ETRI

2019
Electronics and
Telecommunications
Trends

지능형 치안 서비스 기술 동향

Trends of Intelligent Public Safety Service Technologies

Ⅰ. 서론
Ⅱ. 범죄 발생 현황 탐지 및 위험 대상 인지
Ⅲ. 범죄 발생 핫스팟 분석
Ⅳ. 범죄 예측
Ⅴ. 재범 예측
Ⅵ. 지능형 치안 서비스 기술 발전 방향
Ⅶ. 결론

방준성 (J.S. Bang, hjbang21pp@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 선임연구원
박원주 (W.J. Park, wjpark@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 책임연구원
윤상연 (S.Y. Yoon, focusone@police.go.kr) 치안정책연구소 연구관
신지호 (J.H. Sin, suchme@police.go.kr) 치안정책연구소 연구관
이용태 (Y.T. Lee, ytlee@etri.re.kr) 스마트미디어연구그룹 책임연구원/그룹장

As society develops, the demand for safety and security services increases. Developed nations such as the United States use advanced technology to lower crime rate and promote intelligent security services. First, this article examines intelligent systems that are used for monitoring and detecting crimes and dangerous situations. Recently, we have been studying technologies that enable preemptive responses through prediction of crime and hazardous situations. In this paper, we examine the cases of security services based on a crime/risk prediction model and explain the structure and major technologies of an intelligent security system. In addition, we propose a direction for technological development for achieving future security services.

* DOI: 10.22648/ETRI.2019.J.340110

* 이 논문은 2019년도 정보(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임[No.2018-0-00440, 위험 상황 초기 인지를 위한 ICT 기반의 범죄 위험도 예측 및 대응 기술 개발].

본 저작물은 공공누리 제4유형
출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.

Ⅰ. 서론

사회가 발전함에 따라 인간은 안정적인 삶을 기대하는 성향이 있다. 한국 통계청의 사회조사 결과에 따르면 '범죄 발생'은 최근에 한국의 국민이 생각하는 가장 큰 사회적 불안요인 중의 하나이다[1]. 범죄율은 인구 10만 명당 범죄 발생 건수로 사회의 안전수준과 치안상태에 대한 지표로 사용될 수 있다. 형법범죄에는 재산범죄(절도, 사기 등), 강력범죄(살인, 강도 등), 위조범죄, 공무원범죄, 풍속범죄, 과실범죄 등이 포함된다. 한국의 범죄율은 인구 10만 명당 1981년 935건, 2001년 1,169건, 2011년 1,997건, 2016년 1,962건으로, 지난 30여 년 사이에 2배 이상 증가했다[2]. 사회의 지속적인 성장을 위해서도 치안 서비스를 위한 지원이 필요하다.

경찰관 수는 인구 10만 명당 사회안전과 치안유지를 위한 경찰 기본인력 규모로서 치안환경을 보여주는 대표적 지표이다. 범죄 발생 증가에 대응하기 위한 경찰관 수도 인구 10만 명당 1980년 56,003명, 2000년 90,670명, 2011년 101,239명, 2016년 114,658명으로 크게 늘었다[3]. 그럼에도 불구하고, 한국의 경찰관 수(인구 10만 명당)는 멕시코, 독일, 호주, 영국보다 적고 일본, 미국, 캐나다와 비슷한 수준이다[4]. 치안 서비스에 대한 앞으로의 수요 증가를 고려할 때 경찰 인력의 충원은 필요해 보인다. 그러나, 인력 충원에는 제약이 있을 수 있기 때문에, 치안자원을 효과적으로 활용하기 위한 첨단 치안 기술의 도입이 고려되고 있다[3], [5].

인공지능(AI: Artificial Intelligence) 등의 정보통신 기술의 발전은 치안 서비스의 지능화를 가능하게 했다. 미국 등 주요 선진국들은 지난 10년 동안 범죄에 대한 경찰 빅데이터 분석을 통하여 한정된 경찰 인력을 효과적으로 활용(순찰/수사 등에 대한 우선적 경찰활동 순위 선정 등)하기 위해 많은 노력을 들여왔다. 경찰 데이터 및 공공 데이터를 분석하여 다양한 정보를 경찰에 지원하고 CCTV 등을 활용하여 범죄를 실시간 감시하는 등 현장 중심의 범죄 수사 지원 및 예방을 위한 시스템들을 개발해왔다.

예측적 경찰활동(Predictive Policing)은 통계적 예측을 통해 범죄를 예방하거나 과거의 범죄를 해결하고 경찰의 개입 대상을 결정하기 위한 분석 기술을 의미한다[6]. 최근에는 범죄 예측 모델을 통한 범죄·테러 감지, 용의자·용의차량 인식/추적 등을 통하여 위험 상황을 사전에 예측하여 선제적 대응 및 수사 지원을 위한 시스템 개발이 이루어지고 있다. 한국도 지능화된 신종 범죄에 능동적인 경찰 대응을 하기 위해 치안 분야의 과학기술 개발 과제를 다수 진행하고 있다[7].

Digital Journal의 Market Insights Reports 2018에 따르면, 전 세계 공공 안전 및 보안(Public Safety & Security) 시장은 2016년 2503.2억 달러 규모에서 현재를 지나 2025년까지 13.25% 증가하며 2025년에는 7670.8억 달러 규모에 이를 것으로 추정되고 있다[8]. F&S 자료에서 2020년 스마트 시티(Smart City) 시장은 1,565조 달러 규모에 이를 것으로 예상한 가운데, 스마트 시티 내 공공 안전 분야는 그 시장 중 13%인 2,030억 달러 규모를 차지할 것으로 추정되고 있다[4]. 국가별로 볼 때 치안/안전 분야 시장점유율과 치안서비스 성장률이 선진국일수록 높은 경향이 있다. 치안/안전 분야 선도 기업에 Cisco Systems, IBM, Microsoft, General Dynamics, Harris, Huawei, NEC, Hexagon, Moto-RoLA Solutions, Ericsson, ESRI 등의 기업들이 있으며, 이들은 네트워크 인프라를 활용하여 수집된 데이터에 대해 통계/분석, 영상 분석 등을 위한 소프트웨어 기술이 탑재된 치안 서비스 플랫폼을 제공한다[8]. 이들 치안 서비스 플랫폼들은 점진적으로 기존의 분석 기능을 확장하거나 범죄 예측 기능을 포함하며 고도화되고 있다.

