

# 적응형 ODC를 이용한 FPD의 화질향상 시스템

최성원\*, 서범석\*, 권병현\*\*

\*한국항공대학교

\*\*유한대학 정보통신과

E-mail : bsmanse@hanmail.net

전화 : (02)300-0148 HP : 018-229-9859

## Image Enhancement System Of FPD Using Adaptive ODC

Sung-Won Choi\*,Burm-Suk Seo\*,Byong-Heon Kwon\*\*

\*Dept of Avionics , Hankook Aviation University

\*\*Dept of Information and Telecommunication, Yuhan College

E-mail : bsmanse@hanmail.net

### Abstract

In this paper we propose AODC(Adaptive Over Driving Circuit) to reduce motion blurring and compensate color accuracy on LCD monitor. The proposed method has been experimented on adaptive ODC by motion grade after detection of moving objects. Also, we discriminated motion grade by mean value's degree of differential value between current frame and previous frame to detect moving objects. It has been found that the proposed method provides better performance than the conventional one from the point of view on the blurring of movement objects through the experiment. Its results show that the proposed method is very suitable for a motion blurring reduction on LCD monitor.

### 1. 서론

최근 새로운 디스플레이 시스템으로 각광 받고 있는 LCD(Liquid Crystal Display)와 같은 FPD(Flat Pannel Display) 시스템은 액정의 느린 응답 특성에 기인하여 물체 주위에 데이터가 중복되어 발생하는 움직임 잔상이 발생한다[1][2]. LCD에서 움직임 잔상이 발생하는 원인의 하나는 CRT(Cathode Ray Tube)에 비하여 LCD가 데이터 홀드형 표시 장치이기 때문이다. 즉, CRT의 구동 방식은 임펄스 구동 방식으로 픽셀 데이터를 표현하는 형광체의 응답속도는 수 msec 인데 비하여, LCD는 구동방식이 연속(continuous) 방식이기 때문에 액정의 응답 속도는 수십 msec로 현저하게 느리기 때문이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 기존에 사용한 방법은 전(全)화면에 걸쳐 ODC를 적용하여 움직임 잔상을 제거하였으나, 모든 픽셀에 대하여 ODC 기술을 적용하므로, 영상에서 움직이는 물체뿐만 아니라 배경까지도 불필요한 보상을 하여 회로의 로드가 가중되며, 효과적인 움직임 잔상에 대한 보상을 얻을 수가 없다. 따라서 본 논문

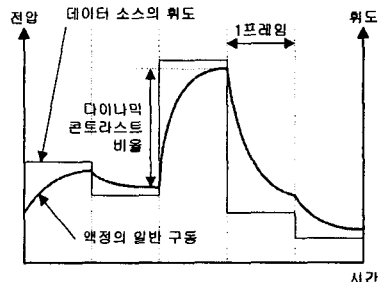
에서는 움직임 검출 알고리즘을 적용하여 모든 픽셀이 아닌 움직이는 물체만을 검출하여 움직임 잔상을 제거하는 적응형 오버 드라이빙 회로(AODC : Adaptive Over Driving Circuit)를 제안하고 구현하였다.

본 논문에서는 화면에서 움직이는 물체만을 검출하기 위해 현재 프레임과 이전 프레임의 차이 값에 대한 평균값으로 움직임의 정도를 정지영상, 준 동영상, 동영상으로 구분하였으며, 정지영상에는 ODC를 적용하지 않고 준 동영상에는 중간 정도의 ODC를 적용했으며, 동영상에는 최대의 ODC를 적용하였다.

### 2. 기존의 움직임 잔상제거 방법

#### 2.1 액정의 응답특성

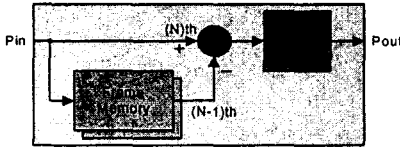
움직임 잔상은 액정의 느린 응답 특성에 기인하여 발생하는 액정의 다이내믹 콘트라스트 비율의 저하와 망막의 잔상 특성에 인하여 물체 주위에 데이터가 중복되어 움직임 잔상이 발생한다. 동화상 구현 시 LCD의 느린 응답 속도에 기인하는 다이내믹 콘트라스트 비율의 저하를 막기 위해서는, 해당 프레임에서 일시적으로 변조된 데이터를 인가함으로써 고속 구동 효과를 달성하는 ODC를 적용해야만 한다.



