

영상 입력 장치에 의한 입력 영상의 화질 개선

이윤석^U 구한서 정창성

고려대학교 전자공학과

(leey, esprit, csjeong)@snoopy.korea.ac.kr

Enhancement of Input Image through Image Input Devices

Yun-Seok Lee^U Han-Suh Koo Chang-Sung Jeong

Dept. of Electronics Engineering, Korea University

요 약

현재의 영상 입력 장치는 입력 영상의 해상도와 선명도 향상을 주된 목표로 하고 있다. 그러나 오히려 영상의 입력 정밀도가 높아질수록 원하지 않는 영상 신호까지 받아들이는 결과를 초래하곤 한다. 대표적인 스캐너 입력 장치의 경우 스캔 목적면 외에 이면 영상까지 깊게 스캔되어 원하지 않는 출력 결과가 나타나기도 한다. 사용자 입장에서 입력된 영상을 일일이 편집한다는 것은 매우 번거로운 일이 아닐 수 없다. 따라서 본 논문에서는 비교적 간단하고 효과적인 화질 개선 알고리즘을 구현하여 이면 영상의 제거뿐만 아니라 영상의 선명도를 높이기 위한 화질 개선에 주안점을 둔다. 또한 이와 같은 목적은 보다 질 높은 정보 전달을 위한 프리젠테이션의 목적에 부합하며 나아가 다양한 발표 자료 및 문서 자료의 제작에도 효과적인 것이다.

1. 서론

최근의 연구 자료에 의하면 영상 복원 필터의 임펄스 노이즈에 대한 제거 성능이 많이 발전되었음을 알 수 있으며 컨볼루션 잡음에 대한 복원성 또한 우수하다고 볼 수 있다. 그러나 특수한 노이즈가 주입된 이른바 얼룩진 영상의 경우에 있어서는 상위 필터를 적용하기 어렵다고 할 수 있다. 대표적인 예로서 이면의 영상까지 스캐닝 되어 입력된 영상은 이면 얼룩이 그대로 묻어나와 시각적 명료성을 현저히 떨어뜨린다. 이같은 노이즈는 분명 임펄스 노이즈와는 상당한 차이가 있으며 특수성을 고려한 인공 지능 성향의 노이즈 검출기의 필요성을 인식시킨다. 따라서 본 논문에서는 이러한 특수 노이즈에 대한 복원 필터 성향의 모폴로지 연산에 기초한 화질 개선에 주안점을 두며 비교적 간단한 수행 과정으로 우수한 효과를 나타내는 알고리즘을 소개하고자 한다.

먼저 2장에서는 기존 입력 장치만을 사용하여 얻은 영상의 문제점을 분석한다. 그리고 3장에서는 본 논문에서 제안하는 새로운 알고리즘을 소개하며 4장에서 본 알고리즘의 성능을 평가한다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 입력 장치 및 영상의 분석

2.1 입력 장치의 분석 및 문제 제기

보통의 스캐너는 입력 매체에 강한 빛을 자극하여 반사된 영상의 밝기를 양자화하여 입력값으로 받아들인다. 따라서 밝은 조명은 얇은 두께의 종이에 투과된 목적면 이면의 영상의 밝기값 혹은 그 다음 면의 밝기값을 스캐너로 하여금 입력 신호로 받아들이게 한다. 그러나 조도를 낮추는 것은 아주 밝은 조명에서 정확한 영상의 밝기값을 획득할 수 있다는 기본 개념에 상반되는 적절하지 못한 경우라 할 수 있다. 이같은 현상은 입력 장치의 기계적인 구조가 바뀌지 않는 한 사라지지 않으며 따라서 현재로서는 소프트웨어 기반의 스캐닝 후처리 과정으로 양질의 영상을 획득하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

2.2 입력된 영상의 분석

일반적인 단순한 영상은 배경과 오브젝트(object)로 분리되며 오브젝트의 그레이 레벨이 배경보다는 낮다. 따라서 영상의 히스토그램은 두 개의 극대값(peak)을 가

진 분포로 나타나게 된다. 만약 이면의 영상이 비슷한 히스토그램의 분포를 가지고 있다고 가정한다면 목적 영상의 얼룩은 낮은 그레이 레벨 극대값보다는 높고 높은 그레이 레벨 극대값보다는 낮은 값으로 결정되며 영상의 오브젝트가 아닌 배경에서 확연히 드러나게 된다.

입력된 영상에서는 오브젝트의 그레이 레벨이 균일한 값으로 나타나지 아니한다. 이는 입력 영상의 질감과 스케닝 시에 조명에 반사된 빛들의 간섭 효과로 인한 것이다. 따라서 이상과 같은 특성을 고찰해 볼 때 양질의 영상을 얻기 위해서는 단순히 입력 영상의 얼룩 노이즈만을 제거하는 것이 아니라 부가적인 화질 개선 과정도 동시에 이루어져야한다는 사실을 알 수 있다.

