

주파수 영역 특징을 활용한 웹툰 이미지 핑거프린트 생성 방법

김도영*, 박현우*, 권범*, 권혁주*, 이상훈^o

A Method for Webtoon Image Fingerprint Generation Utilizing Frequency Domain Features

Doyoung Kim*, Hyunwoo Park*, Beom Kwon*, Hyuck-Joo Kwon*, Sanghoon Lee^o

요약

온라인 콘텐츠 시장의 증가와 함께, 불법 복제 및 유통으로 인한 저작권 피해 사례도 늘어나고 있다. 온라인으로 유통되는 만화인 웹툰(Webtoon)의 저작권을 보호하기 위해, 불법 웹사이트에 무단으로 게시된 웹툰 이미지를 식별할 수 있는 기술이 필요하다. 기존 웹툰 식별 알고리즘이 이미지 왜곡에 매우 취약하여 식별 정확도가 매우 낮고 연산량이 많다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는, 웹툰 프레임의 ROI(Region of Interest) 추출, 왜곡에 강인한 저주파 기반으로 생성한 핑거프린트를 통해 웹툰 저작권을 식별한다. 제안된 시스템을 통해 상용화 가능한 수준의 정확도를 확보하였으며, 저작권 침해에 노출 되어 있는 수많은 웹툰을 보호할 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : Webtoon, Image identification, Region of interest, Frequency feature point, Image fingerprint

ABSTRACT

Along with the increase in the online content market, piracy damage caused by illegal copying and distribution is increasing. In order to protect the copyright of Webtoon which is a cartoon that is distributed online, there is a need for a technique for confirming the identification information of the unauthorized Webtoon image. Since the existing Webtoon identification algorithm is very vulnerable to image distortion, identification accuracy is very low and computational complexity is large. In this paper, we identify Webtoons by using the ROI(Region of Interest) extraction and the low-frequency fingerprinting method which is robust to distortions. The desirable accuracy is achieved for commercialized system and the proposed method is expected to protect the copyright of Webtoon.

* 본 연구는 문화체육관광부 및 한국저작권위원회의 2018년도 저작권기술개발사업의 연구결과로 수행되었음.

※ 본 연구는 2017년 연세대학교 대학원 연구장학금지원에 의한 것임.

• First Author : (ORCID:0000-0002-8156-9738)Yonsei University, Department of Electrical and Electronic Engineering, tnyffx@yonsei.ac.kr, 학생회원

o Corresponding Author : (ORCID:0000-0001-9895-5347)Yonsei University, Department of Electrical and Electronic Engineering, slee@yonsei.ac.kr, 중신회원

* (ORCID:0000-0002-2007-5267;0000-0002-8345-2189;0000-0002-2619-5534)Yonsei University, Department of Electrical and Electronic Engineering, beobest2@yonsei.ac.kr, hsm260@yonsei.ac.kr, hyuckjookwon@yonsei.ac.kr

논문번호 : 201806-A-032-RN, Received June 16, 2018; Revised November 8, 2018; Accepted November 8, 2018

1. 서 론

최근 소비자들은 모바일 장치를 통해 다양한 형태의 문화 콘텐츠를 손쉽게 접근하고 소비하고 있다. 콘텐츠 접근성 증가로 인해, 세계 온라인 출판 시장의 규모는 2014년 145억 달러에서 2015년 174억 달러로 급증하고 있다^[1]. 복제와 유통이 쉬운 온라인 시장의 특성 때문에, 콘텐츠가 불법적으로 유통되고 재생산되어 해당 저작물의 저작권을 침해하는 문제가 발생하고 있다. 최근 새로운 인기 콘텐츠로 떠오르고 있는 웹툰(Webtoon) 또한 이러한 침해 행위로 고통 받고 있다. 웹툰의 저작권 피해 건수는 국내에서만 한 해 7천 6백만 편에 이르며, 피해액은 690억원에 달한다^[2]. 저작권 침해 행위를 막기 위해서는 이름, 저자 등의 메타 데이터(meta data)를 통해 해당 웹툰이 저작권을 보유하고 있는지 확인해야 한다. 그러나, 불법 웹툰 게시 사이트는 이러한 단속을 피하기 위해 웹툰 이미지 게시물에 메타 데이터를 포함하지 않거나, 기호나 자음만을 사용하는 등의 변형을 하여 게시한다. 따라서 웹툰 이미지 콘텐츠만으로 식별하는, 콘텐츠 기반의(content-based) 웹툰 식별 기술이 필요하다.

