

논문 2006-43CI-6-4

신경망 기반의 텍스처 분류기를 이용한 스크래치 검출

(Film Line Scratch Detection using a Neural Network based Texture Classifier)

김 경 태*, 김 은 이**

(Kyung-tai Kim and Eun Yi Kim)

요 약

영화복원은 오래된 필름으로부터 손상된 영역을 자동으로 검출하여 복원하는 것이다. 영화복원은 고화질의 멀티미디어 서비스를 위한 필수작업이기 때문에, 현재 많은 연구자들로부터 관심을 받고 있다. 필름은 flick, dust, 스크래치 등의 원인으로 손상이 이루어지는데, 이 중 가장 주된 요인은 스크래치이다. 스크래치로 손상된 데이터의 복원연구는 지난 몇 년간 활발히 수행되고 있다. 스크래치 복원을 위해서는 위치 및 길이 등의 기준에 따라 나타나는 다양한 종류의 스크래치들을 모두 검출할 수 있어야만 한다. 본 논문에서는 영화의 각 프레임 상에 나타나는 다양한 종류의 모든 스크래치를 자동으로 검출할 수 있는 신경망 기반의 검출 방법을 제안한다. 다양한 높이와 폭을 가진 스크래치들을 검출하기 위해 pyramid를 이용하여 입력 영상은 다양한 해상도의 영상으로 변환된다. 각 변환된 영상에 대하여 신경망기반의 텍스처 분류기를 이용하여 스크래치와 비스크래치의 영역으로 분류한다. 이때, 처리속도의 향상을 위해 에지로 분류된 화소에 대하여만 신경망을 적용한다.

제안된 방법의 평가를 위해 다양한 종류의 스크래치를 가진 영화 및 애니메이션 데이터에 대해 실험이 이루어졌고, 그 결과 제안된 방법의 강건함과 효율성이 입증되었다.

Abstract

Film restoration is to detect the location and extent of defected regions from a given movie film, and if present, to reconstruct the lost information of each region. It has gained increasing attention by many researchers, to support multimedia service of high quality. In general, an old film is degraded by dust, scratch, flick, and so on. Among these, the most frequent degradation is the scratch. So far techniques for the scratch restoration have been developed, but they have limited applicability when dealing with all kinds of scratches. To fully support the automatic scratch restoration, the system should be developed that can detect all kinds of scratches from a given frame of old films. This paper presents a neural network (NN)-based texture classifier that automatically detect all kinds of scratches from frames in old films. To facilitate the detection of various scratch sizes, we use a pyramid of images generated from original frames by having the resolution at three levels. The image at each level is scanned by the NN-based classifier, which divides the input image into scratch regions and non-scratch regions. Then, to reduce the computational cost, the NN-based classifier is only applied to the edge pixels. To assess the validity of the proposed method, the experiments have been performed on old films and animations with all kinds of scratches, then the results show the effectiveness of the proposed method.

Keywords : Film restoration, neural network, film line scratch, scratch detection

I. 서 론

필름 복원은 최근 많은 사람들로 부터 관심을 받고 있

는 연구 분야이다^[1,2,8]. 고화질의 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서는 먼저 오래된 필름에서 먼지와 스크래치 및 flick에 의해 손상된 영역이 복원되어야 한다.

많은 손상요인 중 가장 빈번하게 나타나는 손상요인은 스크래치이다. 스크래치는 필름을 영상화 하거나 복사하는 과정에서 필름이 벗겨짐으로서 발생하는 손상요인이다. 오래된 영화에는 다양한 스크래치들이 포함되어 있는데 이들은 길이, 움직임 및 주변과의 관계에 따

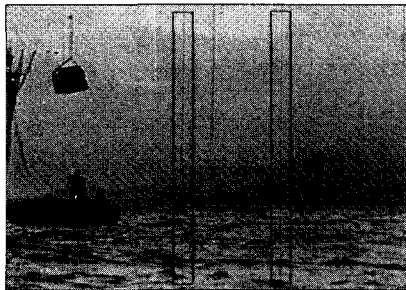
* 학생회원, 건국대학교 컴퓨터정보통신공학과
(Dept. of Computer Eng., Konkuk University)

** 정회원, 건국대학교 인터넷미디어학부
(Dept. of Internet and Multimedia Engineering,
NITRI, Konkuk Univ.)

접수일자: 2006년6월16일, 수정완료일: 2006년10월30일

표 1. 스크래치의 종류.
Table 1. Type of scratch.

