

사영불변량을 리용한 기하학적이지러짐교정의 한가지 방법

최춘화, 김진욱

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《첨단돌파전을 힘있게 벌려야 나라의 과학기술전반을 빨리 발전시키고 지식경제의 토대를 구축해나갈수 있습니다.》

카메라의 위치와 회전각도에 따라 화상에는 기하학적이지러짐[1]이 존재하게 된다.

선행연구[2, 3]에서는 소멸점들로 선들의 평행성을 되살리는 호모그래피를 얻어 기하학적이지러짐을 교정하는 방법을 제안하였다. 그러나 이 방법은 소멸점들의 정확한 추정을 요구하며 수직선들의 기하학적관계를 고려하지 못하였다.

론문에서는 사영불변량인 교차비를 리용하여 수직선들의 기하학적관계를 고려하면서 교정을 진행하는 방법을 제안하였다.

1. 기하학적이지러짐교정방법

사영변환에서 많이 리용되는 기본불변량은 4개의 공선점들의 교차비이다.

한 직선에 놓이는 4개의 점들이 주어졌을 때 교차비는

$$\text{Cross}(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \tilde{x}_3, \tilde{x}_4) = \frac{|\tilde{x}_1 \tilde{x}_2| |\tilde{x}_3 \tilde{x}_4|}{|\tilde{x}_1 \tilde{x}_3| |\tilde{x}_2 \tilde{x}_4|} \quad (1)$$

로 표시된다. 여기서 $|\tilde{x}_i \tilde{x}_j|$ 은 두 점사이의 거리로서 다음과 같이 얻어진다.

$$|\tilde{x}_i \tilde{x}_j| = \det \begin{bmatrix} x_{i1} & x_{j1} \\ x_{i2} & x_{j2} \end{bmatrix}$$

여러 방향에 놓여진 카메라에 의해 1개의 평면을 투영한 경우 투영평면들에서 계산된 교차비는 일정하다.

론문에서는 교차비계산에 리용되는 4개의 점을 수직선들의 기하학적관계를 반영한 점들로 선택하여 기하학적이지러짐교정을 진행하였다.

두 사영평면화상을 그림 1에 보여주었다.

그림 1에서 $P(x, y)$ 는 기하학적이지러짐이 있는 룬곽선의 점이며 $P'(x', y')$ 는 기하학적이지러짐이 제거된 룬곽선의 점이다.

화상 1에서 룬곽선을 포함하는 직4각형의 정점 A, B, C, D 에 의하여 생기는 소멸점을 각각 v_x, v_y 라고 하자.

대각선의 사립점 E 와 소멸점들로 한직선에 놓이는 4개의 점들을 구성한다. 이 점들은 화상에서 평행성만이 아니라 수직성도 반영하며 사영불변량은 다음과 같다.

$$c_x = \frac{(x_1 y_2 - x_2 y_1)(x_3 y_4 - x_4 y_3)}{(x_1 y_3 - x_3 y_1)(x_2 y_4 - x_4 y_2)} \quad (2)$$

$$c_y = \frac{(x_4y_5 - x_5y_4)(x_6y_7 - x_7y_6)}{(x_4y_6 - x_6y_4)(x_5y_7 - x_7y_5)} \quad (3)$$

여기서 c_x, c_y 는 화상평면의 가로축과 세로축에 대응하는 사영불변량이다.

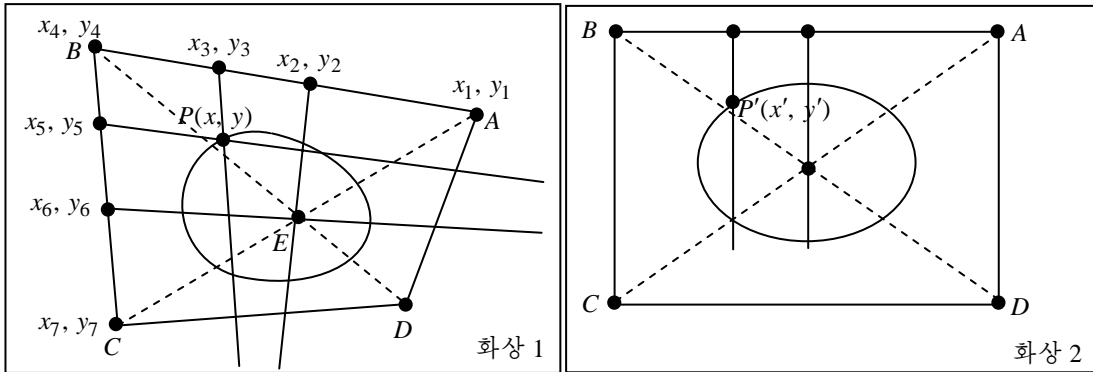


그림 1. 두 사영평면화상

기하학적이지러짐이 없는 화상 2에서 대응하는 점들에 대한 사영불변량은 직4각형의 너비와 높이가 $|AB|=l, |BC|=h$ 와 같이 표시될 때

$$c_x = \frac{x'}{l-x'}, c_y = \frac{y'}{h-y'} \quad (4)$$

이다.