<그림 1> 액정의 응답 특성

2.2 기존의 오버 드라이브 방법

기존의 방법은 프레임 메모리를 이용하여 현재 프레임과 이전 프레임간의 일대일 픽셀의 차이 값을 이용하여 미리 ODC가 적용된 새로운 픽셀 값을 LUT(Look-Up Table)를 통하여 출력한다. 이 방법은 모든 픽셀에 대하여 ODC 기술을 적용하므로, 영상에서 움직이는 물체뿐만 아니라 배경까지도 불필요한 보상을 하여 회로의 로드가 가중되며, 효과적인 모션 블러링 보상을 얻을 수 없다[3].



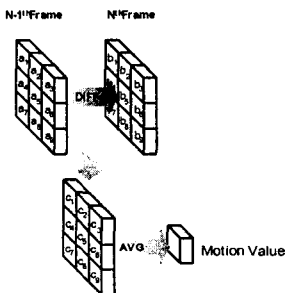
<그림 2> 기존의 ODC의 구조

3. 제안한 움직임 잔상 제거 방법

본 논문에서 제안한 움직임 잔상 제거 방법은 화면에서 움직이는 물체만을 검출하는 움직임 검출 알고리즘과 움직임의 정도에 따라 적용적으로 적용되는 AODC이다.

3.1 움직임 검출 알고리즘

본 논문에서 제안한 움직임 검출 방법은 <그림 3>와 <식 1>과 같이 현재((N)th frame) 및 이전 프레임((N-1)th frame)의 3x3 윈도우에 대하여 중심 픽셀을 제외한 인접한 8개의 현재 및 이전 픽셀에 대한 차이 값을 계산한다. 그리고 계산된 차이 값의 평균을 계산하여, 이 평균값(MV : Motion Value)이 임계치(CV<sub>1</sub>) 보다 작으면 정지영상으로 판단하고, 임계치(CV<sub>2</sub>) 보다 작으면 준 동영상으로 판단하며, 임계치(CV<sub>3</sub>)보다 크면 동영상으로 판단한다.



<그림 3> 현재 및 이전 프레임의 3x3 윈도우 이 방법은 인접한 픽셀로 구성되는 3x3 윈도우의 이용으로 영상의 배경과 물체 중에서 움직이는 물체에 대해서만 고려할 수 있는 장점이 있으며, <식 1>에 도시한 MV 값의 범위에 따라 움직이는 물체 중에서 픽셀 값의 변화 범위를 구분할 수 있으므로 ODC의 정도를 조절할 수 있는 장점이 있다.

$$X(i, j, n-1) = \{a, a', a'', \dots, a'''\}, Y(i, j, n) = \{b, b', b'', \dots, b'''\}$$

with 3x3 sub-window

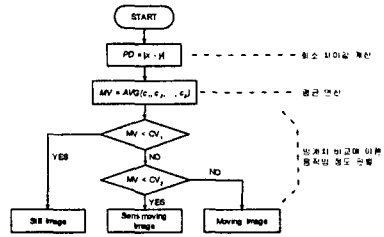
$$PD(i, j) = |x - y|, x \in X(i, j, n-1), y \in Y(i, j, n) \quad PD: \text{Pixel Difference}$$

$$PD(i, j) \in W(i, j) = \{c, c', c'', \dots, c'''\}$$

$$MV = \frac{c + c' + \dots + c'''}{8}$$

MV : The pixel detected the motion <식 1>

3.2 움직임 잔상 제거를 위한 LUT 적용

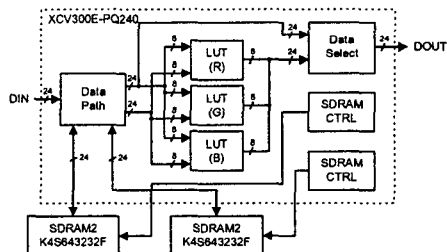


<그림 4> 움직임 잔상 보상 방법의 순서도

<그림 4>과 같이 정지 영상일 때는 C<sub>5</sub>에 ODC를 적용하지 않고, 준 동영상일 때는 C<sub>5</sub>에 중간 정도의 ODC를 적용하며, 동영상일 때는 C<sub>5</sub>에 최대의 ODC를 적용한다.

