

Homography 알고리즘에서 화소값 선정에

따른 영상 품질의 비교

윤희돈* · 유영호* · 장시웅*

*동의대학교

Comparison of Image Quality according to Choice of Pixel Values in Homography Algorithm

Hee-Don Yoon* · Young-Ho Yu* · Si-Woong Jang*

*Dong-Eui University

E-mail : kiooge@lycos.co.kr, yhyu@pusan.ac.kr, swjang@deu.ac.kr

요 약

최근 다양하게 등장하고 있는 운전자를 위한 보조 장치 중 운전자의 주차를 위해 사용되는 장치들 중 하나인 차량용 카메라는 주로 차량 후방의 번호판 위에 주로 위치하여 운전자의 주차에 도움을 주는 역할에 사용이 되고 있다. 최근에는 이러한 카메라를 이용하여 전·후방 및 좌·우측을 모두 보여주기 위한 AVM(Around View Monitor) 시스템이 개발되었다. 그러나 다수의 카메라를 사용하는 AVM시스템에서 운전자에게 통합된 영상을 제공하기 위해서는 카메라의 방사왜곡보정과 호모그래피(Homography) 알고리즘을 통해 정합하는 과정이 필요하다. 본 논문에서는 호모그래피 과정에서 결과 영상의 품질을 개선하기 위한 방법을 제안한다. 또한, 제안하는 방법을 구현하여 기존의 8DOF(Degree of Freedom)을 사용한 방법과 결과 영상의 품질을 비교함으로써 개선된 영상을 제공할 수 있음을 제시한다.

키워드

왜곡 보정, 광각 카메라, Homography

1. 서 론

차량의 운전자에게 전·후방 및 좌·우측을 차량의 위에서 보는 것과 같은 화면으로 제공되는 AVM(Around View Monitoring)시스템에 사용되는 카메라는 차량에 고정된 광각 카메라를 이용한다. 그러나 고정되어진 광각 카메라를 사용하게 되면 영상이 둥글게 보이게 되는 방사 왜곡(radial distortion) 현상과 카메라의 고정으로 인해 물체나 사물이 기울어진 형태로 보이게 되는 현상이 발생한다. 사물이 기울어져 있는 영상을 호모그래피(Homography)방식을 사용하여 정면에서 바라보는 것과 같은 영상으로 운전자에게 제공할 수 있다.

기울어진 영상을 보정하는 호모그래피의 방식에는 서로 대응되는 4쌍의 점들을 통해 호모그래피 값을 구하는 8DOF(Degree of Freedom)과정이 주로 사용된다. 그러나 8DOF방식 중에서 영상 내부에서 선택한 4쌍의 점 내부의 영역의 평균값

을 이용한 호모그래피 영상에서는 선택한 영역 외부에서는 품질이 저하되는 현상이 발생하게 된다. 이러한 품질의 저하를 개선하기 위해 기존의 호모그래피 방식이 아닌 선택 영역의 전체 점을 이용하여 호모그래피 연산을 하여 선택한 영역의 외부 영상의 품질 저하 현상을 개선한다.

본 논문에서는 선택 영역의 평균값을 이용하는 호모그래피 알고리즘과 선택영역의 전체 점을 이용한 호모그래피 방식의 알고리즘을 구현한다. 제안하는 방식의 알고리즘은 선택 영역의 평균값을 이용하는 방식에서 발생하는 선택영역 외부의 품질 저하를 개선함으로써 광각 카메라를 사용하는 시스템에 보다 나은 품질의 영상을 제공할 수 있다.

2장에서는 왜곡 영상의 호모그래피 연산 과정에 대해 설명하고 3장에서는 선택 영역의 평균값을 이용한 방식의 알고리즘과 제안하는 선택 영역의 전체 점을 이용한 알고리즘의 구조 및 처리과정에 대해 설명한다. 4장에서는 결론을 서술한다.

II. 왜곡 영상의 호모그래피

광각 카메라를 이용하여 획득한 영상의 경우, 중심 부분보다 바깥쪽 부분이 등각에 휘어져 있는 형태의 방사 왜곡의 제거를 위해 OpenCV 기반의 왜곡 제거(undistortion) 알고리즘을 사용한다.[1]

왜곡 제거를 적용한 영상 내부에서 기울어진 건물이나 물체를 정면으로 바라보는 화면으로 투영하기 위해서 호모그래피 연산을 이용한다.

