

# Wide Dynamic Range를 얻기 위한 이미지 촬상 장치의 Integration Time Control에 관한 연구

\*엄규희, 이상진, 임나리, 최병선  
삼성전자 DM연구소 DTV 요소기술Lab.  
e-mail : *ice.um@samsung.com, leesangjin@samsung.com,*  
*nari.im@samsung.com, goodsun@samsung.com*

## Study about Integration Time Control for Wide Dynamic Range in Image Capture Device

\*Kyu-Hoi UM, Sang-Jin Lee, Nari Im, Byung-Sun Choi  
DTV Essential Technology Lab.  
DM R&D Center Samsung Electronics

### Abstract

영상 신호에서 Dynamic Range는 이미지가 포함하고 있는 휘도의 최소 레벨과 최대 레벨의 비이다. 이미지 촬상 장치가 표현할 수 있는 Dynamic Range는 한정되어 있기 때문에 한정된 범위를 벗어나는 영역에 대해서는 이미지의 왜곡 혹은 손실이 발생한다.

본 논문에서는 Line별로 다른 Integration Time을 적용하는 방법으로 영상의 계조 표현 범위를 넓게 향상시켜 Wide Dynamic Range를 갖는 영상을 얻는 방법을 기술한다.

### I. 서론

이미지 촬상 장치에서 이미지 센서는 렌즈를 통과한 빛을 일정시간 동안 축적한 후에 전기적인 신호로 변환하여 출력으로 내보내주는 동작을 한다. 이때 빛을 축적하고 있는 시간을 Integration Time(광 집적시간) 혹은 Exposure Time이라고 한다.

일반적으로 Integration Time을 짧게 하면 집적된 빛의 양이 적어지게 되므로 밝은 부분의 계조 표현력이 풍부해 지고, 반대로 Integration Time을 길게 하면 집적되는 빛의 양도 증가하여 어두운 부분의 계조

표현력이 풍부해 진다. 이러한 특성들은 Wide Dynamic Range를 얻는 과정에서 매우 유용한 정보로 이용되고 있다.

### II. 본론

#### 2.1 Integration Time과 Dynamic Range

이미지 촬상 장치가 표현할 수 있는 한정된 Dynamic Range로는 눈에 보이는 자연계의 모든 계조 표현 범위를 표현할 수 없다. 그림 1.(a)는 Long Integration Time으로 촬영한 영상으로써 어두운 영역의 계조 표현력은 풍부하지만, 밝은 영역은 Saturation 되어 계조 표현 범위를 벗어난 것을 볼 수 있다. 그림 1.(b)는 Short Integration Time으로 촬영한 이미지로써 밝은 영역의 계조 표현력은 풍부지만, 어두운 영역의 계조 표현력은 부족한 것을 볼 수 있다.



그림 1.(a)

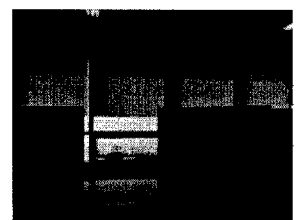


그림 1.(b)

이와 같이 Integration Time의 제어에 따라 어두운 부분의 계조 표현력이 풍부한 Dynamic Range를 얻을 수도 있고, 반대로 밝은 부분의 계조 표현력이 풍부한 Dynamic Range를 얻는 것이 가능하다.[1] Wide Dynamic Range를 얻는 방법은 기본적으로 동일한 영상에 대해 Dynamic Range의 특성이 다른 영상 데이터를 적절하게 Interpolation 하는 과정을 포함하며, 그림 2와 같이 Field별로 각기 다른 Integration Time으로 촬영한 후 첫 번째 Field와 두 번째 Field를 Interpolation하는 방법이 널리 쓰이고 있다.

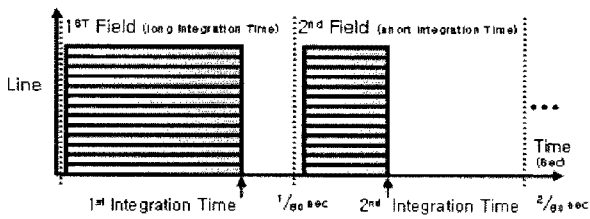


그림 2.