3.3 제안한 움직임 검출 알고리즘을 이용한 움직임 잔상 제거기의 하드웨어 구조

제안한 움직임 검출 알고리즘을 이용한 움직임 잔상 제거장치의 하드웨어 구조는 실험을 위해 Xilinx의 XCV300E-PQ240 FPGA를 사용하였으며, 움직임 검출을 위해 사용된 SDRAM은 삼성전자의 K4643232F를 사용하였다. 내부 하드웨어 블록은 <그림 7>과 같다. 입력되는 Data에서 움직임을 검출하기 위해 현재프레임과 이전프레임이 SDRAM에 저장되고 각각 R,G,B LUT를 통과하여 Data가 출력된다.



<그림 5> 제안한 움직임잔상 제거기의 하드웨어 구조

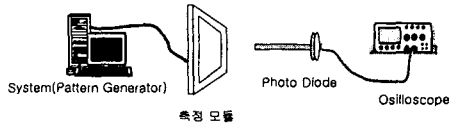
4. 실험

4.1 ODC를 위한 LUT 도출

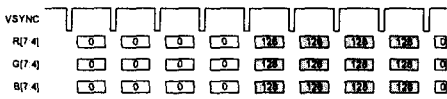
본 논문에서 제안한 적용형 ODC를 적용시키기 위해서는 먼저 gray level 간의 응답특성을 측정하여 ODC를 위한 LUT를 도출해야 한다. ODC를 위한 LUT란 현재 프레임 데이터와 이전 프레임 데이터와의 비교를 통해 오버 드라이버 레이터를 결정해주는 테이블이다.

4.2 Gray level 간 응답특성 측정

<그림 6>은 LUT를 도출하기 위한 응답특성 측정 시스템으로서 패턴 제너레이터(Pattern Generator)에서 측정모듈인 LG전자의 30" LCD TV를 통해 나오는 패턴을 포토다이오드(Photo Diode)가 입력받아 오실로스코프(Oscilloscope)를 통해서 gray level 간 응답특성을 측정하였다.



<그림 6> 응답특성 측정



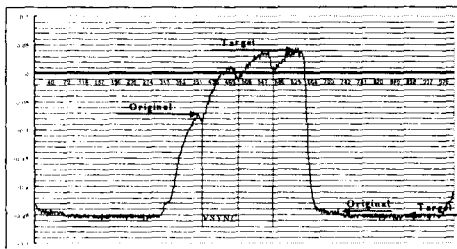
<그림 7> 테스트 패턴

<그림 7>는 RGB 4 MSB에 해당되는 Gray level 선정하여 VSYNC에 따른 테스트 패턴의 포맷을 보여주고 있다. 패턴 제너레이터에서 RGB gray level을 셋팅후 셋팅후 실행 일정시간 간격으로 gray level을 변화시켜 측정하였고, 이 과정은 RGB의 gray level이 4bit 이므로 16가지의 수가 나오며 또한, 상승에지(Rising edge) 및 하강에지(falling edge)에 2가지 경우가 있으므로 전체 패턴의 수는 <식 2>와 같다.

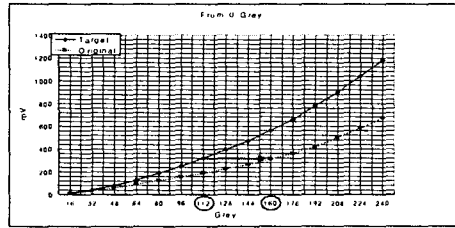
$${}_{16}C_2 = \frac{16!}{2!(16-2)!} = 120 \quad \text{<식 2>}$$

4.3 LC(Liquid Cristal) 응답 측정 및 LUT 추출

<그림 8>는 LG전자의 30" LCD TV의 패널(pannel)에 0에서 112의 gray level을 입력하였을 때의 응답 특성이다. 그림에서처럼 실험에 사용한 30" LCD 패널의 특성은 상승시간(Rising time)에서는 target에 도달하기까지 4개의 VSYNC 구간이 소요되는 반면 하강시간(Falling time)은 아주 짧은 것을 볼 수 있다. 또한 <그림 9>에서처럼 한 프레임 내에 target에 도달하기 위해서는 160의 gray-level에 해당되는 전압을 구동시켜야만 한 프레임 내의 목표치에 도달한다. LUT를 추출하기 위해 <그림 8>처럼 전체 120개의 패턴을 동일하게 측정하였으며 그 결과 기존 패널의 LUT는 <그림 10>과 같이 측정되었다. <그림 10>은 왼쪽은 시작 gray level이고 위쪽은 목표치 gray level이다. 또한 각각의 수치는 목표치에 도달하기 위한 전압값을 나타낸 것이다. 예를들어 0의 gray level에서 시작하여 112의 gray level에 도달하기 위해서는 기존에는 0.19[V]의 전압으로 구동하게 된다.



