

패턴인식을 적용한 디지털 영상 분류기법

*박창욱 **변근덕 ***이상진

고려대학교 정보경영공학대학원

*sindoll@korea.ac.kr

Digital Image Categorization using Pattern Recognition

*Park, Chang-Wook **Byun, Keun-Duck ***Lee, Sang-Jin

Graduate School of Information Management and Security,

Korea University

요약

디지털 영상기기의 발달과 함께 디지털 영상은 우리의 생활의 일부가 되었다. 이러한 디지털 영상이 생활의 일부가 되면서 범죄자들은 범죄현장의 흔적을 디지털 영상으로 저장하기도 하며, 디지털 영상으로 저장된 CCTV를 통하여 범죄의 현장을 재현하기도 한다[5][6]. 이러한 디지털 영상은 사건을 해결하는데 중요한 역할을 하기에 사건을 수사하는데 있어 수집하여야 할 중요한 대상중의 하나이다. 이러한 디지털 영상은 하나의 분석대상에 다수의 파일로 존재할 수 있으며, 이러한 다수의 디지털 영상 속에서 사건 해결에 도움을 줄 수 있는 중요한 영상을 구분하기 위해서는 많은 시간과 인력이 필요하다. 따라서 다수의 영상 증거물을 디지털 영상 포렌식의 한 분야인 디지털 영상 분류기법을 통하여 수사의 편리함과 정확성을 향상시켜야 할 필요가 있다[7]. 하지만 디지털 영상의 수사를 돕기 위한 디지털 영상의 분류기법은 디지털 영상 포렌식의 영역 중에서 연구가 이루어져 있지 않은 영역중의 하나이며, 연구가 진행되고 있는 방식도 국내가 아닌 국외의 법과 수사 환경을 중심으로 연구되어지고 있다. 따라서 국내의 법과 수사 환경에 적용할 수 있는 디지털 영상 분류기법에 대하여 연구할 필요성이 있다. 이에 대해 본 논문에서는 디지털 영상 포렌식 중 하나의 분야인 디지털 영상 분류기법의 연구현황을 확인하며, 디지털 영상 분류기법의 필요성에 대하여 설명하도록 하겠다.

1. 서론

가. 일상생활에서의 디지털 영상

디지털 영상은 아날로그 신호로 구성된 영상을 디지털 신호로 변환하여 저장한 것이다. 이러한 디지털 영상을 사용하는 대표적인 기기로는 디지털 카메라가 있다. 1990년 출시된 최초의 디지털 카메라 “다이캠(Dycam) Model 1”의 출시 이후 디지털 카메라는 휴대성과 인화과정 없이 결과물을 바로 확인할 수 있다는 장점을 가지고 새로운 카메라 시장을 형성하였다[1]. 이어서 2000년 삼성 애니콜의 최초의 디지털 카메라 폰(SCH - V200)출시로 핸드폰과 디지털 카메라가 융합되면서 디지털 영상기기의 사용자는 기하급수적으로 증가하였고, 또한 기술의 발전으로 정지 영상인 사진뿐만 아니라 움직이는 동영상도 저장할 수 있게 되었다[2]. 시장조사업체인 GFK코리아에 따르면 2004년 국내 디지털 카메라 보급대수는 140만대, 2005년에는 178만대로 2007년까지 국내의 디지털카메라 보급대수는 1000만대를 넘어설 것이라고 한다. 또한 출시되는 대부분의 휴대폰에는 기본으로 카메라 기능이 포함되어 있어 국내 디지털 영상기기의 보급률은 국민 한 사람당 적어도

1대의 디지털 영상기기를 가지고 있다고 생각할 수 있다[3]. 이러한 디지털 기기들은 보급은 디지털 문화에 다양한 영향을 주어 개인 홈페이지나 UCC(User Created Contents), 인터넷 방송 등 새로운 콘텐츠의 시장을 형성하였으며, 우리의 일상생활에 일부로 빠르게 자리 잡고 있다.