스크래치의 종류	설 명
Static scratches	연속한 프레임에서 같은 위치에 나타남
Moving scratches	프레임에 따라 위치가 변경
Principal scratches	프레임의 높이의 95%이상을 포함
Secondary scratches	Principal scratches 제외한 그 외 것들
Alone scratch	항상 단독으로 나타남.
Not-alone scratch	다른 스크래치들과 인접하여 나타남 .
negative scratch	스크래치 화소가 주변보다 밝음
positive scratch	스크래치 화소가 주변보다 어두움



(a)



(b)

그림 1. 스크래치의 예: (a)static/principal/not-alone/positive scratch, (b) static/principal/alone/negative scratch

Fig. 1. Example of scratches : (a)static/principal/not-alone/positive scratch, (b) static/principal/alone/negative scratch.

라 다음과 같이 분류될 수 있다.

이러한 스크래치들은 주변에 비해 밝거나 어두운 명암을 가진 직선으로 육안으로 쉽게 구별 될 수 있다. 그림 1은 스크래치의 예를 보여준다. 그림 1(a)에서는 principal이면서 static한 동시에 not-alone의 특징을 가진 positive 스크래치의 예를 보여준다. 그리고 그림 1(b)는 principal 및 static한 동시에 alone인 'negative' 스크래치를 보여준다.

현재까지 스크래치 복원에 대한 많은 연구가 진행되어 왔지만 상대적으로 스크래치의 자동 검출에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다^[3-7].

지금까지 개발된 대부분의 방법들은 특히 static/alone/principal 스크래치의 검출에만 제한되어 사용될 수 있으며, 표 1에 기술된 모든 종류의 스크래치를 검출하는데 제약이 있다. L. Joyeux et al.은 모폴로지 연산과 Kalman's filter를 이용한 스크래치 검출 방법을 제안했다^[9]. 이 방법은 스크래치뿐만 아니라 다른 요인에 의해서 손상된 데이터의 검출에도 적용할 수 있다는 장점을 가지지만, principal하고 alone인 스크래치의 검출에만 적용 될 수 있으며, 스크래치와 다른 정보의 구별을 위해 움직임 정보를 사용하기 때문에 많은 계산량을 필요로 한다는 단점이 있다. V. Bruni et al.은 스크래치 데이터는 원래의 영상의 밝기 값이 임의의 값에 의해 손실되었다는 가정 하에 Weber's law를 이용한 스크래치 검출 방법을 제안하였다^[3]. 이 방법은 secondary 및 not-alone의 특징을 가진 스크래치의 검출에도 적용할 수 있다는 장점이 있지만, 사전에 스크래치 데이터의 밝기 값을 사용자가 입력해야 된다는 단점이 있다. 이와 같이 지금까지 제안된 대부분의 스크래치 검출 방법은 특정 스크래치의 종류에만 제한되어 사용되어 왔거나, 또는 사용자의 입력을 필요로 하는 반자동 시스템으로 실제 영화복원 시스템에 적용하기에는 문제점이 있다. 영상 내 스크래치의 자동 복원을 지

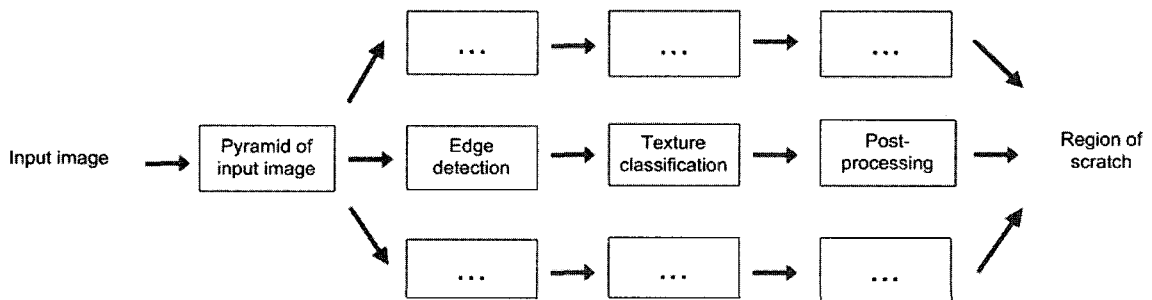


그림 2. 제안된 스크래치의 자동검출 시스템 개요

Fig. 2. Overview of the proposed method.

원하기 위해서는 오래된 필름에서 생기는 모든 스크래치들은 검출되어야 하며, 이들은 반드시 실제 영화복원 서비스에 적용할 수 있도록 빠른 처리시간을 보장해야 한다.

