

LCD 디스플레이 구동을 위한 최소 자승 근사에 의한 Quasi-Bi-Quadratic 보간법의 LUT 구현

*박희범, 이철희

연세대학교 전기전자공학과

e-mail : hbpark@yonsei.ac.kr, chulhee@yonsei.ac.kr

Implementation of Look-Up Table for Quasi-Bi-Quadratic Interpolation Based on Least Square Approximation for LCD Displays

*Hee-Bum Park, Chul-Hee Lee

School of Electrical and Electronic Engineering
Yonsei University

Abstract

Overdriving schemes are used to improve the response time of liquid crystal display. Typically they are implemented by using LUTs (look-up table) within an image processor. However, the size of LUT is limited by the physical memory size and system cost. In this paper, we present an improved method for LUT implementation using linear interpolation and piecewise least-square polynomial regression. Using the proposed method, the performance of LUT can be improved and memory size of that can be reduced.

I. 서론

다양한 디스플레이 영역에 적용되는 LCD(Liquid Crystal Display)는 화면 변화에 대하여 느린 응답속도를 나타내는 단점을 가지고 있다. 이러한 액정의 응답속도는 데이터에 따른 인가전압의 크기와 응답속도가 비례한다는 원리를 이용하여 이전 프레임과 현재 프레임의 영상 데이터를 비교한 후 LUT (Look-Up Table)을 사용하여 국부적으로 높거나 낮은 계조의 영상 데이터를 인가하여 주는 overdriving scheme을 통해 효

과적으로 개선시킬 수 있다. [1-3] 실제 구현 시 LUT은 ASIC 내의 메모리 용량 제한 등으로 인해 보간법을 이용해 필요한 LUT 데이터 값을 구하게 되는데 이때 발생하는 오차 성분은 화질의 왜곡 등을 유발하기 때문에 본 논문에서는 보간 값의 정확성과 구현의 용이성을 높일 수 있는 LUT 구현 방법을 제안한다.

II. 본론

2.1 Overdriving Scheme을 위한 LUT

overdriving scheme은 그림 1과 같은 LUT을 이용하여 프레임 간 데이터 변화에 따라 현재의 데이터를 적당한 값으로 보정해주는 방법으로 구현하게 된다. [4]

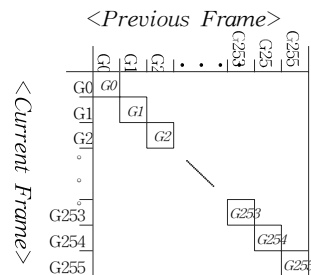


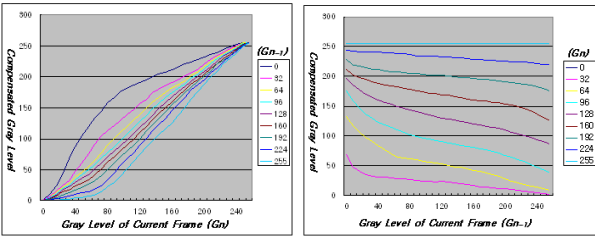
그림 1. LUT의 기본 구조

LUT의 데이터 값들은 실측을 통해 최적의 값이 구해

지는데 8 비트 영상인 경우 256*256 사이즈의 LUT이 필요하게 된다.

2.2 Look-Up Table의 구현

LUT의 실제 적용 시에는 적당한 간격으로 샘플링한 LUT을 가지고 중간 값들은 구현이 용이한 bi-linear 보간법을 사용해 구하는 방법으로 구현되어 지는데 그림 2에 나타난 것과 같이 LUT은 비선형적인 특성을 가지고 있기 때문에 선형적 근사에 의한 bi-linear 보간법을 통해 얻어진 값은 오차를 수반하게 된다.



