

PDP에서 가중치 오차확산 보정

Weighted error diffusion in PDP

정한영*, 이동호**

Jung, han yung, Lee, dong ho

Abstract - There is asymmetric in horizontal and vertical side of PDP cell. Every vertical line has BM(Black Mask) to improve luminance contrast. When error diffusion is processed in PDP system, these problems make an error bigger. In 4 inch PDP system, every red, green, blue color of test pattern is presented and each luminance is measured. That is called horizontal(H), diagonal right(R), diagonal left(L) and vertical(V). In red channel, high luminance descending order is V-H-R-L. In green channel, V-H-L-R. In blue channel, V-H-R=L. After average luminance of each direction is calculated, new weighted error diffusion(Weighted ED) is proposed. In digital image signal processing, the error in weighted ED is differ from ED's. The image of weighted ED is more less error compare to conventional ED and close to original image. As the gray level linearity and big size panel is adopted, weighted ED could produce good image.

Key Words : PDP, Error Diffusion, Floyd-stenberg, Cell, luminance

1. 서 론

최근 실감나는 영상을 보기 위해 더욱 큰 화면을 찾는 사람들이 많아졌다. 프로젝션 TV가 큰 영상을 보여 주면서 이런 욕구를 충족 시켜주는 것처럼 보였지만, 낮은 휘도와 부피 등의 문제로 PDP(Plasma Display Panel)에게 밀려나고 있다. 최근 한국에서는 세계최초로 102인치 PDP 가 개발되었고, 71 인치에서도 상용화가 되어 출시되고 있다. 해마다 PDP 수요는 점점 더 높아가고, 현실에는 좀 더 좋은 화질을 필요로 하게 되었다. PDP는 이러한 대화면, 고휘도, 고화질의 박진감과 현장감이 우수한 디스플레이에서 가장 적합함이 드러나고 있다. PDP는 기체 방전을 이용하는 디스플레이 소자로서, 셀 내부에 채워져 있는 가스에 강한 에너지를 가하여 가스 방전을 발생시킨다. 또 가스 방전 시에 발생하는 진공 자외선으로 형광체를 여기 시킨다. 여기된 형광체는 기저 상태로 돌아가면서 다양한 가시 광을 발생시키며, 이 가시광을 이용하여 PDP는 화면에 원하는 영상을 표시하게 된다[5]. PDP는 그 구조의 간단함과 대형화의 용이함, 높은 휘도 및 대비 특성, 넓은 시야각과 빠른 전환율 등의 많은 장점을 가지고 있다. 그러나 PDP는 동영상 의사 윤곽, 저 계조 의사 윤곽, 색 재현력 등의 화질 면에서 많은 문제점을 안고 있기도 하다[6][7]. 본 논문에서는 PDP에서 역 감마 이후에 저계조 뭉침 현상을 해소하기 위하여 사용하는 오차확산 알고리즘에서

오차화 과정중에 일어나는 PDP 특성에 의해서 발생하는 에러율을 더욱 줄여보고자 함이다.

본 논문은 PDP에서 쓰이는 오차확산 과정 중에서 셀의 가로, 세로, 대각선 셀의 물리적 구성의 비대칭성으로 인하여 발생하는 오차로부터 시작하였다. 이런 구조적 차이의 특성을 측정할 수 있는 4인치 PDP시스템을 제작하여서 테스트 패턴을 각 방향으로 만들어서 오차를 각 계조마다 측정하여서 평균값을 구했다. 이렇게 얻어진 값들을 영상 처리 시에 가중치를 주어서 PDP패널의 비균질성을 보상에 주었다. 마지막으로 기존의 알고리즘과 제안된 알고리즘에서 각 Red channel, Green channel, Blue channel 별로 출력 값을 비교하였고 영상을 출력해 보았다.

2. 실험 조건 및 방법

2.1 실험에 사용할 입력패턴

가운데 한 점을 기준점으로 잡고 오차확산의 방식대로 입력패턴을 만들었다. 각 패턴은 5개의 셀을 켜게 된다. 그러므로 정면에서 보았을 경우에 5개의 셀 면적은 같다. 실제 입력 패턴은 셀들이 연속적이지 않고 불연속 (RGBRG B.....) 이므로 셀들은 떨어져서 보인다. 각 패턴은 가로줄은 horizontal, 세로줄은 vertical, 대각선 오른쪽 아래로 내려가는 줄은 diagonal right, 대각선 왼쪽 아래쪽으로 내려가는 줄은 diagonal left 라고 부른다. 각각 4개의 패턴이 만들어졌고, Red, Green, Blue 의 3개씩 만들어져서 총 12개의 패턴이 만들어 졌다. 설치된 시스템에 준비된 입력 패턴을 4인치 패널에 출력하고 CA-100plus 로 측정하였다. 입력계조는 1부터 255계조까지 20단위로 했다.