본고에서는 지능형 치안 서비스를 위한 기존의 시스템들을 범죄 발생 현황 탐지 및 위험 대상 인지, 범죄 발

생 핫스팟 분석, 범죄 예측, 재범 예측으로 분류하여 소개하고 앞으로의 치안 서비스 발향 방향에 대해 기술한다.

II. 범죄 발생 현황 탐지 및 위험 대상 인지

범죄 감시, 보안 등의 목적으로 설치된 카메라나 임의의 공간에 특수 목적으로 설치된 센서들로 데이터를 수집하고, 데이터 분석을 통해 범죄 발생 현황을 탐지하거나 위험 인물/객체를 인지하여 경찰관에게 실시간으로 정보를 전달하는 서비스를 제공함으로써 신속한 경찰 대응이 가능할 수 있다.

1. DAS

DAS(Domain Awareness System)는 2012년에 미국 뉴욕 경찰청(NYPD)과 Microsoft의 공동 연구인 'Lower Manhattan Security Initiative'의 일부로 개발된 영상 기술 기반 감시 시스템(Surveillance System)이다[9]. DAS는 뉴욕에 6천 개 이상의 카메라(CCTV, 번호판 인식기 등)를 이용하여 감시 대상 인물을 추적할 뿐 아니라 방사선, 핵 등을 검출하기도 한다. 추적 대상에 대한 신고전화, 용의자 체포기록, 용의차량 등의 데이터를 이용하여 뉴욕 경찰들이 데이터에 기반한 수사를 할 수 있도록 부가적인 정보를 제공한다[10]. DAS는 'Someone wearing a red shirt'와 같은 디스크립션(Description)으로 감시 대상 인물을 추적하는 기능을 제공하는 것이 특징이다. 영상 감시 중 범죄 가능성이 인지되면 즉시 경보를 발령한다.

2. IVA

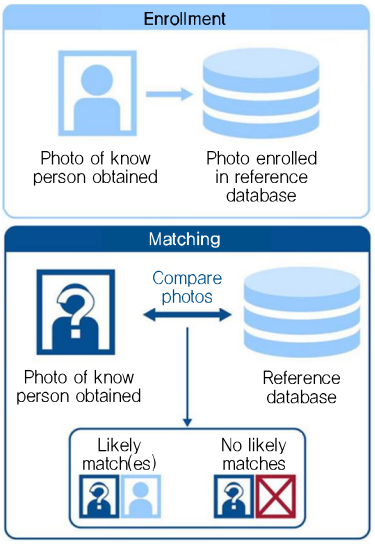
IVA(Intelligent Video Analysis)는 CCTV를 이용한 경비 지원 시스템으로, 사용자 요청에 따라 얼굴 인식, 사라진 물체 검출, 물체 방향/속도 추적, 광류 기반 영상 감시, 영상 검색 등의 서비스를 제공한다[11].

3. 하이크비전(Hikvision)

중국의 카메라 보안 업체인 Hangzhou Hikvision Digital Technology는 Intel의 모비디우스(Movidius)를 장착해 카메라에서 딥러닝 영상처리가 가능하게 했다. 2013년 응용 어플리케이션인 하이크비전(Hikvision)은 딥러닝 기술을 활용하여 차량 번호판 인식, 범죄자나 실종자의 안면 인식, 범죄/위험 행동(폭력 등)을 하는 대상을 검출하는 기능을 제공하는 지능형 영상 감시/검출 시스템이다.

4. 클라우드워크(CloudWalk)

중국의 AI 기반 안면 인식 업체인 CloudWalk Technology는 출입구 안면 스캐닝이나 적외선 스캐닝에서 사용하던 기술을 확장하여 카메라 영상에서 비이상적인 행동이나 갑작스런 행동의 변화를 탐지하는 시스템을 출시했다. 예를 들어, 클라우드워크(CloudWalk)는 걷는 방향을 갑자기 바꾼다던지, 칼과 같은 위험한 물건을 꺼낸다던지 등에 대한 행동을 탐지한다.



(그림 1) NGI 시스템 구조

[출처] U.S. Government Accountability Office, "Figure 1: Face Recognition Enrollment and Matching Process," Flickr, June 2016, available from https://flic.kr/p/HGgkJe.

5. NGI

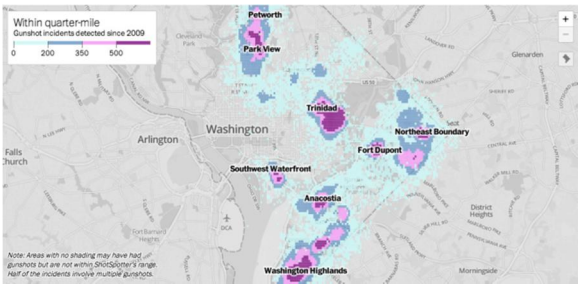
NGI(Next Generation Identification)은 자동 지문 인식 시스템의 확장으로 진행된 FBI 프로젝트로 신원이 확인된 사람의 사진과 정보를 데이터베이스에 저장해두고 이 데이터베이스와 비교하며 실시간으로 범죄자나 특정인의 신원 확인을 가능하게 해주는 카메라 영상 기반 안면 인식 시스템이다[12], [13], [(그림 1) 참조].