<그림 8> 0에서 112까지의 LC 응답특성



<그림 9> 0에서 시작한 LC 응답 특성

0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
0	0.011	0.034	0.070	0.090	0.125	0.150	0.18	0.225	0.265	0.31	0.36	0.42	0.5	0.58	0.67
16	0.012	0.021	0.05	0.064	0.118	0.15	0.19	0.24	0.29	0.34	0.4	0.48	0.52	0.62	0.70
32	0.04	0.068	0.1	0.08	0.1	0.15	0.22	0.27	0.35	0.42	0.5	0.58	0.62	0.68	0.78
48	0.075	0.098	0.094	0.1	0.09	0.17	0.25	0.31	0.37	0.45	0.54	0.64	0.64	0.64	0.78
64	0.125	0.169	0.074	0.098	0.1	0.24	0.33	0.4	0.48	0.57	0.67	0.78	0.78	0.78	0.92
80	0.19	0.268	0.124	0.074	0.063	0.24	0.34	0.42	0.51	0.62	0.74	0.86	0.86	0.86	1.02
96	0.24	0.315	0.16	0.12	0.082	0.304	0.4	0.5	0.6	0.74	0.88	1.02	1.02	1.02	1.2
112	0.31	0.39	0.235	0.165	0.12	0.368	0.48	0.6	0.74	0.9	1.08	1.28	1.28	1.28	1.5
128	0.365	0.46	0.305	0.215	0.15	0.432	0.58	0.76	0.96	1.18	1.44	1.72	1.72	1.72	2.04
144	0.415	0.52	0.37	0.26	0.18	0.5	0.67	0.9	1.14	1.42	1.74	2.1	2.1	2.1	2.46
160	0.46	0.58	0.425	0.31	0.22	0.58	0.78	1.05	1.36	1.7	2.1	2.58	2.58	2.58	3
176	0.51	0.64	0.48	0.355	0.265	0.66	0.9	1.22	1.58	2	2.58	3.18	3.18	3.18	3.6
192	0.56	0.72	0.545	0.4	0.32	0.74	1.02	1.4	1.86	2.4	3	3.78	3.78	3.78	4.32
208	0.61	0.82	0.61	0.47	0.33	0.82	1.1	1.58	2.1	2.8	3.6	4.5	4.5	4.5	5.1
224	0.66	0.92	0.68	0.54	0.41	0.9	1.2	1.74	2.3	3.1	4	5	5	5	5.7
240	0.71	1.02	0.74	0.61	0.47	0.98	1.3	1.92	2.5	3.4	4.4	5.4	5.4	5.4	6

<그림 10> 30" LCD 패널의 Original LUT Value (단위 : [V])

<그림 8>과 <그림 9>를 이용하여 본 논문에서 적용된 LUT는 <그림 11>과 같다. <그림 11>에서 추출된 LUT는 실험에 사용된 LG 전자의 30" LC 패널에 각각 응답속도가 <그림 8>에 보는 것처럼 10ms가 되도록 설정하였다. 그 이유는 10ms이상의 응답속도를 얻기위해 LUT를 과도하게 설정하게 되면 색상의 뒤틀림이 생기기 때문이다. <그림 8>을 자세히 분석해보면, 112의 Gray를 표현하기 위해서는 기존에서는 4개의 VSYNC가 소모가 되는데 이는 총 66.8ms의 시간이 소요가 된다. 이는 인간이 눈으로 감지할 수 있는 시간이고, 4개의 VSYNC를 거치는 동안 gray level은 3번이 바뀌면서 112의 gray level에 도달하게 된다. 즉, 액정의 느린 응답속도는 움직임 잔상뿐만 아니라 정확한 gray level에 도달하는데 걸리는 시간으로 인해 화질의 열화를 가져오게 된다. 따라서 본 논문에서는 인간이 눈으로 감지할 수 없는 속도인 10ms로 LUT값을 설정하였고, 또한 10ms안에 원하는 gray level로 도달할 수 있게 LUT를 추출하였다.