또한 디지털 영상은 디지털 형식의 자료이기 때문에 압축이 가능하여 대용량의 자료를 효율적으로 저장할 수 있어 CCTV와 같은 감시 도구에 저장매체로도 사용되고 있으며 의료 기기에서도 영상을 선명하게 하기 위해서나 진료에 필요한 부분을 표현하기 위하여 디지털 영상처리기법을 사용한다.[4]

나. 디지털 영상의 포렌식

우리의 생활과 밀접한 관계가 있는 디지털 영상은 범죄 사건을 해결하는데 중요한 역할을 한다. 이러한 디지털 영상의 중요 정보로는 CCTV에서 범죄의 순간을 확인하거나, 범죄의 흔적이 발견되는 경우를 들 수 있다. 최근 CCTV는 테이프 방식으로 녹화하는 것이 아니라 하드 디스크방식으로 디지털 영상데이터를 저장한다. 그리고 이러한 디지털 영상을 분석하여 사건을 해결하는데 도움을 주는 것이 디지털 영상 포렌식이다.

이러한 디지털 영상 포렌식이 적용된 사건을 몇 가지 소개하면 2007년의 “H그룹 회장 폭행 사건”은 회장의 폭행 여부를 확인하기 위

본 연구는 과학재단 디지털 정보 획득 기반기술 연구(M10740030004-07N4003-00410)의 지원으로 수행되었습니다.

하여 폭행 현장에 설치된 CCTV를 분석하였다[5]. 비록 영상을 복구하지는 못하였지만 CCTV가 디지털 포렌식의 한 부분으로 인식 되었으며, 디지털 영상의 중요성을 확인할 수 있는 사건중 하나이다. 또한 2008년의 “N은행 강도 사건”은 범인들이 망가트린 CCTV를 복구하여 범인들의 영상을 확인함으로써 수사를 마무리할 수 있었다[6]. 즉, 복구한 영상을 통하여 범인의 범행 방식을 확인하여 은행의 주변인이라는 정보를 확인할 수 있었고, 이를 이용하여 범인을 검거할 수 있었다.

국내사건의 경우는 “H그룹 회장 폭행 사건”과 “N은행 강도 사건”과 같이 삭제된 CCTV의 영상을 복구하는 수준의 디지털 영상 포렌식이 이루어지고 있다. 하지만 미국 FBI의 경우는 워싱턴지사에만 50여 명이 넘는 영상전문가들이 연구원으로 있으며 일본의 경우 동경에만 20여명의 영상전문가들이 수사에 참여하고 있다. 이러한 영상전문가들은 CCTV나 디지털 카메라로 생성된 수많은 디지털 영상을 분석하고 판단하여 수사에 도움을 주며, 눈에 보이지 않는 혈흔이나 정액을 발견하는 등의 숨겨진 증거를 찾는 등 수사의 해결에 중요한 역할을 한다[7]. 또한 디지털 증거물이 법정 증거물로써 인정받기 위하여 문서의 위조 및 변조의 여부를 판독하거나 디지털 영상의 위조 및 변조의 여부를 판독하는 등의 증거능력을 증명하기 위한 방식으로 디지털 영상 포렌식은 중요한 역할을 한다[8].

이와 같은 증거영상분석은 모두 디지털 영상 포렌식의 주요 영역으로 활용 가능성이 높다. 하지만 증거영상분석을 위한 디지털 영상 포렌식의 기술은 현재 많은 발전이 필요한 상황이다.

다. 디지털 영상 분류기법

디지털 영상 포렌식은 다양한 형태의 디지털 영상을 다양한 방향의 분석에 적용하여 수사에 필요한 정보를 추출하는 것이다. 이러한 디지털 영상 포렌식의 한 분야로 디지털 영상 분류기법이 있다. 디지털 영상 분류기법은 다수의 디지털 증거물로부터 수사에 필요한 영상과 그렇지 않은 영상을 분류하는 기법으로 초기 수사과정의 시간을 절약할 수 있는 디지털 영상 포렌식의 기법 중에 하나이다.