그림 1의 두 화상에서 사영불변량들은 같으므로 교정점 $P'(x', y')$ 는 다음과 같이 표시된다.

$$x' = \frac{lc_x}{1+c_x}, y' = \frac{hc_y}{1+c_y} \quad (5)$$

론문에서 제안한 방법에 의한 기하학적이지러짐 교정단계는 다음과 같다.

- ① 기하학적이지러짐이 있는 입력화상에서 대상을 포함하는 직4각형영역으로 교정될 모서리점들을 선택한다.
- ② 직4각형영역의 너비와 높이를 설정한다.
- ③ 주목하는 대상의 임의의 점 $P(x, y)$ 에 대하여 가로축과 세로축에 대응하는 교차비를 계산하여 교정점 $P'(x', y')$ 를 결정한다.
- ④ 입력화상의 모든 화소점들에 대하여 ③을 반복하여 기하학적이지러짐이 제거된 화상을 얻는다.

2. 실험 및 결과분석

실험은 640×480 pixel의 모의화상과 실화상에 대하여 진행하였다.

모의화상을 그림 2에 보여주었다.

제안한 방법의 정확성평가를 위한 지표는 다음과 같다.

$$E_d = \sum_{i=1}^N \sqrt{(x_i - \hat{x}_i)^2 + (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (6)$$

여기서 (x_i, y_i) 는 이미 알고있는 기하학적이지러짐이 없는 점들의 자리표, (\hat{x}_i, \hat{y}_i) 은 교정된 점들의 자리표이며 N 은 격자모서리점의 개수이다.

모의화상들에 대하여 선행방법[3]과 제안한 방법으로 기하학적이지러짐교정을 진행하였다.

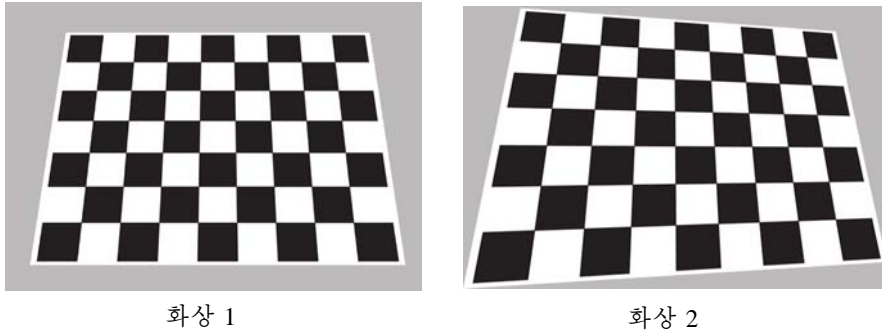


그림 2. 모의화상

기하학적이지러짐교정결과를 다음의 표에 보여주었다.

실험 화상	표. 기하학적이지러짐교정결과			
	선행방법[3]		제안한 방법	
	오차/pixel	각/°	오차/pixel	각/(°)
화상 1	1.2	89	0.7	90
화상 2	1.6	87	0.9	90

실화상에 대한 기하학적이지러짐교정결과를 그림 3에 보여주었다.



그림 3. 실화상에 대한 기하학적이지러짐교정결과

그림 3에서 가)는 실화상이고 나)는 교정결과화상이다.

실험으로부터 선행방법보다 논문에서 제안한 방법이 기하학적이지러짐교정결과가 더 개선되었다는것을 알수 있다.

맺 는 말

사영불변량을 리용하여 기하학적이지러짐을 교정하는 방법을 제안하고 실험을 통하여 그 효과성을 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] 최춘화 등; 컴퓨터시각처리, 김일성종합대학출판사, 90~98, 주체105(2016).
- [2] Jurgen Beyerer et al.; Machine Vision, Springer, 101~104, 2016.
- [3] Daniel Santana-Cedres et al.; Computer Vision and Image Understanding, 161, 1, 1, 2017.

주체108(2019)년 5월 5일 원고접수

A Method of Correcting Perspective Distortion Using Projective Invariant

Choe Chun Hwa, Kim Jin Ok

In this paper, we proposed the effective method of perspective correction using projective invariant-cross ratio.

Key words: cross ratio, projective invariant, geometrical correction