3. 입력 영상 화질 개선 과정

본 알고리즘은 크게 다음의 네 단계로 구분할 수 있다. 첫째로 모폴로지 연산에 의한 영역의 그레이 레벨 균일화 작업을 수행하게 된다. 다음으로 thinning 알고리즘에 의해 경계를 간결화하며, 영상의 히스토그램을 분석하여 영상을 오브젝트와 배경으로 구분하게 된다. 그리고 끝으로 이웃이 없는 고립된 픽셀을 제거함으로써 화질 개선 작업을 완료한다.

3.1 모폴로지 연산에 의한 영역의 그레이 레벨 균일화

본 논문에서 사용한 수학적 모폴로지 연산은 erosion과 dilation을 연속적으로 수행한 opening 연산을 사용한다 [3]. 왜냐하면 일반적으로 오브젝트의 그레이 레벨값이 배경보다 낮기 때문에 오히려 opening이 closing과 같이 영역의 흠이나 경계의 틈을 채워 넣어 영역을 발꿈하게 다지는 효과를 나타내기 때문이다.

모든 모폴로지 연산은 기본적으로 structuring element (이하 SE)의 형태에 따라 계산식이 결정되며 본 실험에서는 그림 1과 같은 4-방향 SE를 사용하였다.

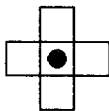


그림 1 Structuring Element(SE)

여기서 ●는 연산 결과가 저장되는 origin의 위치이며 따라서 opening 결과값 $I_o(u, v)$ 는 다음과 같다.

$$I_o(u, v) = \max_{(i,j) \in B} [I_e(u-i, v-j)] \\ = \max_{(i,j) \in B} [\min_{(i',j') \in B} I(u-i+i', v-j+j')]$$

위 식에서 u, v 는 영상의 픽셀 좌표이며 $I_e(u, v)$ 와 $I(u, v)$ 는 각각 픽셀 u, v 에 대한 erosion 연산과 그레이 레벨값을 뜻한다. 또 i, j 는 SE의 인덱스로서 SE 집합 B

에 속한다. 그러나 수학적 모폴로지 연산에서는 SE의 크기가 연산의 적용 범위에 영향을 미친다. 특히 전 모폴로지 연산 결과가 영상의 고유 형태 정보를 잃게 만들었을 경우 예상치 못한 결과값을 생성하게 된다. 예를 들어서 SE의 크기보다 작은 간격의 오브젝트가 나열된 영상에서는 opening의 erosion의 영향으로 인한 뭉침 현상을 나타나게 한다. 따라서 본 실험에서는 SE의 크기를 고려한 전처리 과정으로 입력 영상을 확대하였다.

우선 SE의 크기에 맞게 입력 영상을 가로, 세로 각각 3배의 확대를 한다(그림 2). 따라서 영상 확대 과정을 거친 erosion 연산에서는 오브젝트간에 최소한 1픽셀만큼의 간격을 줄 수 있게되어 영상의 고유 정보를 보존하게 된다.

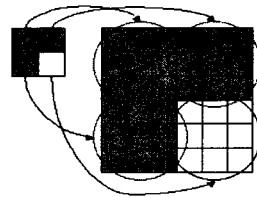


그림 2 입력 영상의 확대 (3×3 배율)

확대된 영상을 대상으로 모폴로지 연산을 수행한 후에는 다시 영상의 본래의 크기로 축소하는 과정이 남게 된다. 그런데 opening 연산은 영상의 오브젝트의 화질을 개선하는 것이며 오브젝트는 작은 그레이 레벨값으로 나타나므로 영상의 그레이 레벨값 $I(u, v)$ 는 다음과 같다.

$$I(u, v) = \min_{j=0,1,\dots,n-1} [\min_{i=0,1,\dots,m-1} I_i(u \cdot m + i, v \cdot n + j)]$$

여기서 m 과 n 은 각각 본래의 영상에 대한 가로 및 세로의 확대값이며 $I_i(u, v)$ 는 확대된 영상의 그레이 레벨 밝기값이다. 또 i, j 는 본래의 영상 픽셀 위치에 종속하는 확대된 영상의 픽셀 인덱스이다.

3.2 Thinning 알고리즘에 의한 경계의 간결화

본 논문에서는 Smith가 제안한 SUSAN 경계 검출기에 의한 경계 thinning 방법을 사용하였다. 이 알고리즘은 픽셀의 밝기값에 기초하며 수행 속도가 빠르다는 장점이 있다[1]. 경계 thinning 알고리즘은 픽셀의 이웃 관계들 살펴서 경계의 가능성이 없는 점을 제거하거나 돌출한 경계점을 바른 곳으로 옮기는 수행을 한다[2]. 따라서 오브젝트의 경계가 한결 미려하게 된다.