저자 소개

* 準會員 : 慶北大學 電子學科 碩士課程

** 正會員 : 慶北大學 電子學科 教授 · 工博

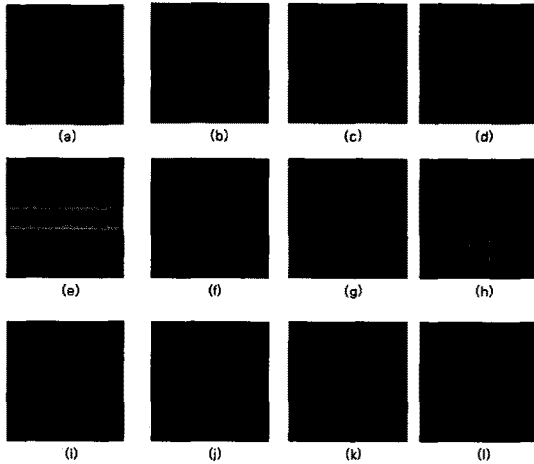


그림 1 (a) R horizontal (b) R diagonal right
 (c) R diagonal left (d) R vertical
 (e) G horizontal (f) G diagonal right
 (g) G diagonal left (h) G vertical
 (i) B horizontal (j) B diagonal right
 (k) B diagonal left (l) B vertical

2.2 측정값

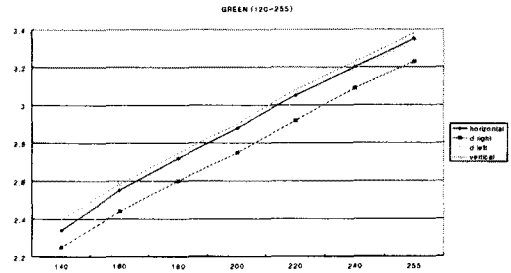
가장 높은 값을 기록한 vertical을 기준으로 해서 horizontal/vertical = H/V, diagonal right/vertical = R/V, diagonal left/vertical = L/V 로 정의하였다. Red 패턴의 입력에서는 vertical > horizontal > diagonal right > diagonal left 순서로 높은 휘도를 보였다. 가장 높은 휘도를 낸 vertical 과 가장 낮은 휘도값을 낸 diagonal left 은 평균적으로 98.8%의 차이를 보여주었다.

표 3. Green 측정값 및 vertical 값과의 비

GREEN							
	Hor.	H/V	d right	R/V	d left	L/V	Ver.
1	1.09	0.987	1.085	0.993	1.09	0.997	1.093
20	1.295	0.996	1.26	0.969	1.27	0.977	1.3
40	1.49	0.993	1.43	0.953	1.45	0.967	1.5
60	1.699	0.996	1.65	0.968	1.68	0.985	1.705
80	1.87	0.989	1.79	0.947	1.83	0.968	1.89
100	2.05	0.99	1.99	0.957	2.01	0.977	2.07
120	2.232	0.989	2.16	0.957	2.23	0.985	2.256
140	2.34	0.975	2.25	0.938	2.3	0.958	2.4
160	2.55	0.988	2.44	0.946	2.47	0.957	2.58
180	2.72	0.986	2.6	0.945	2.7	0.962	2.75
200	2.88	0.993	2.75	0.948	2.82	0.972	2.9
220	3.05	0.99	2.92	0.948	3.02	0.981	3.08
240	3.2	0.991	3.09	0.957	3.19	0.988	3.23
255	3.35	0.991	3.23	0.956	3.33	0.985	3.38
평균		0.991		0.956		0.977	

Green 패턴의 입력에서는 vertical > horizontal > diagonal left > diagonal right 순서로 높은 휘도를 보였다. 일반적으로 Green 형광체가 가장 휘도가 밝으므로 이 실험에서도 가장 큰 차이 값을 만들어 내었다. 가장 높은 휘도를 낸 vertical 과 가장 낮은 휘도값을 낸 diagonal right 은 평균적으로 95.6%를 보여서 Red, Green, Blue 세 가지 색 중에서 가장 큰 차이를 보여주었다. Blue 패턴의 입력에서는 vertical > horizontal > diagonal right = diagonal left의 순서로 vertical이 높은 휘도를 보였다. 가장 높은 vertical 과 가장 낮은 diagonal right = diagonal left 과의 차이는 99.4%로 아주 미미한 정도이며 또한 horizontal/vertical 도 99.5%이어서 그 차이는 아주 적다. 이는 Blue 자체의 최대휘도가 아주 낮아서 그 차이가 크지 않다고 추측된다.

