

# 뉴럴 네트워크를 이용한 WDR 카메라 자동 노출 제어

## Automatic Exposure Time Control of WDR Camera Adapting Neural Network

尹世煥\* · 金鎮憲\*\*  
(Se-Hwan Yun · Jin-Hun Kim)

**Abstract** - WDR(Wide Dynamic Range) camera has been recently introduced to provide good detailed information for the extremely dark or white area. The double shuttering camera acquires two pictures with different exposure time for the same scenes so that each image has its unique information as for the bright/dark area. Those images are combined internally to produce an image with enough details. This paper proposes a NN based method to control the exposure time of the WDR camera. Our goal is to develop a method to automatically control the exposure time like human decision. A neural model is trained to determine to increase/decrease shutter time for the given situation. The ability to adapt to unknown situation is shown for the sample cases.

**Key Words** : 노출제어, WDR 카메라, 영상합성

### 1. 서 론

카메라가 영상을 취득하는데 있어 가장 중요한 요소 중 하나는 노출 시간이다. 노출 시간을 제어 한다는 것은 카메라에 들어오는 광량을 조절하여 원하는 영상을 얻는다는 것이다. 그러나 단일 셔터로는 어떠한 광량을 선택하더라도 영상 정보를 잃는 부분이 생기게 된다. 즉, 고조도 일 때 어두운 부분은 밝게 보이나 밝은 부분은 세추레이션 되어 영상 정보를 상실하게 된다. 반대로 저조도 일 때 세추레이션 영역은 영상이 살아나지만 어두운 부분은 영상 정보가 없어진다.

다중 셔터로 구현된 WDR(Wide Dynamic Range) 카메라는 동시에 고조도 영상과 저조도 영상을 얻을 수 있다. 이러한 다중 셔터의 특징을 이용하면 서로 다른 노출시간으로 얻어진 영상을 합성 가능하다. 영상 합성의 목적은 고조도와 저조도에서 서로 영상 정보가 없던 부분을 보충 할 수 있다는 데 있다. 그러므로 영상 합성은 영상 정보를 최대화 하게 된다. 본제는 영상 정보를 최대화하기 위한 가장 적절한 다중 셔터 노출시간을 제어하는 기준과 제어 방법이다.

본 논문에서는 영상의 특징을 뉴럴 네트워크를 통해 컴퓨터가 학습하여 최종 단에서 노출시간을 제어하는 방안을 제시 하였다. 노출시간을 조절하면서 보기에 적절하다고 판단 되는 영상과 조절이 필요한 영상의 샘플을 취득하여 영상간의 연계성을 고려한 제어를 하였다.

### 2. 뉴럴 네트워크의 구성

본 논문에서는 차례로 단일 노출 제어와 다중 노출 제어를 기술하고자 한다. 두 제어 방법은 영상의 휘도량에 연계한 특징 추출 방법을 사용하고 있어 유사한 맥락을 갖고 있다.

#### 2.1 단일 노출 제어

먼저 일회의 노출을 시행하는 경우를 생각해 보자. 이 경우 단일 영상으로부터 계조 영상의 휘도 히스토그램을 취득한다. 영상의 휘도량에 따라 다양한 히스토그램이 형성 되는데 크게는 그림 1과 같은 세 가지 분류로 나눌 수 있다. 그림 1의 (가)는 전체적인 휘도량이 적기 때문에 저조도 상태인 영상이고, (다)는 가장 밝은 영상인 고조도 상태이다. (나)는 (가)와 (다)의 중간 휘도 영상이다.

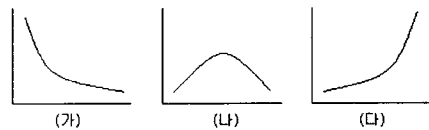


그림 1 휘도량에 따른 히스토그램

이러한 히스토그램에서 휘도 값 0 ~ 30 사이, 30 ~ 225 사이, 그리고 225 ~ 255 사이의 화소 분포량을 각각 전체 화소수로 나누어 정규화 된 값을 취한다. 이 세 개의 정규화 값을 뉴럴의 입력 단으로 선정하였다. 그림 2와 같이 휘도량에 따른 영상의 특징은 세 구간에서 잘 나타난다.

\* 學生會員 : 西京大學 컴퓨터 工學科 學士課程

\*\* 正 會 員 : 西京大學 컴퓨터 工學科 副教授 · 工博

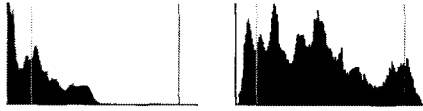


그림 2 그림 1의 (가), (나)의 히스토그램

출력 단은 노출시간 제어부로 네 가지 제어 방법을 선택하였다. 우선 카메라가 취할 수 있는 최저/최대 노출시간을 10등분하여 10장의 사진을 동일한 위치에서 촬영한다. 가장 어두운 사진부터 가장 밝은 사진을 나열 했을 때 1 ~ 10 까지 패턴이 된다. 어두운 사진(1, 2), 조금 어두운 사진(3, 4, 5), 조금 밝은 사진(6, 7, 8), 밝은 사진(9, 10)의 네 가지로 분류가 가능하며 패턴이 결정 되면 표 1과 같은 제어 방법을 취하게 된다.

