

# 정지영상에서의 Rolling Shutter 왜곡 현상 보정

\*조재진 \*\*박능수 +이성원

\*+광운대학교 \*\*건국대학교

\*ragaza@kw.ac.kr +swlee@kw.ac.kr

## Rolling Shutter Distortion Correction for Stop Motion Picture

\*Cho, Jae-jin \*\*Park, Neungsoo +Lee, Seong-Won

\*+Kwangwoon University \*\*Konkuk University

### 요약

최근 휴대기기들의 CMOS 영상 센서의 사용으로 Rolling shutter에 의한 왜곡현상이 발생하고 있다. 이러한 왜곡현상을 보정하기 위한 기존의 방법은 동영상에서의 움직임 정보만을 주로 이용하고 있다. 따라서 본 논문은 움직임 정보를 이용한 보정의 성능을 더욱 좋게 하기위하여 정지영상에서 Rolling Shutter 왜곡현상에 대한 추가적인 움직임 정보를 찾아내고 보정하는 알고리즘을 제안하고 있다.

### 1. 서론

최근 휴대기기들은 고급화 추세에 따라 저전력, 고품질의 가격 경쟁력 있는 영상센서 장착의 요구에 따라 높은 해상도와 낮은 소비전력, 낮은 가격을 가지는 CMOS(Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 영상센서에 대한 요구 증가하고 있다. CMOS 영상센서는 높은 해상도, 낮은 소비전력, SOC(System on Chip) 설계로 인한 시스템 크기 감소 등의 장점을 가지고 있으며, 메모리 및 로직칩과 생산 공정을 공유하여 저비용으로 생산이 가능하다. 이러한 장점 때문에 휴대전화, 웹캠, 캠코더, 디지털 카메라 등의 디지털 기기들에 많이 사용되고 있으며, 특히 디지털 카메라의 한 종류인 DSLR(Digital Single Lense Reflex) 분야에서는 CMOS 영상센서의 장점을 최대한 끌어올려 정지화상에 있어서는 기존 아날로그 방식의 기기들과 거의 대등한 성능을 보여주고 있다. 하지만, 이런 장점들을 가진 CMOS 영상센서이지만, 휴대폰 등의 소형기기에 사용되는 3T CMOS 영상센서는 Rolling Shutter 라는 비균일 셔터방식의 문제로 휴대환경에서의 고품질 영상에 대한 요구를 만족시키지 못하고 있다.

Rolling Shutter에 의해 발생하는 왜곡현상인 Skew, Wobble, Partial Exposure의 근본적인 해결방법은 Global Shutter방식이다. 하지만 소비전력과 가격이 동시에 상승하기 때문에 저전력, 저비용의 조건을 만족하는 Rolling Shutter 방식의 CMOS 영상센서를 사용하며 디지털 보정을 통하여 화질을 개선하는 방법이 연구되고 있다. [참고 문헌]

기존의 Rolling Shutter 보정 연구는 동영상에서의 시간정보 등을 이용한 보정방법 있지만, 본 논문에서는 정지영상에서도 왜곡보정을 위한 최대한의 정보를 얻어내기 위해서 Rolling Shutter 왜곡현상에 대하여 Vertical Line Correlation, Vertical Block Correlation 및 분석을 통해 왜곡 보정 정보를 찾아 왜곡현상을 보정하는 방법을 제안한다.

### 2. 본론

#### 가. CMOS(영상센서)에서의 Rolling Shutter

CMOS 영상센서는 각 픽셀에 몇 개의 CMOS Transistor가 집적되어 있는가에 따라 특성이 크게 달라지며, 3개의 Transistor를 가지

는 3T CMOS 센서는 상대적으로 높은 Fill Factor(픽셀크기 대비 광영역 비율)를 가지며 노출제어(Exposure Control)가 가능하다. 반면에 감도가 낮고, 구조상 축적된 전하의 위치 저장 공간이 거의 없기 때문에 그림 1.과 같이 센서의 일정 영역이 노출하는 동안 이미 지정시간 동안 노출을 끝낸 상위 영역을 읽어내는 방식인 Rolling Shutter 방식을 사용할 수밖에 없다.