불법 복제를 막기 위해, 도서, 영화, 드라마 등의 다양한 문화 콘텐츠에서 콘텐츠 기반 식별 기술이 개발되고 있다. 도서의 경우 텍스트 형태로 데이터가 구성되어, 문장과 단어 단위로 식별 정보를 구성하여 검색한다^[3]. 영화나 드라마 같은 동영상 콘텐츠는 일부 또는 전체를 활용하여 식별한다^[4]. 다른 방법으로는 영상이나 음성의 일부 영역에 보이거나 들리지 않거나 콘텐츠의 고유한 특성 정보가 기록된 워터마크를 삽입하여 저작물을 식별하는 방법이 있다^[5].

웹툰의 경우 도서, 영화, 드라마와는 달리 유통과정에서 콘텐츠의 변환이 다양하게 발생한다. 웹툰은 블로그, 웹하드, 해외 사이트 등에 게시되는데^[6,7], 게시자는 이러한 게시 과정에서 원본 웹툰을 임의로 편집하여 다양한 형태로 게시한다. 이처럼, 웹툰의 이미지 형식이 자유롭기 때문에 기존 콘텐츠 기반 식별 방식을 사용하기엔 복잡도가 매우 크다. 따라서 저작물의 일부만 가지고 식별이 가능하며, 높은 복잡도를 가진 웹툰 이미지도 식별할 수 있는 알고리즘 필요하다.

다양한 형태를 가진 웹툰의 특성을 반영하여 웹툰 식별 알고리즘의 설계되어야 한다. 이러한 점에서 착안하여, 웹툰과 비슷한 형태를 가진 음원 검색 기술을 웹툰에 맞게 적용하여 웹툰 식별 알고리즘을 개발하였다. 음원 검색 기술은 주파수 분석을 통해 추출한 특징점을 사용하여 핑거프린트를 추출하는 방법을 사

용하고 있다^[8,9]. 주파수 분석은 혼합된 정보를 분리하여 의미를 추출하는데 효과적이다. 드럼, 기타, 베이스 등 음악을 구성하는 악기별로 주파수 성분이 다르기 때문에 악기 구성을 주파수 분석을 통해 파악할 수 있다. 이미지의 경우 저주파수 성분은 구조 정보를 포함하며, 고주파수 성분은 텍스처 정보를 포함하기 때문에, 주파수 분석은 음악에서처럼 이미지에서도 의미 있는 정보를 추출하는데 유용하다.

기존 웹툰 저작물 식별 시스템은, 웹툰 이미지 데이터를 주파수 도메인으로 변환하여 특징점을 추출한다. 추출된 특징점을 연속된 그룹 단위로 묶어서 그룹의 대표 특징점과, 요소 특징점간의 위치 관계를 이용해서 주소값을 생성한다. 생성된 주소값은 이미지의 특정 그림 영역을 대표하는 키가 된다. 웹툰 식별을 위해, 웹툰 조각에서 생성된 주소값을 데이터베이스에서 검색하여 위치 관계의 일치가 순차적으로 발생하는 웹툰을 원본 웹툰으로 선택한다^[10]. 이러한 방식으로, 원본 웹툰의 일부분인 웹툰 조각 하나만으로도 어느 웹툰인지 식별 가능하다.

주파수 특징점 추출을 위해 이미지 크기를 정규화하는 과정에서 선형보간법을 사용한다. 선형보간 알고리즘은 주위 픽셀 값을 참조하여 해당 픽셀 값을 결정한다. 따라서 그림 1과 같이 외곽 픽셀이 손실되거나 확대, 축소된 이미지가 입력되는 경우 고주파수 성분이 변화하게 된다. 웹툰의 경우 원본 이미지의 크기가 매우 다양하기 때문에 이미지 크기 정규화에 따른 고주파수 왜곡의 정도가 다양하다. 모든 주파수 영역에서 고정된 위치의 주파수 특징점을 추출하기 때문에 외곽 픽셀 손실 등의 왜곡에 매우 취약하다는 단점이 있다. 또한, 특징점간의 위치 관계 정보의 고유성이 약하기 때문에, 데이터베이스에 포함된 웹툰 수가 늘어날수록 식별 속도와 정확도가 감소한다는 단점이 있다. 본 논문에서는 기존 웹툰 핑거프린트 보다 향상된 식별 정확도와 속도를 가진, 저주파 기반 웹툰 핑거프린트 생성 방법을 제안한다. 임의로 잘리고 정제된 다양한 유통 형태에도 강인하게 식별이 가능하므로 불법 웹툰 단속 시스템에 적합하다.