패턴 1, 2, 9, 10과 같이 휘도성분이 극명하게 크거나 작은 경우는 노출 시간 제어속도를 빠르게 하여 신속히 적절한 노출시간에 위치하게 하는 효과를 볼 수 있다.

표 1 영상 분류에 따른 노출 시간 제어 ( $\beta > 1$ )

패턴(사진)	제어 방법
1 2	노출 시간 $\beta$ 배 빠르게 늘림
3 4 5	노출 시간 1배 빠르게 늘림
6 7 8	노출 시간 1배 빠르게 줄임
9 10	노출 시간 $\beta$ 배 빠르게 줄임

## 2.2 다중 노출 제어

다중 노출 시에는 동시에 두 개의 노출 시간을 제어해야 한다. 그러므로 두 영상의 휘도량에 연계한 특징추출이 필요하다. 기본적인 뉴럴의 입력 단은 단일 노출의 경우와 동일하게 두 영상의 히스토그램 분포량의 정규화 된 값 3개씩 6개다.

두 계조 영상에서 두 영상의 동일 좌표에 해당하는 화소 값의 차를 절대 값으로 취하면 그림 3과 같은 히스토그램을 얻을 수 있다. 그림 3의 (가)는 두 영상의 휘도차가 큰 상태이고, (나)는 휘도차가 거의 없는 상태다.

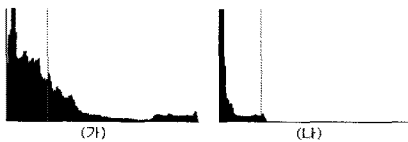


그림 3 두 영상의 동일 좌표 화소값 차를 절대값 취한 히스토그램

이 히스토그램에서 휘도값 0 ~ 50 사이, 50 ~ 255 사이의 화소 분포량을 각각 전체 화소수로 나누어 정규화 된 값을 취한다. 이 두 개의 정규화 된 값을 추가적인 입력 단으로 선정하였다. 그러므로 총 8개의 데이터가 다중 노출의 입력 값으로 사용된다. 두 영상의 휘도량 차의 특징은 그림 3과 같이 두 구간에서 잘 나타난다.

단일 노출과 마찬가지로 다중 노출의 출력 단은 노출시간

의 제어 방법이 된다. 단, 동시에 두 셔터의 노출시간을 제어해야 한다. 동시에 두 셔터를 제어하는 기준은 두 영상의 휘도량을 보고 판단하는 것이다. 영상 샘플은 두 셔터의 노출 시간을 벌려야 하는 패턴과 줄여야 하는 패턴에서 취득한다.

두 셔터의 노출시간 게이지를 각각 A, B라 하고 A는 저조도 영상을 취하는 게이지, B는 고조도 영상을 취하는 게이지라 할 때 그림 4와 같은 패턴을 선정할 수 있다. 게이지의 좌측 방향은 노출 시간을 감소시키고, 우측 방향은 노출 시간을 증가시킨다고 가정한다.

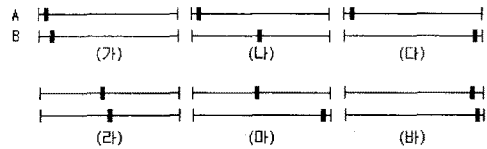


그림 4 다중 셔터의 노출시간 게이지 패턴

두 영상으로부터 그림 3의 (가)와 같은 히스토그램 분포가 형성이 된다면 대체로 노출 시간 게이지는 그림 4의 (나), (다), (마)와 유사할 것이며, 노출 시간 게이지를 줄이는 제어가 필요하다. 그림 3의 (나)의 경우는 그림 4의 (가), (라), (바) 모두 해당되며, 노출 시간 게이지를 벌리는 제어가 필요하다. 셔터 A, B의 노출 시간을 늘리고 줄이는 출력과 더불어 각 셔터의 가속도 출력을 두었다. 가속도 출력은 패턴에 따라 셔터의 노출 시간 제어를 더 빠르게 할 필요가 있을 때 사용 된다. 그러므로 출력은 총 6개가 된다.

표 2는 출력으로 결정된 패턴에 따른 노출 시간 제어 방법이다.

표 2 패턴에 따른 노출 시간 제어 출력

패턴	셔터 A 노출 제어			셔터 B 노출 제어		
	증가	감소	가속	증가	감소	가속
(가)	O	X	X	O	X	O
(나)	O	X	X	O	X	X
(다)	O	X	X	X	O	X
(라)	X	O	O	O	X	O
(마)	X	O	X	X	O	X
(바)	X	O	O	X	O	X

## 3. 실험 결과

### 3.1 실험 환경

WDR 카메라의 센서로는 MICRON사의 CIS(CMOS Image Sensor)를 활용하였으며, 센서가 탑재된 보드는 PC로의 영상 정보 전송을 위해 USB 2.0 인터페이스를 사용하였다. 영상은 640x480의 해상도를 갖는 RGB형태이다. 영상 정보 전송을 위한 시스템 구성도와 사용된 보드를 그림 5와 6에 보였다.

