

# 치안정책리뷰

## POLICE SCIENCE INSTITUTE REVIEW

발행인 양성진 편집인 김영수 전화 031-620-2473 FAX 031-620-2989

### -치안 연구개발(R&D) 특집-

#### 권두언

국민행복과 안전을 위한 초석 - 치안 R&D

치안과학기술연구개발사업단장  
서울대학교 재료공학부 교수

권동일

#### 정책동향

대한민국 치안과학의 새로운 출발

치안정책연구소 과학기술연구부장

배순일

스마트 신호운영 시스템 개발

도로교통공단 공학연구처장

안계형

지문·족흔적 채취용 법광원 개발사업 소개

순천향대학교 교수

홍성욱

빅데이터기반 지능형 CCTV 영상 검색 및 법보행 신원확인 기술

중앙대학교 교수

구승범

#### 연구특집

치안분야 R&D 로드맵 기획연구의 필요성 및 소개

서울대학교 교수

이종수

혈흔 형태 분석을 통한 출혈자 신체정보 감정기법 기초연구

서울대학교 교수

김호영

진입과 대피를 동시에 고려한 긴급 상황 대응 알고리즘 연구 및 개발

서울대학교 교수

문일경

미래 교통 환경을 고려한 운전자 피로 측정기법 연구

국민대학교 교수

양지현

#### 외국치안정책

중국公安部 제1연구소와 제3연구소 방문기

경찰청 미래발전담당관실 경감 김창주

#### 연구소 소식

연구소 소식 및 공지사항

연구관 동정 및 인사

## 국민행복과 안전을 위한 초석 - 치안 R&D



치안과학기술연구개발사업단장/서울대학교 재료공학부 교수 권 동 일

### 들어가는 말

21세기 과학기술의 사회는 이른바 드림 소사이어티의 도래에 발맞춰 우리 사회 전반에 걸친 혁신적인 시스템 구축과 함께 궁극적으로 국민 행복과 안전으로 연결되어야 한다. 이를 위해서는 우리사회의 needs와 과학기술이 조화를 이루는 것이 뒷받침 되어야 한다.

이제 힘차게 시작하고자 하는 우리 치안 R&D는 새로운 과학기술 패러다임의 필요성이 대두되는 시점에서 우리 사회에 필요로 하는 본연의 효과를 이끌어 낼 것이다. 예컨대 국민 행복과 안전을 위한 초석을 다지는 일련의 과정 중 하나로 치안 R&D의 형성과 그 역할은 과학기술구조의 역할 행위의 하나로 자리매김해야 한다. 오늘날 메가트렌드의 개념을 제시하는 많은 미래학자들과 연구자들은 미래 변화에 대한 커다란 경향을 내다보려하지만 불확실성이 내포된 현대사회가 가진 비선형성, 비예측성 등으로 많은 난제를 가지고 있다.

그러나 불확실성 속에서 기본적으로 국민 행복을 위한 과학기술의 전제조건은 우리사회의 행복 증대를 위한 직접적인 삶의 질을 향상시킬 수 있는 기술과 사회문제 해결을 통해 삶의 질을 해결하는 기술이라 하겠다.

따라서 본 글에서는 치안정책리뷰 독자들과 처음 드리는 반가운 인사와 함께 치안과학기술에 대한 소개 및 우리의 궁극적 발전 방향 등을 이야기 하고자 한다.

### 국민행복과 안전을 위한 과학기술

국민행복기술(National Happiness Technology)이란 사람이 주체가 되고 기술 개발의 혜택이 최종 수혜자인 국민에게 돌아가는 과학기술을 말한다. 이는 사람 중심의 따뜻한 기술을 의미하는 동시에 미래성장동력으로서의 개념을 포괄하는 정의이다.

이를 고려한다면 과학기술에 대한 노력과 일련의 과정들은 궁극적으로 연구결과 자체에서 끝나는 것이 아니라 최종 수혜자인 국민의 행복과 안전으로 이어져야 한다.

국민행복과 안전을 위한 과학기술은 기존 국가의 경제발전 초점, 성장발전의 관점에서 지양되어 삶의 질 향상과 사회문제 해결을 추구하는 인간중심으로 전환되어야 한다. KSITI(2013)의 「국민행복기술 보고서」에서는 진정한 과학기술이란 공급자 위주가 아닌 문제해결형 융합(기술+인문사회+법제도)이 이루어져야 한다고 기술한다. 또한 과학기술과 인문·사회분야 등 다양한 학문 분야 그리고 정부정책 등을 통합·연계한 융합적 시도가 필요한 시점이며, 이러한 관점에서 공학적 기반 위에 재난, 인적·물적 안전사고를 다루는 “법공학(Forensic Engineering)”이 중요시 되고 있다.

이는 필자가 소장으로서 역임하고 있는 사단법인 법안전융합연구소(Convergence Research Institute for Forensic Safety)에서 안전사회 구축을 위해 법학·공학·사회학 등에 걸친 융합연구를 수행하는 과정에서도 느낀 점이며, 급격

한 환경변화에 따른 불확실성 속에서 신속하고 유연하게 대처하기 위해서는 다제학적 융합연구 수행과 노력을 통해 선제적 대응의 발판이 마련되어야 한다.

오늘날 안전기술분야에 있어서도 다변화된 재난안전사고, 내재된 위험요인 등의 경우 단일기관, 단일정책, 단일기술로는 대응할 수 없으며, 개인행복기술과 사회문제해결기술을 위한 융합적 시도가 필요한 시점이다.

따라서 우리가 시작하고자 하는 치안 R&D는 단순히 연구개발 활동으로 끝나서는 안된다. 국민행복기술의 수요분석을 위해 수요 중심의 시장성, 수요 규모, 기술의 영향력 등을 고려하여 개인과 공동체의 삶의 질 향상을 위한 미래 이슈 등을 발굴하여야 한다.

<표 1 > 국민행복기술 유형에 따른 기술 공급방식

기술유형	특징
개인행복 기술	·개인적 수요에 대해 기술 개발을 통한 시장 창출이 가능한 기술 →기술창출형
	·개인적 수요에 대해 시장 확대를 통해 공급 활성화가 가능한 기술 →시장확대형
사회문제 해결기술	·사회적 수요는 있으나 시장 형성이 안되는 기술 →공공조달형
	·사회적 수요가 있어서 기술 개발을 통한 시장 창출이 가능한 기술 →민관협력형

출처 : Vol. 3 issue4 KISTI MARKET REPORT(2013)

현 정부의 140대 국정과제 중 국민행복기술의 수요 분석과 관련하여 “범죄로부터 안전한 사회구현”, “재난·재해 예방 및 체계적 관리”가 포함되어 있다. 이는 우리 치안R&D가 국민행복 수요에 따르는 새로운 가치 창출 기반을 마련해야 한다는 것을 의미한다. 다양한 이해관계자, 이해관계자가 상호작용하고 치안R&D가 궁극적으로 따듯한 기술, 국민행복기술로 이어지도록 우리 치안과학기술연구개발사업단도 부단히 노력하겠다.

## 치안과학기술연구개발사업 소개

따라서 우리가 시작하고자 하는 치안과학기술연구개발사업의 구성은 현재 단년도 및 다년도 과제를 포함하여 총 7개 세부사업으로 나누어 연구과제를 진행하고 있다. 치안과학기술(policing technology)란 “전방위적 경찰 활동에 활용되는 모든 과학적이고 공학적인 방식, 기술, 장비(the wide range of scientific and technological methods, techniques, and equipment used in policing)”를 말한다. 따라서 치안과학기술연구개발사업이란 치안·안전 분야 등의 연구개발 과제를 특정하여 연구개발의 제반적인 활동을 말하며, 본 세부사업별 주요 연구개발내용은 다음과 같다.