### 2.2 Line별 Integration Time 제어 기법

그림 2와 같이 Field 별로 Integration Time을 Control하는 방법(이하 FITC)은 촬영시점에 따라 Integration Time을 다르게 조절함으로써 Motion Blur에 취약하고 Frame Rate이 떨어지는 문제점을 갖게 된다.

그림 3(a)는 Wide Dynamic Range의 이미지를 얻기 위해 본 논문에서 제안하는 방법으로, Line 별로 Integration Time을 다르게 Control하는 방법(이하 LITC)의 예시이다. 이와 같은 Integration Time Control 방법은 같은 촬영시점에서 Short Integration Time으로 촬영한 Line과 Long Integration Time으로 촬영한 Line을 한 Field안에 담아 낼 수 있게 된다. 즉, 어두운 부분의 계조 표현력이 풍부한 Line과 밝은 부분의 계조 표현력이 풍부한 Line을 동시에 얻을 수 있다. LITC로 촬영한 이미지는 Dynamic Range의 특성이 다른 영상 데이터를 동 시간에 얻게 되므로 FITC에 비해 Motion Blur 현상이 적고, Frame Rate을 그대로 유지 할 수 있게 된다. 그림 3(b)는 그림 3(a)의 방법으로 얻어진 출력 이미지이다.

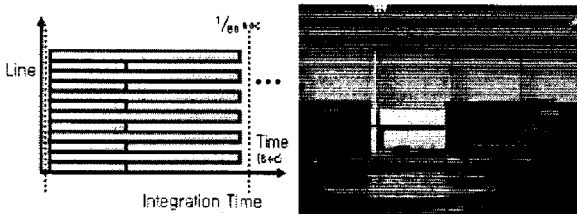


그림 3.(a)

그림 3.(b)

### 2.3 Interpolation을 통한 WDR 영상 합성

그림 3.(b)의 출력 이미지에서는 Line에 따라 집적된 광량이 다르기 때문에 Line Flicker 현상이 나타나게 되며, 이를 해결하기 위하여 Interpolation과정을 포함하여야 한다.[2] 그림 4는 Line Integration Time을 제어하는 방법으로 얻어진 그림 3.(b)의 출력 이미지에 Spatial 방향성의 Interpolation으로 구현된 Wide Dynamic Range를 갖는 결과 이미지이다. 그림 1.(a)에서 Saturation되어 버린 밝은 부분의 Detail과 그림 1.(b)에서 보이지 않던 어두운 부분의 Detail을 한 장의 이미지에서 모두 볼 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 하지만 Line간 Interpolation의 과정에서 결과 이미지는 원본 이미지 대비 Vertical Resolution이 저하되게 된다.

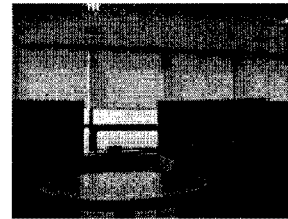


그림 4.

## III. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 Line별로 Integration Time을 제어하여 촬영하는 방법(LITC)은 Motion Blur가 적은 Wide Dynamic Range이미지를 얻을 수 있다는 장점과 더불어, Interpolation 과정에서 기존의 Field 단위의 Interpolation보다 연산이 간단해 지고, 메모리 등의 리소스를 적게 사용한다는 점 등 여러 측면에서 상당한 장점을 갖는다.

이미지를 Interpolation하는 과정에서 원본 이미지 대비 저하된 Vertical Resolution을 보상해줄 수 있는 적절한 알고리즘[3]을 개발한다면 그 응용범위가 점차 확대 되어질 것으로 예상된다.

### 참고문헌

- [1] 米本 和也, CCD/CMOS 이미지·센서의基礎と應用, CQ出版株式會社, 2003, pp.146-151
- [2] BOAZ PORAT, A Course in Digital Signal Processing, JOHN WILEY & SONS, INC. 1997
- [3] William K. Pratt, DIGITAL IMAGE PROCESSING, JOHN WILEY & SONS, INC. 2001, pp.243-398