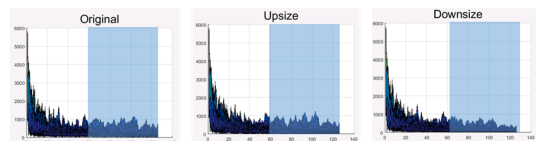


그림 1. 원본 웹툰, 크기를 확대한 웹툰, 크기를 축소한 웹툰의 푸리에 변환
Fig. 1. Fourier transform of original, enlarged, and shrunked Webtoons

전체적인 구성은 다음과 같다. II에서는 기존 알고리즘의 단점을 극복하기 위해 제안된 저주파 기반 웹툰 핑거프린트 생성 방법을 소개한다. III에서는 제안한 알고리즘의 성능 평가가 이루어진다. 마지막으로 IV에서는 결론 및 향후 연구를 제시한다.

II. 저주파 기반 웹툰 핑거프린트 생성

2.1 제안하는 웹툰 핑거프린트 생성 시스템

본 논문에서 제안하는 웹툰 핑거프린트 생성 시스템은 그림 2와 같이 구성되어 있다. ROI(Region of Interest) extraction 단계에서 이미지의 그림 영역을 추출한다. image normalization 단계에서는 다양한 크기로 변형되어 게시된 웹툰 이미지로부터 동일한 차원의 핑거프린트 추출을 위해, 추출된 ROI의 세로 길이를 정규화 한다. spectrogram generation 단계는 웹툰 이미지를 행 단위로 주파수 영역 변환한다. fingerprint generation 단계는 스펙트로그램의 저주파 영역에서 핑거프린트를 추출하는 단계이다.

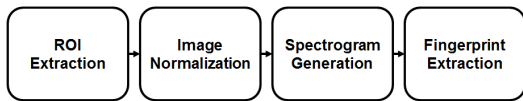


그림 2. 웹툰 핑거프린트 생성 시스템
Fig. 2. Webtoon fingerprint generation system

2.2 ROI 추출

제안하는 웹툰 핑거프린트 생성의 첫 번째 단계는 주어진 웹툰 조각을 프레임 단위로 나누어 ROI를 추출하는 과정이다. 기존 웹툰 식별 알고리즘에서는 입력된 웹툰 조각을 단순히 크기만 정규화하여 특징점을 추출하였다. 하지만 웹툰 조각 전체를 입력으로 활용할 경우, 여백이 포함되어 필요 없는 데이터가 생길 뿐만 아니라 여백으로 인한 오분류 확률도 높아진다. 여백을 제거하고 실제로 콘텐츠가 들어 있는 웹툰 프레임만을 추출하는 방식을 제안한다. 그림 3과 같이 전처리 과정으로 이미지에서 여백을 제외한 그림 영역만 추출한다.



그림 3. 웹툰 이미지 여백 제거 및 ROI 추출
Fig. 3. Webtoon image background removal and ROI extraction

역만 추출한다.

ROI추출을 위해 웹툰 이미지의 모든 행의 2차 편미분 값을 사용하여 여백을 제거한다. 그림 6와 같이 행 단위 연산을 통해 상하 여백이 제거되면, 모든 열의 2차 편미분 값을 구하여 좌우 여백을 제거한다. 웹툰 이미지의 2차 편미분을 구할 경우, 단색 또는 일정한 그라데이션(gradation)을 가진 여백은 픽셀값의 변화가 작거나 일정하기 때문에 2차 편미분 값이 매우 작다. 이미지의 가로 길이는 W , 세로 길이는 H , 행 단위 여백 결정 임계치는 ϵ_{row} , 열 단위 여백 결정 임계치는 ϵ_{downn} 이라 할 때, 이미지에 존재하는 노이즈를 고려하여, 식 (1)과 같이 한 행 또는 열의 2차 편미분 값의 총합이 매우 작은 일정 임계값 이하일 경우 여백으로 간주한다. 이러한 과정을 거쳐 입력된 웹툰 이미지는 프레임 단위로 ROI가 추출된다.

$$\sum_{k=0}^{W-1} \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} \leq \epsilon_{row}, \sum_{k=0}^{H-1} \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} \leq \epsilon_{downn} \quad (1)$$

2.3 이미지 정규화 및 스펙트로그램 추출

기존 알고리즘은 이미지의 가로의 길이를 맞춰서 주파수 특징점을 추출했다. 제안하는 시스템은 기존 알고리즘과는 달리, ROI 하나를 하나의 행 차원 벡터로 생성한다. 다양한 크기의 ROI에서 동일한 차원의 핑거프린트를 추출하기 위해서 ROI의 세로 길이를 $H_{norm, pixel}$ 로 정규화 한다. 이미지의 비율을 유지하기 위해 정규화된 가로 길이 W_{norm} 은 식 (2)와 같이 계산된다.

$$W_{norm} = W_{original} \times (H_{norm}/H_{original}) \quad (2)$$

기존 방식과 마찬가지로 크기가 정규화된 ROI를 행 별로 1차원 푸리에 변환(1D-FFT)를 수행하여 주파수 도메인으로 변환한다.