### 1. 스마트 신호운영 시스템 개발

사회문제인 교통체증 해결을 위해 다양한 교통정보 데이터를 융합·분석하여 신호제어에 활용하는 스마트 신호운영체계 연구개발

### 2. 지문·족흔적 채취용 범광원 개발

범죄현장에 남겨진 희미한 지문 및 족적을 DNA 등 생체증거 파괴 없이 빠른 시간 내에 놓치지 않고 채취할 수 있는 광원 개발

### 3. CCTV 영상검색 고도화 및 신원확인 기술 개발

장시간 녹화 분량의 CCTV에서 짧은 시간내에 사람 등의 움직이는 모습만을 찾아 분석하고 CCTV의 인물과 용의자 간의 보행패턴 비교를 통해 범인을 특정하는 기술 개발

### 4. 치안분야 R&D 로드맵 기획연구

치안분야 R&D가 지속적으로 성장·발전할 수 있도록 법·제도, 기술·제품, 인프라·서비스 등을 아우르는 포괄적인 범위의 종합계획 수립을 위한 기획연구

### 5. 미래 교통 환경을 고려한 운전자 피로 측정

**기법 연구**

자율주행 등 미래의 운전 환경 특성을 고려한 운전자 피로 측정기법 연구로 복합체계화된 교통시스템을 효율적이며, 안전하게 구현하고 이를 토대로 국내 HVI연구 기반 등을 마련

**6. 진입과 대피를 동시에 고려한 긴급 상황 대응 알고리즘 연구 및 개발**

기존 연구 및 시스템은 긴급 상황에서 대피 또는 진입에 초점이 맞추어져 있으며, 효과적으로 진입과 대피를 동시에 고려한 대피시간 분포와 건물의 특징 등을 모두 고려한 모형 개발

**7. 혈흔 형태 분석을 통한 출혈자 신체정보 감정기법 기초연구**

혈흔 crack 형성의 기본 원리 연구와 출혈자 신체 특성에 따른 혈흔 crack 양상 비교를 통해 혈흔 crack 수사 어플리케이션 개발을 위한 기반 기술 연구

※ 위 7개 과제는 이번 호 '연구특집'에서 각 과제 책임자가 소개합니다(편집자 주).

**발전적 제언**

이미 범죄수사, 범죄예방, 경비교통, 통신, 장비 등에서 수많은 치안R&D 수요가 발생하고 있다. 이러한 수요에 적합한 치안과학기술 연구개발사업의 초석을 다지기 위하여 우선적으로 우리의 많은 과제를 숙지하고 해결해 나가야 한다. 필자는 몇 가지 발전적 제언과 함께 우리의 방향을 살펴보고자 한다.

첫째, 우리의 치안 R&D 정책의 방향은 국민행복기술 및 안전관련 기술 등을 반영해야 한다. 기존의 기술 획득형 기술개발모형을 지양하여 국민행복기술 개발모형으로 나아가야 하며, 궁극적으로 사회문제 탐색 및 서비스

전달 시스템화로의 변화가 필요하다.

둘째, 치안 패러다임의 변화가 이루어져야 한다. 국민행복 실현을 위한 새로운 과학기술 패러다임은 기존의 기술·지식 확보가 목표된 현재의 분절형 R&D를 탈피하여 일련의 과정을 통섭하는 「창조형 R&D」 패러다임으로 변換되어야 한다.

치안 패러다임과 관련된 성공사례로 미국 시카고시를 들 수 있다. 1993년 강력범죄 증가와 경찰력 한계를 경험한 시카고 경찰은 시당국, 시의회, 주민참여가 이루어진 “CAPS (Chicago Alternative Policing Strategy)”라는 프로그램을 도입하여 2002년에 대인범죄율 50%, 대물범죄율 58%가 하락하는 성과를 거둔 사례에서 그 자체 의미를 되새겨 볼 필요가 있다.

마지막으로 치안R&D의 비전과 목표 설정에 있어 궁극적으로 “국민과 함께 하는 치안”, “수요자 중심의 연구개발 및 문제해결형 융합”이 반영된다면 국민행복과 안전을 위한 기술로 나아가갈 것을 기대한다.

**맺음말**

늦은 출발이지만 치안R&D의 시작은 많은 뜻을 내포한다. 지금까지 발굴되지 못했던 치안 R&D분야의 시작과 동시에 새로운 연구진들의 부단한 노력과 융합적 지혜·지식들이 조화를 이룰 것으로 기대할 수 있으며, 이러한 지속적이고 창의적인 노력들은 궁극적으로 국민 행복과 안전으로 귀결될 것이다.

필자 또한 치안과학기술연구개발사업단의 단장으로서 본 치안R&D의 발전과 국민행복실현을 위해 노력하겠다. 아울러 치안R&D사업에 대한 치안정책리뷰 독자들의 많은 관심과 격려를 부탁드립니다. 본 글을 마치고자 한다.

PSI

## 대한민국 치안과학의 새로운 출발 -치안분야 연구개발(R&D) 추진계획-



치안정책연구소 과학기술연구부장 배 순 일

### 추진 배경

갈수록 다양화·전문화 되고 있는 범죄위험 등에 경찰이 선제적·효과적으로 대응하려면 과학기술 연구개발(R&D)을 통한 치안역량 강화가 중요하다. 그러나 그간 경찰은 치안분야 과학기술을 전문적으로 연구하는 자체 연구기관은 물론, 연구개발(R&D) 예산도 없었다. 또한, 상업성을 기대하기 어려운 치안분야의 특수성 때문에 민간부문에서도 이에 대한 투자는 거의 이루어지지 않고 있으며, 상업화된 기술·장비도 경찰업무의 특수성과 전문성이 제대로 반영되지 못하고 있다.

반면, 미국·영국·중국 등 선진국에서는 치안분야 과학기술·장비 연구개발(R&D)을 적극 추진하고 있으며, 국내 대부분의 타 부처들 또한 산하에 연구기관을 두고 소관분야 과학기술 연구개발을 통해 과학기술·장비 등 첨단화에 주력하는 추세이다.

<표 1> 치안분야 외국 연구기관

국가	연구기관	주요 연구 내용
미국	국립 사법연구원 (NIJ)	경찰 및 형사사법 활동에 필요한 과학기술·장비 연구개발 및 안전성 평가·검사
영국	내무부 과학기술국 (HOSDB)	최신 지문감식기법 등 치안분야 과학기술 연구개발
캐나다	경찰연구소 (CPRC)	국방부 보안과학센터와 제휴하여 경찰장비 개선 등 치안분야 과학기술·장비연구
중국	제1연구소 제3연구소	제1연구소: 경찰 방호용품 등 개발 제3연구소: 정보통신분야 연구수행
일본	과학경찰 연구소	범죄와 사고에 대응하기 위한 연구 프로젝트 수행

이러한 상황에서 2014년 3월 박근혜 대통령은 경찰대학 졸업식 축사에서 “정보화 시대에 갈수록 교묘해지는 각종 범죄에 맞서서 경찰 역시 정보통신기술에 기반한 스마트 치안 등 더욱 효과적이고 창의적인 업무체계를 갖춰주길 바랍니다”라고 당부한 바 있다.

이제, 민생안전의 중추적인 역할을 담당하고 있는 경찰도 맞춤형 연구개발(R&D)을 통해 국민안전을 위협하는 제반요인에 선제적으로 대응하고, 과학기술에 기반한 스마트 치안 시스템을 구축하여 한정된 인적·물적 자원과 치안수요간의 간극을 효과적으로 해소해야 한다.

