

<http://dx.doi.org/10.7236/IIIBC.2016.16.2.19>

IIIBC 2016-2-3

북스캔 만화 및 도서 저작물 통합 식별 시스템에 관한 연구

A Study on Integrated Identification System of Scanned Cartoons and Copyrighted Books

김태현*, 윤희돈*, 강호갑*, 조성환**

Tae-Hyun Kim*, Hee-Don Yoon*, Ho-Gap Kang*, Seong-Hwan Cho**

요약 본 논문은 한국저작권위원회의 저작권 R&D 과제(과제명 : 북스캔 어문/만화 저작물 식별 및 복제방지 기술 개발)에서 연구 중인 북스캔 도서 저작물 식별 기술연구로 북스캔 만화 저작물과 함께 북스캔 도서를 효과적으로 식별할 수 있는 기술 개발을 통하여 북스캔 만화 및 도서 저작물의 건전한 생태계 기반 조성을 목적으로 한다. 본 논문은 기 연구된 북스캔 만화 저작물 식별 시스템에 추가적으로 도서 저작물 식별 시스템을 통합 구현한 모델을 제시하고자 한다. 최근 들어 고화질 스캐너와 보정 소프트웨어들을 이용한 도서의 불법 복제가 확산되고 있어 만화와 함께 도서에 대한 식별 기술을 제공하여 무차별적 복제로 인한 저작권자들의 피해를 줄이는데 본 연구가 도움이 될 것으로 기대한다.

Abstract This study aims to develop sound ecosystem of scanned cartoons and books through the effective identification technology developed as a part of the project granted from the Korea Copyright Commission (Project title: Identification and Copy Protection Technology of Scanned Text/Comic Books). This study shows a model integrating the scanned book identification system with the existing system that identifies scanned cartoons. The model suggested in this study is expected to give a help in reducing the author's damages due to the indiscriminate illegal reproduction, which tends to expand with high quality scanners and editing softwares.

Key Words : Bookscan, Copy protection, Identification

1. 서론

스마트 기기에 가장 적합한 독서 콘텐츠로 주목을 받으며 올해 시장 규모가 2950억 원에 이르고 2018년에는 5,000억 원에 이를 것으로 예상되는 웹툰을 중심으로 전자책과 웹소설도 큰 폭으로 성장하고 있다. 국내 출판시장은 인쇄기와 IT 기술의 발달로 출판의 장벽이 낮아지면서 최근 작가들은 기성 출판사를 통한 방식에서 자

가 출판 플랫폼을 통한 개인출판방식으로 변화하고 있다. 자가 출판 플랫폼은 기존 출판사의 문턱이 높아 출판되기 어려웠던 책들이 적극적으로 출판되면서 다채롭고 다양한 작가 발굴의 기회 및 아마추어 작가의 성장 배경으로써 평가받으며 성장 및 확대되고 있다. 또한 디지털 인프라의 발달로 스마트폰, 태블릿 PC 등의 성능이 향상되고 사용자의 요구에 맞는 다양한 모델이 출시되고 보급이 확산되면서 국내 전자책 업계의 매출규모가 지속적으로

*정희원, ㈜디알엠인사이드

**정희원, 금강대학교 (교신저자)

접수일자: 2016년 1월 11일, 수정완료: 2016년 2월 22일

게재확정일자: 2016년 4월 8일

Received: 11 January, 2016 / Revised: 22 February, 2016 /

Accepted: 8 April, 2016

**Corresponding Author: shcho@ggu.ac.kr

Division of Information Science, Geumgang University, Korea

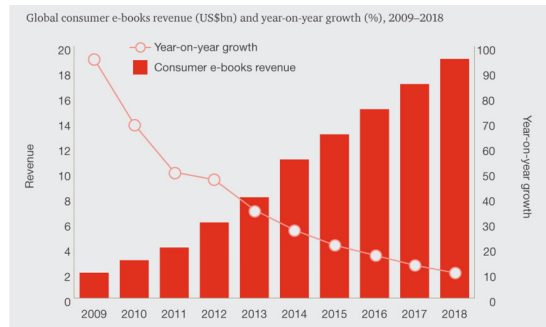
로 증가하고 있다.