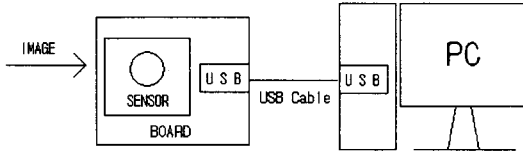


그림 5 PC로의 영상 정보 전송

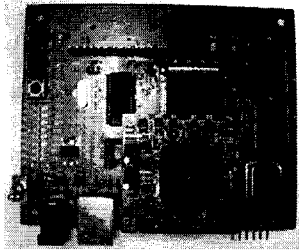


그림 6 CIS가 탑재된 보드 외형

### 3.2 다중 노출 제어 실험

WDR 카메라의 궁극적인 셔터 제어의 목적은 다중 셔터의 노출 시간 제어로 고조도 영상과 저조도 영상으로 분리한 후, 두 영상의 합성으로 정보량을 최대화 하는 것이다. 본 실험에서는 영상 정보량을 나타내는 지표를 합성결과에 Sobel 마스크를 적용한 경계선 밝기 값의 합으로 지정하였다. 합성에 사용된 알고리즘은 두 영상의 평균값에 싸인(sin)함수를 취한 연산이다. 그림 7의 (다)는 (가), (나)를 합성한 결과이다.



그림 7 영상 합성 결과

실험은 동일한 카메라 위치에서 조도량을 달리한 두 상태를 선정하고, 뉴런 네트워크를 이용한 다중 노출 시간 제어를 한 것이다. 최초 노출 시간은 카메라의 최저 노출 시간으로 맞추었으며, 자동 노출이 시작된 직후 경계선 값의 합의 변화는 그림 8의 그래프에 나타나 있다.

그림 8의 (가)는 고조도 상태에서의 변화량으로 40프레임 이후에 경계선 값의 합의 최대에 도달했음을 알 수 있다. (나)는 저조도 상태로 약 30프레임 이후에 경계선 값의 합의 최대에 도달함을 볼 수 있다.

### 4. 결 론

본 논문에서는 WDR 카메라의 노출 시간을 뉴런 네트워크를 통해 자동으로 제어하는 방법을 제시 하였다. 영상 데이터의 특징을 분석하여 히스토그램의 기 지정된 영역 분포

량을 입력으로 선정하고, 분류된 패턴에 따라 제시된 제어 형태로 노출 시간을 조절하였다.

단일 노출은 영상 하나로 패턴을 결정한 제어 방법이었으며, 다중 노출은 단일 노출에서 사용된 입력 인자와 더불어 두 영상으로부터 연계된 영상 정보를 사용하여 패턴을 결정한 제어 방법이었다.

분석학적인 코딩기법에 의존한 노출 시간 제어도 가능하나, 뉴런 네트워크를 이용함으로써 얻을 수 있는 가장 큰 장점은 기 지정된 패턴에 대해서는 미지의 어떠한 패턴이라도 수용할 수 있다는 것이다. 물론 더 정밀한 인식 결과를 얻고자 한다면 다양하고 세부적인 패턴 선정과 좀 더 특징 있는 입력 인자들을 추출해야 하는 노력이 필요하다.

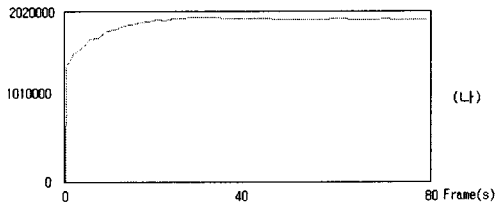
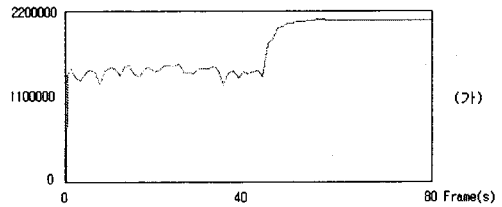


그림 8 고조도와 저조도 상태에서 Sobel 마스크를 적용한 경계선 밝기 값의 합의 변화

### 참 고 문 헌

- [1] Looney, Carl G, "Pattern Recognition Using Neural Networks : Theory and Algorithms for Engineers and Scientists," Oxford, 1997.
- [2] Nijmegen, N, "Artificial Intelligence and Industrial Applications : Proceedings of the Third Annual Snn Symposium on Neural Networks," Springer Verlag, Oct. 1995.
- [3] Pham, Duc Truong and Liu, Xing, "Neural Networks for Identification, Prediction, and Control," Springer Verlag, 1995.
- [4] Schurmann, Jurgen, "Pattern Classification : A Unified View of Statistical and Neural Approaches," Wiley, 1996.
- [5] URL - MICRON  
download.micron.com/pdf/datasheets/imaging/mt9v403\_ds.pdf