### 치안분야 연구개발(R&D) 등에 대한 법적 근거 마련

2014년 11월 R&D 사업을 추진할 근거조항 등을 신설한 ‘경찰법’과 ‘치안분야 과학기술 진흥에 관한 규정’(대통령령)이 시행되고, 12월에는 경찰청 소관 R&D 사업에 대한 세부절차를 규율하는 ‘경찰청 소관 과학기술분야 연구개발사업 처리규칙’(경찰청훈령)이 시행되기에 이르렀다.

#### 「경찰법」 개정 주요내용(제8장 제26조)

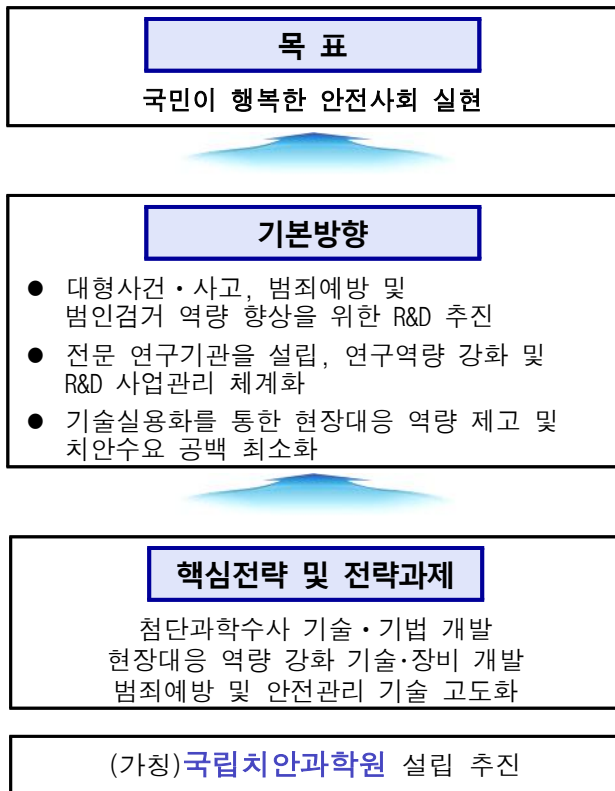
경찰청장이 치안에 필요한 연구·실험·조사·기술개발 및 전문인력 양성 등 치안분야 과학기술진흥을 위한 시책을 마련·추진할 수 있도록 함(제26조 제1항)

치안에 필요한 연구개발사업을 수행하는 기관 또는 단체 등에 출연금이나 보조금을 지급할 수 있도록 규정(제26조 제2·3항)

**치안분야 연구개발(R&D) 목표 및 방향**

치안분야 R&D는 ‘국민이 행복한 안전사회 실현’을 목표로 한다. 기본방향 및 핵심전략·전략과제는 아래 <그림 1>과 같다.

<그림 1> 치안분야 R&D 목표 및 기본방향



**치안분야 연구개발(R&D) 사업 현황**

2015년 경찰은 R&D과제를 발굴하고, 관계부처(미래부·기재부) 심의를 통해 5년간 경찰 R&D 예산 총 179.5억 원(4개 과제)을 확보했다. 경찰은 이 연구과제사업을 수행할 ‘연구개발사업단(단장 서울대 교수 권동일)’을 선정하였고, 사업단은 각 과제별 ‘주관연구기관’을 선정하여 현재 연구진행 중이다.

2016년에는 ‘빅데이터 기반 범죄 분석모형 개발’, ‘생체증거를 활용한 법과학 분석 기법 개발’ 과제가 정부안에 포함되어 현재 국회 심의 중에 있다. 또한 산업부 주관의 국민편익

증진사업으로 경찰청 과제 3건이 선정되었다.

<표 2> 경찰청 R&D 과제

과제명	연구기간	주관연구기관
스마트 신호운영 시스템 개발	'15~'20년 (5년)	도로교통공단
지문·족흔적 채취용 법광원 개발	'15~'20년 (5년)	순천향대학교
CCTV 영상검색 고도화 및 신원확인 기술 개발	'15~'20년 (5년)	중앙대학교
생체증거를 활용한 법과학 분석 기법 개발	'16~'21년 (5년)	미정
치안분야 R&D 로드맵 기획연구	'15~'16년 (1년)	서울대학교
빅데이터 기반 범죄 분석모형 개발	'16~'19년 (3년)	미정

또한, 미래창조과학부와 한국과학기술기획평가원이 추진하는 2017년도 ‘다부처공동기획사업’에 치안정책연구소에서 제안한 ‘국민위해 인자에 대응한 기체분자 식별·분석 기술 개발 (연구기간 7년, 연구예산 830억 원)’이 주요 조사제안과제로 선정되었다.

**(가칭)국립치안과학원 설립 추진**

그간 치안과 관련된 사회과학 분야만 연구하던 치안정책연구소에 과학기술연구부를 만들어 과학기술을 활용한 치안역량 강화를 위한 첫걸음을 시작했다. 앞으로 치안정책연구소의 인력을 크게 확충하고 조직을 개편하여, 경찰의 R&D 사업을 추진하는 전문기관 역할과 함께 자체연구를 수행할 수 있는 (가칭)치안과학원으로 성장·발전해야 한다.

첨단 과학기술이 장착된 장비와 스마트한 순찰차를 탄 경찰관들이 대한민국을 지구상에서 가장 안전한 나라로 만들 수 있도록 국민들께서 많이 응원해 주시길 기대한다. 치안과학기술 연구개발에 대한 투자는 결국 국민의 혜택으로 돌아갈 것이기 때문이다. [PSI](#)

# 스마트 신호운영 시스템 개발



도로교통공단 공학연구처장 안 계 형

## 들어가는 말

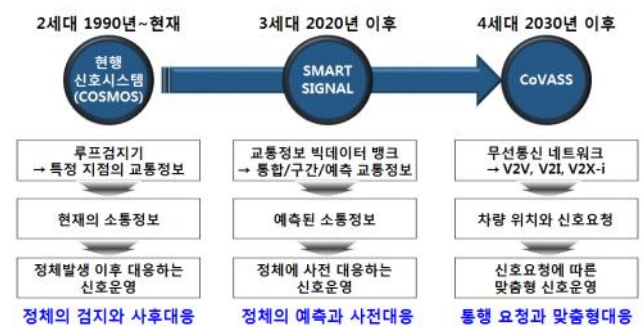
1990년대 후반부터 시작된 지능형교통시스템(ITS) 확산과 맞물려 보급된 2세대 교통신호제어시스템인 COSMOS 시스템이 서울을 비롯한 광역 및 지방 중소도시에서 운영 중에 있다. 2세대 시스템은 1992년 연구개발에 착수하여 4년여 간 개발된 루프검지기 기반 실시간 신호제어시스템으로서 1996년 서울시 강남일원 61개 교차로 시범운영을 시작으로 전국으로 확대되었으며 평균 18%의 소통개선 효과를 보여주었다.

그러나 2005년 이후 신호시스템의 신규 개발 및 기능 개선에 대한 투자가 거의 중단되었으며, 잦은 도로공사와 노면변형 등 검지기 고장 유발요인들 탓에 핵심 검지체계인 루프검지기가 제 역할을 하지 못하면서 실시간 신호제어를 포기하는 도시가 속출하였다.