6. 코티카(Cortica)

코티카 플랫폼은 감시 카메라와 드론을 활용하여 범죄 패턴을 찾는다. 특정 시간대에 카메라에 찍힌 대상들에 대한 얼굴 이미지들을 그룹화시켜 수집할 수 있다. 텍스트/이미지 영상 검색을 지원하고 컴퓨터 비전 기술을 활용하여 카메라 영상에 위협적인 행동이 있을 경우 이에 대한 알람 기능을 제공한다[14]. 코티카에서 사용되는 드론은 사전에 설정된 순찰 경로에 따라 자동으로 이동하며 영상 데이터를 수집하거나 분석 정보를 제공하며 카메라에 촬영된 영상 데이터는 위치 기반으로 지오-태깅(Geo-tagging)된다. 코티카 소프트웨어는 교통 관리, 여행 보안 등 다양한 분야의 감시 시스템에 활용될 수 있다.

7. 샷-스포터(ShotSpotter)

샷-스포터는 스마트 시티 인프라 구축 계획의 한 부분으로 진행되었다. 샷-스포터의 서비스 화면은 (그림 2), [15]에서 보는 것과 같다. 샷-스포터는 총격이 일어난 지역을 탐지하고 그 주변 지역 정보를 치안 담당자들에게 제공한다[16]. 총격에 대한 신고 접수 중 20%가 911에 개인 접수되는데, 샷-스포터는 접수된 사건에서 모호하거나 부정확한 정보를 기계학습 알고리즘을 활용하여 10피트 이내로 추정된 총격 발생 지역 정보를 제공한다. 추정을 위해 주변 지역의 음성 센서 등을 이용하고 노이즈, 건물에 대한 에코 등을 반영하여 종합적으로 분석한다.



(그림 2) 샷-스포터 서비스 화면

[출처] Mapbox, "Shot Spotter," Flickr, Sept. 2013, Available from https://flic.kr/p/hg9iWG, CC BY 2.0.

8. AI-기반 미아 검색(The Search for Missing Children)

다양한 분야에 AI 솔루션을 개발해오고 있는 Intel은 2017년부터 AI 기술을 활용하여 공개된 미아를 찾는 서비스를 제공하기 시작했다[17]. 비영리 단체인 '실종 및 착취 아동을 위한 국제센터(NCMEC)'로부터 해당 아동과 관련된 전화, 이메일, 온라인 포털 등에 대한 정보를 받아 온라인/오프라인으로 관심 대상 아동을 실시간 감시한다.

9. SOS-POL

ETRI에서는 2017년부터 '다중로그 기반 멀티모달 데이터융합(이하, 다중-로그 플랫폼)' 연구가 진행 중이다. 다중-로그 플랫폼(SOS-POL: Security Over Sight Police)은 경찰청 데이터와 함께 CCTV, 스마트폰, 웨어러블 기기 등에서 수집되는 이종 데이터를 종합적으로 분석하여 공공 장소에서의 위험 상황(위험 용의자 출현, 교통사고 등)에 대해 실시간으로 대응하는 치안 안심 서비스를 제공하는 것을 목표로 한다[18].

Ⅲ. 범죄 발생 핫스팟 분석

범죄 현장에서 수집된 데이터와 사건/수사 보고서를

(그림 3) 크라임매핑 서비스 화면

[출처] Estados Unidos- Sociedade Civil [CC BY-SA 4.0 (https:// creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0)], via Wikimedia Common.

분석하여 지역별 범죄 유형별 발생 정보를 획득할 수 있다. 범죄 발생 빈도가 높은 핫스팟을 중심으로 하여 순찰 경로 지정, 경찰력 투입 결정 등을 함으로써 효율적인 경찰력 활용이 가능해진다.

1. 블루크러쉬(Blue Crush)

블루크러쉬는 공간 중심으로 범죄 데이터를 분석하여 정보를 제공하는 범죄 예방을 위한 치안 정보 시스템이다. 2005년 멤피스 경찰청은 총격, 강도, 차량 절도 등에 대한 범죄 핫스팟에 대한 데이터 기반 통계 도구를 개발할 계획을 세웠고, 그 이후 범죄 시간/장소 등을 기록하고 이를 분석했다. 블루크러쉬는 2006년에 그 주요 기능들이 정의되어 개발되기 시작했다. 2010년 적용 결과를 보면, 핫스팟 중심의 범죄·수사 대응으로 멤피스 지역의 폭력 범죄가 24% 이상 감소했다고 한다[19].

2. 캅링크(COPLINK)

캅링크는 클라우드 기반 수사 지원 플랫폼으로 10억여 개의 형사사법정보를 모든 수사기관이 네트워크로 공유할 수 있게 한다. 대상 인물에 대한 검색이나 실시간 범죄 모니터링 기능을 제공한다. 캅링크는 'i2 캅링크 온 클라우드 솔루션(i2 COPLINK on Cloud)'라는 명칭으로 IBM에 의해 개발되었다. 캅링크는 공간 지리 정보를 활용하여 특정 날짜나 시간, 장소에서의 방화, 주거 침입, 빈집털이 등의 범죄를 유형별로 지도상에 표시해 준다[20], [21]. 캅링크를 통해 북미 지역 6,000여 개 경찰서의 정보 공유 방식이 개선되었다고 한다.

3. 크라임매핑(Crime-mapping)

크라임매핑은 (그림 3)에서 보이는 것과 같이 자신이 살고 있는 지역에 어떤 사건·사고가 발생했는지를 인터넷을 통해 알려주는 '범죄 지도(Crime Map)' 서비스이다[22]. 크라임매핑은 경찰 데이터와 공간정보시스템(GIS)를 이용하여 범죄 데이터를 분석한다.

Ⅳ. 범죄 예측

카메라 영상 기반 범죄 감시 및 데이터 분석 시스템들은 사건 발생 시 즉각적이고 능동적인 대처가 어려울 수밖에 없다. CCTV를 활용할 때 영상 탐색을 위해 인력이 직접 투입되기도 하여 검색 시간이 길거나 오류 발생 횟수가 클 수 있다.