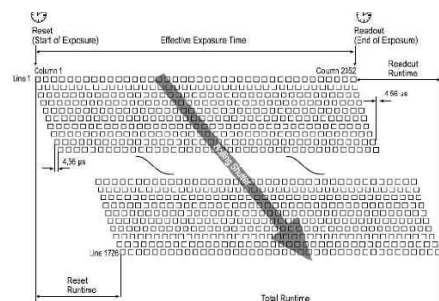


그림 1. CMOS 영상센서에서의 Rolling Shutter Scan 방법

#### 나. Rolling Shutter에 의한 왜곡현상

Rolling Shutter에 의한 왜곡현상은 Skew, Wobble, Partial Exposure 등으로 구분된다. Skew왜곡 현상은 실제 지면과 수직인 물체가 그림2.처럼 기울어져 있는 것같이 촬영되는 현상이다. 기울어짐의 방향은 CMOS 영상센서가 움직이는 방향에 따라 달라지며, Rolling Shutter 촬영 시 손떨림에 의한 촬영기기의 흔들림 또는 의도적 Panning 기법에 의한 촬영 등 센서를 특정 방향으로 움직이면서 얻은 영상에서 나타난다.

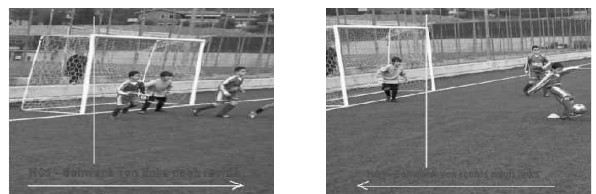


그림 2. Rolling Shutter 방식에 의한 Skew 왜곡영상

Wobble 왜곡 현상은 영상이 전체적으로 물결처럼 흔들리는 왜곡

을 보여주며 Skew에 의한 왜곡현상이 동영상으로 표현 되면서 나타나는 현상으로 볼 수 있다. Wobble의 경우 흔들림과 물체의 운동이 섞여 물체 자체가 왜곡 되므로 하나의 정지 영상에서는 보정하기 힘들다.

Rolling Shutter화면 스캔시 매 순간 다른 빛의 밝기차이로 발생하는 Partial Exposure는 밝고 어두운 부분이 차이가 나게 되며 이 또한 정지영상에서는 그림자와 차이를 구분하기 어렵다.

#### 다. 제안 알고리즘

Rolling Shutter에 의한 Skew 왜곡은 상하좌우의 떨림에 의해 나타나며 특히 상하의 흔들림은 수직선 왜곡에 대한 판단이 어렵기 때문에 좌우의 움직임에 의한 Skew 왜곡현상이 두드러진다. 이러한 왜곡현상의 특징을 이용하여 본 논문에서는 동영상에서의 시간정보 등을 이용한 보정이 아닌 정지영상에서 검출 할 수 있는 왜곡보정에 대한 최대한의 정보를 얻어내기 위해 Vertical Correlation, Block 분할 Vertical Correlation을 계산하고 결과값을 분석하여 왜곡현상을 보정하는 알고리즘을 제안한다.

### 3. 실험

본 논문에서는 Rolling Shutter 왜곡현상 중 가장 많이 나타나는 Skew 왜곡에 대한 분석과 보정을 우선으로 하여 실험을 진행 하였으며, Skew 현상에 대한 객관적인 실험 결과를 위해 Skew 현상을 임의로 추가한 영상을 이용하여 실험을 진행 하였다. 실험에 사용된 영상은 그림 3의 QVGA(320x240)크기 영상이다.

#### 가. Skew 왜곡 실험 영상

아래 그림 5의 Skew 왜곡 실험 영상은 그림 3의 실험 영상에 일정한 좌우의 흔들림을 추가한 영상이다. Sine 파 형태로 약 -10~10 픽셀 정도의 좌우 흔들림을 임의로 넣었다. 부화소 단위의 Interpolation은 3차 회선 보간법(Cubic Interpolation)을 이용하였다.