결국 물리적 지점검지체계에 의존하는 2세대 신호제어시스템으로는 도심지 교통 혼잡을 효과적으로 완화시키는데 한계가 있는 것으로 인식되었고, 이를 개선하기 위한 연구개발이 절실히 요구되고 있었다.

물리적 지점검지체계에 대한 의존성을 해결하기 위한 방안으로 최근 발전된 정보통신기술(ICT)과 민·관에 폭넓게 구축된 교통정보 수집 기반시설을 활용하여 교통 소통 상황에 따라 실시간으로 신호를 제어할 수 있는 신호제어시스템이 가장 효과적인 대안으로 대두되었다. 이에 경찰청에서는 정부 연구개발 정책사업 일환으로 다양한 교통소통정보를 융합·분석하여 신호제어에 활용하는 3세대 신호제어시스템인 스마트 신호운영체계 연구개발을 추진하게 되었다. 이 연구 사업은 다부처 협력사업으로, 협력부처인 국토교통부에서는 행사지역 등에 활용가능한 자율주행차량 신호제어시스템(4세대) 연구를 진행하되, 궁극적으로는 3세대와 통합 운영을 목표로 하고 있다.

<그림 2> 교통신호제어 시스템 개발 경과



<그림 1> 서울시 교통신호시스템 운영 현황



(2015. 5. 31. 기준)

## 스마트 신호운영 시스템 추진 전략

스마트 신호운영시스템은 교통소통정보를 수집·축적하여 교통정보 빅데이터 체계를 구축하고, 이 빅데이터를 이용하여 현재 교통상황

과 예측된 장래의 교통상황에 따라 다양한 신호전략을 수립한 후 주기단위로 신호제어변수를 조절하는 실시간 신호제어시스템이다.

교통소통정보는 도시교통정보시스템(UTIS) 수집 정보를 주 정보 공급원으로 활용하면서 정보의 질 확충을 위해 민간교통정보와 별도의 정보 확충 대안을 추가로 포함하게 된다. 이렇게 수집된 교통소통정보를 통합하여 교통소통정보 데이터 뱅크시스템을 구축하고, 여행 패턴정보를 활용한 수요예측기법을 응용하여 소통상황 변화를 예측(5분 또는 15분 이후의 링크별 교통량과 통행시간)하게 된다. 이렇게 예측된 장래 교통소통정보를 이용하여 교통정체지역을 예측하고 혼잡 발생을 예방하거나 지연시키기 위한 신호제어전략을 수립하여 혼잡에 대한 사전대응력을 갖추게 된다.

또한 스마트 신호운영시스템을 위해 기존 아날로그 신호제어기에 비해 소형화되고 저전력으로 제어되는 디지털 방식의 신호제어기를 적용한다.

스마트 신호운영시스템에서는 도시교통정보

시스템(UTIS) 등 공공에서 구축한 다양한 교통정보시스템은 물론, 2세대형 물리적 교통정보수집장치(CCTV, 루프 및 영상검지기) 정보와 이동통신사 등 민간 교통정보까지 망라하는 교통빅데이터 뱅크를 구축하며, 이 뱅크를 활용하기 위한 정보교환 표준 API 개발까지 연구범위에 포함된다. 제어와 예측 알고리즘 부분에서는 이 API를 이용하여 교통정보 뱅크를 연계하며, 외부 연구자들에게도 이 API를 공개하여 교통제어분야의 연구 활동 생산성 향상에 활용할 수 있도록 할 계획이다.

이러한 일련의 연구결과를 체계적으로 수행하기 위해 스마트 신호운영시스템의 다기능 통합정보 수집체계, 제어시스템 개발체계, 시험평가, 법제도 및 전문인력 양성의 총 4개 세부과제로 연구분야가 구성되었다.

먼저 다기능 통합정보 수집체계(1세부)는 ‘교통빅데이터 뱅크 구축’의 1-1세부, ‘교통영상처리 엔진기술 개발’의 1-2세부, ‘이동식 광역교통정보시스템을 활용한 교통정보 수집 기술 개발’의 1-3세부로 구성되어 있다. 1-2

<그림 3> 스마트 신호운영 시스템 개발 세부내용



세부와 1-3세부의 개발기술을 1-1세부에 포함하여 신호제어를 위한 정보체계 고도화를 수행할 계획이다.

제어시스템 개발체계(2세부)는 ‘e-Call 대응형 디지털 신호제어기 개발’의 2-1세부와 ‘구간소통정보 기반 실시간 신호제어 개발’의 2-2 세부 과제로 구성되며, 2-1세부에서는 디지털 교통신호제어기를 개발하고 2-2세부에서는 실시간 신호제어를 위한 신호운영 알고리즘을 개발한다.

시험평가(3세부)는 ‘SMART SIGNAL을 위한 평가체계 HILS 개발’의 3-1세부와 ‘SMART SIGNAL을 위한 Test-Bed 구축’의 3-2세부 과제로 구성된다. 3-1세부에서는 SMART SIGNAL을 시뮬레이션 평가하기 위한 HILS Prototype을 개발하며, 3-2세부에서는 SMART SIGNAL의 Test-Bed를 구축하여 현장실험 및 평가를 수행한다.

법제도 및 전문인력 양성(4세부)은 스마트 신호운영에 대비한 법제도 개선과 인력양성을 위한 자격 및 교육체계 연구로 계획되었으나 범위 조정이 이루어질 계획이다.

### 기대효과 및 활용방안

스마트 신호운영시스템은 교통신호제어를 위한 정보체계를 물리적 지점검지체계에 의존하지 않고 이미 구축된 교통정보인프라에서 생성되는 정보를 취합하여 활용하므로 별도 검지체계용 시설비용이 전혀 필요하지 않다. 그러므로 도입비용이 저렴하고 구축기간을 획기적으로 단축할 수 있어 소도시까지 쉽게 보급시킬 수 있는 장점이 있다. 따라서 소규모 투자를 통해 빠른 교통혼잡 저감 효과 확산을 기대할 수 있다.

2세대 시스템이 갖고 있지 않는 소통상황 예측을 통한 혼잡 예방제어 기법은 교통혼잡

사후 대응에서 사전 예방개념의 선제적 대응이 가능해지는 것을 의미하며, 신호운영 기법의 커다란 개념적 변화를 가져올 것으로 기대된다. 이를 통해 도시부 교차로의 차량 대기 시간이 10% 이상 감소할 것으로 예상되며, 2010년 기준으로 도시부도로의 (전국 7대 도시 기준) 교통혼잡비용은 18조원에 이르고 있는 것에 비추어 혼잡비용의 1.8조원 감축이 기대된다.

대외경쟁력 측면에서는 전 세계적으로 교통정보인프라와 연계한 실시간신호제어시스템 사례가 전무한 만큼 차세대 국가 기술자원으로 활용될 수 있으며, 그 가능성과 파급력이 매우 높다고 볼 수 있다.

### 맺음말

2004년 2세대 시스템인 COSMOS의 마지막 기능개선 연구사업 이후 10년이라는 시간이 지났다. 그 동안 국내 교통제어환경은 차량 증가에 비해 교통관리 기술이나 교통제어 기반시설 증가는 미미한 수준에 그쳤다. 다소 늦은 감은 있으나 이를 해결하기 위해 경찰청의 의지로 “스마트 신호운영 시스템 개발” 연구가 첫 발을 내딛었다는 것에 기쁨을 감출 수 없다.