2.4 저주파 기반 핑거프린트 생성

저주파 성분은 이미지 정보의 대부분을 포함하기 때문에 JPEG압축 방식에서도 고주파 성분을 제거하는 방식을 사용하여 압축 효율을 향상시킨다^[11]. 따라서 이미지를 대표하는 강인한 특징으로 저주파 성분을 사용하는 것이 적합하다. 그림 4와 같이 웹툰 이미지 ROI 행에 따른 저주파수 푸리에 변환 값을 분석해보면, 고주파수 영역 푸리에 변환 값이 왜곡에 따라 크게 변하는 것에 반해 저주파수 영역의 푸리에 변환 값은 왜곡에도 큰 변화가 없는 것을 확인할 수 있다.

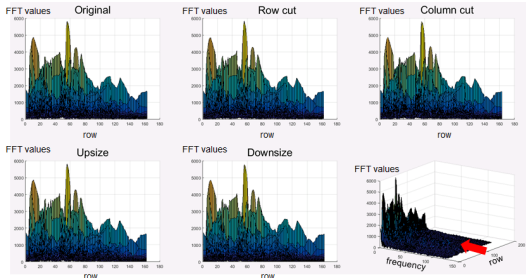


그림 4. 여러 왜곡에 대한 웹툰 스펙트로그램
Fig. 4. Webtoon spectrograms regarding various distortions

본 논문에서는 ROI의 행을 각 차원으로 가지는 하나의 벡터를 생성하여 벡터간의 유사도를 기반으로 하는 핑거프린트 추출 알고리즘을 도입하였다.

단순히 전체 주파수 영역에서 푸리에 변환 최댓값을 핑거프린트로 설정하는 경우에는 대부분 DC(Direct Current) 성분의 값이 추출되기 때문에 해당 웹툰을 대표하는 핑거프린트의 고유성을 확보하기 어렵다. 고유성을 극대화하기 위해, 그림 5와 같이 ROI 특정 저주파수 영역($\alpha * width \sim \beta * width$)에서

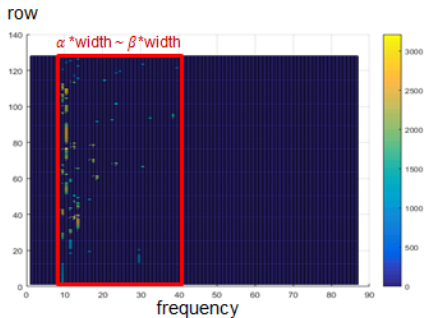


그림 5. 저주파 영역 최대 푸리에 변환값 추출
Fig. 5. Extraction of maximum FFT value in low frequency band

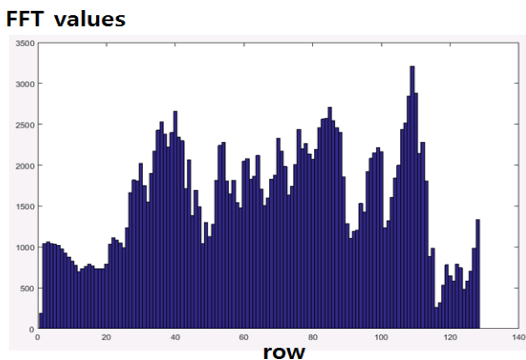


그림 6. 저주파 영역 핑거프린트 벡터
Fig. 6. Low-frequency fingerprint vector

각 행의 푸리에 변환 최댓값을 선택한다. 결과적으로 그림 6과 같이 하나의 ROI에서 하나의 H_{norm} 차원 핑거프린트 벡터가 생성된다.

웹툰 식별을 위해 데이터베이스에 저장된 다수의 핑거프린트와 입력 쿼리 이미지에서 추출된 핑거프린트간의 벡터 유사도를 계산한다. 유사도 계산에는 유클리디안 거리(euclidean distance)를 사용하였다. 유사도 계산 결과, 가장 유사도가 높은 핑거프린트 벡터의 웹툰 식별 정보를 출력한다.