그림 2. GREEN(120-255계조) 휘도 값



Green의 후반부(120-255계조)에서도 vertical 이 가장 높은 휘도를 보이며 vertical > horizontal > diagonal left > diagonal right 순서로 휘도 값이 나오고 있다. Green 고계조에서 가장 뚜렷한 차이를 보여주고 있다.

2.3 실험 결과종합과 원인 분석

Red의 경우 V>H>R>L, Green의 경우 V>H>L>R, Blue의 경우 V>H>R=L의 순서를 보였다. Red, Green, Blue 모두 Vertical이 가장 높고 Horizontal이 다음을 이었고, Diagonal right과 Diagonal left는 Red의 경우는 R-L, Green의 경우는 L-R, Blue의 경우는 R=L 순서를 보였다. Vertical 이 가장 높게 나온 이유로는 셀이 떨어져 있지 않고 바로 위 아래로 붙어있어서 서로의 방전에 영향을 미쳤다고 추측된다. 다음으로 물리적으로 조금 더 가까운 Horizontal 방향이 대각선 방향보다는 높게 나온 것이 설명된다. 다른 방향의 차이도 Sustain 기간 동안 일어나는 강한 면방전의 영향으로 MgO, 형광체, 유전체, 격벽도양 같은 여러 재료의 차이와 벽전압 분포의 차이로 인한 방전 개시 전압의 차이, 또한 강방전 부분의 온도가 조금 더 높을 것이므로 이로 인한 열적인 차이 등등 패턴 상황의 불균형이 이런 결과를 만들었을 것이다.

3. Weighted Error Diffusion

기준에 알고리즘은 기본적으로 역 감마보정을 마친 후에 오차 확산 알고리즘을 적용하여 영상처리를 하였다[1][2][3]. 오차확산 과정에서 오차를 다음 셀로 넘겨주는 계수 값에서

각 셀 방향마다 가중치를 고려하지 못하였다. 제안하는 알고리즘에서는 각 오차방향으로 가중치를 적용하였다. 이전 실험에서 얻은 평균값에 역수를 구해서 떨어지는 휘도만큼 보상을 해 주었다. 예를 들어 Red 채널에서 $H/V=0.995$ 이므로 vertical을 기준으로 하고 $V/H=1/0.995=1.005$ 만큼 보정해 주었다. 같은 방법으로 Red, Green, Blue 의 모든 오차 확산 방향으로의 계수를 구했다.