2.1 호모그래피 연산 과정

컴퓨터 비전에서 호모그래피는 하나의 평면을 다른 평면으로 옮기는 투영 변환을 의미하며, 영상 내부의 기울어진 물체나 건물을 다른 시각으로 보여주기 위해서 사용한다. 다음 그림은 호모그래피에 의해 객체 평면이 영상 평면으로 매핑(mapping)되는 모습을 나타내는 것이다.[1]

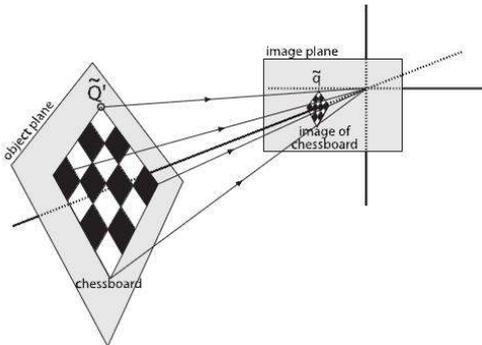


그림 1 호모그래피의 영상 평면 매핑 [1]

호모그래피를 통한 영상의 보정을 위해서 8 DOF(Degree of Freedom)을 사용한다. 이러한 8 DOF는 서로 대응되는 4쌍의 점을 통해 구할 수 있으나, 이 4쌍의 점들 중에서 동일 선상에 최소 3개의 점이 있으면 안된다는 전제조건이 존재한다. 서로 대응되는 4쌍의 점을 정의하기 위해 다음의 행렬식을 사용한다.

$$\begin{bmatrix} w\tilde{x}_i \\ w\tilde{y}_i \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} & H_{13} \\ H_{21} & H_{22} & H_{23} \\ H_{31} & H_{32} & H_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{bmatrix}$$

다음 수식의 h는 Least squares pseudoinverse 를 사용하여 해결이 가능하다.[3]

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 & -\tilde{x}_1 x_1 & -\tilde{x}_1 y_1 & -\tilde{x}_1 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 & -\tilde{y}_1 x_1 & -\tilde{y}_1 y_1 & -\tilde{y}_1 \\ \vdots & \vdots \\ x_N & y_N & 1 & 0 & 0 & 0 & -\tilde{x}_N x_N & -\tilde{x}_N y_N & -\tilde{x}_N \\ 0 & 0 & 0 & x_N & y_N & 1 & -\tilde{y}_N x_N & -\tilde{y}_N y_N & -\tilde{y}_N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H_{11} \\ H_{12} \\ H_{13} \\ H_{21} \\ H_{22} \\ H_{23} \\ H_{31} \\ H_{32} \\ H_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \leftrightarrow Ah = B$$

III. 선택영역의 전체 점을 이용한 호모그래피

선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피 알고리즘과 본 논문에서 제안하는 선택 영역의 전체 점을 이용한 호모그래피 알고리즘을 구현하여 영상의 품질을 비교함으로써 품질 향상을 검증한다.

본 논문에서 실험에 사용된 PC의 환경은 다음 표 1과 같다.

구성	환경
PC	CPU: Pentium Dual-Core E5500 (2.8GHz) RAM: 2GB OS: MS Windows XP
프레임 그래버	Model: PICOLO Tetra (4 channel) 제조사: EureSys
카메라	Model: FO-3000CN Pixels: 320K (656H×492V) Lens: 180° (D)×140° (H)×100° (V)
개발 언어	컴파일러: Visual C++ 2005 비전 Library: OpenCV Library 2.0

표 1. 시스템 사양

3.1 선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피

선택 영역의 평균값을 통한 호모그래피 연산 방식은 선택한 패턴 영역 내부에서 하나의 좌표에 대한 평균값을 구하여 호모그래피 연산을 수행한다. 다음 그림 2는 선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피 방식을 그래프 형식으로 나타낸 것이다.

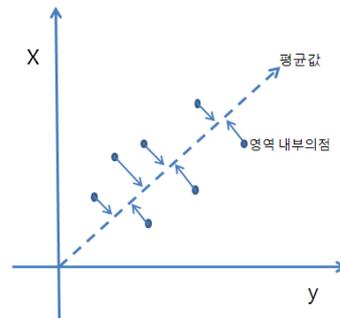


그림 2 평균값을 이용한 알고리즘의 그래프

선택 영역의 평균값을 이용할 경우 사각형의 패턴이 광각 카메라를 통해 사다리꼴의 형태나 평행사변형 모양의 도형으로 변형되어 보이게 되어 선택한 영역의 외부 부분의 점들의 근사값을 계산하게 된다. 이러한 현상으로 인해 선택 영역의 평균값을 이용하는 호모그래피의 경우 영상의 중앙 부분보다 외곽 부분의 영상이 흐리게 보이는 현상이 발생하게 된다.

