

분산 유전자 알고리즘을 이용한 자동 필름 복원

김병근 김경태 김은이^o

건국대학교 신기술융합학과 (시각정보처리연구실)

byungni@konkuk.ac.kr, kkt1341@konkuk.ac.kr, eykim@konkuk.ac.kr

Automatic Film Restoration Using Distributed Genetic Algorithm

Byunggeun Kim Kyung-tai Kim Eun yi Kim^o

Dept. of advanced technology fusion, school of Internet and multimedia Eng. Konkuk Univ., Korea

1. 서론

최근 고화질의 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 증가됨에 따라 오래된 필름 데이터의 복원 연구에 대한 관심이 증가하고 있다. 일반적으로 필름은 dust 와 스크래치, flick등에 의해 손상이 되는데, 이중 가장 주된 요인으로는 블러치와 스크래치가 있다.

지난 수십 년 동안 영상 복원을 위한 많은 연구가 수행되었으며 이에 따라 다양한 시스템이 개발되었다. 하지만 전통적인 영상 복원 알고리즘을 영화 복원을 위해 사용할 경우 몇 가지 문제점들이 있다. 영화 복원은 전통적인 영상 복원 문제와는 달리 고해상도의 영상에서 이루어진다는 것이다. 또 다른 문제점은 전통적인 영상 복원에서의 손상된 영역과는 달리 영화 복원에서 손상된 영역의 크기는 매우 다양하며, 그 형태 또한 다양하다. 지금까지 개발된 기술들은 스크래치나 블러치와 같은 개개의 손상요인의 특징을 이용하여 손상 영역을 복원하기 때문에 다양한 종류의 요인에 의해 손상된 영역을 복원하는데 일반적으로 적용되기에는 문제가 있다. 따라서 전통적인 영상 복원 알고리즘을 영화 복원에 바로 적용하기에는 문제가 있으며 별도의 영화 복원 알고리즘의 개발이 필요하다.

2. 제안된 방법

본 논문에서는 다양한 요인에 의해 손상된 영화 필름 데이터를 자동으로 복원할 수 있는 유전자 알고리즘 기반의 복원 방법을 제안한다. 제안된 방법에서 영상의 복원은 Bayesian 접근법에서 사후확률 최대화 기준 (Maximum a Posteriori: MAP framework)을 사용하여 정형화 된다. 따라서 복원은 사후에너지 함수의 최소화로 표현되고, 이 때 정의된 사후에너지 함수는 다음과 같이 정의되어진다.

$$E(x) = U(x) + V(y|x) \quad (1)$$

식(1)의 $U(x)$ 와 $V(y|x)$ 는 각각 식 (2)과 (3)와 같이 주어진다.

$$U(x) = -\alpha \sum_{(s,t)} \left(1 + \left| \frac{x_s - x_t}{\delta} \right| \right)^{-1} \quad (2)$$

$$V(u|x) = -\alpha^c \sum_{s \in S} \left(1 + \left| \frac{x_s - y_s^c}{\delta^c} \right|^2 \right)^{-1} - \alpha^p \sum_{s \in S} \left(1 + \left| \frac{x_s - y_s^p}{\delta^p} \right|^2 \right)^{-1} \quad (3)$$

여기에서 x_s 는 영상 사이트 s 에서의 컬러 값을 나타내고 x_t 는 x_s 와 인접한 화소를 나타낸다. 그리고 y_s^c 와 y_s^p 는 각각 현재 프레임과 이전프레임의 관측영상에서 사이트 s 에 대응하는 화소에서의 컬러 값을 나타낸다. 그리고 $\alpha, \alpha^p, \alpha^c$ 와 $\delta, \delta^c, \delta^p$ 는 파라미터 값으로 실험에 의해서 정의된다.

즉 영화 복원문제는 식(3) 에너지 함수에서 $E(x)$ 를 최소화하는 것으로 정형화 된다. 사후에너지 함수의 최소화는 분산 유전자 알고리즘 (distributed genetic algorithm: DGA)을 사용하여 독립적으로 진화하는 염색체의 모집단에 의해 수행된다. 각 염색체는 하나의 화소에 할당되고, 컬러 특징벡터로 이루어진다. 염색체들은 초기화 후, 종료조건에 부합될 때까지 선택, 교접, 돌연변이를 반복 수행하여 진화한다. 이러한 과정을 통해 염색체의 레이블은 안정적인 해로 수렴이 되고, 이 때 얻어진 컬러 결과가 복원 결과로 간주된다. 그림 1은 제안된 방법을 보여준다.

