

중간값 필터와 형태학 필터를 이용한 실시간 영상 잡음 제거

심성균*, 정원용*

* 경남대학교 정보통신 공학과

The Real-time Image Noise Cancellation using Median and Morphological Filters

Soungkyun Sim*, Wonyong chong*

* Div. of Information and Communication Eng, kyungnam university

e-mail : ssk_hbej@hanmail.net, wychong@kyungnam.ac.kr

요 약

문자영상의 인식분야에서는 다양한 잡음으로 인해 손상된 영상을 개선하는 영상의 전처리 과정을 아주 중요시하고 있다.

본 논문에서는 영상의 객체 윤곽을 보호하면서 충격잡음에 효과적인 비선형 중간값(median) 필터를 먼저 적용하고, 영상객체에 대해 선택적으로 축소하고 확대하는 형태학(morphological) 필터를 직렬로 조합함으로써 선명한 문자 영상을 획득하였고, 좀 더 현실적인 문자를 인식하도록 Genesis 영상처리 보드와 이를 제어하는 MIL(Matrox Image Library) 패키지를 사용하여 실시간적으로 구현해 보았다.

I 서 론

아날로그 영상 신호를 획득, 샘플링, 양자화하여 디지털 영상신호로 변환하는 과정과, 제한된 속도 내에 효율적으로 데이터를 전송하기 위한 부호화 및 복호화하는 과정에서 발생하는 다양한 영상잡음을 제거하는 기술의 중요성은 최근들어 다양하고 대용량의 데이터를 다루는 멀티미디어 환경에서 더욱 절실하다.

더욱이 실시간 개념을 디지털 영상처리 기술에 적용함으로써 손상된 정보를 포함하고 있는 입력 영상과 소정의 처리과정을 거친 결과영상을 거의 동시에 획득하고 화면에 출력함으로써 더욱 현실적인 정보를 수집할 수 있게 되었다.

본 논문은 Genesis 보드와 MIL 패키지의 실시간 환경에서 중간값 필터와 형태학 필터를 중

격잡음과 가우시안 잡음으로 오염된 문자영상들에 적용하여 더욱 더 선명한 문자영상을 실시간적으로 획득함을 목적으로 한다.

충격잡음의 대표적인 salt-pepper잡음과 가우시안 잡음 등으로 손상된 영상을 전처리 과정으로, 필터에 의해 겹쳐진 영상의 각 픽셀 값 중에 중간 값을 선택하는 중간값 필터를 적용하였고, 후 처리로는 선택적으로 영상객체를 제거하는데 효과적인 형태학 필터를 사용하여 SNR의 증대와 보다 현실적인 문자를 인식하도록 영상을 개선하는 것에 중점을 두었다.

본 논문의 II장에서는 중간값 필터와 형태학 필터의 기본 이론에 대해서 언급하였고, III장에서는 손상된 영상의 실시간 획득과 처리를 위해 사용한 Genesis 영상처리 보드와 이를 제어하는 MIL 패키지의 특징을 살펴보았으며, IV장 실험에서 손상된 영상에서 잡음을 제거함으로써 개선한 처리능력을 비교, 분석해 보았다.

II 중간값 필터 및 형태학 필터

디지털 신호를 개선하는데 사용하는 대부분의 필터는 시불변(LSI : linear, shift-invariant)연산으로서 정의되는 반면, 본 논문에서 언급한 중간값 필터와 형태학적 필터는 극단적인 값을 가지는 충격 잡음과 가우시안 잡음 등, 이런 특정 형태의 잡음으로 손상된 영상에서 영상객체의 윤곽을 보호하고 선택적으로 잡음을 제거하는 데 효과적인 비선형 필터로 분류된다.

2.1 중간값 필터

중간값 필터처리는 손상된 영상에서 마스크를

이동시키면서 마스크와 겹쳐진 영상영역의 픽셀 값을 오름차순으로 정렬하고, 가장 중간 값을 선택함으로써 잡음을 제거하는 기법이다. 이런 중간 값 필터는 그레이(gray-level)영상에서 객체의 윤곽을 보존하면서 잡음을 제거하는 데 효과적이지만, 마스크를 이동하고 정렬하면서 값을 취하는 데 일반적인 선형필터보다 약 5배의 처리속도가 소요되는 단점을 가지고 있다.

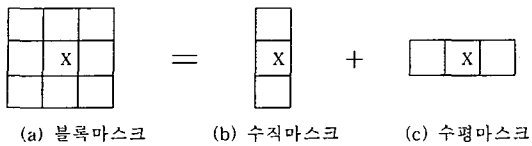


Fig. 1 처리속도 단축을 위한 마스크 분할

이러한 중간값 필터처리의 단점을 보완하기 위해 Fig. 1과 같이 마스크로 사용하는 블록을 수평 마스크와 수직마스크로 분리하여 잡음제거 효과는 비슷하지만 처리속도를 현저하게 단축시킬 수 있다.[1]

2.2 형태학 필터

형태학 필터의 기본 구성성분은 팽창(Dilation) 연산과 부식(Erosion)연산이다.