2010년에 산타클라라 대학의 수학자 조지 모셜은 특정 범죄의 경우 잠재적으로 예측 가능한 패턴을 가진다는 것을 발견했다. 범죄를 예방하고 신속한 대응을 위해 미국, 영국 등 선진국에서는 AI 등의 첨단 ICT 기술을 활용한 범죄 예측 시스템을 개발해오고 있다. 초기의 치안 시스템은 경찰 빅데이터 기반의 패턴 분석이 대부분이었지만, 최근에는 범죄·사건 정보에 실시간으로 센서나 웹 등에서 수집되는 데이터를 활용하여 특정 범죄나 위험 상황에 대한 예측을 시도하고 있다. 최근에 개인정보 등에 대한 법적, 정책적 이슈 등도 다루어지며 범죄 예측 시스템의 성능을 개선하려는 시도가 이루어지고 있다. 범죄 전체의 정확한 예측은 불가능하겠지만, 반복적인 특징이 있는 특정 범죄 유형에 대해서는 경찰 빅데이터와 기타 데이터의 종합적 패턴 분석을 통해 경찰에

게 범죄 대응에 도움이 되는 정보를 제공할 수 있을 것으로 보인다.

RAND 보고서[23]에 따르면 범죄에 대한 예측적 경찰 활동(Predictive Policing)을 범죄 발생 위험이 증가한 장소와 시간을 전망하는 '범죄 발생 예측', 개인이 가해자가 될 위험성을 추정하는 '가해 가능성 예측', 범죄 피해자가 될 가능성이 높은 개인 또는 집단을 추정하는 '범죄 피해자 예측'의 세 가지 유형으로 크게 구분하고 있다. 이 외에도 특정 과거 사건과 관련성이 있는 용의자들의 프로파일(Profile)을 추출하는 '범죄자 신원 추정'을 추가로 포함하기도 한다.

1. 프레드폴(PredPol)

2008년 미국 LA 경찰청(LAPD)에서 범죄 예방을 위한 예측적 경찰 활동(Predictive Policing)에 대한 개념을 설정했고, 2010년 연구자들은 특정 범죄에 대한 예측 가능성을 제시하고 프레드폴(PredPol) 시스템을 연구·개발했다. 프레드폴은 기계학습 알고리즘을 이용하여 범죄 유형, 범죄 발생 위치와 시간에 대해 예측하고 순찰 경로 추천 등의 기능을 제공한다[24]. 프레드폴 프로그램은 현재 캘리포니아, 워싱턴, 사우스 캐롤라이나, 아리조나, 테네시, 일리노이 등의 미국 일부 지역과 영국, 네덜란드 등에 적용되었다[25]-[28]. 미국 LAPD에서 프레드폴이 적용된 초기 6개월 동안의 강도 발생빈도를 비교한 결과 19% 정도가 줄었으며[25], 영국의 켄트 카운티 경찰서에서는 길거리 범죄가 8.5% 정도 줄었다고 한다[24].

2. 범죄 예측 및 예방 솔루션(Crime Prediction and Prevention)

IBM은 공공 안전을 위한 효과적 경찰 활동을 위해 '범죄 예측 및 예방 솔루션(Crime Prediction and Prevention Solution)'을 개발했다. 사건 보고, 감시, 센서, 소셜 미디어 등의 데이터를 분석하여 다가올 범죄에 대한 정보를 경찰에 제공하여 범죄를 줄이고 경찰 활동의 시간 활용을 최적화하는 것이 그 목적이다[29].

범죄 예측 및 예방 솔루션의 Crime Insight & Prevention 소프트웨어는 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) 고급 분석 도구, 지능형 비디오 분석 도구 등의 IBM의 다른 기술들과 결합되어 있다. SPSS는 AI 기술을 활용하여 시계열 범죄 기록, 용의자 프로파일, 지리 정보뿐 아니라 날씨, 온도, 휴일, 이벤트 등 입력정보를 바탕으로 범죄를 예측한다. IBM의 해당 솔루션은 다양한 종류의 비정형 데이터(예: 범죄 진술서, email, 블로그, 채팅 등) 처리가 가능하도록 소프트웨어 기능 지원을 확대하고 있다. IBM의 범죄 예측 및 예방 솔루션은 범죄 활동을 모니터링하고 경찰 자원을 어떻게 효율적으로 배치할 것인지 등에 도움을 줄 수 있는 정보도 제공한다[25]. 범죄 예측 및 예방 솔루션은 리치몬드(Richmond), 에드먼턴(Edmonton), 마이애미-데이드(Miami-Dade), 멤피스(Memphis), 더럼(Durham) 등에서 사용되고 있다. IBM 치안 솔루션의 통계 조사에 따르면, 영국 맨체스터나 미국 뉴햄프셔 경찰청의 강도율이 28%나 줄었다고 한다[29].

3. 지오프로스(GeoPros)

범죄 발생 분포 및 추세, 범죄유형 등의 범죄 통계 자료를 이용한 추계적 분석, 차원 공간 분석 및 가상활동 객체를 활용한 범죄 발생 장소 및 시간 예측, 범죄 유형이나 범죄 발생 공간정보, 인구통계 등의 정형데이터와 주민신고 등의 비정형데이터로 이루어진 빅데이터 분석 기반 범죄 예측 등 국내에서도 범죄 예측 가능성과 관련한 문헌적 연구가 있었다[30]. 이러한 연구를 바탕으로 지오프로스나 CLUE 등과 같은 위험 예측 모델 기반의 지능형 치안 시스템들이 개발되었다.

