

변형 스캔-만화 보정 시스템

*이상훈, 김도영, Jadhav Sagar Vasant, **유대걸, ***강호갑, *이상훈

*연세대학교, **엠더블유스토리, ***디알엠인사이드

*(crere, tnyffx, sagarjadhav, slee}@yonsei.ac.kr, **ceo@mwstory.com, ***hgkang@drminside.com

Distorted Scanned-Comics Calibration System

*Sang-Hoon Lee, Doeyoung Kim, Jadhav Sagar Vasant, **Justin Daegull Ryu, ***Hogab Kang

and *Sanghoon Lee

*Yonsei University, **MWstory, **DRMinside

요약

불법적으로 생성된 디지털 콘텐츠의 저작권의 보호를 위하여 콘텐츠 식별 작업이 필요하다. 스캔된 불법 만화 도서의 경우 콘텐츠 식별을 위하여 이를 위해 특별히 제작된 핑거프린트가 필요하다. 핑거프린트를 통한 저작물의 식별률을 높이기 위해서는 스캔 만화 이미지의 전처리 과정이 필요하다. 본 논문에서는 종이 만화도서가 스캐너를 통해 이미지로 전환되는 과정에서 스캐너에 의해 일어나는 광도 왜곡을 최소화하여 만화 도서의 식별률을 높이고자 하였다. 실험을 통해 약 27%의 식별율의 개선을 얻었다.

1. 서론

최근 스마트기기의 보급 및 확대로 전자책에 대한 수요가 증가하고 있다. 디지털 포맷은 콘텐츠의 유통 및 저장이 용이하여 큰 성장을 이루고 있으나, 아무런 저작권 보호기술이 취해지지 않은 상태로 제작되어 웹하드를 통한 불법복제가 심각하게 이루어지고 있다.

한편, 음악 및 동영상 콘텐츠 식별을 위한 핑거프린팅 기술은 현재 상용화되어 웹하드에서 유통되는 저작물의 식별 및 차단 또는 제휴 판매 등의 목적으로 사용되고 있으나, 출판물, 특히 만화도서에 대한 핑거프린팅 기술은 연구 수준으로 상용화 수준에 미치지 못한 상황이다.

특징점을 추출하여 콘텐츠를 식별하는 핑거프린팅 기술은 콘텐츠의 종류에 따라 특징점을 추출하여 식별하기 때문에 콘텐츠의 종류에 따라 핑거 프린팅 알고리즘이 개발되어야 한다.

한편 불법 유통되는 스캔만화의 경우, 해당 이미지에 대한 특징점을 추출하여 데이터베이스 내에 있는 특징점들과 비교하여, 해당 만화도서가 어떤 도서인지에 대한 정보를 얻는다.

그러나 불법 유통되는 스캔만화의 경우, 만화도서를 스캔시 왜곡이 발생하며, 일반적인 이미지 전처리 과정을 통해서는 올바른 도서 정보를 얻기 어렵기 때문에 만화도서에 적합한 변형스캔 보정 기술이 필요하다.

스캔만화에 대한 왜곡은 주로 비정상 스캔 및 변형 스캔을 통해 일어난다. 비정상 스캔이란 스캔시 이미지의 모양, 크기 및 위상변화를 의미한다. 페이지의 회전, 밀림, 확대 및 축소 등을 포함하는 개념이다. 다음으로 변형 스캔이란 스캔시 일어나는 광도 왜곡을 의미한다. 불법 스캔만화의 경우 스캔 시에 스캐너에 의한 광도 왜곡이 발생하는데, 서로 다른 스캔본에 대하여 서로 다른 스캐너를 사용할 시 같은 만화 콘텐츠임에도 광도 왜곡 차이가 발생하기 때문에 특징점 매칭에 어려움이 발생할 수 있다. 이에 본 논문에서는 광도 왜곡에 중점을 둔 스캔 만화 보정 시스템을 제안한다.

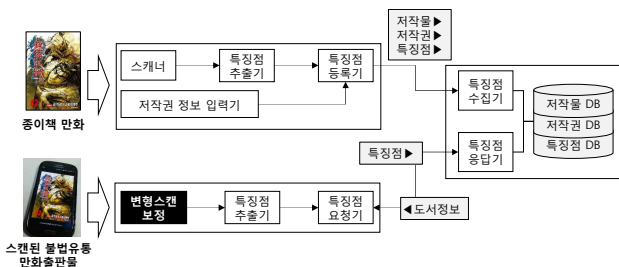


그림 1. 만화도서 특징점 추출 및 매칭 시스템

그림 1.은 만화도서 특징점 추출 및 매칭 시스템을 나타낸다. 만화도서에 대한 저작권보호를 위해서는, 우선 불법 스캔된 만화에 대한 식별이 앞서야 한다. 이를 위해 원본 종이 만화책을 원본에 가까운 상태로 스캔하고, 생성된 이미지에 대한 특징점을 추출하여, 저작권 메타정보와 함께 만화도서 특징점을 생성하여 관련 데이터베이스에 저장한다.