이러한 기존 방법의 한계점을 극복하기 위해서 본 논문에서는 신경망 기반의 텍스처 분류기를 사용하여 스크래치를 자동으로 검출하는 방법을 제안한다. 그림 2는 제안된 스크래치 검출 시스템을 보여준다. 다양한 높이와 폭을 가진 스크래치들을 검출하기 위해 pyramid를 이용하여 입력 영상은 먼저 다양한 해상도의 영상으로 변환된다. 각 변환된 영상에 대하여 신경망 기반의 텍스처 분류기를 이용하여 각 화소를 스크래치와 비스크래치의 영역으로 분류한다. 이때, 처리속도의 향상을 위해 에지로 분류된 화소에 대하여만 신경망을 적용한다. 분류된 결과는 스크래치는 1로 비스크래치는 0인 이진영상으로 나타난다. 분류된 이진 영상은 스크래치의 특성을 기반으로 한 휴리스틱 정보에 의해 필터링 되고 최종적으로 스크래치 영역을 추출한다.

제안된 방법은 신경망 학습을 위해 100개의 데이터 중 20개를 사용하고, 나머지는 시스템의 성능 테스트를 위해 사용되었다. 그 결과 다양한 스크래치에 대해 강건하고 효율성 있는 검출 결과를 얻을 수 있었다.

II. 전 처리

오래된 필름에는 다양한 길이와 폭을 가진 스크래치가 존재한다. 이러한 다양한 크기의 스크래치를 모두 검출하기 위해 본 논문은 Multi-resolution 기법을 이용하여 입력영상을 다양한 해상도로 변환한 후 각각의 변환된 영상으로 부터 스크래치 영역을 검출한다. 각 레벨에서 동일한 크기의 스크래치를 검출한다 하더라도, 첫 번째 레벨에서는 가늘고 짧은 스크래치를 검출할 수 있는 반면 상위 레벨로 올라갈수록 보다 굵고 긴 스크래치를 검출할 수 있게 된다.

본 논문에서는 다 해상도 변환을 위해 웨이블릿 변환(wavelet transform)을 사용한다. 1차 WT를 통해서 영상의 크기는 25%로 축소되고, 그 영상에 대해 다시 WT를 적용하여 영상의 크기를 축소한다.

그림 3은 이러한 multi-resolution 과정을 보여준다.

그 후, 각 레이어에서의 영상을 스크래치와 비스크래치로 분류하기 위해서 본 논문에서는 텍스처 분류기를 사용하는데 이 분류기를 전체 영상에 적용하는 것은 많은 연산시간을 필요로 한다. 이러한 계산시간의 낭비를

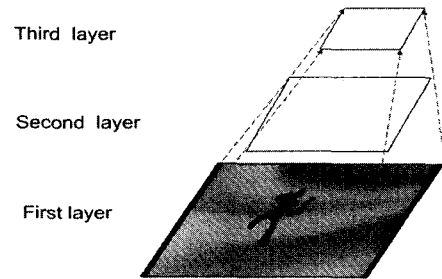
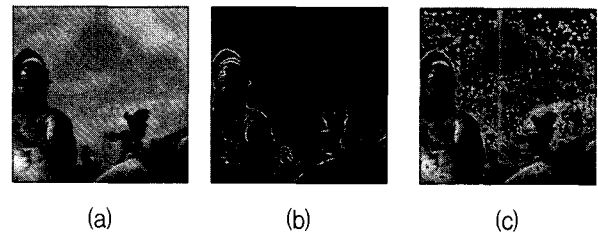


그림 3. Multi-resolution의 입력 영상

Fig. 3. input of Multi-resolution.



(a) (b) (c)

그림 4. (a) 원 영상, (b) 에지 영상, (c) 분류기의 입력 데이터.

Fig. 4. (a) original image, (b) edge image, (c) input data of classification.

이기 위해서 에지부분의 화소에 대해서만 텍스처 분류기를 적용한다. 이는 일반적으로 스크래치 화소는 주변의 화소보다 밝거나 어두운 특성을 가지고 있다는 사실에 근거한 것이다. 그림 4는 원래 입력영상에 대한 에지영상을 보여준다.