III. 실험 결과

3.1 실험 환경

실험 시 사용한 CPU 사양 및 개발 환경은 다음과 같다.

CPU : Intel core i5-6600 CPU @ 3.30GHz

RAM : 8GB

운영 체제 : Windows 10 64비트

개발 환경 : Microsoft Visual Studio 2013

영상 처리 라이브러리 : OpenCV 2.4.13

데이터 베이스 서버 : MySQL Server 5.7

실험에 사용한 웹툰 이미지 데이터 수와 파라미터는 표 1과 같다. 테스트 원본 이미지는 데이터베이스 저장 시 사용한 이미지 10,000장을, 테스트 왜곡 이미지는 행 또는 열이 손실된 이미지 10,000장을 사용하였다.

표 1. 실험 웹툰 이미지 데이터 및 파라미터
Table 1. Webtoon image data and parameters for simulation

Webtoon image data	
Items	Value
No. of webtoon IDs in DB	810
No. of webtoon images in DB	17,166
No. of extracted ROIs in DB	41,732
No. of original testing images	10,000
No. of distorted testing images	10,000
Parameters for simulation	
Parameter	Value
Dimension of fingerprint vector (H_{norm})	128
Extraction frequency range (α, β)	$\alpha = 0.06$, $\beta = 0.2$
W_{norm} filtering range (Δw)	80

식별 성능을 최적화하기 위해 식별에 영향을 미치는 파라미터를 조절하며 성능을 측정하였다. 핑거프린트 벡터의 차원(H_{norm}), 추출 주파수 범위를 결정하는 비율(α , β), 검색 ROI의 W_{norm} 필터링 범위(Δw)를 조절하며 최적의 성능을 나타내는 값을 탐색하였다.

3.2 핑거프린트 벡터의 차원에 따른 식별 성능 분석

왜곡 테스트 이미지에서 핑거프린트 벡터의 차원 크기에 따른 식별 성능을 비교해 보았다. 이미지 행별 저주파 영역의 최댓값으로 핑거프린트가 생성되므로, 벡터의 차원은 정규화된 ROI의 고정 세로 길이 H_{norm} 로 결정된다.

차원의 크기가 증가함에 따라 식별에 필요한 주파수 성분 정보가 많아지므로, 식별 시간은 길어지며 정확도는 증가한다. 그러나 원본 이미지의 픽셀 손실이 있을 경우 차원이 클수록 픽셀 손실의 영향도 비례하여 증가한다. 따라서 실험을 통해 적절한 차원의 크기를 결정해야 한다. 실험결과 최적의 성능을 나타내는 128차원을 H_{norm} 으로 결정하였다.

표 2. 핑거프린트 벡터의 차원에 따른 식별 성능
Table 2. Identification performance according to dimension of fingerprint vector

H_{norm}	32	64	128	256
Accuracy (%)	90.6	91.5	94.4	93.5
Time (sec/ROI)	0.33	0.53	1.14	2.38

3.3 추출 주파수 범위에 따른 식별 성능 분석

왜곡 테스트 이미지에서 푸리에 변환 최댓값을 추출하는 주파수 영역의 범위에 따른 식별 성능의 변화를 측정하였다. ROI의 세로 행의 개수가 고정되므로 주파수의 전체 영역은 H_{norm} 로 결정된다. ROI의 가로 길이는 원본 이미지의 가로 세로 비율에 따라 다양하다. 따라서 전체 주파수 영역의 비율로 주파수 영역의 추출 경계를 선택한다. 최소 주파수는 $\alpha * width$, 최대 주파수는 $\beta * width$ 이다. 이미지의 푸리에 변환 값은 주파수가 커질수록 감소하는 경향이 있다. 따라서 식별 성능은 최저 주파수를 결정하는 α 에 종속성이 크게 나타난다. 그림 7과 같이 α 가 계속 증가하여 높은 주파수 영역의 푸리에 변환 값을 추출하게 되면 왜곡에 따른 주파수 성분 손실이 발생하기 때문에 식별 정확도가 감소한다. 실험 결과 α 가 0.06일 때 식별 정확도가 94.4%로 최적의 성능을 나타냈다.