글로벌 컨설팅업체 프라이스 워터하우스 쿠퍼스(PWC)에 따르면 세계 일반 전자책 시장의 규모가 2014년부터 향후 5년간 연평균 성장률이 17.6%로 2015년에는 135억 달러에서 2018년에는 190억 달러를 넘어설 것으로 전망된다(그림 1).

전자책 시장의 성장과 함께 개인이 이용 가능한 스캐너의 보급 확대와 스마트 장치에 부착된 카메라를 이용하여 종이도서, 웹툰 및 전자책 등을 짧은 시간에 고품질의 디지털 이미지로 촬영 및 캡처가 가능한 기능을 제공하는 앱 등을 이용하여 생산되는 전자책의 불법 복제 및 유통 시장도 함께 성장하고 있다. 불법 복제된 콘텐츠의 유통을 방지하기 위해 저작권법 제104조의 특수한 유형의 OSP 사업자에 대한 기술적 조치 의무화 규정으로 웹하드 서비스 업체는 특징점 기반 콘텐츠 식별기술을 이용하여 저작물을 식별하고 전송을 차단하는 조치를 취하고 있으나 만화 및 도서 등 출판물에 대한 콘텐츠 식별기술은 아직 웹하드의 출판물 필터링에 적용되지 못하고 있다. 이에 2013년 5월부터 2015년 2월까지 3년간에 걸쳐 수행중인 한국저작권위원회의 저작권기술 R&D 연구 과제 “복스캔 어문/만화 저작물 식별 및 복제방지 기술”의 1, 2차 년도 연구결과로 복스캔 만화 식별 기술을 개발 [1][2][4][5][6]하였으며 3차 년도 과제에서는 복스캔 도서 식별을 개발하였다. 본 논문에서는 3차 년도의 연구 결과로 복스캔 도서 저작물 식별 시스템 개발을 위해 II절에서는 복스캔 도서 저작물 식별 시스템 성능 요구사항을 제시하고 III절에서는 복스캔 도서 저작물 식별 시스템을 제안하고 IV절에서는 구현 및 성능 V절에서는 결론 및 향후과제를 기술한다.

II. 복스캔 도서 저작물 식별 시스템 성능 요구사항

복스캔 도서 저작물 식별 시스템은 1, 2차 년도에 연구된 복스캔 만화 식별 시스템에 식별 대상이 그림보다는 글자 위주의 구성된 도서 저작물을 식별할 수 있도록 기능을 추가한 시스템으로 과제 전체의 성능 요구사항은 표 1과 같다. 3차 년도의 도서 저작물 식별에 대한 성능 요구사항은 만화 도서 분류 기술과 고성능 도서 식별 처리 항목이 해당된다.



출처: PWC, Global Entertainment and Media Outlook: 2014-2018 (2014)

그림 1. 세계 일반 전자책 시장 성장 전망
Fig. 1. Growth forecast in consumer e-Books

표 1. 식별 시스템 성능 요구사항
Table 1. Performance requirements of the identification system

항목	처리 요구 내용
만화 도서 분류 기술	정확도 : 95%
고성능 도서 식별 처리	식별시간 : 3초/권 이내
	식별률 : 80% 이상
	오인식율 : 1% 이하
고성능 만화 식별 처리	식별시간 : 정상 1초/권 이내, 비정상/변형 3초/권 이내
	식별률 : 정상 99% 이상, 비정상/변형 85% 이상
	오인식율 : 1% 이하
다양한 이미지 포맷 처리	JPG, PNG, GIF, TIF, BMP
다양한 저장 및 압축 포맷 처리	ZIP, ALZ, ARJ, EGG, RAR, PDF
다양한 조판방식 처리	양면/단면, 일본만화/도서, 한국만화/도서 조판방식 처리
다양한 변형 형태 처리	회전, 이동, 왜곡, 밝기, 페이지 추가/삭제

1. 만화 도서 분류 처리

복스캔 시스템의 식별기술은 기 연구된 만화의 특징점을 이용한 만화 식별기술과 새로 연구된 도서의 특징점을 이용한 도서 식별기술로 구성되어 있어, 우선적으로 식별 대상이 만화인지 도서인지 구분하는 기술이 지원되어야 하며 전체 시스템의 식별 성능에 큰 영향을 주기 때문에 95%이상의 정확도가 요구된다.