그림 4(a)는 원래 영상을 보여주며, 그림 4(b)는 추출된 에지를 보여준다. 그림 4(c)는 그림 4(b)에 dilation 연산을 적용한 결과이다. 그림 4(b)에는 스크래치 외에도 많은 가장자리 및 윤곽선 정보를 포함하고 있다. 이러한 에지영상에서 실제 스크래치 부분과 비스크래치 부분을 분류하기 위해서 텍스처 분류기에 적용하기로 한다. 이때 에지 정보의 주변 정보의 손실을 최소화하기 위해서 모폴로지 연산을 이용하여 그림 4(c)와 같이 에지영상을 확장한다.

III. 신경망 기반의 텍스처 분류기

제안한 방법에서는 입력 영상을 스크래치 영역과 비스크래치 영역으로 구분하기 위한 텍스처 분류기로 신경망을 사용한다. 분류된 결과는 스크래치 화소는 검은색으로, 비스크래치 화소는 흰색으로 표현하는 이진 영상이다.

신경망 기반의 텍스처 분류기를 설계하기 위해 다음의 스크래치의 대표적인 특성을 이용하기로 한다.

- (1) 스크래치는 주변의 화소보다 밝거나 어두운 명암을 가진다.
- (2) 스크래치는 수직의 직선이다.
- (3) 스크래치는 시간적 연속성 때문에, 연속된 프레임에서 나타난다.

이러한 특성들은 스크래치와 비스크래치의 구분을 쉽게 도와준다. 이 중 (3)의 시간적 특성은 스크래치의 중요한 특징이지만 움직임 정보를 추정하는데 많은 연산시간이 필요하다는 단점이 있다. 따라서 빠른 검출 시스템의 개발을 위해 본 논문에서는 (1)과 (2)의 공간적인 특성만을 이용하여 스크래치를 검출한다.

1 신경망 구조

신경망은 영상의 밝기정보를 입력으로 하여 스크래치 화소는 스크래치 클래스로, 그리고 그 외는 비스크래치 클래스로 분류한다. 그림 5는 신경망을 기반으로 한 텍스처 분류기를 보여준다.

신경망의 입력 층은 I0개의 노드, 은닉 층은 L1개의 노드 그리고 출력 층은 2개의 노드로 구성된다. 그림 5에서 보이듯이 인접한 층의 각 노드들은 완전 연결 되어있다. 이 때, 은닉 층은 특징 추출기로 사용되고 출력 층은 화소를 스크래치와 비스크래치로 분류하는데 사용된다.

입력 층에서는 미리 정해진 $M \times N$ 의 윈도우 내에 있는 화소의 밝기 값을 입력 받는다. 입력된 패턴에 대해 신경망은 역전파 알고리즘을 이용하여 학습된다.

신경망의 가중치를 학습하기 위해 각 패턴은 화소의 실제 클래스의 화소와 그 주변의 밝기 값으로 구성된다. 입력 층으로 공급된 패턴에 대해 출력 노드의 활성화된 값은 화소의 클래스를 결정하는데 사용되었다. 출력노드는 0과 1사이의 값을 가지는 2개의 실수의 벡터

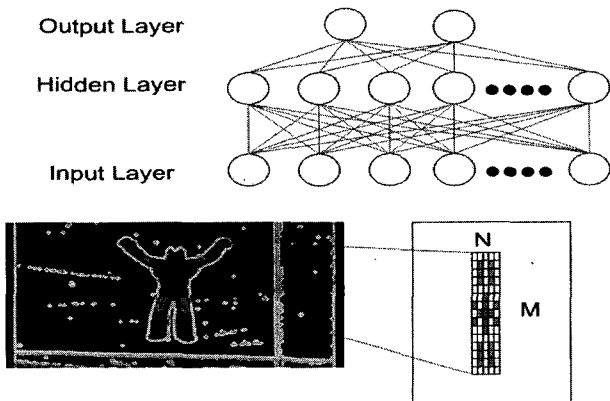


그림 5. 신경망을 이용한 스크래치 분류기
Fig. 5. A two-layer feedforward neural networks.

로 표현되는데, 첫 번째 노드 값이 두 번째의 노드 값보다 크면 스크래치 클래스를 나타내고 적으면 비스크래치 클래스를 나타낸다. 이러한 신경망의 출력 값과 입력패턴에 색인된 목적 값과의 차이를 보고 각 노드들 간의 가중치 값을 수정한다. 이러한 과정은 학습에 사용되는 전체 패턴의 오차 값이 최소 오차보다 작아질 때까지 또는 반복 횟수가 미리 정해진 횟수에 도달할 때까지 계속된다.