팽창연산은 작은 공백부분을 채우고, 떨어져 있는 영역을 연결시켜 영상객체의 외곽부분을 확장시키는 역할을 하고, 부식연산자는 이와는 반대로 아주 작은 객체를 제거하거나 객체의 크기를 축소시키는 역할을 한다.[2]

이진영상에서 구성요소(structure element), S에 의한 영상객체 X의 팽창연산과 부식연산은 각각 $\delta_S(X)$ 와 $\epsilon_S(X)$ 로 표기하고, 이들의 정의는 a가 구성요소의 원점이라 할 때, 식 (1), (2)와 같이 표현되어진다.

$$\delta_S(X) = \bigcup_{a \in S} X_{-a} \quad (1)$$

$$\epsilon_S(X) = \bigcap_{a \in S} X_{-a} \quad (2)$$

위 식에서 알 수 있듯이 팽창은 구성요소와 영상사이의 합집합으로 나타내고, 부식은 교집합으로 나타낼 수 있다.

그레이영상에서 구성요소 S에 의한 영상 f의 팽창과 부식연산은 이진영상과 마찬가지로 구성요소를 이동시키면서 영상을 변환시키는 데, 식 (3), (4)와 같이 원점에 대응하는 값으로 최대값과

최소값을 선택하는 것이 이진 영상의 팽창과 부식연산과 다른 점이다.[3]

$$\delta_S(f) = \bigvee_{a \in S} f_{-a} \quad (3)$$

$$\epsilon_S(f) = \bigwedge_{a \in S} f_{-a} \quad (4)$$

형태학 필터의 기본 연산자로 인한 영상의 팽창과 부식의 정도는 구성요소의 크기와 값에 따라 결정된다.

팽창과 부식연산 이외의 형태학 필터로는 팽창과 부식연산의 조합으로 구성된 열림연산($\gamma_S(f)$)과 닫힘연산($\phi_S(f)$)이 있다. 열림과 닫힘연산의 수식적 표현은 아래와 같다.

$$\gamma_S(f) = \delta_S\{\epsilon_S(f)\} \quad (5)$$

$$\phi_S(f) = \epsilon_S\{\delta_S(f)\} \quad (6)$$

열림연산은 부식-팽창연산을 실행하여 영상 전체적인 명도와 밝은 특징들은 비교적 그대로 두면서 구성요소의 크기보다 작고, 더 밝은 부분을 제거하는 데 사용하고, 닫힘 연산은 팽창-침식연산 순서로 실행함으로써 열림 연산과는 반대로 어두운 부분을 제거하는 데 주로 사용한다.

위 네 종류의 형태학 필터는 각각에 대해 독립적이지만 모든 연산자를 조합함으로써 더욱 효과적인 결과를 출력할 때가 대부분이다.

2.3 중간값 필터와 형태학 필터의 조합

Fig. 3처럼 잡음으로 손상된 그레이영상에 중간 값 필터처리 후 형태학 필터 처리능력의 극대화를 위해 적당한 문턱값을 사용하여 이진영상으로 전환시킨 영상에 대해 형태학 필터의 기본 연산 팽창과 부식연산을 사용하여 영상을 개선한다.

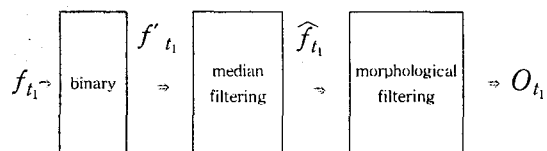


Fig. 3 실시간 영상 잡음 제거 구성도

영상 잡음제거를 위한 필터처리에 실시간 개념의 적용은 임의의 시간 t1에서 입력된 한 프레임의 문자영상에 대해 제한한 기법을 적용하고, 두 번째 입력영상이 획득되기 전에 개선된 문자 영상을 출력하는 것으로 설명이 가능하다. 예를 들

어 아날로그 영상신호를 디지털 영상신호로 변환하여 획득하는 시간을 30 frames/sec로 제한한다면, 33.3msec내에 모든 영상처리를 끝내면 된다. 임의의 시간 t_1 에서 메디안 필터를 거친 영상을 \hat{f}_i 이라 한다면, 최종적으로 개선된 문자영상 $O_i(x, y)$ 은 식 (7)과 같이 표현할 수 있다.

$$O_i(x, y) = \epsilon_s(\delta_s(\hat{f}_i)) \quad (7)$$

III Genesis 보드 및 MIL 제어 패키지

카메라로부터 아날로그 영상신호를 받아 디지털 영상 데이터로 변환하여, 주컴퓨터의 메모리에 전송해주는 Genesis 영상처리 보드는 획득, 처리, 출력 등의 기능을 포함한 주 보드(Main Board)와 주 보드와 직접적으로 인터페이스(Interface)함으로써 영상신호처리 능력을 극대화하는 처리보드(Processor Board)로 구성되어 있다.