2. 본론



그림 2. 준동형 필터를 이용한 이미지 복원

광도 왜곡의 주 원인은 불균등한 조명이다. 만화도서를 스캔 시, 도서의 가운데 부분과 양 옆 끝부분에서 스캐너의 유리와의 거리 때문에 불균등한 조명효과가 나타난다. 이러한 불균등한 조명을 제거하기 위해 준동형(Homomorphic) 필터가 이미지 프로세싱에 많이 사용된다. 그림 2는 준동형 필터를 이용한 왜곡 이미지의 복원을 나타내며, 복원 이미지와 원본이미지가 서로 닮아있는 것을 확인할 수 있다.

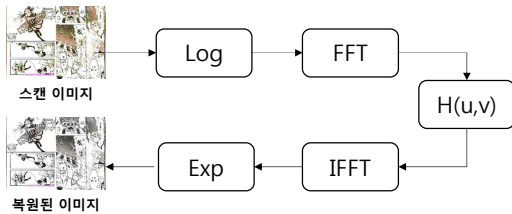


그림 3. 변형 스캔 만화 보정 시스템 구성도

그림 3은 제안하는 변형 스캔 만화 보정 시스템에 대한 블록도이다. 먼저 이미지 함수 $f(x,y)$ 는 조명 요소 $i(x,y)$ 와 반사요소 $r(x,y)$ 의 곱으로 표현된다.

$$f(x,y) = r(x,y) \cdot i(x,y) \quad (1)$$

조명요소는 저주파 요소를 나타내고, 반사요소는 고주파 요소를 나타낸다. 준동형 필터는 조명요소를 줄여 고주파 요소가 강조되도록 만들어준다. 단계별로 살펴보면, 이미지함수에 자연 로그를 씌워서 조명 요소와 반사요소를 분리한다.

$$z(x,y) = \log[f(x,y)] = \ln[r(x,y)] + \ln[i(x,y)] \quad (2)$$

이후 푸리에 변환을 하여 주파수영역으로 변환한다.

$$FT[z(x,y)] = FT[\ln[r(x,y)]] + FT[\ln[i(x,y)]] \quad (3)$$

$$Z(u,v) = F_r(u,v) + F_i(u,v) \quad (4)$$

다음으로, 주파수 영역에서 고주파 통과 필터를 취한다.

$$S(u,v) = H(u,v)Z(u,v) = H(u,v)F_r(u,v) + H(u,v)F_i(u,v) \quad (5)$$

$$H(u,v) = (\gamma_h - \gamma_l) \left[1 - \exp\left(-c \cdot \left(\frac{D(u,v)}{D_0}\right)\right) \right] + \gamma_l \quad (6)$$

여기서 $D(u,v)$ 는 좌표간 거리, D_0 는 필터의 반경, γ_h, γ_l 는 저주파 및 고주파 이득을 각각 나타낸다. 이후 원래 공간영역으로 되돌리기 위해 역 연산을 취한다.

$$s(x,y) = IFT[S(u,v)] = IFT[H(u,v)F_r(u,v) + H(u,v)F_i(u,v)] \quad (7)$$

$$g(x,y) = \exp[s(x,y)] \quad (8)$$

마지막으로 더 좋은 이미지를 얻기 위해 히스토그램 균일화(Histogram Equalization)를 해준다. 히스토그램 균일화는 명도와 픽셀 값의 범위를 증가시켜 준다.

3. 실험결과

실험은 Intel i5-2500 CPU 및 8GB의 RAM을 장착한 PC에서 Visual Studio 2010을 이용하여 이뤄졌다. 성능평가를 위한 핑거프린트는 [1]의 38차 핑거프린트를 이용하여 해밍거리(Hamming Distance)를 계산하였다. 테스트 집합으로는 273쌍의 만화 스캔 이미지를 이용하였다. 실험 결과는 다음과 같다.

| 구분 | 왜곡 이미지 | 복원 이미지 | 처리 시간 |
|------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| 해밍거리 | 14.08 bit/page | 9.43 bit/page | 0.03 sec/page |
| 오류율 | $\frac{220}{273} = 80.59\%$ | $\frac{144}{273} = 52.75\%$ | 0.03 sec/page |

표 1. 실험 결과

표 1에 나온 바와 같이, 왜곡된 스캔 이미지의 경우 원본 이미지와 비교하여 이미지당 평균 14.08 비트의 해밍거리 차이가 났으며, 제안하는 알고리즘을 적용했을 경우 9.43 비트로 약 4.65 비트의 개선을 이루었다.

한편 원본 이미지와 해밍거리가 20%이상 차이나는 이미지의 개수를 오류율로 하였을 때, 왜곡 이미지의 경우 80.59%의 이미지들에서 오류가 발생하였으며, 제안하는 알고리즘을 적용했을 경우 52.5%만 오류가 발생하여 약 27.8%의 성능 개선을 이루었다. 여기서 해밍거리의 최대치는 38 비트로서, 20%의 해밍거리는 7.6 비트에 해당한다. 처리 시간은 이미지당 0.03초로 동일하였다.

4. ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 문화체육관광부 및 한국저작권위원회의 2014년도 저작권 기술개발사업의 연구결과로 수행되었음. (2013-book_scan-9500)

5. 참고문헌

[1] J. Lee, S. Lee, Y. Seo and W. Yoo, "Robust video fingerprinting based on hierarchical symmetric difference feature," in ACM international conference on inform. and know. manage., pp 2089-2092, 2011.