2 분류

신경망은 스크래치의 텍스처 특성을 분석함으로써 스크래치와 비스크래치의 클래스로 영상의 화소를 분류하는 필터로서 사용된다. 신경망은 전처리 과정에서 에지 화소로 판별된 화소를 찾을 때까지 입력영상을 스캔한다. 에지로 분류된 화소를 만나면, 그 화소를 센터로 한 $M \times N$ 윈도우상에 있는 인접한 화소들을 신경망에 입력 받는다.

출력노드는 0과 1사이의 2개의 실수의 벡터로 표현된다. 첫 번째 노드 값이 두 번째의 노드 값보다 크면 윈도우의 가운데 화소는 스크래치 클래스로 분류되고, 그렇지 않으면 비스크래치 클래스로 분류된다.

분류 결과는 스크래치는 검은색으로 비스크래치는 흰색으로 분류된 이진 영상이다. 그림 6은 분류된 결과의 예를 보여준다. 그림에서 스크래치는 검은색으로, 비스크래치는 흰색으로 분류된 이진영상으로 표현된다. 이때 그림에서 실제 스크래치가 아닌 영역이 스크래치로 잘못 분류되어진 경우가 있다. 이러한 잘못 분류된 화소는 후처리 과정을 통해 제거된다.

3. 후처리

신경망은 각 이미지 화소의 분류를 지역적인 윈도우 기반으로 수행하기 때문에 출력의 후처리 작업이 필요하다. 후처리를 위해서 분류된 이진영상에 연결성분 분석과정을 수행한다. 스크래치 영역의 길이와 방향성을 이용하여 분류된 이미지를 필터링한다.

이를 위해 아래의 3가지 휴리스틱 정보를 이용한다.

- (1) 3×3 윈도우 내의 주변 화소중 스크래치로 분류된 화소의 수가 임계치보다 많은 경우, 그 화소는 스크래치로 필터링 된다.
 - (2) 스크래치 영역의 높이 \geq 이미지의 높이 0.1
 - (3) 스크래치 영역의 orientation이 수직이어야만 한다.
- 위에 기술된 특징을 가지는 영역만을 스크래치와 간주한다. 그림 7은 그림 6의 후처리 결과를 보여준다.

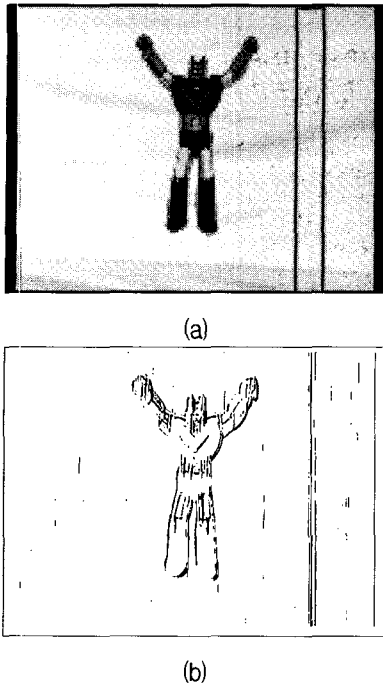


그림 6. 스크래치 분류의 예: (a) 입력이미지, (b)분류된 이미지

Fig. 6. Example of classification: (a) input image frame, (b) classified image.

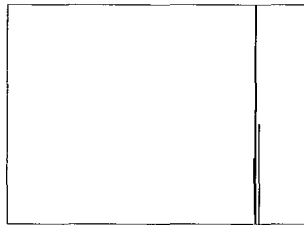


그림 7. 후처리의 예

Fig. 7. Example of post-processing.

IV. 실험결과

제안된 스크래치 검출 방법은 오래된 필름 및 애니메이션에 적용 되었다. 영화 데이터로 "knight," "star," "Sit-down"이 사용되었고, 애니메이션 데이터로는 "태권V"가 사용되었다. 이 영화 및 애니메이션에는 표 1에 기술된 다양한 스크래치들을 가지고 있다.

실험을 위해 스크래치를 가진 영상들 중 100개의 이미지를 수동으로 선택한 후 각 영상에서 스크래치 화소들을 검출하여 스크래치 클래스로 할당하였다. 이 장면 중 20개의 이미지는 학습을 위해 이용하고, 나머지 80개의 이미지는 테스트 영상으로 사용하였다. 이 때, 각 영상에서 스크래치 영역은 스크래치 화소들을 모두 포

표 2. 테스트에 사용한 스크래치 종류별 데이터 개수
Table 2. Data number of test data.