2. 고성능 도서 식별 처리

복스캔 도서 저작물의 식별을 위해 복스캔 만화 특징

점 알고리즘을 사용할 경우 글자 위주로 구성된 도서에 대해서는 특징점으로서의 적합한 역할을 수행하지 못해 식별 기능을 수행할 수 없다. 스캔 도서 1,890권에 대해 북스캔 만화 특징점 추출 및 등록을 수행했을 때 1,485권 (78.6%)이 오식별이 발생하여 도서 저작물의 식별을 위한 별도의 특징점 알고리즘과 식별 기술이 지원되어야 한다.

북스캔 도서 식별 시스템의 성능은 식별률과 식별시간으로 평가된다. 식별률은 북스캔 도서의 크기, 포맷, 저장 방식, 변형유무에 관계없이 80% 이상의 성능을 유지하여야 하고, 식별시간은 동일한 조건하에서 3초/권 이상의 성능을 유지해야 하며, 식별 시스템 환경이 클라이언트-서버 모형으로 구현될 경우에도 네트워크 지연을 배제할 경우 유사한 성능을 제공해야 한다.

3. 그 외 요구사항 처리

고성능 만화 식별 처리, 다양한 이미지 포맷 처리, 다양한 저장 및 압축 포맷 처리, 다양한 조판방식 처리 및 페이지 추가/삭제 처리는 1, 2차 년도에 연구 및 구현된 기능 및 성능이 그대로 유지되어야 한다^{[1][2]}.

III. 북스캔 도서 저작물 식별 시스템

II 절에서 설명된 북스캔 도서 식별 시스템 성능 요구사항을 만족하기 위해서 1, 2차 년도에 연구 개발된 북스캔 만화 식별 시스템의 기능과 성능을 그대로 유지하면서 북스캔 도서 저작물의 식별 기능을 추가하여 통합 제

공하는 시스템을 구성한다^{[7][8][9]}. 스캔 도서 저작물을 식별하기 위한 도서 특징점 추출기와 북스캔 저작물이 만화인지 도서인지를 구분해주는 만화 도서 분류기가 필요하다. 북스캔 만화와 도서 저작물의 특징점 추출 및 식별 과정들이 네트워크를 통한 클라이언트-서버 모델로 연계되어 작동하기 위한 시스템 구성은 그림 2와 같다.

1. 식별 시스템 클라이언트

북스캔 만화 및 도서 저작물의 식별 시스템 클라이언트는 다양한 포맷으로 저장된 북스캔 만화 및 도서 저작물로부터 이미지를 분리하고 정규화 및 보정작업을 포함한 전처리 과정을 진행한다. 그리고 만화 도서 분류기에서 스캔 만화인지 스캔 도서인지 구분하여 각각 만화 특징점 추출기와 도서 특징점 추출기를 이용하여 해당 특징점을 추출한다. 일정 개수의 스캔 이미지에 대한 특징점을 추출한 후 식별 요청기를 통해 식별 서버로 식별을 요청하는 기능들을 포함하는 모듈들로 구성된다.

가. 소스 파일 처리기

북스캔 만화 및 도서 저작물은 일반적으로 복수의 도서들이 하나의 압축 파일에 저장되어 있으며 압축 파일 내에 다양한 저장 포맷들이 재귀적인 형태로 복잡하게 구성되고 있으며 파일의 크기도 수십 메가바이트에서 수기가 바이트에 이르기 까지 다양하다. 소스파일 처리기는 만화 및 도서 식별 과정의 성능 향상을 위해 대용량의 북스캔 파일의 내용을 모두 압축 해제하는 비효율적인 과정을 생략하고, 특징점 추출기가 페이지 단위로 지정하여 메모리로 전달 받을 수 있는 기능을 제공한다.