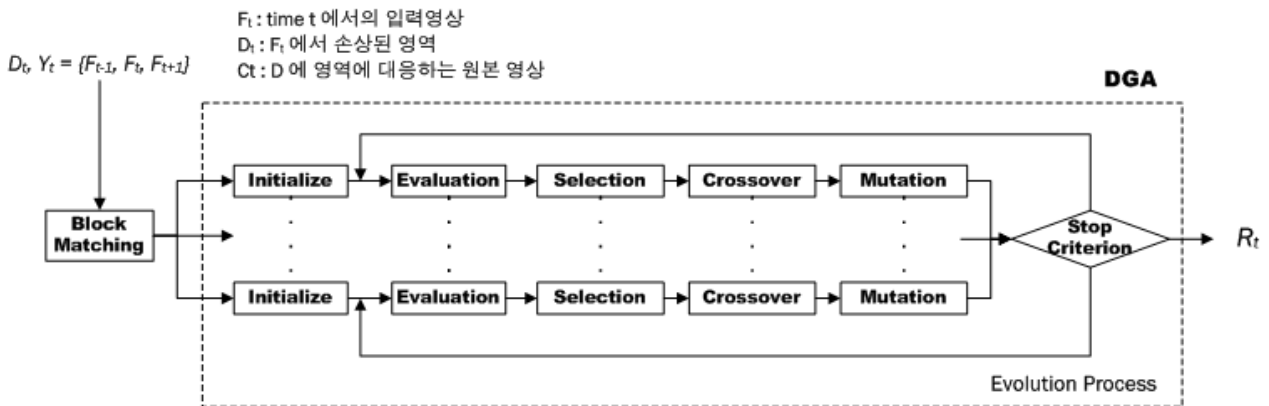


그림 1. 분산 유전자 알고리즘을 이용한 제안된 방법

3. 실험 결과

제안된 필름 복원 방법의 효율성을 증명하기 위해서 다양한 영상에서 실험이 이루어졌으며, 그 결과는 기존의 방법들과 비교 분석 되었다. 영화 데이터로 "Knight", "Sit-down", "afrique du sud", "Avant tierce", 등이 사용되었다. 이러한 데이터들은 다양한 스크래치와 블러치 등을 가지고 있다. 그리고 비교 분석을 위해 채택된 방법은 Lee et al.의 방법과 Joyeux et al.의 방법이 채택되었다.

제안된 방법의 DGA 파라미터는 다음과 같다. 스크래치의 모집단(population)은 현재 프레임에서 27개의 개체로, 블러치의 경우 이전 프레임에서 9개와 현재 프레임에서 9개로 총 18개의 개체로 구성 된다. 교접확률은 0.5, 돌연변이확률은 0.01로 종료 조건을 위하여 최대 반복세대수는 500번, 안정도 기준 값은 0.04로 안정도 도달 횟수는 4로 고정되었다.

그림 2는 오염된 영상의 복원 결과이다. 그림 2(a)는 영화 "Knight"와 "avant tierce"에 원 영상을 보여 준다. 그 때 그림 2(b)는 Joyeux et al.의 이용한 복원 결과이고, 그림 2(c)는 Lee et al.의 복원 결과이며, 그림 2(d)는 제안된 방법을 이용한 결과이다. 시각적으로 비교하였을 때, 여러 복원 방법들 중 제안된 GA 복원결과가 가장 좋았다. 기존의 방법을 사용한 경우, 복원해야할 영역을 정확하게 주어진 경우에는 좋은 결과를 가져올 수 있지만, 그림 2(c)와 같은 경우 이미지에 경계부분이 아닌 부분은 복원이 잘 됐지만 정확하지 않은 일정 영역이 주워졌을 때 경계면에서 영역의 손실을 가져왔다.

다양한 영상에 적용한 결과 평균적으로 스크래치와 블러치는 각각 88, 92번의 세대 후에 수렴하고, 각각 0.7769, 0.59(sec)의 시간이 필요하다. 따라서 결과적으로 제안된 시스템은 기존의 방법에 비해 더 정확하게 실시간으로 복원 할 수 있다.

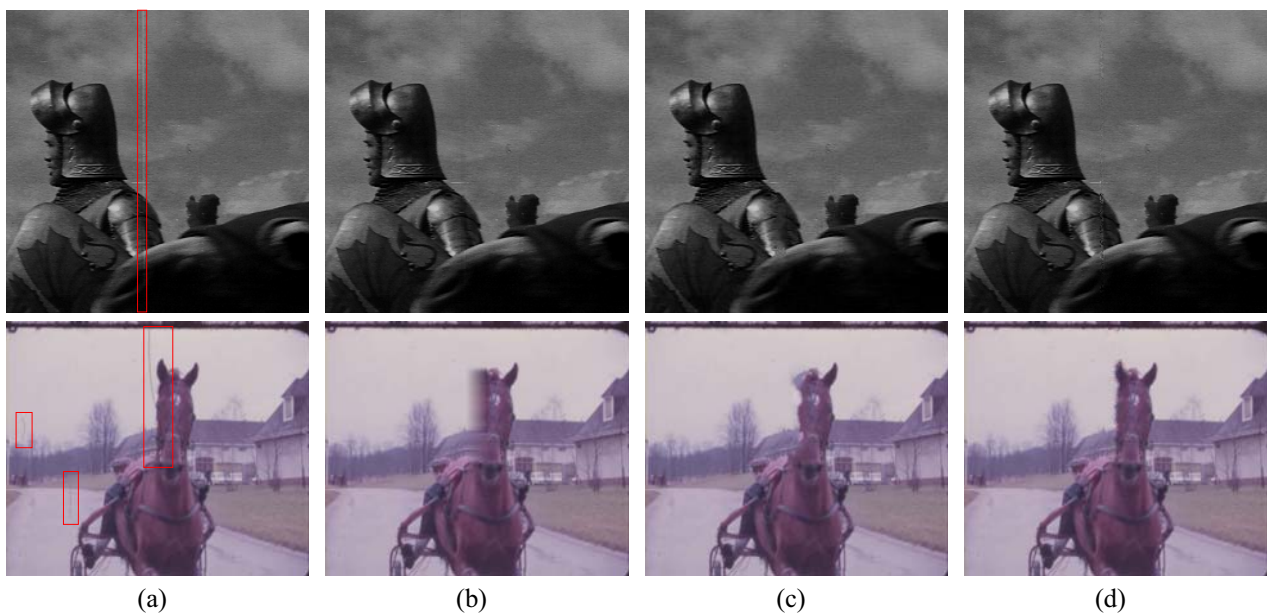


그림 2. 스크래치 복원 결과 비교: (a) 원본 (b) Joyeux et al의 방법 (c) Lee et al의 방법 (d) 제안된 방법