Type of scratch			Scratch
alone	Negative	Secondary scratch	10
Not-alone	Positive	Principal scratch	66
		Secondary scratch	122
	Negative	Principal scratch	4
Total			202

함할 수 있는 직사각형 박스로 표시하였고, 이를 'ground-truth'로 사용 하였다. 실험결과 역시 스크래치로 분류된 화소를 모두 포함하는 직사각형으로 나타내어진다.

표 2는 제안된 방법의 평가를 위해 사용된 80장의 프레임에서 검출된 스크래치들을 그 형태에 따라 요약한 것이다. 이들 영상에는 principal/secondary, alone/not-alone, negative/positive의 다양한 형태로 분류되는 스크래치들이 포함되어 있다. 표에서 알 수 있듯이 총 202개의 스크래치들이 제안된 방법의 평가를 위해 사용되어졌다. 이때, alone scratch 보다는 not-alone 스크래치들이 더 많이 사용되어졌으며, principal 보다는 secondary 스크래치들이 더 많이 사용되어졌다. 기존의 대부분의 방법들은 alone이고 principal한 스크래치들을 검출하기 위해 개발된 반면, 제안된 방법은 다양한 형태의 스크래치들을 모두 검출하기 위해서 개발되어졌다. 이를 증명하기 위해서 실험 데이터의 분포를 표 2와 같이 구성하였다.

전처리 과정에서 에지 추출을 위해 여러 마스크들 중에 스크래치 정보의 손실이 가장 적은 prewitt 마스크를 사용하였고, 18의 값으로 thresholding하였다. 스크래치 폭은 해상도에 따라 3~17까지 크게 변동한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 우리는 실험에서 학습 데이터를 normalize 통해 스크래치 폭을 3~5로 맞춰 가중치를 학습 시켰다. 신경망의 구조는 실험에 의해서 75개의 입력노드와 18개의 은닉노드 그리고 2개의 출력노드를 가지도록 설계되었다. 따라서 신경망의 입력으로는 5x15윈도우 안에 있는 1개의 중앙 화소와 74개의 주변 화소들의 밝기 값으로 구성된 패턴이 사용된다.

그림 8, 9, 10, 11는 스크래치 검출 결과를 보여준다. 그림 9는 영화 "knight"에서 'negative' 스크래치를 포함하고 있는 영상에 대한 실험 결과이다. 이 영상에 포함

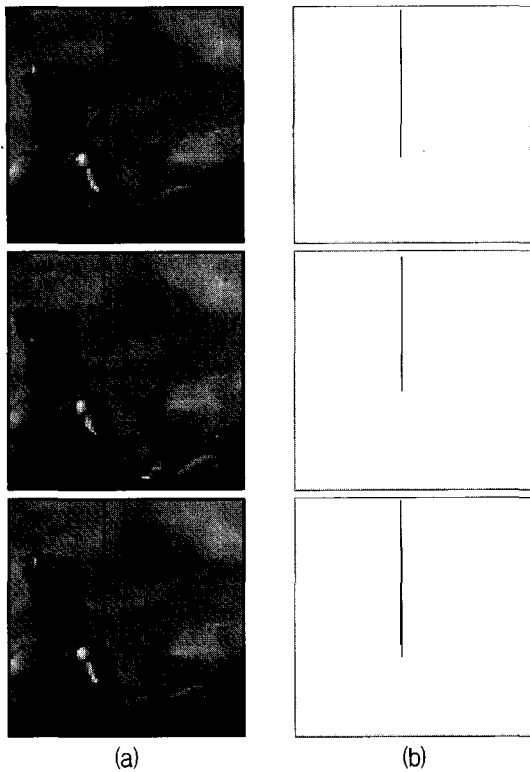


그림 8. "knight" 영상에서 스크래치검출의 예. (a) 입력 영상들, (b) 스크래치 검출결과
 Fig. 8. Example of scratch detection (sequence "knight"): (a) input Image, (c) detection scratch.

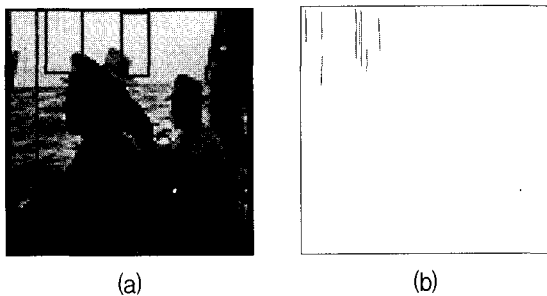


그림 9. "star"영상에서 스크래치검출의 예. (a) 입력 영상, (b) 스크래치 검출결과
 Fig. 9. Example of scratch detection (sequence "star."): (a) input Image, (b) detection scratch.