2009년 공개된 지오프로스는 연쇄범죄에 대한 지리적 프로파일링, 용의자 색출뿐 아니라, 범죄 위험지수,

핫스팟 등의 정보를 제공한다. 순찰 경로 선정 등에 정보가 활용되기도 한다[6]. 지오프로스에서는 전국을 36만 7천 개 권역으로 세분화한 '치안 블록'을 설정하고 범죄 유형, 지역 특성별로 차별적 예측 모델을 사용하여 구체적인 범죄 위험도를 분석하는데, 유동인구, 기상정보, CCTV 정보, 범죄발생 현황, 경찰서 현황 등의 정보를 활용하여 범죄 예측의 정확도를 높인다. 지오프로스는 2016년 이후로 시스템 고도화를 통해 내부 GIS 소프트웨어를 SuperMap으로 교체하고 있다[31], [32].

4. 클루(CLUE)

CLUE(Crime Layout Understanding Engine)는 범죄 분포 이해 도구로 2016년부터 2018년 사이에 개발된 범죄 분석 플랫폼이다. CLUE는 형사사법정보시스템인 킥스(KICS)에 저장되어있는 수사보고서 및 사건접수정보 등 경찰에서 보유하고 있는 정형/비정형 데이터 및 경찰관서 위치, 경찰인원 등의 치안 정보 데이터와 52종의 공공 데이터를 결합하여 범죄 경향 분석, 수사 단서 제공, 유사사건 추천, 범죄 예측 등의 분석 결과를 제공한다[6], [33].

5. 지능형 위험 예측 플랫폼

ETRI에서는 2018년부터 '위험 상황 초기 인지를 위한 ICT 기반의 범죄 위험도 예측 및 대응 기술 개발'(이하, 지능형 위험 예측 플랫폼) 연구가 진행 중이다. 지능형 위험 예측 플랫폼에서는 딥러닝 기술을 활용하여 범죄 예측 모델 기반으로 범죄 유형별 위험도 추정 및 위험 예측, 기존/신종 범죄 유형 분류, 범죄 대상자에 대한 인물 네트워크 생성 등에 대한 기능을 제공한다[33]. 임의의 범죄에 대해서 선택된 장소와 시간에서의 범죄 위험 수준을 상대적인 수치로 나타내어 범죄 예측에 활용한다. 또한, 범죄 예측을 위해 시계열 모형(Time Series Model)과 공간 모형(Space Model)을 결합하여 다양한 범죄유발 요인들을 분석한다. 범죄 유효 인자에 대한 실시간 정보 획득 및 분석, 범죄 프로파일링 정보 및 상관도 분석, 범죄 유형별 예측분석 알고리즘, 대응 서비스 및 시스템 연계에 대한 요소 기술 개발도 진행 중이다. 지능형 위험 예측 플랫폼은 신속한 경찰 대응을 돕고자 112 신고 데이터를 활용한 범죄 유형별 위험도를 예측하는 기능도 포함하고 있다. 빠른 시일 내에 경찰 활동에 도움을 주고자, ETRI는 기술 개발과 동시에 실증을 진행하고 있다.

V. 재범 예측

범죄자(특히, 조직 범죄자) 또는 수감자는 범행을 반복할 가능성이 높기 때문에 이들에 대한 빅데이터 분석을 통해 수 년 이내 재범 가능성에 따른 위험 정도를 예측하는 프로그램이 개발되기도 했다[34].

1. 하트(HART)

HART(Harm Assessment Risk Tool)는 영국의 더럼에서 사용되는 AI 기반 치안 플랫폼으로 재판 전 석방과 가석방에 대한 판단 지원을 위한 정보를 제공한다[35]. 더럼 경찰청의 2008년부터 2012년 범죄 데이터를 활용하여 범죄자가 사회에 해가 될 가능성을 평가하는데 범죄자 재범 가능성을 낮음(Low), 보통(Medium), 높음(High)으로 분류한다.

HART는 2013년 이후로 테스트되고 있는데, HART 시스템 관계자에 따르면 재범 가능성-낮음으로 분류된 대상의 98%가 실제로 낮았고 가능성-높음으로 분류된 대상의 88% 실제로 높았다고 한다[27].

2. 콤파스(COMPAS)

COMPAS(Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions)는 대체 제재를 위한 교도범 관리 프로파일링을 통해 범죄 재범(Crime

recidivism)을 예측하는 프로그램이다. 미국 뉴욕의 형사사법부(Division of Criminal Justice Services)의 2012년도 분석에 따르면, 재범 척도가 만족할만한 예측 정확도를 냈다고 한다[36].

3. 오아시스(OASys)

오아시스(OASys: Offender Assessment System)는 영국의 법무부 주관으로 범죄 이력이 있는 대상자들을 중심으로 재범 가능성을 평가, 예측하는 프로그램이다[37].

Ⅵ. 지능형 치안 서비스 기술 발전 방향

전 세계적으로 경찰의 범죄 대응은 범죄 발생 후 수사 중심에서 사전 예방 중심으로 바뀌고 있다. 공공 안전과 사전 범죄 예방 차원에서 지능형 CCTV의 설치가 증가하고 있으나, 유괴, 성추행, 폭행 등의 범죄가 지능화되고 신종 범죄가 출현하는 상황에서 실효성 있게 범죄 예방 효과를 높이고 효과적인 대응이 가능하도록 하기 위해서는 AI 기반 범죄·테러 예측 및 대응 시스템이 필요하다[30]. 범죄 예측 시스템(Crime Prediction System, 또는 Crime Forecasting System)은 경찰 빅데이터를 활용하여 통계 정보를 얻거나 범죄의 패턴과 추세를 분석하여 경찰의 법 집행 기능을 지원하는 것뿐만 아니라 정형/비정형의 수기/디지털 문서, 영상, 음성, 환경 정보 등을 포함하는 데이터와 연계하여 범죄 유형별 최적화된 범죄 예측 모델을 개발하여 실시간 대응이 가능하게 하는 것을 그 목적으로 한다[30]. 범죄 예측 기반의 경찰 활동은 데이터 수집, 데이터 분석, 경찰 수사, 범죄 대응의 4단계를 거친다. 데이터 분석 결과 범죄 유형, 위험성 등에 따라 경찰 투입 인력을 조정하며 상황·단계별 맞춤 정보를 경찰에 제공한다[6].