포렌식 수사관이 수사를 하기 위해 분석 대상을 접하게 되면 대부분의 수사 대상에서는 다수의 디지털 영상 파일이 존재할 것이다. 대부분의 디지털 영상의 출처는 인터넷을 통하여 생성된 이미지와 기타 개인적인 파일들이 주를 이룰 것이며 이러한 다수의 이미지들은 사건의 해결에 도움을 주는 중요한 이미지와 같이 보관되어 증거물 수집을 어렵게 할 것이다. 따라서 분석 대상에 다수의 이미지가 존재하는 경우 사건에 해결을 위한 중요 영상을 확인하는데 많은 시간과 인력이 필요하다. 따라서 효율적인 수사를 위하여 디지털 영상 분류기법은 연구할 필요성이 있다.

2. 본론

가. 기존의 디지털 영상 분류기법

기존의 디지털 영상 분류기법은 미국과 영국을 중심으로 이루어지고 있으며, 대부분 법으로 소지가 금지되어 있는 성인 영상물에 대하여 분류 혹은 탐지하는 것을 목적으로 연구되어져 왔다. 기존의 디지털 영상의 주요 분류기법은 하나의 영상물에 대하여 분석하여 불법인지 합법인지 판별하는 것이 아니라 기존에 불법이라고 정의된 영상들의 데

이터베이스를 구축하여 이에 대한 검색을 통하여 불법 디지털 영상의 분류를 하였다[9]. 또한 여기서 발전하여 수사 도구중의 하나인 Encase[10]의 스크립트나 Enpack이라 불리는 Encase의 API를 이용한 프로그램을 개발하여 수사의 효율성을 높이는 방법도 제시되고 있다[11]. 또한 사전에 디지털 영상의 중요정보를 데이터베이스에 저장하여 이미지의 회전이나 필터의 통과와 같은 변화를 가한 경우에도 구분할 수 있는 기법이 연구되고 있다[12]. 또한 성인불법영상의 경우 영상의 특성상 사람의 피부색이 화면을 차지하는 비중이 높기에 이러한 특징을 이용하여 불법영상을 분류하는 기법도 제시되고 있다[13].

하지만 데이터베이스를 이용한 디지털 영상 분류 방법은 새로이 생성되는 영상에 대하여는 대응이 불가능 하며, 검색을 위하여 필요한 데이터베이스의 유지를 위하여 추가적인 비용이 지속적으로 필요하게 된다. 또한 데이터베이스의 크기가 커지면 커질수록 검색의 시간도 늘어나면서 중요한 영상을 검색하는데 많은 시간이 필요하게 된다. 따라서 다수의 디지털 영상의 검색의 시간을 줄이고 비용을 감소시킬 수 있는 새로운 디지털 영상 분류기법에 대하여 연구하여야 할 필요성이 있다.

이미지 판별 방법	설명
디지털 영상파일의 메타정보를 이용	이미지 헤더에 존재하는 메타데이터의 정보를 확인하여 위조 및 변조 여부를 확인하는 방법
디지털 영상의 데이터베이스를 구축 후 검색	불법영상이라 판별된 디지털 영상에 대하여 사전에 데이터베이스에 저장하여 불법 영상을 확인하는 방법
불법영상의 고유한 특징을 이용	영상의 색의 비중을 판단하여 불법 영상의 특징인 살색의 비중을 기준으로 판별하는 방법

[표1]. 기존의 디지털 영상 분류기법

따라서 새로운 디지털 영상 분류기법은 패턴 인식과 같이 영상을 직접 판별 할 수 있는 기법을 이용하여 영상을 분류 하여야 할 것이다. 패턴 인식의 한 분야인 얼굴 인식을 이용한 경우 정지된 디지털 영상에서 인물이 포함된 사진만 구분할 수 있으며, 다른 객체의 인식을 이용한다면 정지된 디지털 영상에서 원하는 객체가 포함된 영상을 분류하는 것이 가능하다. 이 외에도 패턴인식의 여러 기법을 사용하면 디지털 영상을 수사하는데 필요한 정보를 빠르게 분류할 수 있다.