그러나 이제 갖 연구 시작 단계가 진행 중일 뿐이며, 세계 첫 시도인 만큼 연구 목표 달성까지는 넘어야 할 난제들이 산적해 있다. 연구개발 사업은 개별 현안과 연구주제들이 하나의 줄기로 융합되어야 성공할 수 있다. 연구 규모가 크고 많은 연구팀이 공동작업을 해야 하므로 줄기를 형성하는 역할이 가장 중요시되는 부분이기도 하다. 줄기가 굵지 않도록 연구팀과 관계기관의 전폭적 지원을 바라며 연구개발 결과가 우수하여 널리 실용화 될 수 있기를 기대해 본다. [PSI](#)

## 지문·족흔적 채취용 법광원 개발사업 소개

순천향대학교 법과학대학원 교수 홍성욱

어떤 현장이든 형사사건 현장에는 지문, 족적, 유전자, 미세증거물 등의 수많은 증거물이 숨어있게 마련이다. 대부분의 범인은 증거물을 은폐하려 하기 때문에 사건 현장에서 이런 증거물이 육안으로 보이는 경우는 거의 없다. 이런 상황에서 수사관들은 증거물을 찾아내야 하고 이런 목적으로 이용되는 광원이 법광원(Forensic Light Source)이다. 이렇게 찾아낸 증거물은 법광원을 이용해 촬영하거나 희미한 이미지를 증강시키기도 한다.

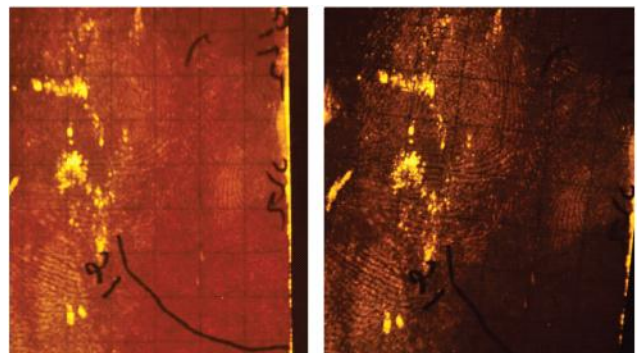
법광원은 1977년에 최초로 소개되었다. 캐나다 온타리오 경찰국은 제록스 연구소와 합동과제로 산업용으로만 이용된다고 생각되던 레이저를 지문에 비춘 결과 보이지 않던 지문이 나타난다는 것을 알아낸 것이다. 그 이후 법과학자들은 레이저 기반의 법광원을 개발하고자 하였다. 그러나 레이저는 워낙에 고가이고 작동이 까다로우며 휴대가 불가능하고 하나의 파장밖에 만들지 못하기 때문에 레이저는 과학수사 현장에 적용하기에는 비현실적인 장비라는 것이 곧 알려졌고 따라서 레이저는 과학수사 현장에서 점차 그 존재감을 잃어가기 시작했다.

1980년대에 들어서는 레이저 대신 Xenon light source를 이용한 법광원이 개발되었다. 이 장비는 (무겁기는 하지만) 휴대가 가능하고 가격이 저렴하며 하나의 장비로 다양한 파장을 얻을 수 있기 때문에 곧 레이저를 대신하는 장비로 자리잡게 되었다. 그러나 LED 기술의 발전에 힘입어 싼 가격에 가볍고 출력

이 높은 단일파장의 빛을 얻을 수 있게 됨에 따라 요즘에는 LED광원이 법광원 시장의 대부분을 점령하게 되었다.

LED광원이 소개되던 것과 비슷한 시기에 레이저가 다시 소개되었다. 레이저가 고출력의 파장순도가 탁월한 빛을 낸다는 것은 법과학자들에게는 뿌리칠 수 없는 유혹이었기 때문에 법과학자들은 1970년대의 실패를 만회하고자 레이저 광원 개발에 박차를 가했고, 그 결과 상대적으로 가벼운 현장형 레이저가 시판되기 시작했으며 당분간은 레이저가 법과학광원을 대표할 것으로 보인다. <그림 1>의 왼쪽은 기존의 LED법광원으로, 오른쪽은 TracER라는 레이저광원으로 동일한 방법으로 화학처리한 지문을 관찰한 결과를 보인 것으로 레이저로 관찰하면 훨씬 좋은 결과를 얻을 수 있다는 것을 보여주고 있다.

<그림 1> Comparison of Fingerprint Detection Using Semiconductor Laser and LED Light Sources with Three Chemical Reagents



(a) Polilight Flare Plus 505nm (b) TracER 532nm

출처: NFSTC 보고서(2010)

위 그림에서 볼 수 있듯이 레이저는 무겁고 값이 비싸다는 것을 제외하고는 현대 기술로 구현할 수 있는 최고의 광원이라는 것에는 이견이 없다. 그래서 우리 연구팀에서도 레이저 법광원을 개발을 목표로 하여 연구를 진행 중에 있다.

레이저의 우월성을 강조하다 보니 독자들은 혹시 레이저를 증거물에 쬐이기만 하면 보이지 않던 증거물이 잘 나타날 것이라고 잘못 생각할 수도 있지만 사실은 그렇지 않다. (다른 광원도 마찬가지지만) 그냥 레이저만 쬐이면 아무런 증거물도 보이지 않는다. 증거물을 먼저 화학적으로 처리한 후 레이저 광원을 쬐어야 한다. 증거물의 종류, 상태, 표면재질 등에 따라 화학적으로 처리하는 방법은 참으로

다양하다. 그리고 레이저 자체도 단순한 손전등이 아니라 첨단과학기술이 집약된 정밀한 장치이다. 따라서 광원을 개발하는 것만큼 적절한 사용자교육도 중요하다. 만일 적절한 사용자교육이 이루어지지 않으면 레이저는 값비싼 손전등으로 전락하고 만다. 그래서 본 연구팀에서는 사용자교육을 연구과제의 일부로 포함시켰다. 그리고 사용자 교육에 필요한 매뉴얼 집필도 본 연구의 큰 부분을 담당하고 있다. 따라서 과제가 종료되기 2년 전까지는 교재 수준의 매뉴얼을 완성할 것이다. 이 매뉴얼에는 자주 등장하는 증거물의 화학처리 방법, 시약제조 방법, 장비조건 세팅 등의 모든 내용을 포함시키려 하고 있다. 그리고 이 매뉴얼을 기반으로 사용자 교육을 실시할 것이다.

<그림 2> 연구팀의 역할 분담도



적절한 평가는 교육의 질은 높게 유지시키는 필수적인 요건이다. 따라서 본 연구팀에서는 적절한 평가 시스템도 함께 개발하려고 준비하고 있다. 교육자를 동일한 조건에서 평가하려면 동일하게 찍힌 지문, 족적 등이 필요하지만 지문이나 족적을 수백 명의 교육생 수만큼 동일하게 찍는 것은 불가능한 일이다. 본 연구팀에서는 인공지능을 이용함으로써 이 문제를 극복하려 하고 있다. 참고로 인공지능 제조기술은 본 연구팀이 개발하여 특허를 출원한 상태이다.

본 연구팀에는 주관기관인 순천향대학교 법과학대학원 이외에도 한양대학교 김지원 교수 연구팀, 한국생산기술연구원의 정훈 박사팀, 알트라이트 사가 합류해 있다. 순천향대학교 법과학대학원에서는 레이저 개발에 필요한 아이디어 제공, 개발한 제품의 평가, 매뉴얼 작성, 교육 등을 담당할 예정이다. 그리고 김지원 교수 연구팀에서는 실험실용 레이저를 만들고 이미징 엘립소메터 개발을 담당하고 있다. 그리고 정훈박사 팀에서는 현장용 레이저 제작과 함께 개발된 장비의 알파 버전 시제품 제작을 담당할 것이다. 그리고 알트라이트에서는 베타 버전 시제품 제작과 사업화를 담당할 것이다. 위 <그림 2>는 본 연구팀의 역할 분담도이다.