나. 정규화 처리기

정규화 처리기는 다양한 해상도로 되어 있는 소스 이미지를 일정한 크기로 재조정하고, 색도 차이에 대한 오류 가능성을 제거하기 위하여 각 픽셀의 색 값을 256 단계의 그레이 스케일로 정규화하는 기능을 수행한다.

다. 보정 처리기

보정 처리기는 스캔 과정에서 발생할 수 있는 노이즈들을 제거하고 회전 변형을 감지하여 수평상태로 보정하는 기능을 수행한다.

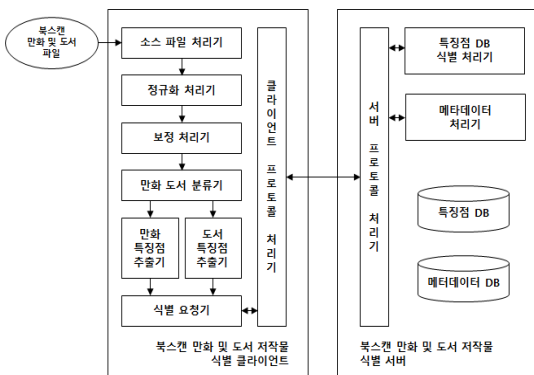


그림 2. 식별 시스템 개념도
 Fig. 2. Overview of the identification system

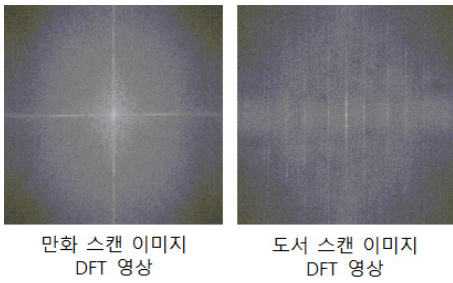


그림 3. 스캔 만화 및 도서 분류 방법
Fig. 3. Classification method of scanned cartoon and books

라. 만화 도서 분류기

본 연구과제에서 북스캔 시스템의 식별기술은 만화의 특징점을 이용한 만화 식별기술과 도서의 특징점을 이용한 도서 식별기술로 구성되어 있어 이를 통합한 식별 시스템 구성을 위해서 식별 대상이 만화인지 도서인지 구분하는 기술이 필수적으로 지원되어야 한다.

스캔 만화와 스캔 도서의 구분은 주파수 스펙트럼을 이용한다. 그림 3에서와 같이 스캔 만화의 경우는 이미지에 수직선과 수평선이 많이 분포되어 있어 수직 및 수평에 대한 주파수 성분을 모두 포함하는 반면 일반적인 텍스트로 구성된 스캔 도서의 경우는 텍스트의 방향이 가로 또는 세로인지에 따라 한쪽 방향으로의 주파수 성분이 포함된다. 이 스펙트럼의 차이를 이용하여 스캔 만화 이미지와 스캔 도서 이미지를 구분한다.

표 2는 스캔 만화 13,902개와 스캔 도서 20,605개의 이미지를 대상으로 구분 테스트를 수행한 결과를 보여준다. 스캔 만화에 대해서는 97.45%로 만화로 판정하여 2.55%의 오류율을 보였으며, 스캔 도서에 대해서는 95.19%로 도서로 판정하여 4.81%의 오류율을 보여 스캔 만화 및 도서 모두에 대해 성능 요구사항으로 제시한 95%이상의 정확도에 부합하는 것을 확인하였다.