1. 범죄 예측을 위한 데이터 분석 기술

범죄 및 위험 상황을 예측하기 위해서는 경찰 빅데이터에 대한 고도화된 분석 기술이 필요하다. 일반적으로 사용되는 몇 가지 방법들이 있는데, 텍스트 마이닝은 구조화되지 않은 대규모의 텍스트 집합으로부터 문서 전처리 및 패턴 분석 등의 단계를 가지는 순환구조에서의 피드백을 수행하며 새로운 지식을 발견하는 과정을 갖는 방법이다. 군집 분석은 데이터 안에 존재하는 알지 못하는 특성들이 있을 때 특징점들이 군집을 이루면서 특성을 나타내는 상황을 분석하여 유사성을 기초로 그룹화하여 그룹 간 분리 정도를 기준으로 분류하는 방법이며, 연결 분석은 데이터 간 관련성을 분석하는 방법이다. OLAP는 DSS의 대표적 사례로 사용자가 동일한 데이터를 여러 기준을 이용하는 다양한 방식으로 다차원 데이터 분석을 하는 방법이다. 이외에도 범죄 예측을 위한 데이터 분석을 위해 다양한 분석 방법들이 이용된다.

범죄·위험 상황 예측 정확도 향상을 위해서는 경찰청의 데이터 시스템의 통합·연계와 함께, 비정형 데이터 형태로 존재하는 사건/수사 보고서 등에 대한 데이터의 디지털화와 비선형 특성을 갖는 복잡한 데이터에 대한 고수준의 다차원 분석 기술이 필요할 것으로 보인다.

데이터는 그 수집 단위에 편차가 있을 수 있다. 예측을 위한 지역과 치안블록의 범위가 다를 수 있다. 대도시에 비해 신고 접수나 사건 발생 건수가 적은 읍·면 지역의 치안블록 범위가 작기 때문에, 분석을 위한 데이터가 적어 범죄·위험 상황 예측이 어렵다. 적은 양의 경찰 데이터에 접근 가능한 여러 데이터를 활용하여 정확도 높은 범죄·위험 상황 예측이 가능하도록 하는 분석 방법의 개발이 필요하다. 또한, 지역별로 데이터 갱신 주기가 상이하여 실시간으로 상황 변화를 반영하지 못하는 경우가 있을 수 있다. 범죄·위험 상황 예측을 위한 데이터 분석 과정에 있어서 이러한 데이터 자체의 특성도 고려되어야 할 것이다.

2. 범죄 위험 상황 예측 모델링 기술

범죄 예측은 112신고, 범죄 기록 등 경찰 데이터와 주

요 예측요인에 대한 데이터 분석을 바탕으로 이루어진다. 범죄 예측 모델을 통해 과거 범죄 데이터에서 패턴과 연관성을 조사하여 미래에 범죄가 언제 어디서 발생할지 예측한다. 범죄·위험 상황 예측 시스템은 사건의 상황이 복잡하거나 분석 시 변수 값이 불명확한 경우에 예측의 정확성이 떨어지게 된다. 범죄 유발 변수들 간의 상관도나 가중치 등이 적용된 최적의 예측 모델을 개발하기 위해서는 다양한 범죄 유형에 대한 확장된 형태의 알고리즘 개발에 대한 연구가 필요하다.

범죄·위험 상황 예측에 활용될 수 있는 일반적인 분석 모델들이 몇 가지 있는데, 사례 기반 추론 모델은 귀납법/유추법과 유사한 개념으로 과거 발생한 유사 문제 해결과정에 기초하여 새로운 문제를 해결하는 방법이다. 회귀 분석 모델은 연속형 데이터의 선형 관계 기반으로 추세를 예측하는 방법이다. 회귀 분석(Regression Analysis) 방법은 범주형 데이터에 대한 처리가 어렵고, 변수 사이에 비선형 관계가 있을 경우 예측 정확도가 떨어지게 된다. 베이즈 분류 모델은 베이즈 정리(Bayes' Theorem)를 사용하여 데이터의 특징 기반으로 예측한다. 독립적인 데이터 특징 추출이 어려운 경우에는 데이터 분석에서 활용되기 어렵다. 마코프 체인(Markov Chain) 모델은 다양한 패턴 인식 문제에 활용되는데 시계열 분석 및 잠재 변수에 대한 고려가 가능하다. 그러나 고려되는 상태가 많은 경우 모델링이 어려워지게 되며 상태변화확률에 따라 예측 결과가 크게 영향을 받기 때문에 정확한 확률 추정치를 필요로 한다. 의사결정 나무(Decision Tree)는 규칙에 따라 데이터를 분류하고 예측하는 방법이다. N-PLS(Nonlinear Partial Least Square) 모델은 비선형 변수에 대한 예측을 필요로 할 때 사용될 수 있다. 독립/종속 변수가 많은 경우나 변수가 퍼지(Fuzzy)인 경우에도 예측이 가능하다. 연관성 분석 모델은 특정 아이템 집합에서 발생한 연관성의 특징을 다른 특정 아이템에서 발견하여 연관성을 분석하는 방법이다. 여진 예측(Self-Exciting Point Process) 모델은 시공간 영역에서 군집된 특성을 갖는 데이터를 분석할 때 높은 예측력을 갖는다. 그러나 다수의 변수를 적용한 모델 구축은 쉽지 않다. 인공 신경망 모델은 뇌기능의 특성에 기반한 통계학적 학습 모델로 다양한 패턴 인식 문제에 활용될 수 있다. 현재에는 결과 도출 과정에 불명확한 부분이 있어 해석이 어렵다. 신경망 설계 시 매개 변수 설정에 많은 고려가 필요하며 입력 받는 변수가 많은 경우에는 모델 구축이 어려운 단점이 있다.