과학수사를 하는 사람들에게는 ‘현장증거물을 채취할 때에는 훼손이 가장 적은 방법에서 가장 많은 방법으로 옮겨가며 채취한다’라는 철칙이 있다. 그리고 사진촬영은 현장증거물을 훼손하지 않고 채취할 수 있는 방법이기 때문에 과학수사의 기본 중의 기본이다. 그런데 오늘날은 광원도 카메라와 같은 대열에 합류해서 현장증거물 채취의 기본으로 자리잡아가고 있다. 카메라가 처음 개발될 당시 사진

촬영이 과학수사의 기본이 될 것이라고 예측한 사람은 아무도 없었지만 어느 사이엔가 사진촬영은 과학수사의 기본으로 자리 잡고 있고, 광원도 같을 것이라고 예측된다. 이것은 광원을 개발하면 그 시장이 무궁무진하게 넓다는 것을 의미한다. 아울러 본 사업은 경찰 과학수사에 필요한 장비를 개발하는 사업이다. 따라서 경찰 과학수사요원과의 의사소통이 무엇보다 중요하다. 만일 원활한 의사소통이 이루어지지 않으면 현장에서 쓰지 못하는 괴물이 탄생할 수도 있다. 이런 괴물이 탄생하게 하지 않기 위해 본 연구팀에서는 부단히 현장 과학수사요원과의 의사소통을 추진할 예정이다. 많은 협조를 부탁하며 이 글을 맺는다. **PSI**

치안정책리뷰를 보신 후 편집실 앞으로 의견을 보내주시면 추첨하여 기념품을 드립니다. 여러분의 많은 참여 부탁드립니다.

■ 지난 호(제48호) 당첨자: 조은진

(의견) “감사합니다. 이렇게 전문성 있고 좋은 내용들을 쉽게 접할 수 있게 해주셔서. 웬만한 책 한 권보다 낫다고 생각해요!”

□ 보내실 내용

- 이번 호에서 좋았던 기사
- 치안정책리뷰에서 다루기 원하는 내용
- 기타 치안정책리뷰 발간에 관련된 의견

□ 보내실 곳

- e-mail : thkwon@police.go.kr
- 내부망/메신저 : 경찰대학 치안정책연구소 권태형

## 빅데이터기반 지능형 CCTV 영상 검색 및 범보행 신원확인 기술

중앙대학교 기계공학부 교수 구 승 범



대한민국에는 800만 대에 육박하는 영상 정보처리기기(CCTV 약 300만 대, 블랙박스 등 500만 대)가 설치되어 있다. 최근에는 범죄문제 해결자로서의 CCTV 역할이 강조되고 있고, 공공기관에서는 행정편의 도모 및 국민생활 안전, 사회질서 유지라는 점에서, 지방자치단체는 교통질서 유지, 소방, 방재 등의 지역주민의 보호와 안전을 위해 CCTV 설치를 확대하고 있다. 늘어나는 CCTV를 모두 인력으로 모니터링 하는 것이 힘들어지고, 방대한 영상 자료를 효율적으로 이용하기 위하여 지능형 CCTV의 개발이 그간 많이 연구되었다. 이러한 지능형 영상분석 기술을 수사에 접목할 필요성이 늘어나고 있다. CCTV의 수사 이용 확대와 더불어 이를 피한 지능 범죄도 발생하고 있다. 2013년 있었던 원세훈 전 국정원장 자택 화염병 투척 사건에서는 범인들이 CCTV 영상으로 신원확인이 불가능하게 복장을 하고, 얼굴을 가린 채 범행을 저질러 수사에 난항을 겪었다. 이 사건에서는 영국의 족병학자 헤이든 켈리가 범인들의 보행 방식을 분석하여 의견서를 제출하였고, 이를 수사에 이용하였다. 또한 2014년 강서구 방이동 청부살인 사건에서도 범인과 용의자의 보행 분석 자료가 수사에 이용되었다.

이번 2015년 치안과학기술개발사업의 하나로 CCTV를 지능적으로 분석하여 수사에 효율적으로 이용하고, CCTV에 찍힌 범인의 동작을 분석하여 신원을 확인하는 기술을 개발

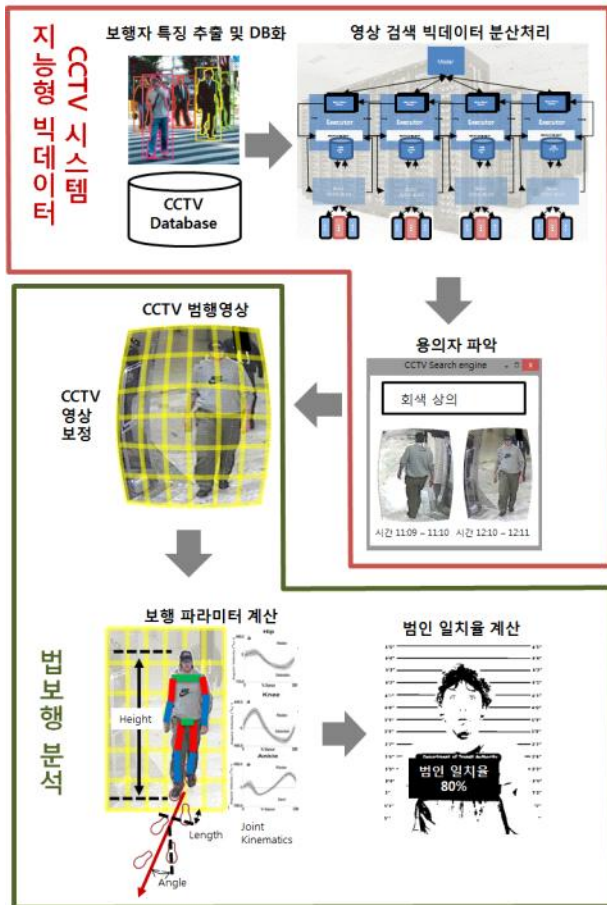
하고자 한다. 이를 위하여 중앙대학교 기계공학부 구승범 교수 연구팀, 서울대학교 전기정보공학부의 조남익 교수 연구팀, 윤성로 교수 연구팀, 그리고 분당서울대학교병원 정형외과의 박문석 교수 연구팀이 협력 연구를 시작하였다.

연구 개발 목표는 세가지 방향으로 설정하였다. 1) 빅데이터 기반 지능형 CCTV 영상 검색 기법을 개발하여, 영상 검색의 고도화, 2) 공학적/의학적 범보행 분석 기법을 이용한 신원확인 기술을 개발, 3) 수사현장에서 범보행분석 인력 양성, 표준업무지침 개발이다. 연구 결과의 적용 시나리오는 <그림 1>에 보인 것과 같다. 범행이 일어난 주위 CCTV 영상이 확보되면, 이를 빅데이터 기반 지능형 영상 분석시스템으로 분석하여 범인이 출현하는 모든 영상을 추출한다. 이를 이용하여 범인의 동선 파악이 가능하다. CCTV 영상에 보이는 범인의 외모로 신원 확인이 불가능할 경우, 범인의 보행 분석을 위한 단계로 넘어간다. 범인의 보행 분석 가능한 CCTV 영상을 고른 후 CCTV 카메라 캘리브레이션 과정을 거쳐 보행 파라미터를 추출한다. 용의자의 보행 파라미터 및 인구학적 데이터와 비교하여 범인과 용의자의 보행 파라미터 일치율을 계산하여 수치적으로 보행 유사성을 판단한다.

