

움직임 예측을 통한 PDP 내에서의 의사 윤곽 제거 기법 연구

안상준*, 김창수**, 이상욱*
*서울대학교 전기컴퓨터 공학부

Reduction of Dynamic False Contour Using Motion Estimation Method in PDP

Sang-Jun Ahn*, Chang-Su Kim**, and Sang-Uk Lee*

*Signal Processing Lab., School of Electrical Engineering and Computer Science
Seoul National University, Seoul 151-741, Korea

**Department of Information Engineering The Chinese University of Hong Kong
Shatin, N.T., Hong Kong

Abstract

In this work, we propose an algorithm for detecting and compensating dynamic false contours in plasma display panels (PDPs). First, we detect the candidate pixels, which are likely to be corrupted by false contours, and merge those pixels into several regions. Second, we estimate the motion vectors of the selected regions. Finally, based on the motion information, we modify the luminance values of the pixels in the regions to alleviate the effects of false contours. Simulation results demonstrate that the proposed algorithm efficiently reduces dynamic false contours at low computational complexity.

I. 서론

최근에 PDP(플라즈마 디스플레이 패널)는 상대적으로 적은 비용으로 큰 평판 디스플레이를 만들 수 있다는 장점 때문에 빠른 속도로 대중화되고 있다. 디스플레이 장치에 따라 휘도의 표현 방법은 다르다. PDP는 펄스 변조 방식을 이용해서 각 픽셀의 휘도를 표현한다.

이러한 특수한 휘도 표현 방식으로 인해서 PDP 내에서 컬러 동영상을 표현할 때 화질의 저하가 발생한다 [1]. 이러한 화질의 저하를 해결하기 위해서 그 동안 많은 방법들이 제안되었다. 대표적인 방법으로는 서브 필드의 배열을 바꾸는 방법 [2]과 에러를 분산 시키는 방법 [3]이 있다. 특히 서브 필드 배열을 바꾸는 경우, 쉽게 구현할 수 있는 장점 때문에 널리 이용된다. 그러나 이러한 방법을 적용해도 PDP 내에서의 화질의 저하는 여전히 존재한다.

이 논문에서는 PDP 내에서 의사 윤곽이 발생할 가능성이 큰 픽셀을 찾고 그 효과를 보상하는 방법을 제안한다. 우선 간단하면서도 효과적으로 픽셀 값의 분포에 기반해서 화질의 저하를 야기하는 픽셀을 찾는 방법을 제안하였다. 이후에 선택된 픽셀들을 병합해서 특정한 영역을 만들고 이렇게 생성된 영역에 한해서만 움직임 예측을 수행한다. 마지막으로 움직임 예측 정보를 이용하여 영상 내에서 의사 윤곽이 생기는 정도를 예측한 후 픽셀 값을 변화시켜 화질의 열화를 줄이게 된다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 영상 내에서 의사 윤곽이 발생하는 현상을 모델링 한 시점 추적 모델에 대해서 설명한다. 3 장에서는 제안된 의사 윤곽 제거 기법에 대해서 자세하게 서술한다. 마지막으로 4 장에서는 Kawahara 와 Wani 의 논문 [4]에 기초한 시물

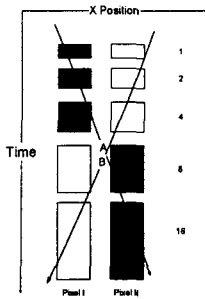


그림 1. 시점 추적 모델

레이터를 이용하여 제안된 알고리즘의 성능을 평가한다.

II. 시점 추적 모델

PDP는 영상의 휘도를 서브 필드의 점등 시간을 적분하여 표현한다. 의사 윤곽을 모델링하는 방법은 여러 가지가 있다. 그 중에서 앞으로 설명할 시점 추적 모델이 가장 널리 사용된다.

시점 추적 모델은 눈이 움직이는 물체를 따라가면서 영상을 인지한다고 가정한다. 인지되는 화면의 휘도는 눈이 움직이는 경로를 따라서 적분하는 빛의 양에 따라서 달라진다. 의사 윤곽은 실제 영상의 휘도와 눈이 적분을 통해서 인지하게 되는 휘도의 차이로부터 발생한다. 그림 1은 PDP 내에서의 인접한 두 픽셀의 휘도 표현을 보여준다. 서브 필드의 구성은 (1, 2, 4, 8, 16)이고, 최대로 표현할 수 있는 휘도는 31이다. 픽셀 I은 24의 휘도 값을 가지고 있고 픽셀 II는 7의 휘도 값을 가진다. 그러나 눈이 물체의 이동에 따라서 경로 A를 따라서 움직일 경우, 인지되는 휘도 값은 31이 되고 경로 B를 따라서 움직일 경우 휘도 값은 0으로 인지된다. 이러한 이유로 PDP에서 의사 윤곽은 발생한다.