그림 3. 실험 영상



그림 4. Skew 왜곡 실험 영상

#### 나. Skew 왜곡 영상에 대한 Vertical Correlation

그림 5.의 Skew 왜곡 실험 영상의 흔들림의 정도를 파악하기 위하여 각 Line의 Vertical Correlation을 계산하였다. Rolling Shutter에 의해 좌우로 흔들린 픽셀이 10개를 넘었을 때는 촬영한 영상의 형태를 알아보기 힘든 상태 이므로 좌우 10픽셀까지(-10~10 Pixel) 계산 하였으며, Vertical Correlation 이 가장 높은 부분을 라인 보정을 위한 Pixel 값으로 적용하여 보정한다. Correlation은 계산량 감소를 위하여 SAD(Sum of Absolute Difference)을 사용하였다.

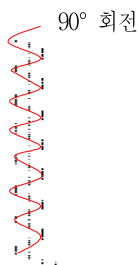


그림 5. Line Vertical Correlation Value Pattern 및 Pixel 보정결과

#### 다. 물체 움직임이 있는 정지 영상에서의 보정

위 방법은 전체 영상의 흔들림은 검출 할 수 있으나 영상 내부의 물체 움직임에 대한 고려가 전혀 없다. 모션에 대한 보정을 적용하기 위해서 8pixel 크기로 영상을 분할한 뒤 위 실험과 같은 Vertical Correlation을 계산한 하였다. 8 Block 분할 Vertical Correlation 계산 결과를 보면 각 구분 영역은 대부분 비슷한 경향치를 가지게 된다. 그러나 영상의 한 부분에 센서와 다른 움직임이 있는 경우 그 부분은 나머지 분할영역들과는 다른 경향치를 보이게 된다.

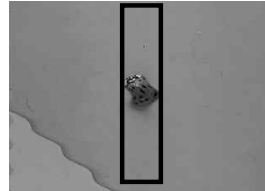


그림 6. 움직임 검출 실험 영상

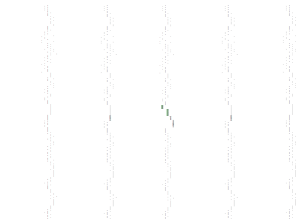


그림 7. 8pixel Line Vertical Correlation Value Group (18,19,20,21,22 Group Pattern)



그림 8 Pixel 보정결과

전혀 다른 경향치를 가지는 부분은 센서와 다른 움직임을 가지는 부분이며, 이 부분을 제외한 나머지 영역의 경향치는 비슷한 수치를 가지기 때문에 경향치의 선택은 전체 경향치의 평균에 가장 가까운 경향치를 선택하여 보정한다.

### 4. 결론

Rolling Shutter의 가장 큰 왜곡인 Skew는 Vertical Correlation을 통하여 배경의 움직임을 보정할 수 있었으며, 영상내의 물체의 움직임에 대한 보상을 고려하여 8pixel 분할 Vertical Correlation을 이용하였다. Vertical Correlation을 이용한 Pixel 보정은 배경에 대한 보정에서 만족스러운 결과를 보여주며 8Pixel Line Vertical Correlation 보정은 움직임 영역에 대한 특정 경향치를 확인 할 수 있었다.

### Acknowledgement

본 논문은 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단(2009-0069382, 2009-0088064)및 지식경제부가 지원하는 국가 반도체 연구개발사업인 시스템 집적 반도체 기반기술 개발사업(SystemIC 2010)의 지원에 의해 연구되었음

### 참고문헌

[1] O. Ait-Aider and A. Bartoli, "Kinematics from lines in a single rolling shutter image", In Proc. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, 2007  
 [2] M. Wany and G. P. Israel, "CMOS image sensor with NMOS-only global shutter and enhanced responsivity" IEEE Transactions on Electronic Devices, 2006