이러한 시나리오를 실현 가능하게 하기 위해서는 보행역학연구, 영상분석연구, 빅데이터 분석연구, 인구학적데이터 수집 등의 많은 연

구가 필요하다.

<그림 1> 연구 개발 적용 시나리오



이 연구에서는 CCTV의 영상을 이용한 수사력의 제고를 위한 “CCTV 영상 검색 고도화 및 신원확인 기술 개발”에 다음 두 가지 측면으로 접근한다. 첫째, 빅데이터 기반 지능형 CCTV 영상 검색 기법을 개발하여, 영상 검색의 고도화 한다. CCTV의 특성상 정보량이 많아서, 특정 영상을 찾는 것이 상당히 오래 걸리고, 이는 경찰 인력의 낭비를 초래하고 있다. 이에 따라 영상 요약 방법의 개발이 필요한 상황이다. 또한 많은 CCTV의 정보를 이용하여, 사람을 추적하고, 패턴을 분석하여, 이상행동이나 이상객체를 감지하고자 하는 빅데이터 기반 알고리즘이 필요하다. CCTV는 많이 설치되어 있지만, 여전히 상당수의

CCTV에 저화질 카메라가 장착되어 있고, 최근에 설치된 고화질 카메라의 경우에도 다양한 조명환경이나 날씨 변화, 원거리 촬영 등으로 인해 지능 알고리즘이 제대로 적용되지 못하는 경우가 많다. 현재 여러 가지 알고리즘은 컴퓨터 비전 기술이나 인공지능 기술의 일부로서 아직은 사람의 범용적인 지능에 크게 미치지 못하는 것으로 알려져 있다. 따라서 범죄예방이나 범인 검색 등의 목적에 특화된 지능형 알고리즘 개발이 필수적이다. 둘째, 법보행 분석 기법을 이용하여, 신원확인 기술을 개발한다. 법보행 분석 기법은 범죄자와 용의자의 보행 특징을 확인하고 비교분석하는 것으로, CCTV 분석에서 용의자의 얼굴 등이 확실하지 않은 경우 유용하게 사용할 수 있다. 법보행 분석은 범죄자와 용의자의 보행의 특징을 확인하고 비교분석하는 것으로, 다른 범죄 식별 프로세스와 마찬가지로 범죄현장과 관련이 있는 확실하지 않는 사람의 모습을 담고 있는 영상과 용의자 영상과 비교하는 것이다. 그러나, 대부분의 CCTV 영상이 다양한 각도에서 다양한 포맷으로 촬영되고, 실제 용의자의 보행 변이가 정상 범위인 경우가 많다. 증거 능력 확보를 위해서 분석의 정량화와 대한민국 대표인구집단의 정상보행 변이의 분석이 필요한 상태이다.

이에 따라, 이 연구팀은 IT-BT 기술을 융합하고, 세 팀이 가지고 있는 생체역학기술, 전기정보기술, 임상의학지식을 활용하여 지능형 CCTV 검색 및 법보행분석 기법을 개발한다. [PSI](#)

# 치안분야 R&D 로드맵 기획연구의 필요성 및 소개



서울대학교 기술경영경제정책대학원 교수 이종수

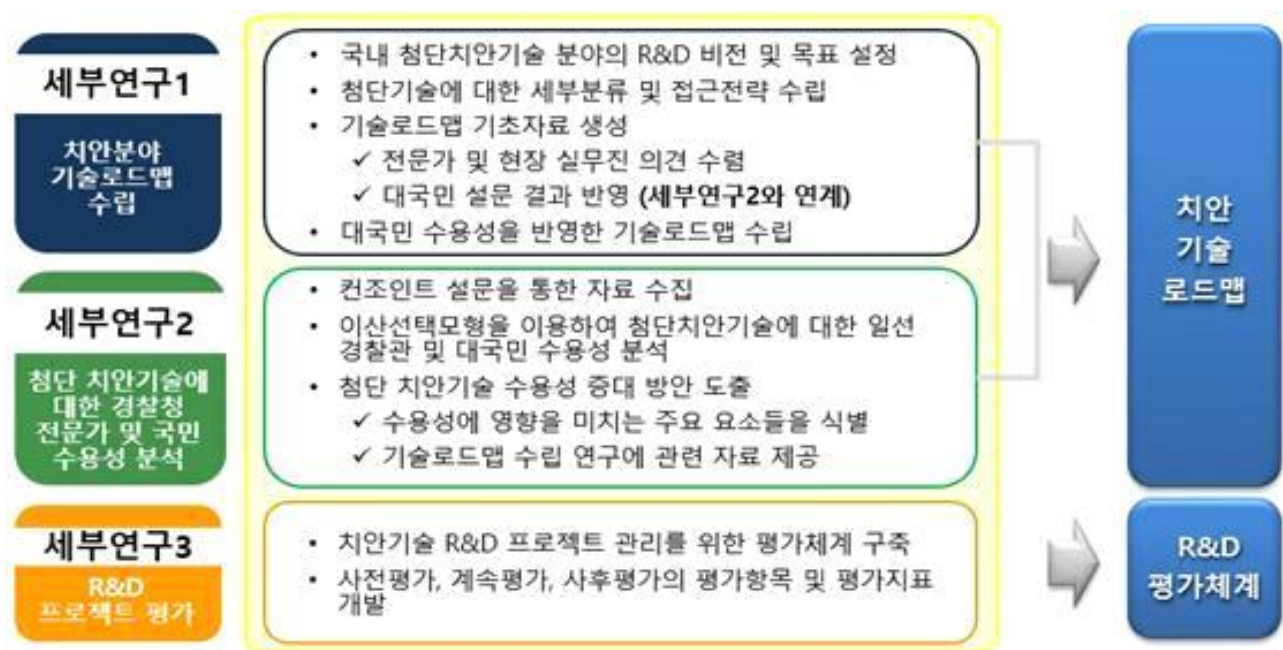
## 들어가는 말

여행자에게 지도가 필요하다. 길에 대한 정확한 정보를 제공하는 지도가 있다면 여행자들은 보다 안전하고 신속하게 자신의 목적지에 도달할 수 있을 것이다. 이러한 지도의 중요성은 비단 여행자에게만 국한되는 것은 아니다. 새로운 기술을 개발하고자 할 때, 특히 비교적 발전 속도가 빠르고 수명주기가 짧은 첨단기술 분야의 R&D 수행 시 지도의 중요성은 오늘날 상당히 강조되고 있다. ‘R&D 로드맵’으로 불리는 이 지도는 기술 수요, 개발 능력, 관련 제도, 예산 등을 포괄적으로 고려하여 기술 개발의 구체적인 방향성을 제시하는 역할을 한다. 이와 같은 R&D 로드맵의 중요

성 때문에 정부 또는 기업에서 새로운 연구개발 사업을 기획하고 추진하는 과정에서 R&D 로드맵 기획은 빠지지 않고 진행되고 있다.

올해 7월, 경찰청은 창설 이래 처음으로 R&D 예산을 투입하여 치안분야에 활용될 첨단기술의 개발을 목표로 하는 「치안과학기술 연구개발사업」을 시작하였다. 갈수록 지능화·전문화·다양화되는 범죄에 효과적으로 대응하고자 하는 경찰청의 노력이다. 사실 치안분야에서의 기술개발은 오래 전부터 이루어져 왔지만 개별 R&D 유관조직들이 자체적으로 수행하는 형태여서 국가 차원의 목표를 두고 치안과 관련한 다양한 세부 분야를 포괄하는 R&D를 시행하는 것은 이번이 처음이라고 할

<그림 1> R&D 로드맵 기획연구 연구개요



수 있다. 이에 따라 본 사업에서는 그 어느 때보다도 R&D 로드맵의 중요성이 더욱 강조되고 있는 상황이다. 가보지 않았던 길을 처음 열어갈 때의 지도의 중요성을 생각해보면 그 비중을 쉽게 가늠해볼 수 있다.