3. 범죄 위험 상황 예측 기반 치안 서비스 기술 발전 방향

범죄·위험 상황 예측 정확도 향상을 위해 경찰 데이터와 함께 센서, 웹 등에서 수집되는 데이터를 종합적으로 분석하여 범죄 유형별 적응적인 알고리즘 개발이 필요하다. 복잡한 사건에서도 범죄유발 인자를 추출하고 범죄 인자 사이의 불확실성을 줄이기 위한 방법도 연구되어야 한다. 또한, 기존에 정의되지 않은 신종 범죄에 대해서도 유사 유형에 따라 분류하고 대응 방법을 추천해 줄 수 있는 알고리즘도 개발되어야 할 것이다.

기술의 발전에 따라 시대별로 다른 경찰력 강화 도구를 사용함에도 불구하고 경찰 활동은 근본적으로 '신속·정확한 범죄 대응'이 요구된다. 그래서, 사전에 범죄를 예측하여 대응하기 위해 AI 기반 지능형 치안 시스템들이 개발되고 있다. 그러나, 시시각각 변하는 경찰 활동 현장 상황에 대한 정보를 최대한 활용하지 못하고 비실시간 경찰 빅데이터에만 의존하여 분석된 범죄·위험 상황 예측 정보의 정확성과 그 정보에 근거한 범죄 대응의 신속성은 추가적으로 개선될 여지가 있어 보인다.

본고에서는 순찰/수사 과정에서의 실시간 현장 정보 활용 없이 경찰 빅데이터 중심으로 분석된 범죄·위험 상황 예측을 수동적 범죄 예측(Passive Crime

Prediction)으로 정의하고, 경찰 활동 현장에서 실시간으로 데이터를 수집하고 경찰 빅데이터와 함께 이를 종합적으로 분석하여 유효성 높은 범죄·위험 상황 예측 정보를 도출하는 것을 능동적 범죄 예측(Active Crime Prediction)으로 정의하고자 한다. 능동적 범죄 예측을 위해 초경량 특수 목적의 웨어러블 폴리스-캠, 엣지 컴퓨팅 기능을 갖는 폴리스-카, 스마트 시티의 지능형 센서들이 활용되어 대규모 현장 멀티미디어 데이터가 수집되고 실시간으로 분석될 것이며, 이러한 정보는 다양한 형태(예: 알람, 증강현실 HMD 상의 가시화 등)로 순찰/수사 현장에 있는 경찰에게 제공될 것으로 예상한다. 능동적 범죄 예측 기술이 구현될 경우, 경찰의 시야 밖에서 발생 가능한 일들이 현장 정보를 바탕으로 AI에 의해 실시간 분석되어 용의자/실종자 색출, 위험 행동 탐지 등에 대한 정보를 경찰에게 제공하는 것이 가능할 수 있다.

4. 치안 서비스 향상을 위한 정책적 개선

범죄·위험 상황 예측 정확도 향상을 위해서는 양질의 데이터 확보가 가장 중요하다. 그러나, 한국에서는 '개인정보보호법'이나 '형사사법절차 전자화촉진법' 등 법·제도적 제약이 많아 지능형 치안서비스 개발이 쉽지 않다. 최근에는 공공데이터 등이 공개되어 제공되긴 하지만 범죄와의 관련성이 낮은 데이터가 대부분이기 때문에 예측 정확도 향상을 위해서는 추가적인 데이터 확보가 필요하다. 고도화된 예측 시스템은 범죄·사건 대응 및 기타 시스템 연계 기술을 통해 수사당국간 협조를 함께하는 실효성 있는 서비스가 이루어질 수 있어야 한다.

기존의 범죄 예측은 데이터 분석을 통한 핫스팟이라 불리는 장소 기반 예측이 주류이다. 인적 기반의 범죄 예측은 민감한 개인정보의 활용 등이 요구되어 그 범위가 제한적이기 때문에 특정 대상(전과자, 수감자, 보호관찰대상자 등)에 대한 재범 예측 시스템 구축이 쉽지 않다. 범죄 예측의 정확도를 높이고 다양한 치안 서비스를 제공하기 위해서는 보안 상태에서 정보를 제공하고 오·남용시 그 처벌을 강화하는 식 등의 다른 방식의 개인 정보 활용 정책이 제안되어야 할 것으로 보인다.

Ⅶ. 결론

ICT 신기술을 활용한 지능형 범죄 예측 및 대응 시스템은 비용-효율적으로 사회 안전망 구축에 기여하며 범죄 예방 효과를 높이고 범죄 발생에 대한 시민들의 두려움을 경감시킬 것이다. 범죄·위험 상황 예측 정확도 향상을 위해서는 경찰청 데이터 시스템 통합·연계와 함께, 비정형 데이터의 디지털화, 복잡한 데이터의 다차원 분석 등의 기술이 필요할 것이며 여러 데이터의 특성이 고려된 범죄·위험 상황 예측 모델이 연구되어야 할 것이다. 점진적으로 더 나은 치안 서비스를 제공하기 위해, 순찰 및 수사 과정에서 시시각각 변하는 경찰 활동 현장 상황에 대한 정보를 이용하는 능동적 범죄 예측 기술 개발로 지금보다 더 신속·정확한 범죄 대응이 가능할 것으로 본다.