이 논문에서는 시점 추적 모델을 가정해서 의사 윤곽이 생기는 영역을 예측하고, 그 효과를 줄이는 방법을 제시하였다.

III. 제안하는 알고리즘

제안하는 알고리즘은 그림 2와 같은 순서를 통해서 이루어진다. 우선 의사 윤곽이 발생하기 쉬운 후보 픽셀들을 찾는다. 다음 단계로 픽셀들을 모아서 일정 영역을 만들고 이 영역에 대해서만 움직임 예측을 수행

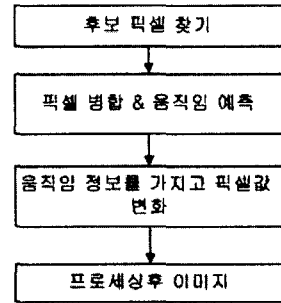


그림 2. 알고리즘 진행 순서도

한다. 마지막으로 움직임 예측 값을 이용해서 후보 픽셀들의 휘도 값을 바꾸어 의사 윤곽의 감소 효과를 얻게 된다.

3.1 후보 픽셀의 선택

제안된 알고리즘은 후보 픽셀의 선택 과정에 있어서 Hamming 거리와 영상의 부드러운 정도를 이용한다. PDP 내에서 픽셀의 휘도는 서브 필드의 점등여부에 의해서 결정된다. 즉, 서브 필드 패턴을 (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128)이라 가정할 경우 82의 휘도 값은 (0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0)의 서브 필드 유도 벡터에 따라서 얻어진다. 즉, $82 = (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128) \cdot (0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0)$

단, $v \cdot w$ 는 내적 연산을 의미한다.

두 서브 필드 유도 벡터 사이의 Hamming 거리는 두 벡터 사이에서 다른 값을 갖는 비트 위치의 개수를 의미한다. 예를 들면, 두 픽셀 A와 B의 서브 필드 유도 벡터가 다음과 같다고 가정하면,

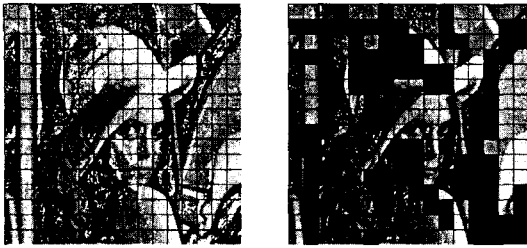
$$A: (0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0)$$

$$B: (1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1)$$

A와 B의 Hamming 거리는 6이 된다. 두 픽셀 사이의 Hamming 거리는 픽셀 사이의 발광 패턴이 얼마나 다른가를 의미한다. 그러므로 인접 픽셀과 Hamming 거리가 큰 픽셀일수록 그 주변 영역에 의사 윤곽을 만들 확률이 커진다.

또한 의사 윤곽은 상대적으로 픽셀 값의 변화가 적은 영역에서 잘 관측된다. 반대로 복잡한 영역이나 색깔이 다양한 곳에서는 잘 관측되지 않는다. 이런 이유로 각 픽셀에 대해서 주변 픽셀과의 휘도 값의 변화 정도를 계산해서 구한 분산 값을 후보 픽셀을 선택하는 또 하나의 기준으로 삼는다. 그러므로 앞에서

언급한 두 가지 기준에 따라서 인접한 픽셀들과의



(a) (b)
그림 3. 후보 픽셀과 병합 과정

Hamming거리가 특정 임계 값 θ_1 보다 크고 특정 윈도우 내의 픽셀 값들의 분산이 임계 값 θ_2 보다 작을 때 그 픽셀을 후보 픽셀로 선택하게 된다.