아날로그 영상신호를 140MHz까지 샘플링가능하고, 4개의 연속영상을 동시에 획득하고 처리할 수 있으며, 85Hz에서 1600×1200의 해상도까지 표현이 가능하다.

특히, Genesis 보드는 Texas Instrument사의 TMS320C80 DSP 칩의 장착과 전용의 고속 데이터 버스(Data Bus)의 사용으로 빠른 데이터 처리가 가능하다는 것을 특징으로 하고 있다.[4]

이 보드를 지원하는 MIL 패키지는 Dos, Window98/NT 운용체제의 지원과 C, C++ 프로그램 언어 환경에서 사용할 수 있는 MIL 패키지는 영상획득과 영상전송, 영상처리(필터링, 형태학적 또는 기하학적 변환 및 FFT), 패턴일치, 영상 분석 및 측정, 영상출력 등을 위한 최적화된 명령어들과 그에 상응하는 함수들을 포함하고 있다. Fig. 3에 이러한 MIL 패키지의 구성을 표현하였다.

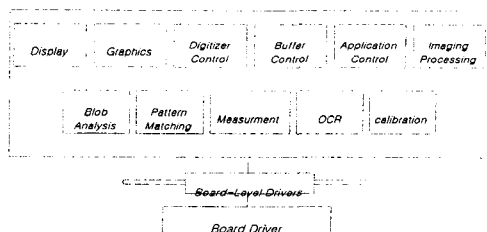


Fig 3. MIL Package Architecture

MIL 패키지의 특징은 최고 15개의 시스템과

그 아래 하나 이상의 디지털라이저와 메모리 버퍼, 디스플레이 등을 할당하여 영상처리 보드를 제어하고, 칼라 또는 16 bit 이하의 Gray level 영상을 획득하고, 32bit의 영상까지 처리하며, 16bit의 영상까지 출력할 수 있도록 지원해 주는 것이다.[5]

IV 실험 결과 및 분석

실험은 영상의 전처리과정으로 아날로그 문자 영상신호를 카메라로부터 받아들일 때, 빛의 양을 조절하는 조리개를 사용하여 히스토그램을 알맞게 문턱처리(threshold) 시킨 후에 genesis 영상처리 보드를 통해 30 frames/sec의 속도로 디지털 문자영상신호로 변환하고 획득하였다.

각 영상 프레임에 이진 영상으로 변환하여 중간값 필터의 잡음처리능률을 증대시켜 다수의 잡음을 제거하였으며, 더욱 선명한 문자인식을 위해 영상객체를 선택적으로 팽창 및 부식키는 형태학 필터의 단침연산을 사용하여 잔존한 잡음을 제거하였다.

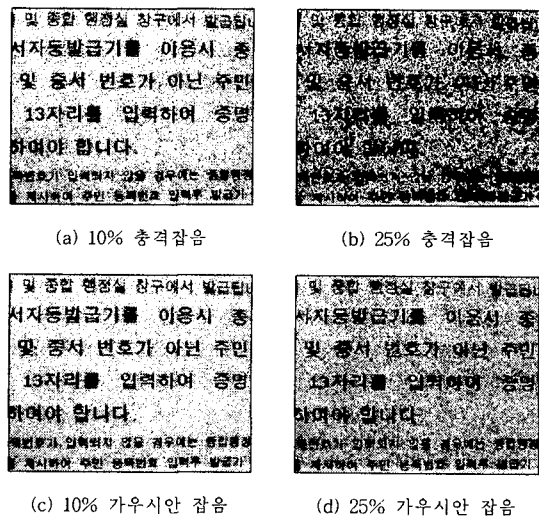
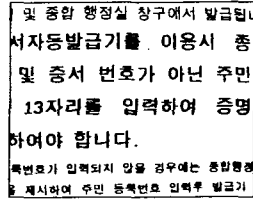


Fig 4. 충격 및 가우시안 잡음으로 손상된 입력영상

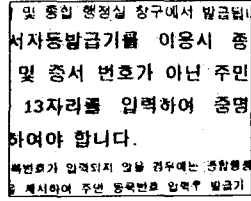
Fig. 4는 10%, 25%의 충격 잡음과 가우시안 잡음으로 손상된 실시간 입력영상을 표현한 것이고, Fig. 5는 Fig. 4의 손상된 영상을 이진영상으로 변환하여 3×3크기의 마스크를 이용한 중간값 필터를 과정을 거친 결과를 표현한 것이다.