표 2. 스캔 만화와 스캔 도서 분류 성능
Table 2. Classification performance of scanned cartoon and book

구분 (이미지 수)	만화로 판정	도서로 판정
만화 (13,902)	13,547 (97.45%)	355 (2.55%)
도서 (20,605)	991 (4.81%)	19,614 (95.19%)

마. 특징점 추출기

만화 특징점 추출기는 1, 2차 년도에 연구 개발된 추출기를 사용한다^{[11][24][25]}.

도서 특징점 추출기는 스캔된 이미지로부터 특징점 정보들을 추출하여 식별 요청기에 보내는 기능을 수행한다. 특징점을 추출하는 알고리즘은 스캔 도서 이미지에 나열된 글자들의 줄 간격과 에너지 스펙트럼의 특성을 사용하여 특징점을 추출한다. 그림 4는 글자의 배열이 가로와 세로로 구성된 페이지에서의 글자간의 줄 간격과 에너지 스펙트럼을 보여준다. 특징점 추출시 적용되는 영역, 임계치와 정보 표현방법은 다양한 방법으로 구성될 수 있지만 본 과제에서는 스캔 만화의 특징점과 동일한 정보 표현방법으로 구축할 수 있도록 설계하여 스캔 도서 식별 시스템을 추가하면서 기존 구축한 북스캔 만화 식별 시스템을 가능한 변경 없이 사용할 수 있도록 하였다.



그림 4. 도서 특징점 정보
Fig. 4. Books feature information

북스캔 만화 도서 통합 식별 시스템의 특징점 추출 방법은 그림 5와 같이 특징점 식별 요청을 위해 만화 도서 분류기에서 페이지 별로 이미지에 대해 만화인지 도서인지를 구분하고 구분된 결과에 따라 만화 특징점 또는 도서 특징점을 추출한 후 지정된 k 페이지에 대한 특징점을 모두 추출하여 이를 식별 서버로 전송하여 식별 요청을 한다.

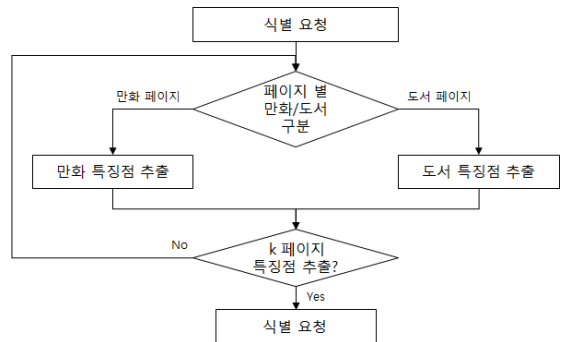


그림 5. 만화 및 도서 분류 알고리즘
Fig. 5. Classification algorithm of cartoon and books

그림 6은 스캔 도서를 대상으로 만화 및 도서 분류를 수행한 예를 보여준다. 도서의 경우에도 특정 페이지의 대부분이 그림으로 구성되고 만화와 같이 가로 세로에 해당하는 주파수 성분이 많이 포함된 경우에는 스캔 도서 특징점 추출 알고리즘이 아닌 스캔 만화 특징점 추출 알고리즘을 사용하는 것이 바람직하다. 반대의 경우도 마찬가지며, 이렇게 구성하면 만화와 도서에 대한 특징점 DB 테이블을 별도로 관리하지 않아도 되며 서버에 식별 요청을 할 때 북스캔 저작물이 만화인지 도서인지 구분하거나 또는 구분자를 전달할 필요가 없다.



그림 6. 스캔 만화 및 도서 분류 예
 Fig. 6. Example of cartoon and scanned books classification

바. 식별 요청기

식별 요청기는 식별 대상이 되는 북스캔 파일로부터 추출된 특징점 정보를 식별 시스템 서버로 요청하고, 식별 시스템 서버로부터 식별된 만화 또는 도서의 메타데이터 정보를 전달받는 기능을 수행한다.

사. 클라이언트 프로토콜 처리기

클라이언트 프로토콜 처리기는 특징점 및 메타데이터 등록에 대한 요청을 서버에 전달하는 기능을 수행한다.