3.2 픽셀의 병합과 움직임 예측

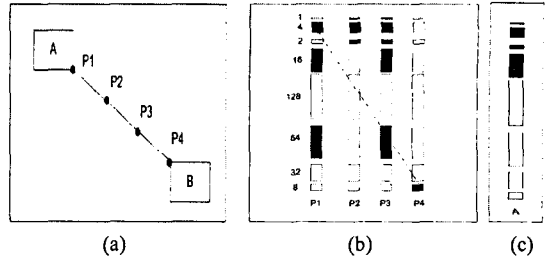
후보 픽셀을 구한 후에 그 픽셀들을 특정한 영역으로 병합한다. 계산량을 줄이기 위하여 그림 3의 (a)처럼 프레임 이미지를 32×32 블록으로 나눈다. 이렇게 나누어진 블록에 속한 후보 픽셀이 특정 개수 이상이 될 경우에만 블록이 선택되고 움직임을 예측을 수행한다. 그림 3 (a)에서 흰 색으로 표시된 픽셀은 후보 픽셀을 나타낸다.

3.3 픽셀 값의 개선

움직임 예측 정보를 가지고 의사 윤곽을 줄이기 위해서 몇몇 픽셀들은 휘도 값을 변화시킨다. 의사 윤곽은 눈이 움직이는 경로를 따라서 적분되는 빛의 양으로 휘도가 결정되기 때문에 발생한다. 그림 4 (a)처럼 한 프레임 사이에 픽셀 A에서 B로 눈이 움직인다고 가정하자. 눈이 움직이는 경로 위에 있는 픽셀의 휘도 값에 의해서 픽셀 A에서 인지되는 휘도 값은 영향을 받는다. 이를 보상하기 위해서 그림 4 (a)와 같이 움직임 경로를 따라서 네 개의 픽셀을 샘플링한다. 그 다음 그림 4 (b)와 같이 샘플링된 픽셀이 픽셀 A에 미치는 영향을 계산한다.

서브 필드 패턴이 (1, 4, 2, 16, 128, 64, 32, 8)로 주어졌다고 가정할 경우, 그림 4 (c)처럼 발광 패턴을 갖는 픽셀 A는 232의 휘도 값을 가지게 된다. 그러나 (b)와 같이 눈이 이동할 경우 적분되는 빛의 양은 P1 픽셀의 두 번째 서브 필드, P2의 다섯 번째 서브 필드, P3의 세

번째 서브 필드, 그리고 P4의 7번째 서브 필드 값들에



(a) (b) (c)
그림 4. (a)후보 픽셀 샘플링 (b)눈의 이동 경로 (c)원본 픽셀 서브 필드

영향을 받게 된다. 의사 윤곽 생성에 미치는 영향을 계산할 때, 계산량의 감소를 위해 영향을 가장 많이 주는 큰 한 개의 서브 필드만을 가지고 영향을 계산한다. 예를 들어 픽셀 P3의 경우 7 번째 서브 필드가 영향을 가장 크게 주므로 픽셀 A의 7 번째의 서브 필드의 점등 상태와 비교한다.

제안된 알고리즘에서는 의사 윤곽에 미치는 영향 정도를 계산하기 위해서 다음과 같은 비용 함수를 정의한다.

$$F = C_1 \times W_1 + C_2 \times W_2 + C_3 \times W_3 + C_4 \times W_4 \quad (1)$$

여기서 C_n ($1 \leq n \leq 4$)는 이진수로서 샘플 픽셀의 주된 영향 서브 필드와 그것에 대응되는 픽셀 A의 서브 필드의 점등상태가 같을 경우 0을 할당하고 다를 경우 1을 할당하게 된다. 그리고 W_n 은 주된 영향을 주는 서브 필드의 길이가 된다. 예를 들어 그림 4 (a)의 경우 $C_1 = C_2 = C_4 = 0$, $C_3 = 1$, $W_1 = 4$, $W_2 = 128$, $W_3 = 64$, $W_4 = 32$ 이므로 비용 함수의 값은 64가 된다.

원본 픽셀의 값이 p 라 가정하자. 픽셀 값을 $[p - r, p + r]$ 의 범위에서 변화시켜 가면서 비용 함수를 최소화하는 값을 찾아 그 값으로 원본 픽셀 값을 대체 한다. 여기서 상수 r 은 픽셀 값의 변화 정도를 조절한다. 만약 r 이 큰 값을 경우, 비용 함수를 최소화시키는 과정에 더 많은 자유를 가지나 원본 픽셀의 값은 더 많이 변화게 된다. 그러므로 원본 값을 크게 손상하지 않고 의사 윤곽을 효과적으로 줄일 수 있는 r 의 값을 정하는 것이 중요하다.