용어해설

예측적 경찰활동(Predictive Policing) 통계적 예측을 통해 범죄를 예방하거나 과거의 범죄를 해결하고 경찰의 개입 대상을 결정하기 위한 분석 기술

수동적 범죄 예측(Passive Crime Prediction) 순찰/수사 과정에서의 실시간 현장 정보 활용 없이 경찰 빅데이터, 정형/비정형의 센서, 웹 등의 비실시간 이종 데이터를 이용한 통계·분석을 통해 범죄 패턴을 검출하고 범죄 유형별로 범죄 예측하는 기술

능동적 범죄 예측(Active Crime Prediction) 경찰 활동 현장에서 실시간으로 데이터를 수집하고 경찰 빅데이터 및 접근 가능한 공공 데이터를 종합적으로 분석하여 범죄 및 위험 상황을 예측하고 이러한 정보를 실시간으로 현장 경찰에게 제공하는 기술

약어 정리

AI	Artificial Intelligence
CLUE	Crime Layout Understanding Engine
COMPAS	Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions
DAS	Domain Awareness System

FBI	Federal Bureau of Investigation
HART	Harm Assessment Risk Tool
IVA	Intelligent Video Analysis
LAPD	Los Angeles Police Department
NCMEC	National Center for Missing and Exploited Children
NGI	Next Generation Identification
NYPD	New York Police Department
OASys	Offender Assessment System
SOS-POL	Security Over Sight Police
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

참고문헌

[1] 통계청 정책뉴스, "2016년 사회조사 보도자료," 2016. 11. 15. available from http://kostat.go.kr/portal/korea/kor_nw/3/index.board

[2] 국가지표체계, "범죄와 치안 - 범죄율," 2017. 12. 27. Available from http://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4057

[3] 국가지표체계, "범죄와 치안 - 경찰관 수," 2017. 12. 4. Available from http://www.index.go.kr/unify/idx-info.do?idxCd=4061&clasCd=7

[4] Hitachi Data Systems Corp., "Hitachi visualization - Twin cities public safety presentation," 2015.

[5] 신동훈, "스마트 치안 현황과 향후 과제," CCTV 뉴스, 2017. 1. 11.

[6] 윤상연, "범죄예측 기술 어디까지 왔나?," 치안정책리뷰, 제60호, 2018. 6. pp. 5-8.

[7] 김성미, "2017년 치안산업 육성 본격 스타트, 5년간 1,513억 집행," 보안뉴스, 2017. 1. 11.

[8] Digital Journal, "Public Safety and Security Market - Global Outlook with Expected 13.25% CAGR 2018-2025," Market Insights Reports, 2018.

[9] C. Francescani, "NYPD Expands Surveillance net to Fight Crime as Well as Terrorism," Reuters, June 21, 2013.

[10] Informs, "NYPD Domain Awareness System," available from https://www.informs.org/Impact/O.R.-Analytics-Success-Stories/NYPD-Domain-Awareness-System-DAS

[11] BOSCH, "Intelligent Video Analysis," available from https://us.boschsecurity.com/en/products/softwareproducts/videosoftware_4/videoanalytics_2/iva40intelligentvideoanal_2/iva40intelligentvideoanal_2_21913

[12] FBI Services, "Next Generation Identification (NGI)," available from https://www.fbi.gov/services/cjis/fingerprints-and-other-biometrics/ngi

[13] U.S. Government Accountability Office, "Figure 1: Face Recognition Enrollment and Matching Process," Flickr, June 2016, available from https://flic.kr/p/HGgkJe.

[14] WIKIMEDIA, "CrimeMapping," https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CrimeMapping.jpg

[15] Mapbox, "Shot Spotter," Flickr, Sept. 2013, available from https://flic.kr/p/hg9iWG.

[16] D. Faggella, "AI for crime prevention and detection - current applications," TechEmergence, Aug. 3, 2018.

[17] D. Slater, "AI joins the search for missing kids," Tech Innovation, Intel-iQ, Mar. 9, 2017.

[18] "다중로그 기반 멀티모달 데이터융합 분석 및 상황 대응 플랫폼 기술 개발, " 한국전자통신연구원 사업계획서, 2017.

[19] Memphis Flyer, "Blue Crush Continues to help MPD Combat Crime," Memphis Flyer, June 12, 2014.

[20] M. Adan, "5 things to know about IBM COPLINK," IBM Community, June 28, 2016.

[21] IBM Analytics, "Mobile Crime Investigation," available from https://www.ibm.com/analytics/sg/en/industry/government/mobile-crime-investigation.shtml

[22] CrimeMapping available from https://www.crimemapping.com/

[23] W.L. Perry, "Predictive Policing: the Role of Crime Forecasting in Law Enforcement Operations," RAND Corporation, 2013.

[24] PredPol available from http://www.predpol.com/

[25] Z. Friend, "Predictive Policing: Using Technology to Reduce Crime," FBI Law Enforcement Bulletin, Feb. 8, 2018.

[26] Kent Police, "Predictive Policing Day of Action Targets Burglars," May 2, 2014.

[27] R. Rienks, "Predictive Policing: Taking a Chance for a Safer Future," ISSUE, July 14, 2015.

[28] The Economist, "Don't Even Think About It," July 20, 2013.

[29] IBM Public Safety and Policing available from https://www.ibm.com/industries/government/public-safety/crime-prediction-prevention

[30] 임승옥 외, "범죄 발생환경, 행동패턴 및 심리정보 등 융합정보 적용형 엔트로피 필터링 예측분석기반의 실시간 범죄 예측·예방 시스템 개발," 정보통신·방송 연구 개발사업 최종보고서, 전

자부품연구원, 2016. 10.
[31] 파이낸셜뉴스, “경찰, 범죄 예측력 강화 ‘지오프로스’ 고도화사업 착수,” 2013. 05. 27.
[32] SuperMap, “경찰청 지오프로파일링시스템(GeoPros) GIS SW, SuperMap으로 교체,” available from http://supermap.co.kr/geopros_supermap/
[33] 한국전자통신연구원, “위험 상황 초기 인지를 위한 ICT 기반의 범죄 위험도 예측 및 대응 기술 개발,” 한국전자통신연구원 사업계획서, 2018.
[34] 연합뉴스, “‘빅데이터 수사’ 시대 열리나 – 경찰, 2019년 ‘클루’ 시범 운영,” 2017. 12. 09.
[35] HikVision, available from https://www.hikvision.com/
[36] COMPAS available from https://en.wikipedia.org/wiki/COMPAS_(software)
[37] OASys available from https://en.wikipedia.org/wiki/Offender_Assessment_System