3.3 Threshold 선택 및 그레이 레벨 재조정

영상의 얼룩은 배경에서 확연히 드러나기 때문에 적절한 threshold를 선택하여 배경 영상에 대해서만 그레이 레벨

밝기값을 재조정하면 된다.

히스토그램 분포를 보면 배경과 오브젝트에 관한 두 개의 극대값이 존재한다. 이 극대값을 고려하여 threshold 레벨값 t 를 다음과 같이 결정한다.

$$t = 0.7 \times (P_{high} - P_{low}) + P_{low}$$

여기서 P_{high} 와 P_{low} 는 각각 배경과 오브젝트에 관한 극대값이다. 또 0.7은 실험적으로 얻어낸 threshold 상수이다. 이제 영상의 그레이 레벨값 $I'(u, v)$ 은 다음과 같이 재조정된다.

$$I'(u, v) = \begin{cases} I(u, v) & \text{if } I(u, v) \leq t \\ P_{high} & \text{otherwise} \end{cases}$$

3.4 고립된 픽셀 제거

오브젝트의 그레이 레벨에 가까운 얼룩은 threshold 과정으로는 제거되지 않는다. 그러나 이들의 수는 매우 적으며 이웃 픽셀이 없다는 특성을 가지고 있다. 따라서 이웃이 없는 픽셀을 제거함으로써 한결 깨끗한 영상을 얻을 수 있게 된다.

4. 실험 결과

본 논문에서는 그레이 영상을 목적 영상으로 사용하였다. 그림 3(a)에서 보는 바와 같이 스캐너에 의해 입력된 영상은 이번 영상으로 얼룩진 화면을 보이고 있다. 그러나 그림 3(b)에서 보면 이번 얼룩은 제거되었으며 영상 확대 전처리 과정으로 오브젝트 뭉침 현상을 방지하여 영상의 고유 정보가 그대로 유지되었음을 볼 수 있다.

3D를 작성하기 전에 언제든지
2D든 3D든 포함을 삭제할 수 있
파일이나 폴더를 삭제하더라도
에는 영향을 주지 않습니다.

3D 레이아웃에서 파일이나 폴더
다르십시오.

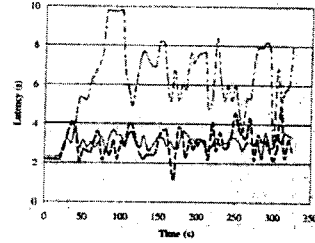
(a)

3D를 작성하기 전에 언제든지
2D든 3D든 포함을 삭제할 수 있
파일이나 폴더를 삭제하더라도
에는 영향을 주지 않습니다.

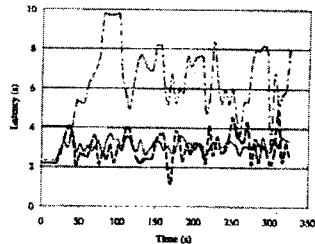
3D 레이아웃에서 파일이나 폴더
다르십시오.

(b)

그림 3 실험 결과 (a) 입력 영상 (얼룩진 영상) (b) 출력 영상 (개선된 영상)



(a)



(b)

그림 4 실험 결과 (a) 입력 영상 (얼룩진 영상) (b) 출력 영상(개선된 영상)

그림 4(a)는 얼룩진 그래프 영상으로서 라인의 처리에 민감할 필요가 있다. 따라서 개선된 영상을 볼 때 그레이 레벨 재조정으로 배경의 얼룩이 제거된 것과 확대 영상에 대한 모폴로지 연산 적용으로 인하여 그래프 라인이 뚜렷이 살아있음을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 비교적 간단한 처리 과정으로 효과적인 얼룩 개선 과정을 제안하였다. 이상의 화질 개선 작업은 보다 질 높은 정보 전달을 위한 프리젠테이션에 도움이 되며 다양한 발표 자료 및 문서 자료 활용될 수 있다. 나아가 사진 영상이나 컬러 영상의 화질 개선에도 발전적으로 이용될 것이다.

참고 문헌

[1] S.M. Smith and J.M. Brady, "SUSAN - a new approach to low level image processing," Int. Journal of Computer Vision, 23(1) : 45-78, May, 1997.
 [2] S.M. Smith, "Edge Thinning Used in the SUSAN Edge Detector," Technical Report TR95SMS5, FMRIB, Oxford Univ., UK.
 [3] S.E. Umbaugh, "Computer Vision and Image Processing," Prentice Hall, 1998.