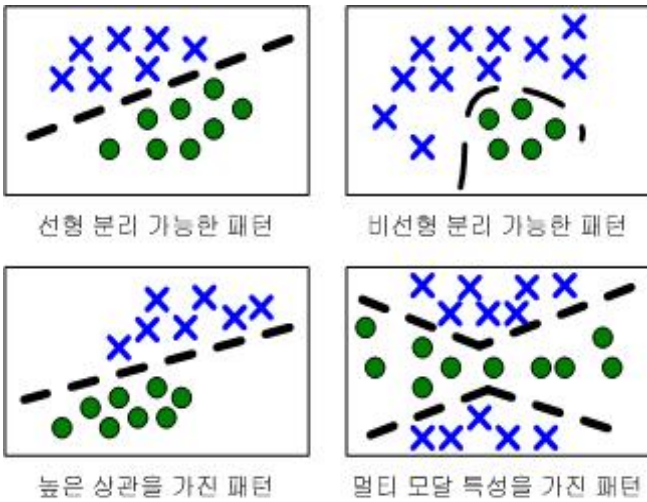
나. 패턴인식의 정의

패턴인식은 공학적 접근법을 이용하여 인공지능의 실제 구현 문제인 정의된 대상을 인식하는 문제를 주로 다룬다. 패턴인식에 대한 설명을 하기 전에 패턴인식에 대하여 정의를 살펴보면 Duda는 패턴인식의 정의로 물리적 객체 혹은 사건에 이미 정해진 몇 가지 카테고리 중의 하나로 할당하는 것[14]이라 하며, Keinosuke는 다차원 공간 내에서 밀도 함수를 추정하고 공간을 카테고리 혹은 클래스 영역으로 나누는 문제[15]라고 정의하고 있다. 즉, 패턴인식은 개별적인 객체의 특징을

모아놓은 패턴을 클래스나 카테고리, 그룹, 라벨과 같은 특징 집합을 공유하는 패턴 집합으로 분류하는 것을 말한다.[16]

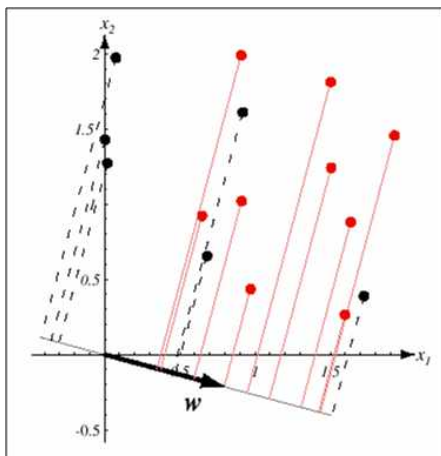
다. 패턴인식의 종류

패턴 인식은 객체들의 특징을 모아놓은 특징 벡터를 기준으로 구분이 가능하며 이러한 구분을 기준으로 패턴을 인식한다. 이러한 특징 벡터는 특징 공간상에서 분포하는 유형에 따라 선형 분리 가능 유형, 비선형 분리 가능 유형, 높은 상관성을 가진 유형, 멀티 모달 유형으로 분류[16]할 수 있다.



[그림1]. 패턴의 유형

얼굴과 같은 다양한 특징들이 있는 객체는 판별하여야 할 특징의 종류가 다수 존재하며 이러한 특징을 인식하기 위해서는 고차원 특징 벡터를 사용하여야 한다. 즉, 눈으로 확인 가능한 1차원이나 2, 3차원을 넘어서는 고차원의 특징을 정의한 벡터로 눈, 코, 입만을 말하는 것이 아니라 얼굴의 다양한 특징을 수치화 하여 벡터로 생성하는 것을 말한다. 이러한 고차원의 벡터로 이루어진 패턴을 인식하는 방법으로 주로 사용되는 기법은 주성분 분석이라 불리는 PCA(Principal Components Analysis) 기법과 선형 판별 분석법이라 불리는 LDA(Linear discriminant analysis) 기법이 있다.