이러한 현상을 알아보기 위해 건물 외부의 평지에서 차량의 전후방 및 좌우측에 카메라를

장착하고 바닥에는 가로와 세로의 길이가 각각 30cm로 되어있는 패턴을 두어 구현한 호모그래피 알고리즘을 이용하여 영상의 결과를 AVM시스템 형태의 영상으로 적용한다.

다음 그림 3은 위의 실험 방식으로 진행한 호모그래피 값을 이용하여 AVM시스템 형태의 영상으로 적용한 그림이다.

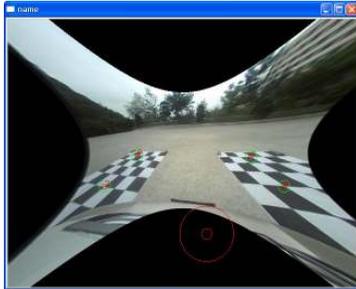


그림 3 선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피

그림 3의 결과와 같이 선택 영역의 평균값을 이용하여 호모그래피 값을 산출할 경우 영상의 외곽 부분의 결과 영상이 흐리게 보이거나 전후방 및 좌우측의 카메라 영상이 하나로 보이지 않게 되는 현상이 발생하게 된다.

3.2 선택 영역의 전체 점을 이용한 호모그래피

선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피의 결과 영상에서 보이는 영상의 흐릿함과 잘못된 매핑 현상을 줄이기 위해 선택한 영역의 전체 점을 이용하여 호모그래피 연산을 수행하는 방식의 알고리즘을 구현한다. 다음 그림 4는 선택 영역의 전체 점을 이용한 호모그래피 연산 방식의 알고리즘을 그래프 형태로 표현한 그림이다.

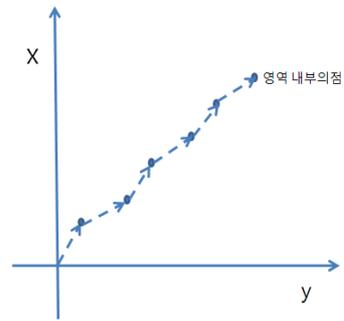


그림 4 전체 점을 이용한 호모그래피의 그래프

선택영역의 전체 점을 이용한 호모그래피의 경우 패턴의 영역을 선택하여 선택된 영역 내부의 전체 점을 모두 인식하여 패턴의 사각형 하나의 호모그래피 값을 모두 계산하는 형식을 이용하고 있다. 다음 그림 5는 평균값을 이용한 호모그래피 알고리즘에서 적용한 방식의 실험 방법을 동일하게 적용하여 결과영상을 산출하였다.

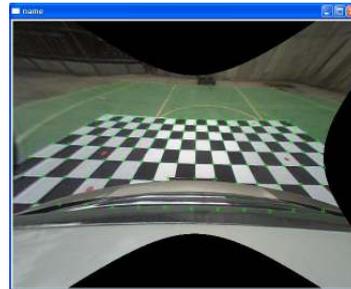


그림 5 선택 영역의 전체 점을 이용한 호모그래피

위와 같은 실험에 사용된 패턴과 차, PC의 사양을 동일하게 적용하여 실험을 한 결과 선택영역의 전체 점을 이용한 호모그래피 알고리즘의 경우 평균값을 이용한 호모그래피 알고리즘에서 발생하는 영상의 흐릿함과 다른 영상간의 어긋난 매핑과 같은 현상이 줄어든 현상을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 차량용 카메라와 같은 광각 카메라에서 발생하는 왜곡현상을 보정하는 방법 중의 하나인 호모그래피 연산에 대한 알고리즘을 두 가지 방법으로 구현하였다. 또한, 호모그래피 연산 중 선택 영역의 평균값을 이용한 호모그래피 연산의 품질도의 개선을 위해 선택 영역의 전체 점을 이용한 호모그래피 연산 방식을 적용하였으며 제안하는 호모그래피 연산 방식이 기존의 평균값을 이용한 호모그래피 알고리즘의 품질 보다 개선된 영상을 제공할 수 있다.

향후 연구에서는 제안하는 호모그래피 연산 방식의 품질뿐만 아니라 기존의 호모그래피 연산 과정보다 간단하고 높은 품질의 영상이 제공되도록 개선할 것이다.

Acknowledgement

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업(No.00042243)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] Gary Rost Bradski, Adrian Kaehler, "Learning OPENCV 제대로 배우기" 2010. 3
- [2] Camera Calibration and 3d Reconstruction "http://opencv.willowgarage.com/documentation/cpp/calib3d_camera_calibration_and_3d_reconstruction.html"
- [3] Homography blog "http://nimablog.thoth.kr/?mid=blog&document_srl=2439413"