2. 식별 시스템 서버

북스캔 만화 및 도서 저작물의 식별 시스템 서버는 클라이언트로부터 특징점 및 메타데이터 DB에 등록된 정보를 사용하여 도서 식별 요청을 처리하는 기능을 수행한다.

가. 특징점 식별 처리기

특징점 식별 처리기는 클라이언트의 식별 요청기로부터의 식별 요청을 처리하기 위해 특징점 DB에 대한 검색 기능을 수행한다.

나. 메타데이터 처리기

메타데이터 처리기는 클라이언트 식별 요청기의 요청

에 따라 식별된 만화 또는 도서에 대한 메타데이터 정보를 클라이언트에 전달하는 기능을 수행한다.

다. 서버 프로토콜 처리기

서버 프로토콜 처리기는 클라이언트의 특징점 및 메타데이터 등록에 대한 요청을 처리하는 기능을 수행한다.

IV. 구현 및 성능

스캔 만화 및 도서 특징점 식별 연구를 목적으로 웹에서 1만6천여 권의 스캔 만화와 6천여 권의 스캔 도서를 신규로 수집하였으며 중복도서를 정리하고 스캔 만화 식별 기술 성능평가 기준에 관한 연구^[3]를 바탕으로 최종 정리된 스캔 만화 7,120권과 스캔 도서 1,890권을 확보하였다. 구현된 시스템의 개발 환경은 표 3과 같다.

표 3. 구현 시스템의 개발 환경

Table 3. Development environment of the implemented system

항목	사용 기술/환경
식별 요청 클라이언트	Windows 7/8, Linux CentOS 6/7
식별 서버	Windows 7/8/2012서버
DBMS	PostgreSQLv9.3

북스캔 만화 및 도서 식별 시스템의 식별 성능을 테스트하기 위해 웹에서 수집한 스캔 만화 7,120권과 스캔 도서 1,890권의 총 9,010권에 대한 특징점 DB를 구축하고 동일한 도서를 기준으로 식별시간과 식별률을 측정하였다. 표 4는 성능실험 결과를 보여준다. 실험결과 식별률은 스캔 만화에 대해서는 99.9%, 스캔 도서에 대해서는 100%로 전체 식별률이 99.9%로 확인되었다. 이 결과로 신규 연구 개발한 도서 특징점이 유일성을 가짐을 확인할 수 있고 만화 특징점과의 통합 구성에 대해서도 정상적으로 동작함을 알 수 있다. 스캔 만화 및 도서 1권의 식별에 소요된 시간은 만화 및 도서 분류와 특징점을 추출하는 시간을 포함한 시간이 평균 0.24초, 서버에서 식별에 소요되는 시간이 0.01초로 네트워크 연결 시간을 제외한 시스템 응답시간은 0.25초가 소요된다.

표 4. 식별 시스템 인식을 성능

Table 4. Identification performance of the system

구분	식별대상	식별	오식별	식별률
만화	7,120권	7,116권	4권	99.9%
도서	1,890권	1,890권	0권	100.0%
합계	9,010권	9,006권	4권	99.0%

VI. 결론 및 향후 과제

본 논문은 한국저작권위원회의 저작권기술 R&D 연구로 수행중인 “복스캔 어문/만화 저작물 식별 및 복제방지 기술” 연구 과제의 3차년도 연구결과로, 복스캔 도서 식별 시스템의 구현 모델을 제시하였다. 제안된 모델은 현재 연세대학교 다차원융합 연구실과 공동으로 개발이 이루어지고 있다. 전체 연구에 대한 마무리 작업이 진행되고 있으며 3년간의 연구 개발한 시스템을 통합하고 이에 대한 테스트를 진행하고 있다.

현재 그 동안 연구한 내용을 바탕으로 상용화 서비스를 준비하고 있으며 이를 통해 현재 급속도로 증가되고 있는 불법 만화 및 도서 복제물들에 대한 정확한 식별과 저작권정보의 연동을 통하여 만화 및 도서의 저작권을 보호할 수 있는 환경이 구축될 것으로 기대한다.