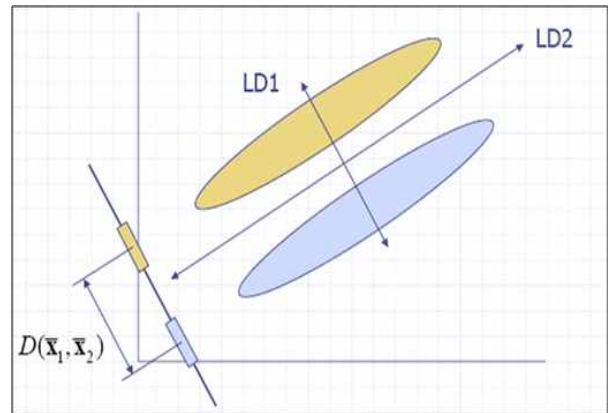


[그림2]. PCA에 의한 차원 축소의 예

주성분 분석이라 불리는 PCA는 다차원 특징 벡터로 이루어진 데이터에 대하여 높은 차원에서의 정보를 유지하면서 낮은 차원으로 차원을 축소시키는 통계학의 다변량 데이터 처리 방법 중의 하나이다.

PCA는 다변량 데이터의 주성분에 해당하는 주축을 통계적인 방법으로 구하고 구해진 주축방향으로 사영시킴으로써 차원의 축소를 하여 상관성이 있는 변량들의 분산을 줄이는 건지에서 상관성이 없는 변량의 집합으로 기준 축을 변환하여 특징 벡터를 재배치하는 것으로 패턴인식 기법으로 사용되고 있다[17].

선형판별분석법인 LDA는 PCA와 더불어 대표적인 특징 벡터 차원 축소 기법 중의 하나이다. LDA는 클래스간의 분산과 클래스내 분산의 비율을 최대화하는 방식으로 데이터에 대한 특징 벡터의 차원을 축소하는 방법이다. LDA는 특징 공간상에서 클래스 분리를 최대화 하는 주축으로 사상시켜 선형 부공간으로 차원을 축소한다. 이러한 LDA가 PCA와 다른 점은 가능한 클래스간의 분별 정보를 최대한 유지시키면서 차원을 축소시킨다는 점이다.[18]



[그림3]. LDA에 의한 차원 축소의 예

라. 이미지 분류의 기준

패턴 인식의 다양한 기법을 사용하면 수사에 필요한 객체를 필요한 기준으로 디지털 영상을 분리할 수 있다. 사람을 구분하여야 할 객체로 인식한다면 사람을 인식하는 패턴인식기법을 사용하여 다수의 이미지 중에서 사람이 포함되어 있는 디지털 영상만 분류할 수 있으며, 문자를 분리하여야 할 객체라 생각한다면 문자의 특징을 기반으로 패턴인식기법을 사용하면 글자를 추출하여 수사관의 수사를 효율적으로 도와줄 수 있다. 또한 홍기인 칼과 같은 도구를 객체로 인식하여 이미지를 분류하면 수사에 도움을 줄 수도 있으며 또한 정지 영상에서 뿐만 아니라 움직이는 동영상에서의 패턴인식 기법은 CCTV와 같은 수사의 단서를 효율적으로 분석하는데 많은 도움을 줄 수 있다.

이러한 객체를 인식하는 방식에는 객체를 인식하는 알고리즘에 따라 분류를 진행하는데 필요한 시간이 달라진다. 이러한 문제는 초동수사와 같이 빠른 시간에 해결해야 할 경우 모든 영상에 대하여 모든 객체를 인식시키는데 적합하지 못한다는데 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 수사에 효율적인 객체를 선택하여 필요한 이미지를 분류할 수 있어야 한다. 예로 대부분의 수사에 공통으로 조사하여야 할 요소로 사람이라는 객체를 선택할 수 있다. 어떠한 수사에서도 사람과 관련이 없는 수사는 거의 없을 것이다. 따라서 디지털 영상에서 사람 포함된 영상과 그렇지 않은 영상을 구분하는 것은 수사에 도움이 될 것이

다. 만약 이러한 이미지 분류가 가능하다면, 초기의 수사과정에서 효율적인 디지털 영상 수사가 가능해질 것이라 생각한다.