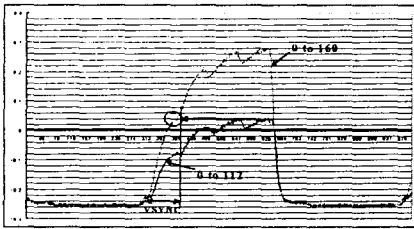
0	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160	176	192	208	224	240
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
128	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<그림 11> 30" 본 논문에서 적용된 LUT (단위 : [V])

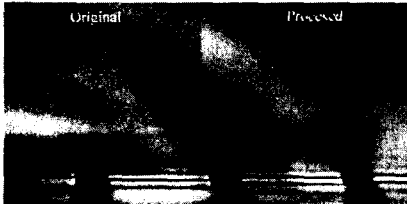
또한 <그림 11>에서 파란색과 노란색으로 표시된 부분은 움직임이 검출되는 부분에 적용되는 LUT값이므로 본 논문에서 제안한 움직임 검출방법에 의해 움직임이 있다고 생각되는 부분에는 이 LUT값을 적용하였다. 그리고, 흰색으로 표시된 부분은 움직임이 없다고 판단되어 bypass시킨 부분이다.

#### 4. 실험 및 결과

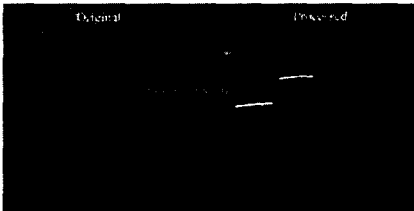
실험은 LG전자의 30" TFT-LCD TV에 구현한 움직임 잔상 제거장치를 연동하여 실험하였으며, <그림 12>는 본 논문에 적용된 LG전자 30" LCD 패널의 응답특성과 제안한 AODC와의 응답특성 비교이다. 그림에서처럼 AODC가 적용된 부분에서는 하나의 VSYNC(16.7ms)보다 빠른 응답특성(10ms)을 보여주고 있다.



<그림 12> 일반 ODC와 AODC와의 비교



<그림 13> 결과 영상1



<그림 14> 결과 영상2

결과 영상에 사용된 동영상은 현재 개봉중인 "이탈리안 잡"이라는 영화로 <그림 13>에서 <그림 14>의 결과 영상은 처리된 결과를 구별하기 위해 화면을 반으로 나누었으며, 왼쪽은 AODC를 적용시키지 않은 영상이며, 오른쪽은 본 논문에서 제안한 AODC가 적용된 영상이다. <그림 13>은 사람이 타자기를 타이핑하는 손인데 손가락이 빠르게 움직임으로서 액정의 느린 응답과 색상의 보정이 이루어지지 않는 것인데 처리된 결과를 확인하면 움직임이 보상되었고, 색상 또한 깨끗하게 보정된 것을 확인할 수 있다. <그림 14> 또한 자동차가 물에 빠

지는 장면으로 빠른 화면 전환으로 인해 발생하는 물살의 움직임이 보상되었고, 색상 또한 보정되었음을 알 수 있다.

#### 5. 결론

차세대 디스플레이의 선두 주자인 LCD의 최대 단점은 CRT에 비해 콘트라스트 비가 떨어지고, 패널의 응답속도가 CRT에 비해 현저하게 느려 움직임이 있는 영상에서는 움직임 잔상이 발생한다는 것이다. 또한 이러한 움직임 잔상에 의해 기존의 방법에서는 화면내 움직임은 물체뿐만 아니라 배경까지도 불필요한 움직임 보상을 하여 하드웨어의 복잡성이 가중되고, 또한 시각적으로도 큰 화질 향상을 기대하기 힘들다. 하지만, 본 논문에서는 움직임 잔상 제거를 위해 한 화면내에서 객체의 움직임만 검출하여 그 움직임 정도에 따라 적용적으로 ODC 적용하여 움직임 잔상을 제거하는 방법을 제안하였다. 실험은 LG전자의 30" LCD TV를 사용하여 실험 하였으며, 실험에 적용한 동영상의 결과로 영상의 응답속도 및 정확한 색상보정까지 해주어서 화질이 더욱더 향상되었음을 확인할 수 있었다.

#### 6. 참고 문헌

- [1]. Bitzakidis, S., Motion Effects on Liquid Crystal Displays , PRL Technical Note No.TN3069, December 1991.
- [2]. A.M.Francis, Using Signal Processing to Improve the Picture Quality of Active Matrix Liquid Crystal Displays , PRL Technical Note No.3536, January 1997.
- [3]. J.R. Hughes & D.W. Parker, Signal Processing Aspects of the 'sierra' AMLCD column driver and Controller ICs , Philips Research Laboratories, Redhill Technical Note No. 3917