(a) LUT 열 데이터 (b) LUT 행 데이터
그림 2. LUT 데이터

이러한 오차는 곡률을 도입한 비선형 곡선을 도입함으로써 개선할 수 있는데, 이때 다항식 회귀분석방법을 적용하면 최소제곱오차의 최적 근사 곡선을 얻을 수 있게 된다.[5] 또한 LUT의 행 데이터는 열 데이터와 비교하여 보다 선형화된 특성을 나타내므로 본 논문에서는 이러한 특성을 고려하여 비선형성이 강한 열 성분에 대해서는 구분 적으로 최소자승근사에 의한 2차 다항식에 의해 보간 값을 구하고 선형성이 강한 행 성분에 대해서는 선형 보간을 통해 최종 보간 값을 구하는 방법을 제안하고 quasi-bi-quadratic 보간법이라 명칭 하였다. 그림 5는 이에 대한 개념도이다.

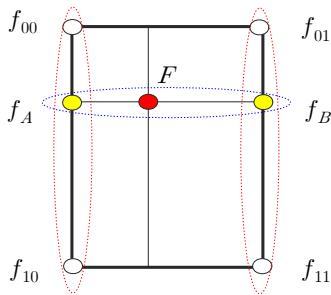


그림 3. quasi-bi-quadratic 보간법의 개념도

f_{00} 에서 f_{10} 까지, f_{01} 에서 f_{11} 까지의 열 성분 에 대해 구해진 최소자승근사 2차 다항식으로 f_A 와 f_B 를 구하고 이를 다시 선형 보간하여 최종값 F를 얻게 된다.

III. 구현

표 1의 A와 B에 선형 보간법을 적용해 얻은 LUT 열 데이터 결과와 최소자승근사에 의한 2차 다항식을 통해 얻은 LUT 열 데이터 결과의 SNR을 구해 비교하였다. A에서는 8개의 구간으로 B에서는 4개의 구간으로 나누어 적용한 결과이다. 표 2에서는 표 1과 같이 구해진 9개의 열 데이터를 이용하여 행 성분에 대해 선형 보간법을 적용해 전체 LUT의 데이터 값을 구하고 전체 LUT 데이터에 대한 SNR을 구해 비교하였다. 실제 LUT 구현 시 첫번째 방법에선 용이한 구현을 위해 8*9 구간에 대하여 각각 2개의 계수가, 두번째 방법에서는 4*9개의 구간에 대하여 각각 3개의 계수에 대한 저장이 필요하게 된다. 이와 같이 기존 방법과 비교하여 볼 때 본 논문에서 제안한 방법에서 보다 적은 메모리 사이즈로 개선된 결과를 얻을 수 있었다.

표 1. LUT 열 성분의 보간 결과값 비교

G_{n-1}	0gray	32G	64G	96G	128G	160G	192G	224G	255G
A	35.9dB	40.5dB	42.4dB	42.2dB	43.2dB	42.9dB	41.3dB	39.1dB	42.9dB
B	41.5dB	45.1dB	47.7dB	46.8dB	47.0dB	49.1dB	46.7dB	44.4dB	45.7dB

표 2. 전체 LUT의 보간 결과값 비교

	SNR
bi-linear interpolation	38.2 dB
quasi-bi-quadratic interpolation	40.1 dB

IV. 결론 및 향후 연구 방향

LCD 응답 속도 개선을 위한 overdriving scheme의 적용을 위해서는 적은 데이터로 구현이 간단하면서도 오차를 최소화할 수 있도록 하는 LUT 구현 방법에 대한 연구가 매우 중요한 요소라 할 수 있다. 본 논문에서는 LUT의 특성을 고려하여 최소 자승 근사에 의한 2차 다항식과 선형 보간법을 결합하여 사용하는 방법을 통해 기존 방법보다 적은 메모리 사이즈로 개선된 결과를 얻을 수 있었다. 또한 향후 제안된 방법에 대하여 보다 최적화된 구간을 구하는 작업을 통해서 현재 결과보다 개선된 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] B.-w. Lee et al., IDW'00 Digest, p.1153 (2000)
 [2] K.Kawabe et al., SID'01 Digest, p.998 (2001)
 [3] H.Nakamura et al., SID'01 Digest, p.1256 (2001)
 [4] 김상수, 김현재, 이신두, 디스플레이 공학 I (LCD), 청범출판사, 2005.
 [5] Steven C.Chapra, Raymond P.Canale, Numerical Method for Engineers, McGraw-Hill, 2002.