Fig. 6은 중간값 필터처리 과정을 거친 Fig. 5에 (3×3)크기의 구조요소에 의한 형태학필터의 단침(침식-팽창)연산으로 후처리한 결과를 나타낸 것인데, Fig. 5에 잔재한 잡음이 대부분 제거

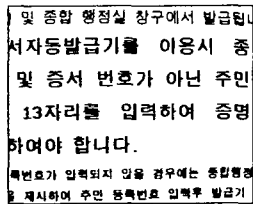
됨을 알 수 있다.



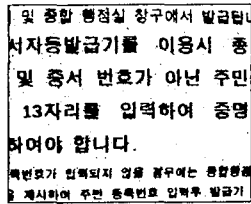
(a) 10% 충격잡음



(b) 25% 충격잡음

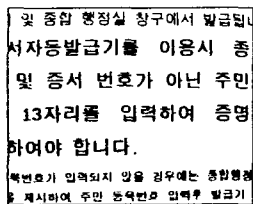


(c) 10% 가우시안 잡음

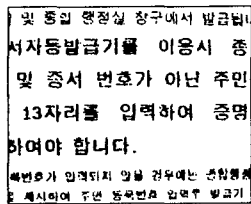


(d) 25% 가우시안 잡음

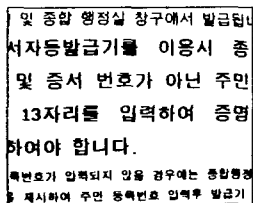
Fig 5. 중간값 필터를 사용한 전처리 결과



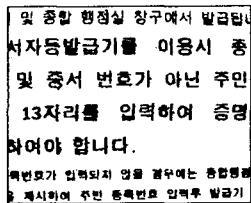
(a) 10% 충격잡음



(b) 25% 충격잡음



(c) 10% 가우시안 잡음



(d) 25% 가우시안 잡음

Fig 6. 형태학 필터를 사용한 후처리 결과

표. 1은 가우시안 잡음과 충격잡음으로 손상된 문자영상에 중간값 필터만의 전처리 결과와 형태학 필터를 조합하여 개선한 후처리 결과에 대한 SNR을 측정하여 비교한 것이다.

Table. 1 필터처리 결과 SNR 비교 단위 (dB)

잡음 종류	충격잡음		가우시안 잡음	
	10%	25%	10%	25%
잡음 첨가율	10%	25%	10%	25%
손상된 원영상	19.424	12.798	18.250	11.275
중간값 필터(전처리)	35.154	27.282	35.341	25.623
형태학 필터(후처리)	34.795	27.355	35.798	27.164

표. 1에서 원 영상에 잡음이 많이 포함될수록 중간값 필터처리만의 영상 개선능력이 저하됨을 알 수 있고, 형태학 필터처리를 거친 문자영상이 보다 선명하고, 깨끗하다는 것을 Fig. 5와 Fig. 6을 통해서 확인할 수 있다.

V 결 론

중간값 필터만으로는 가우시안 잡음이나 충격잡음으로 많이 손상된 영상을 만족할 정도로 개선한다는 것은 어려운 문제다.

본 논문에서는 손상된 영상의 다양한 개선방법 중 하나로 잡음을 포함한 영상을 이진영상으로 변환하여 중간값 필터와 형태학 필터의 직렬 조합으로 SNR을 최대화하는 방법을 선택하였다.

적은 양의 잡음에 대해서는 중간값 필터만으로 거의 완벽하게 제거되지만, 다량의 잡음으로 인해 손상된 영상은 형태학 필터를 추가적으로 적용하여 잔재한 잡음을 제거함으로써 선명한 문자영상을 획득할 수 있었고 더욱이 모든처리과정을 실시간으로 처리함으로써 더욱 현실적으로 문자영상을 인식할 수 있었다.

더욱 효율적인 문자인식을 위해서는 영상객체의 특성에 따라 중간값 필터의 마스크나, 형태학 필터의 구성요소의 적절한 선택을 필요로 하고, 영상전송과정에서 발생한 잡음이 아닌 입력할 영상 자체에 다양한 잡음이 포함되어 있다면 손상된 영상을 받아들일 때, 카메라 조리개의 적절한 조절로 입력영상에 포함된 비교적 낮은 농도의 잡음은 미리 제거시키는 문턱처리로 더욱 효과적인 결과를 얻을 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Randy Crane, "Simplified approach to Image Processing", Prentice Hall PTR, 1997
2. Pierre Soille, "Morphological Image Analysis", Springer, 1999
3. Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley, 1992
4. Genesis Board, Matrox Genesis Board Catalog, Matrox Electronic systems Ltd. 1999
5. MIL Package, Matrox Image Library Catalog, Matrox Electronic systems Ltd, 1999