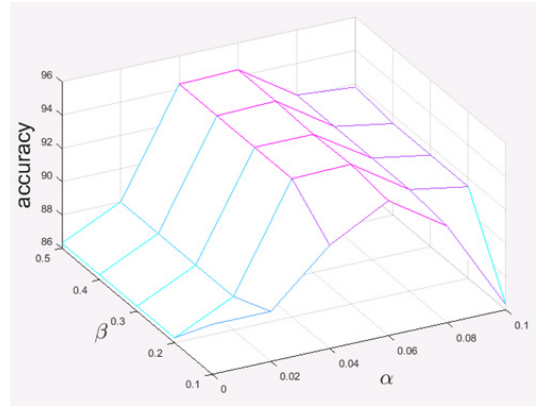


그림 7. 추출 주파수 범위에 따른 식별 성능
Fig. 7. Identification performance according to frequency range

3.4 W_{norm} 허용 범위에 따른 식별 성능 분석

추출된 ROI의 가로 길이는 모두 H_{norm} 으로 정규화 되기 때문에 W_{norm} 은 원본 ROI의 가로세로 비율을 나타내는 값이 된다. 핑거프린트 벡터 유사도를 계산하기 전에 W_{norm} 필터링을 한다면, 초기에 불필요한 식별 불가능 검색 범위를 제한하여 복잡도를 낮출 수 있다.

식 (4)와 같이 W_{norm} 는 $W_{original}$ 과 핑거프린트 벡터 차원의 크기 H_{norm} 과 비례하며 $H_{original}$ 에 반비례한다. 원본 이미지의 행이 손실될 경우 세로 길이가 줄어들기 때문에 W_{norm} 가 증가하며, 열이 손실된 경우 가로 길이가 줄어들기 때문에 W_{norm} 는 감소한다. 행 단위 주파수 스펙트로그램을 구하는 알고리즘 특성상, 이미지의 행 손실의 영향이 열 손실 영향보다 식별에 크게 작용한다.

왜곡 테스트 이미지에서 W_{norm} 필터링 허용 범위에 따른 식별 성능을 비교해 보았다. 입력 쿼리 이미지의 W_{norm} 에서 R 픽셀의 마진(margin)을 ($W_{norm} \pm \Delta w$) 주어 그 외의 W_{norm} 를 갖는 데이터는 검색에서 제외한다. 표 3에서 확인할 수 있듯이, Δw 이 작을수록 검색량이 줄어들기 때문에 식별 시

표 3. W_{norm} 필터링 허용 범위에 따른 식별 성능
Table 3. Identification performance according to filtering range W_{norm}

Δw (pixel)	160	80	40	20	10
Accuracy (%)	93.7	94.4	94.0	93.1	92.4
Time (sec/ROI)	1.39	1.14	1.02	0.88	0.71

간이 감소하지만 일치 데이터가 검색에서 제외될 수 있기 때문에 정확도는 감소한다. Δw 이 계속 증가하면 오분류 가능성이 있는 검색 데이터의 양도 증가하므로 적절한 크기의 Δw 선택이 필요하다. Δw 이 80 픽셀일 때 식별 정확도 94.4%로 최적의 성능을 나타냄을 확인하였다.

3.5 푸리에 변환 값 표준화 여부에 따른 식별 성능 분석

행 단위로 1차원 푸리에 변환을 수행하면, 푸리에 변환 값은 저주파수 영역에서 큰 값을 나타내며 주파수가 커질수록 그 값은 감소한다. 푸리에 변환 값의 범위가 각 행마다 다양하기 때문에, 한 행에서 추출되는 모든 푸리에 변환 값을 0~2000으로 표준화 한 후에 핑거프린트를 생성하여 식별하였다. 푸리에 변환 값 표준화를 하지 않고 핑거프린트를 생성하는 방법과 식별 성능을 비교해 보았다.

표 4와 같이 실험 결과 식별 속도는 유사하지만, 푸리에 변환 값을 표준화하지 않은 경우 식별 정확도가 1.07배 높은 것을 확인할 수 있다. 이는, 푸리에 변환 값 표준화를 함으로써 유사한 핑거프린트가 증가하게 되어 핑거프린트의 고유성이 감소됨을 알 수 있다.

표 4. 푸리에 변환 값 표준화 여부에 따른 식별 성능
Table 4. Identification performance according to standardization of Fourier transform value

	Standardization	Non -standardization
Accuracy (%)	88.3	94.1
Time (sec/ROI)	1.20	1.14

3.6 핑거프린트 생성 알고리즘에 따른 식별 성능 분석

기존 주파수 전체 영역의 특징점을 사용한 웹툰 핑거프린트 생성 알고리즘을 동일 환경에서 식별 성능을 비교하였다. 원본 테스트 이미지와, 왜곡 테스트 이미지 환경에서 각각 성능을 비교하였다.