된 대부분의 스크래치는 static/secondary/alone의 특징을 가지고 있다. 그림 8(a)는 입력된 원 영상을 보여주고, 이에 대응하는 검출결과를 원 영상에 맵핑한 영상이 그림 8(b)에 나타난다.

이 실험결과는 제안된 방법이 스크래치의 길이에 상관없이 static/secondary/alone/ negative 스크래치를 모두 자동적으로 정확히 검출 할 수 있음을 보여준다.

그림 9은 오래된 영화 "star"에 대한 스크래치 검출 결과를 보여준다. 이 영화에는 secondary/static/positive

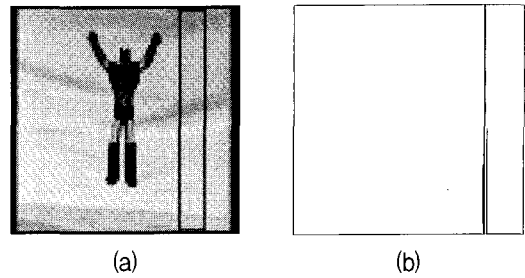


그림 10. "태권 V"영상에서 스크래치 검출의 예. (a) 입력 영상, (b) 스크래치 검출 결과
 Fig. 10. Example of scratch detection (sequence "TK-V"): (a) input Image, (b) detection scratch.

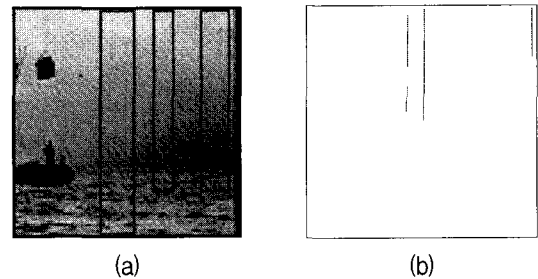


그림 11. "Sit-down"영상에서 스크래치검출의 예. (a) 입력 영상, (b) 스크래치 검출 결과
 Fig. 11. Example of scratch detection (sequence "sit-down."): (a) input Image, (b) detection scratch.

/not-alone의 특징을 가진 스크래치들이 포함되어 있다. 그림 9(a)는 not-alone/secondary인 스크래치를 포함하고 있으며, 9(b)는 스크래치 검출 결과를 보여준다. 이 결과는 제안된 방법이 이전까지의 연구와 달리 영상에 포함된 not-alone 및 secondary인 스크래치들을 정확하게 자동적으로 검출할 수 있음을 보여준다.

그림 10은 우리나라 최초의 애니메이션 데이터인 "태권 V"에 대한 실험결과를 보여준다. 이 실험 영상은 기존의 영화 데이터에 비해 보다 많은 정보의 손상이 있었으며, 인위적인 수직의 직선들을 많이 가지고 있다. 또한 principal/secondary/static/positive이며 not-alone인 특징을 가진 스크래치를 비롯하여 다양한 형태의 스크래치를 포함하고 있기 때문에 스크래치 자동 검출에 어려움이 있다.

그림 10(a)는 입력된 영상을 보여주며, 그림 11(b)스 크래치 검출결과가 보여진다.

그림 11는 영화 "Sit-down"에 대한 실험 결과를 보여준다. 이 영상에는 한 장면에서 여러 개의 secondary와 principal인 스크래치들을 가지고 있다. 특히 이 영화필름은 스크래치 이외의 다른 요인에 의해 손상된 영역도

표 3. 스크래치의 종류별 실험결과

Table 3. Experimental results of kind of scratch.

Type of scratch			Scratch	Detection-scratch	Miss-detection	Over-detection
alone	Negative	Secondary scratch	10	10		
Not-alone	Positive	Principal scratch	66	49	17	13
		Secondary scratch	122	64	58	
	Negative	Principal scratch	4	2	2	
Total			202	125	77	13

많이 포함하고 있다. 그림 11(a)는 not-alone이며 secondary인 스크래치를 포함하고 있는 원래의 영상을 보여주고, 그림 11(b) 스크래치 검출결과가 보여진다. 결과에서 보이듯이 제안된 방법은 영상에 포함된 몇 개의 스크래치를 검출하는데 실패하였다. 이는 실제 스크래치와 주변 배경 간에 낮은 대비와 원 영상의 낮은 해상도 때문이다

표 3은 다양한 형태의 스크래치를 검출하는데 제안된 방법을 적용한 결과를 보여준다. 표 3은 제안된 방법의 전체적인 정확도뿐만 아니라, 스크래치의 형태에 따른 정확도를 같이 보여준다.

