 파노라마 영상 생성 방법이므로 그만큼 많은 문제점들을 가진다. 이러한 문제점들을 사례별로 명확하게 살펴보기 위해서 다양한 환경하에서 여러 가지 실험을 수행해 보았다. 이를 통해서 현재의 방법으로는 후방의 물체가 왜곡되거나 영상에 큰 홀이 생기는 문제가 좀더 확실하게 확인될 수 있었다. 향후 이러한 문제를 개선하기 위한 현재의 파노라마 생성방법의 개선 및 새로운 아이디어를 이용한 파노라마 영상 생성방법을 연구할 것이다. 더욱이 현재의 경우엔 카메라 보정작업이 완전히 수행되었다는 가정하에 실험을 하고 있다. 그 이유는 일반적인 다중 카메라 보정[11]에서와는 달

리 여기서 사용하는 3대의 카메라는 모두 하나의 지점을 향하고 있지 않다. 따라서 카메라 보정작업 역시 기존의 방법과는 다른 새로운 방법으로 연구되어야 한다. 향후엔 이러한 연구들을 추가적으로 수행할 것이다.

감사의 글

본 논문은 부품소재개발사업 VISS(영상기반 지능형 조향장치)의 개발에 참여중인 (주)만도의 과제인 ‘반자동 주차 모듈개발’의 위탁과제로 진행중이다.

참고문헌

[1] 자동차부품연구원, “최신 자동차 기술동향 보고서,” <http://www.katech.re.kr/asp/trend.asp>.

[2] R. Andrew Hicks and Ronald K. Perline, "Blind-spot problem for motor vehicles," *Applied Optics*, Vol. 44, No. 19, pp. 3893-3897, 2005.

[3] Ford Interim Summer 98, <http://www.hitl.washington.edu/publications/r-98-25>.

[4] Ford's CamCar Technology Eliminates 'blind spots', <http://www.autoworld.com/apps/news/FullS>

-tory.asp?id=409.

[5] The "Mechatronic" car - Operating the Z22, <http://www.bmwworld.com/models/concepts/z22.htm>.

[6] PanoramicVision™ System, <http://www.donnely.com/products/exteriorvisionsystems/panoramicvisionsystem.asp>.

[7] S. Nayar, "Catadioptric omnidirectional cameras," In *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp.482-488, 1997.

[8] Richard Szeliski and Heung-Yeung Shum, "Creating full view panoramic image mosaics and environment maps," In *Proc. of SIGGRAPH*, pp 251-258, 1997.

[9] R. Hartley, A. Zisserman, "Multiple View Geometry in computer vision," CAMBRIDGE 2003.

[10] 신주홍, 남동환, 권기준, 정순기, "Ellipsoid를 이용한 어안 렌즈의 Non-metric 접근 왜곡 보정 기법", *HCI2005 학술대회논문집*, Vol. 14, No. 1, pp. 83-89, 2005.

[11] Ismail Oner Sebe, "Multi-Camera Calibration," *STMicroelectronics Technical Report*, 2002.