표 5와 같이 주파수 전체 영역 특징점을 사용한 경우 제안하는 ROI 저주파 특징 벡터 알고리즘에 비해 식별 시간이 원본 3.12배, 왜곡 3.17배로 식별에 시간이 많이 소요됨을 알 수 있다. 주파수 특징점 위치 관계를 매칭하는 기존 방식은, 동일한 이미지라도 다른 이미지에서 더 많은 핑거프린트 일치가 나타날 확률이 존재한다. 반면에, 제안하는 알고리즘은 원본 이미지에서 핑거프린트 벡터가 동일하게 추출되므로, 유클

표 5. 핑거프린트 생성 알고리즘에 따른 식별 성능
Table 5. Identification performance according to fingerprint generation algorithm

	Conventional		Proposed	
	Original	Distorted	Original	Distorted
Accuracy (%)	95.5	29.6	100	94.4
Time (sec/ROI)	3.43	3.61	1.10	1.14

리디안 거리가 0으로 계산된다. 따라서 원본 이미지 테스트 결과 정확도가 100%로 매우 높게 나타남을 확인할 수 있다.

기존 핑거프린트 생성 방식은, 행 단위 모든 주파수 영역에서 푸리에 변환 값 피크(peak)를 나타내는 일정 간격의 주파수를 특징점으로 선택한 후 특징점의 위치관계를 통해 핑거프린트를 생성한다. 그림 8은 동일한 웹툰 이미지로부터 ROI가 다르게 추출되어, 세로 길이가 1픽셀 차이나는 2개의 ROI에 대한 주파수 특징점을 추출한 것이다. 그 중 한 행에 대한 푸리에 변환 값을 나타내었다. 두 개의 그래프를 살펴보면, 저주파수 영역 값은 유사하지만 고주파수 영역(파란 박스 부분)에서 값이 변화하여 피크값의 위치도 변화한다. 불과 한 행이 잘림에도 불구하고 사이즈 정규화 과정에서 고주파 성분이 왜곡된다. 이처럼 기존 방식의 핑거프린트는 픽셀 손실 왜곡에 매우 치명적이다.

표 5와같이 왜곡 이미지를 식별했을 경우, 고주파수 성분의 변화로 인해 기존 알고리즘의 경우 정확도가 29.6%로 매우 낮게 나타났다. 본 논문에서 제안하는 왜곡에 강한 식별 시스템을 적용한 결과 왜곡 이미지에서 식별 정확도 94.4%인 성능을 나타냄을 확인하였다.

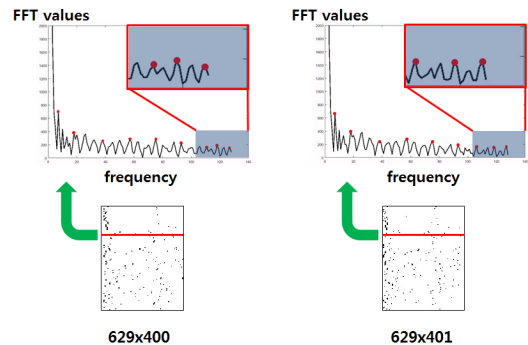


그림 8. 다르게 뽑힌 ROI에 대한 기존 주파수 특징점 추출 결과
Fig. 8. Previous frequency feature extraction with different ROIs

IV. 결 론

불법적으로 배포된 수많은 웹툰의 저작물 정보를 식별하기 위해서는 식별 정확도가 매우 중요한 요소이다. 본 논문에서는 음원 식별에 사용된 주파수 성분 특징점 분석 방법을 응용하여 웹툰 이미지 식별에 적합한 핑거프린트 생성 방법을 제안하였다. 제안한 알고리즘에서는 이미지의 가로 길이를 정규화하고 행 단위로 주파수 도메인으로 변환한다. 주파수 도메인의 특정 저주파수 영역에서 최대 푸리에 변환 값을 벡터로 생성하는 방식을 사용한다. 웹툰 이미지 식별 실험을 통해 행, 열 손실에도 강인한 알고리즘임을 확인하였다.

최종적으로 핑거프린트 벡터의 차원 $H_{norm} = 128$, 추출 주파수 범위를 결정하는 비율 $\alpha = 0.06$, $\beta = 0.5$, 검색 ROI의 W_{norm} 필터링 허용 범위 $\Delta w = 80$ 일 때, 왜곡 이미지에서 식별률 94.4%, 식별시간 1.14sec/patch로 최적의 성능을 나타냈으며. 본 논문에서 제안하는 시스템으로 실제 웹상의 데이터를 매칭하는데 실제 시스템에 적용 가능한 성능임을 확인하였다.