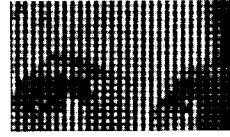


그림3. 자체 제작된 4인치 PDP에 출력

표 4. 기존의 오차확산계수

	Current	7/16
3/16	5/16	1/16

표 5. RED channel weight

	Current	$*V/H=1.0050$
$*V/L=1.0121$	*1	$*V/R=1.0101$

표 6. Green channel weight

	Current	$*V/H=1.0091$
$*V/L=1.0235$	*1	$*V/R=1.0460$

표 7. Blue channel weight

	Current	$*V/H=1.0050$
$*V/L=1.0060$	*1	$*V/R=1.0060$

기존의 영상처리 프로그램에 가중치를 주어서 영상처리를 하였다. 기존 알고리즘과 비교하기 위해서 영상처리에 많이 쓰이는 lena 영상에 눈 주위 부분의 30×20 픽셀을 잘라내어서 각 셀의 Red, Green, Blue의 값을 기존 영상처리 알고리즘과 가중치를 둔 알고리즘에 넣어서 값을 비교해 보았다. *가 표시된 값은 두 값이 다른 곳을 표시한 것이다.

```

Error diffusion
15 154 211 176 184 82 162 175 180 164 162 161 160 160 201 267 200 216 217 218 219 222 221 222 225 164 187 22 27 56
126 121 181 163 179 94 160 175 181 183 187 166 172 196 203 264 211 216 221 225 217 226 227 232 231 200 196 38 23 56
138 170 194 164 177 102 161 168 168 155 160 195 203 211 218 213 221 224 225 232 235 234 200 126 67 18 26
102 160 160 160 176 103 185 186 155 154 175 180 199 206 206 211 217 219 221 221 226 228 234 233 218 153 76 21 54
175 163 167 164 176 137 163 176 154 166 167 200 211 216 219 221 219 222 221 221 223 228 230 236 223 176 60 23
166 177 172 180 166 165 162 164 160 190 202 200 203 213 207 211 218 216 222 221 218 221 227 233 234 233 186 66 22
166 161 168 164 178 127 89 81 142 170 187 212 211 208 211 213 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211
193 160 161 179 184 155 176 173 164 73 166 165 199 211 208 211 211 217 217 217 217 217 217 217 217 217 217 217 217
164 161 172 182 143 179 196 182 202 151 96 78 64 162 201 211 213 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211 211
173 170 182 131 114 126 37 163 118 127 160 136 146 184 205 206 217 222 221 217 216 176 116 184 64 130 75 54 26
160 71 72 35 37 34 35 39 32 154 173 176 179 194 207 219 222 225 229 197 79 41 38 64 36
193 85 41 29 25 23 31 89 39 30 56 160 178 189 194 206 219 222 225 229 197 79 41 38 64 36
90 87 37 31 32 30 52 162 181 186 188 184 187 209 225 228 203 77 42 34 117 165 56 49 47 28 27
136 115 95 38 111 39 68 45 136 215 181 123 127 143 173 184 206 225 226 175 189 75 68 47 186 98 37 30 29 28
113 168 88 96 111 108 105 105 125 136 217 192 177 154 175 155 175 182 202 227 228 116 123 160 187 187 170 98 43 29 28
162 164 176 154 165 141 125 136 217 192 177 154 175 155 175 182 202 227 228 116 123 160 187 187 170 98 43 29 28
182 181 184 181 182 180 183 183 151 184 184 186 151 172 177 173 201 221 232 186 166 157 119 132 96 74 64 29 31
162 164 164 166 166 166 164 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166 166
193 164 203 203 207 197 196 201 201 195 185 185 182 182 179 176 182 196 211 213 213 213 213 213 213 213 213 213 213
191 199 207 203 211 201 198 206 196 201 183 186 182 175 176 176 187 206 223 261 163 168 168 168 167 167 52 27
  
```

그림 Red channel 의 ED 과 weighted ED 의 값

4. 결론

초기 양산 PDP 모델에 비해서 현재의 40인치 PDP는 화질이 무척 향상되었다. 이러한 현실에서 색감의 향상과 원 영상에 근접한 영상의 복원은 무척 중요하게 되었다. 영상처리중의 한 부분인 오차확산 알고리즘에서의 PDP패널 비대칭성의 특성에 의해서 발생하는 에러율을 줄여보았다. 가로방향, 대각선 오른쪽 방향, 대각선 왼쪽 방향, 세로방향 등으로 오차확산 할 때의 차이량을 가중치를 두어서 보상을 주었다. 실제 30×20 픽셀 영상의 R-G-B channel 을 분리하여 역 감마 보정 후에 기존의 방법과 제안한 방법으로 오차확산 후에 각 R-G-B channel 별로 데이터 값을 비교해 보았다. 기존화질의 혁신적인 수정이 아닌 부분적인 셀에서는 근소한 에러의 보정이다. 기존의 휘도값 측정에서와 같이 계조 1의 차이는 $0.01 \sim 0.1 \text{ cd/m}^2$ 정도로 근소하여 사람의 눈이 거의 느끼기 힘들 정도이다. 예상과 같이 자체 제작한 4인치 패널의 PDP 시스템에서도 출력된 영상물을 비교해 보았을 때 확연한 차이를 느끼기는 힘들었다. 차후에 PDP 계조의 선형성이 확보되고 좀 더 큰 화면에서 영상을 출력하여 본다면 화질 향상의 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] Daniel L.Lau, "Modern Digital halftoning" Marcel Dekker, Inc ,2001
- [2] Robert Ulichney, "Digital Halftoning", The MIT Press,1987
- [3] I. Pitas,"Digital Image Processing Algorithms and Application " ,John Wiley & Sons, Inc.
- [4] R. Floyd and L. Steinberg, "An adaptive algorithm for spatial gray scale," in Proc. of Society for Information Display, vol. 17, 1976.
- [5] M. Yamada, M. Ishii, T.shiga, and S. Mikoshiba, "A gray scale expression technique having constant increments of perceived luminance using a contiguous subfield scheme," SID 02 Digest, pp. 940-943, 2002.
- [6] L. F. Webber, "The promise of plasma displays for HDTV," in Proc. of society for Information Display, pp. 402-405, Kobe, japan, May 2000.
- [7] T. Kurita, T. Yamamoto, Y. Takano, K. Ishii, and T. Koura, " Improvement of picture quality of 40-in.-diagonal HDTV plasma display," in Proc. Of the 3rd International Display Workshops, pp. 287-290, Kobe, Japan, Nov. 1996.