3. 결론

디지털 영상 포렌식의 한 분야인 디지털 영상 분류기법은 수사하는 과정에서 처리하여야 할 다수의 디지털 영상들을 수사관이 분석하기 쉽도록 분류시켜주는 기법이다. 따라서 디지털 영상 분류기법은 수사에 도움을 줄 수 있으며, 연구되어야 할 필요성이 있다. 그중 디지털 영상 분류 기법으로 패턴인식을 통한 객체 인식이 하나의 분류 방법이 될 수 있으며, 또한 패턴인식 기법을 적용하여 디지털 영상을 분류하는 도구의 제작이 가능하다.

하지만 이러한 도구를 제작하기 이전에 각각의 패턴인식 기법을 적용하여 신뢰할 수 있도록 선택된 객체를 추출할 수 있어야 한다. 이러한 신뢰할 수 있는 객체를 선택하기 위해서는 충분한 실험과 실험집합을 구성하여 검증하여야 하며, 이러한 실험집합을 고유이미지로 정의하여 디지털 영상에서 패턴인식의 방법을 이용하여 인식할 수 있어야 하며, 이러한 과정이 완료된 후 디지털 영상처리를 적용한 도구로의 개발이 가능할 것이다.

디지털 영상의 효율적인 처리를 위해서 OpenCV와 같은 다수의 영상처리 라이브러리들이 존재한다. 그리고 OpenCV와 같은 영상처리 라이브러리를 이용하여 얼굴인식이나 사물, 문자를 인식하는 방법이 알려져 있다[19]. 이러한 라이브러리를 이용하여 패턴 인식을 적용하면 효과적으로 도구의 개발이 가능할 것이다.

[참고 문헌]

[1] Gareth Marples "History of Digital Cameras"
 [2] Tim Vitale "Digital Image File Formats - TIFF, JPEG, JPEG2000, RAW and DNG - 2. Brief History of Imaging Technology" 2007.7
 [3] 전자정보센터(EIC) "[산업통계]'04.4 디지털전자 주요품목 시장동향분석 (특집-디지털카메라 동향)"
 [4] 신종홍, 장선봉, 지인호 "디지털 영상처리 입문" 2008.01
 [5] 지호일, 김아진 "[김 회장 사진]청담동 현장조사...CCTV 복구 수사 탄력" 2007.05
 [6] 유재규 "'농협강도' 보안직원 자작극...CCTV에 딱 걸려" 2008.01
 [7] 진달래 "월간사진-사진직업의 세계 - 3과학사진" 2006.6
 [8] 변근덕 "디지털 영상 포렌식 기술 동향" 2007.11
 [9] P Sanderson "Mass image classification" Digital Investigation, 2006
 [10] Guidance Software, "EnCase Forensic (www.guidancesoftware.com)"
 [11] Ontario Provincial Police "Categorizer for Pictures - C4P (www.e-crime.on.ca)"
 [12] LTU technologies "image-seeker for EnCase (http://www.ltutech.com/)"
 [13] 이낙규 "피부-색상 공간 테이블을 이용한 얼굴 검출" 2002,11
 [14] Duda, Hart, Stork "Pattern Classification"

[15] Keinosuke Fukunaga "Introduction to Statistical Pattern Recognition (Computer Science and Scientific Computing Series)"
 [16] 한학용 "패턴인식 개론" 1999,6
 [17] Jonathon Shlens "A Tutorial on Principal Component Analysis" 2005.9
 [18] Wonjun Hwang, "LDA WITH SUBGROUP PCA METHOD FOR FACIAL IMAGE RETRIEVAL"
 [19] Intel Corporation "Open Source Computer Vision Library - Reference Manual" 2000.09