References

[1] B. Ahn, T. Kim, H. Kang, S. Cho and K. Lee, “A Study on An Identification System for Scanned Cartoon Book”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, vol. 14, no.1, pp.131-137, 2014

[2] T. Kim, H. D. Yoon, H. Kang and S. Cho, “A Study on Identification System for Abnormally Scanned Cartoon Books”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, vol. 15, no.3, pp.35-41, 2015

[3] H. D. Yoon, T. Kim, H. Kang and S. Cho, “A Study of Performance Evaluation Standard for Scanned Cartoon Book Identification Technology”, The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, vol. 15, no.1,

pp.29-35, 2015

[4] Oh, Taegeun, et al. “Low-complexity and robust comic fingerprint method for comic identification.” Signal Processing: Image Communication, vol. 39, 1-16. 2015

[5] Kim, Doyoung, and Lee, Sanghoon. “A Restoration Method for Geometric Distortions to Improve Scanned Books Identification.” Journal of Broadcast Engineering 20.3, pp.379-387. 2015

[6] Taegeun Oh, Nakyeon Choi, Sanghoon Lee, Hogab Kang, “Fingerprinting Scheme for Comics Recognition System”, The Korean Society of Broadcast Engineers Proceedings of the symposium, the autumn, pp.52-53, 2013

[7] Sang-Hoon Lee, Taegeun Oh, Nakyeon Choi, Justin Daegull Ryu, Hogab Kang. “Copyright Protection and Distribution System for Scanned Works”, The Korean Society of Broadcast Engineers Proceedings of the symposium, the autumn, pp.50-51, 2013

[8] Sang-Hoon Lee, Nakyeon Choi, Sanghoon Lee, “An Identification and Feature Search System for Scanned Comics”, Journal of KIISE Database vol. 41, no 4, pp.199-208, 2014

[9] S. Lee and C. Yoo, “Robust video fingerprinting for content-based video identification,” Circuits and Systems for Video Technology, IEEE Transactions on, vol. 18, no. 7, pp.983-988, 2008

저자 소개

김 태 현(정회원)



- 1993년 : 중앙대학교 전자계산학과 졸업(학사)
- 2011년 : 성균관대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1992~2000년 :(주)삼성SDS 정보기술연구소
- 2000~2004년 :(주)파수닷컴 개발실장

• 2005년~현재 :(주)디알엠인사이드 CTO

<주관심분야 : 저작권보호기술(DRM), 정보보호기술, 리버스 엔지니어링, 디지털시네마>

윤 희 돈(정회원)



- 1996년 : 성균관대학교 전자공학과 (학사)
- 2001년 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2008년 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2009년~현재 : (주)디알엠인사이드 상무

<주관심분야 : 전자책, 이미지 식별기술, 저작권보호기술>

강 호 갑(정회원)



- 1985년 : 성균관대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1988년 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 2010년 : 성균관대학교 대학원 전자전기공학과(공학박사)
- 1991~2000년 : (주)삼성SDS 정보기술연구소

- 2000~2003년 : (주)파수닷컴 연구소장
- 2005~현재 : (주)디알엠인사이드 대표이사

<주관심분야 : 저작권보호기술(DRM), 디지털시네마>

조 성 환(정회원)



- 1980년 : 성균관대학교 전자공학과 (학사)
- 1982년 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1991년 : 성균관대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1982년~1985년 : 해군사관학교 전기 및 전자공학과 전임강사

- 1997년 : 미국 Columbia 대학 CATT Visiting Scholar
- 1985~2002년 : 동서울대학 컴퓨터공학과 부교수
- 2002~현재 : 금강대학교 정보과학부 교수

<주관심분야 : 영상통신, 무선네트워크, 저작권보호기술 (DRM)>

※ 본 논문은 문화체육관광부의 저작권기술개발사업에 의거 한국저작권위원회의 정부지원금을 받아 연구되었습니다.

(This research project was supported by Government Fund from Korea Copyright Commission.)