본 논문의 웹툰 핑거프린트 생성 알고리즘은 왜곡에 강인한 저주파 영역 푸리에 변환 값을 사용하여 식별의 성능을 향상시켰다. 그러나 저장되는 웹툰의 핑거프린트 데이터베이스가 증가하면 그에 비례하게 유사도 연산을 해야 하므로 식별 속도 저하의 문제가 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 분산 및 병렬 데이터 검색 대한 추가 연구가 필요하다.

References

[1] Y. Ryu, *Global e-book market status and prospects*(2015), Retrieved Oct. 22, 2018, from <http://www.slideshare.net/pageraum2/201508-51546993>

[2] H. Kim, *Copyright status of domestic cartoon industry*(2015), Retrieved Oct. 22, 2018, from www.copyright.or.kr.

[3] Álvaro R. Pereira and Nivio Ziviani, "Retrieving similar documents from the web," *Journal of Web Engineering.*, vol. 2, no. 4, pp. 247-261, 2003.

[4] J. Lu, "Video fingerprinting for copy identification: from research to industry

applications," *Media Forensics and Security*, vol. 7254, p. 725402, 2009.

[5] P. Mandal, A. Thakral, and S. Verma, "Watermark based digital rights management," *IEEE ITCC 2005*, vol. 1, pp. 74-78, 2005.

[6] D.-H. Lee, H.-H. Yoon, C.-H. Lee, and Y.-K. Moon, "Design of the webtoon automatic translation system using crowdsourcing method," *Proc. KICS Winter Conf.*, pp. 1231-1232, Jeongsun, South Korea, Jan. 2016.

[7] D.-H. Lee, H.-H. Yoon, Y.-K. Moon, and C.-H. Lee, "Design of the web-based exclusive use of webtoon automatic translation platform," in *Proc. KICS Winter Conf.*, pp. 1032-1033, Jeongsun, South Korea, Jan. 2016.

[8] S. Lee, D. Yook, and S. Chang, "An efficient audio fingerprint search algorithm for music retrieval," *IEEE Trans. Consumer Electron.*, vol. 59, no. 3, pp. 652-656, 2013.

[9] H. A. Van Nieuwenhuizen, W. C. Venter, and M. Grobler, "The study and implementation of shazams audio fingerprinting algorithm for advertisement identification," *Proc. SATNAC*, London, UK, Sep. 2012.

[10] D. Kim, S.-H. Lee, S. V. Jadhav, and S. Lee, "Content-based webtoon fingerprint method," *APSIPA ASC 2016*, Jeju, Republic of Korea, pp. 1-4, Dec. 2016.

[11] X. Kang, J. Huang, Y. Q. Shi, and Y. Lin, "A DWT-DFT composite watermarking scheme robust to both affine transform and JPEG compression," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 13, pp. 776-786, Aug. 2003.

김도영 (Doyoung Kim)



2014년 2월: 연세대학교 전기
전자공학부 졸업
2014년 3월~현재: 연세대학교
전기전자공학과 석·박사 통
합과정
<관심분야> 인공 지능, 행동
인지, 영상 처리

권혁주 (Hyuck-Joo Kwon)



2009년 2월: 세종대학교 컴퓨
터공학과 졸업
2011년 2월: 세종대학교 컴퓨
터공학과 석사 졸업
2016년 8월: 세종대학교 컴퓨
터 공학과 박사 졸업
2016년 9월~현재: 연세대학교
전기전자공학과 박사후 과정 연구원
<관심분야> 3차원 렌더링 프로세서 구조 설계, 하
드웨어 가속, 실시간 레이캐스팅, 모바일 GPU

박현우 (Hyunwoo Park)



2014년 8월: 연세대학교 의용
전자공학과 졸업
2015년 3월~현재: 연세대학교
전기전자공학과 석사과정
<관심분야> 영상 처리, 데이터
베이스, 분산 시스템

이상훈 (Sanghoon Lee)



1989년 2월: 연세대학교 전기
공학과 졸업
1991년 2월: 한국과학기술원
전기공학과 석사 졸업
2000년 1월: 텍사스 오스틴 대
학교 전기공학과 박사 졸업
2003년 3월~현재: 연세대학교
전기전자공학과 교수
<관심분야> 인공 지능, 영상 처리, 분산 시스템

권범 (Beom Kwon)



2012년 2월: 숭실대학교 전기
공학부 졸업
2014년 2월: 연세대학교 전기
전자공학과 석사 졸업
2018년 2월: 연세대학교 전기
전자공학과 박사 졸업
<관심분야> 무선 통신, 컴퓨터
비전