IV. 시뮬레이션 결과

제안된 방법의 성능을 평가하기 위해서 Kawahara



(a) 원본이미지 (b) ± 5 범위 처리 (c) ± 10 범위 처리

그림 5. 원본 이미지와 처리된 이미지

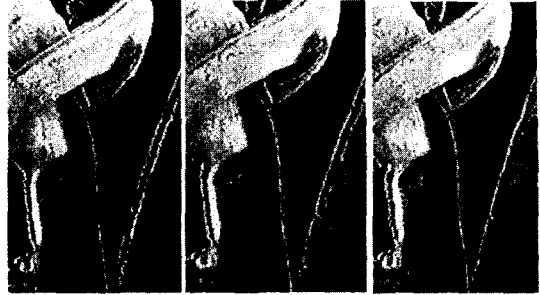
와 Wani 의 논문 [4]에 기초해서 만든 시뮬레이터를 이용한다. 이 시뮬레이터는 실제 PDP 상에서 사람 눈에 인지되는 영상을 만들어 낸다. 의사 윤곽의 감소 효과를 잘 관찰하기 위해서 실험 환경은 정지 영상을 한 방향으로 빠르게 이동시키는 방법이 선택되었다. 한 방향으로 영상이 이동할 경우 눈이 영상을 좀 더 확실하게 따라가고 이것이 의사 윤곽 효과를 크게 한다. 그림 5(a)는 테스트에 사용된 이미지를 보여주고 있다. 실험에서 이미지는 한 프레임마다 8 픽셀씩 오른쪽으로 이동한다. 이 시뮬레이션에서는 픽셀 값의 변화 정도에 따른 의사 윤곽의 감소 정도를 비교한다. 그림 5(b)는 픽셀 값 변화 범위를 [-5, 5]로 그림 5(c)는 변화 범위를 [-10,10]로 정한 결과 이미지이다. 픽셀 값 변화 처리가 된 이미지와 그 원본 이미지 사이에 차이 거의 없음을 볼 수 있다. 즉, 원본 이미지에서 약간의 픽셀 값의 변화는 눈의 특성상 눈으로는 잘 관찰되지 않음을 알 수 있다. 그러나 이 이미지들을 PDP 상에서 이동시킬 경우 발생하는 의사 윤곽의 양은 많이 다르다.

그림 6은 PDP 상에서 관찰되는 이미지의 결과 영상을 보여준다. 이 이미지는 시뮬레이터에 의해서 만들어진 결과들이다. 그림 6 (c)의 결과 이미지가 (a), (b)의 결과 이미지보다 더 적은 의사 윤곽을 가짐을 알 수 있다. 특히 이 효과는 이미지 상의 거울과 모자 부근에서 그 효과를 관찰할 수 있다. 그러나 이러한 의사 윤곽의 감소 효과는 원본 이미지의 손상을 통해서 얻어진다. 즉, 원본 이미지의 약간의 손상과 의사 윤곽의 감소를 서로 교환하게 되는 것이다.

V. 결론

이 논문에서는 의사 윤곽이 일어나기 쉬운 영역을

찾고 그 효과를 감소시키는 방법을 제시한다. 제안된 방법은 후보 픽셀을 선택하고 이들을 특정 영역 단위로



(a) 원본이미지 (b) ± 5 범위 처리 (c) ± 10 범위 처리

그림 6. PDP 상에서의 관찰되는 이미지

병합한다. 그 다음 병합된 영역에 한해서만 움직임 예측을 통해서 작은 범위에서 픽셀 값을 변화시켜 의사 윤곽을 감소시킨다. 시뮬레이션 결과는 제안된 방법이 계산이 적으면서도 효과적으로 의사 윤곽을 줄임을 보여준다.

제안된 방법은 서브 필드 최적화와 같은 기존 방법들과 같이 사용될 수 있는 장점이 있다. 즉, 여러 방법들과 같이 사용되어서 의사 윤곽 감소 효과를 증가시킬 수 있다.

참고문헌

- [1] T. Masuda, T. Yamaguchi, and S. Mikoshiba, "New category contour noise observed in pulse-width modulated moving images," Proc. International Display Research Conference, pp. 357.360, 1994.
- [2] D. Q. Zhu and T. J. Leacock, "Method and apparatus for moving pixel distortion removal for a plasma display panel using minimum MPD distance code," U. S. Patent No. 5,841,413, Nov. 24, 1998
- [3] I. Kawahara and K. Sekimoto, "Dynamic gray-scale control to reduce motion picture disturbance for high resolution PDP," Proc. SID-99, pp. 166-169, 1999.
- [4] I. Kawahara and K. Wani, "Simulation of motion picture disturbance for AC-PDP modeling virtual pixel on retina," IEICE Trans. Electorn., vol. E81-c, no. 11, pp. 1733.1739, Nov. 1998.