제안된 방법의 성능을 객관적으로 평가하기 위해서는 기존의 방법과의 비교가 필요하다. 기존에 스크래치 검출을 위한 몇가지 방법들이 제안되어왔지만, 이들은 대부분 특정 형태의 스크래치, 즉 principal이고 alone인 스크래치의 검출에만 적용될 수 있다. 반면 제안된 방법은 다양한 형태의 스크래치를 검출하는 것을 목표로 한다. 따라서, 제안된 방법을 평가하기 위해서 최근 다양한 스크래치 검출을 위해 Bruni et al에 의해 제안된 방법과 비교를 하였다^[10]. 이 방법은 다양한 형태의 스크래치를 모델링 하기 위한 일반화된 모델을 제안하고, 스크래치를 검출하기 위해 weber's law를 이용하였다. Bruni et al의 방법에서는 다양한 스크래치를 검출하는데 55%의 정확도를 보여준 반면, 제안한 방법은 89%의 정확도를 보여주었다.

V. 결 론

본 논문에서는 오래된 필름으로부터 자동으로 스크

래치를 검출하기 위해 신경망을 기반으로 한 텍스처 분류기를 제안하였다. 제안된 방법은 다양한 스크래치 가진 영상에 대해 평가되었다. 실험결과는 다양한 종류의 스크래치를 검출하는 데에 강건함을 보였으며, 상업적으로 사용될 수 있는 잠재력을 보였다.

제안한 방법은 두 가지의 장점을 가진다. 첫 번째 장점은 다양한 스크래치들을 자동으로 검출할 수 있다는 것이다. 두 번째 장점은 시간적인 정보에 의존하는 방법과 달리 공간적인 정보만을 이용하기 때문에 연산시간을 감소할 수 있다는 것이다. 특히 예지 영역에서만 스크래치 분류를 적용하였기 때문에 보다 많은 연산시간을 감소할 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] Schallauer, P, Pinz, A. and Hass, W., "Automatic restoration algorithms for 35mm film." *VIDERE: J. Comput. Vis. Res.*, vol. 1, No. 3, 1999.
- [2] Joyeux, L., Boukir, S. and Besserer, B., "Film line scratch removal using Kalman filtering and Bayesian restoration." *WACV2000*, Palm Springs, CA, Dec. 2000.
- [3] Bruni, V. and Vitulano, D., "A generalized model for scratch detection. *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 13, No. 1 44-49, 2004.
- [4] Joyeux, L. et al., "Film line scratch removal using Kalman filtering and Bayesian restoration." *IEEE Workshop on the Application of Computer Vision*. 2000.
- [5] Tegolo, D. and Isgro, F., "Scratch detection and removal from static images using simple statistics and genetic algorithms." *IEEE*

ICIP'2001. 265-268, 2001.

[6] Maddalena, L., "Efficient methods for scratch removal in image sequences. IEEE ICIP'2001, 547-552, 2001.

[7] Kokaram, A. C., "Detection and removal of line scratches in degraded motion picture sequences." Signal Processing, Vol. 1. 5-8, 1996.

[8] Kokaram, A.C., "Motion Picture Restoration: Digital Algorithms for Artifact Suppression in Degraded Motion Picture Film and Video." Springer-Verlag., 1998.

[9] Juyeux, L. et al., "reconstruction of degraded image sequences. Application to film restoration.", Image and Vision Computing, Vol. 19, 503-516, 2001.

[10] Vittoria Bruni et al., "a Generalized Model for Scratch Detecion" IEEE transactions on image processing , Vol 13, no.1 january 2004.

저 자 소 개



김 경 태(학생회원)
 2005년 배재학교 IT공학부 학사 졸업.
 2006년 건국대학교 컴퓨터 정보통신공학과 석사 재학
 <주관심분야 : 영상처리, 패턴인식, 컴퓨터 비전>



김 은 이(정회원)-교신저자
 2001년 경북대학교 컴퓨터공학과 박사 졸업
 2002년~현재 건국대학교 인터넷미디어공학부 교수
 <주관심분야: 컴퓨터 비전, 패턴인식, 사용자 인터페이스, 디지털 콘텐츠, 생체인증시스템>