본 연구개발 사업의 지도인 R&D 로드맵을 기획할 ‘치안분야 R&D 로드맵 기획연구’는 크게 2가지 목표를 가지고 있다. 첫째, 사회적으로 요구에 부합하는 최선의 첨단치안기술들을 식별하고 우선순위를 결정해 치안분야 기술개발의 큰 밑그림을 그리고자 한다. 이를 위해 첨단치안기술에 대한 국민 그리고 일선 경찰관들의 인식 및 수용성을 조사하고 관련 전문가들로부터 실현 및 적용 가능성을 점검한다. 둘째, 치안분야의 특수성을 반영하여 R&D를 효과적으로 운영할 수 있는 종합적 관리체계를 구축하고자 한다. 이는 본 사업뿐만 아니라 차후에 지속적으로 이어질 치안 관련 R&D 프로젝트의 기틀을 마련한다는 측면에서 의미를 가진다. 이러한 목표들을 실현하기 위해 본 연구는 3가지 세부연구를 다음과 같이 구성된다(<그림 1>).

### R&D 로드맵 수립

R&D 로드맵 수립 상에서 가장 먼저 해야 할 것은 목적지가 어디인지를 설정하는 일이다. 따라서 본 세부연구에서는 먼저 국정기조에 부합하면서 국민적 요구를 반영한 R&D 비전과 목표를 설정하고, 현재 국내 치안관련 기술의 수준과 연구개발 인프라를 고려하여 세부전략을 수립한다. 또한 전문가 및 현장 실무진의 의견과 국민들의 기술적 수요를 반영하여 필요 기술을 선별하고 구체적인 추진 일정을 기획하는 것을 내용으로 담고 있다. 이 때 로드맵 수립 시 국민들의 의견을 반영함에 있어서는 첨단치안기술에 대한 일반 국

민의 수용성을 알아보는 세부연구2와 연계하여 진행될 예정이다.

치안분야는 그동안 체계적으로 R&D 활동이 이루어져 오던 분야가 아니기 때문에 이 분야에서의 R&D 로드맵 기획은 기술개발 전반에 대한 가이드라인을 수립하고 체계적인 R&D 프레임 워크를 구축하는 데 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 본 세부연구의 결과물로 도출되는 R&D 로드맵 및 관련 기술개발 플랫폼이 잠재수요국가로 수출될 경우 국가경제에도 상당한 긍정적 영향을 줄 것으로 전망되므로 치안분야의 R&D 로드맵 구축은 국민들의 안전이 강화되는 것 이상의 잠재효과를 가지고 있다고 볼 수 있다.

### 국민의 수용성 분석

통계청의 “2014년 사회조사 결과”에 따르면, 국민들의 불안 인식정도는 사회 전 분야에서 2012년에 비해 높아졌다. 특히, 범죄위험에 대해서는 국민의 64.6%가 불안하다고 느끼는 것으로 조사됨에 따라 사회 안전에 대한 국민의 관심과 요구는 점점 증대될 것으로 보인다.

하지만 이와 같은 사회 안전 강화를 목표로 하는 기술개발에 대한 사회적 요구 이면에는 사생활 및 자율성 침해 등과 같은 우려가 끊임없이 제기되어 왔다. 국민들의 생활 가까이에서 활용될 첨단치안기술에 대한 국민적 수용성이 담보되지 않는다면 국민들의 불안 해소라는 기술개발의 목적은 달성되기 어려울 것이다. 따라서 대국민 수용성 분석을 토대로 최적의 치안기술 대안을 선정하고 효과적인 전략을 수립하는 것이 반드시 필요하다.

본 세부연구에서는 컨조인트 설문을 이용하여 첨단치안기술에 대한 일반 국민들의 선호체계를 분석하는 동시에 경찰관 및 기술 전문

가를 대상으로도 기술의 실현 및 적용 가능성을 평가하여 기술의 수용성을 폭넓게 분석한다.

연구의 결과는 첨단치안기술의 R&D 로드맵 수립의 효율성을 높이고 실제 기술 적용 시에 발생할 수 있는 여러 장애요소들을 사전에 파악하고 해결할 수 있는 기회를 제공한다는 측면에서 의미가 있다고 할 수 있다.

### R&D 프로젝트 평가

아무리 많은 연구자와 비용이 투자되고 정확한 목표가 설정되어 있어도 적절한 평가가 이뤄지지 않는다면 그 R&D는 성공을 거두기가 힘들 것이다. 즉 연구개발과정 상에서의 지속적인 모니터링은 목표달성의 정확성과 효율성을 높이기 위해서 꼭 필요한 장치이다. 따라서 본 과제에서는 치안분야 R&D의 불확실성을 제거하고 효율적인 진행을 위해서 목표, 진도, 그리고 예산의 계획대비 실적을 중심으로 R&D에 대한 평가방법 및 지표를 개발하고자 한다. 이 때 국가 상위계획 및 관련 정책과의 정합성, 핵심기술의 경쟁력, 현장 적용 및 사업화 가능성, 국민수용성 등을 포함하여 다각적으로 프로젝트를 평가할 수 있는 요소들로 평가기준을 구성하고, 평가과정을 사전평가·계속평가·사후평가로 구분하여 진행할 것이다.

사전평가란, 기술개발이 실행되기 전에 프로젝트의 목표, 내용, 예산, 그리고 시스템 등을 포괄적으로 평가하는 단계를 나타낸다. 이는 스포츠 경기에서 선수들이 시합 전에 준비운동을 하고 컨디션을 점검하는 단계와 비슷하다. 다음으로 계속평가란, 실제 연구가 프로젝트 요구에 얼마나 알맞게 진행되고 있는지를 지속적으로 평가하는 단계이다. 이는 감독이 시합을 하고 있는 선수를 평가하는 과정으로 볼 수 있다. 스포츠 경기에서는 감독의 평가

에 따라 경기 중간에 선수들이 교체되는 경우가 있는데 이와 같은 일련의 과정이 계속평가 단계에서 이루어진다. 즉 계속평가는 효율적인 기술개발을 위해 진행 중인 전략을 평가하고 필요에 따라 수정하는 것이다. 마지막으로 사후평가란, 기술개발이 완료된 이후에 프로젝트 전반을 평가하는 것으로서 사후에 진행될 프로젝트를 위해 피드백 하는 과정이다. 이는 선수들이 스포츠 경기가 끝난 후 다음 경기를 대비하여 보완점을 찾는 것과 같다.

### 맺음말

치안분야의 기술개발을 위한 지도, 즉 R&D 로드맵의 수립을 목표로 시행되고 있는 ‘치안분야 R&D 로드맵 기획연구’는 다음의 3가지 기대효과를 가진다.

첫째, 치안분야 R&D에 대한 국가 차원의 프레임워크를 구축하고 관련 기관들의 유기적인 협력관계를 형성할 수 있다.

둘째, 연구를 통해 얻어질 R&D 로드맵과 국민 수용성 분석 결과는 향후 치안분야에서 이뤄질 연구들에 지침서 역할을 할 수 있을 것이며, 국민 친화적인 치안기술 도입 전략을 도출함에 있어 유용하게 활용될 것으로 보인다.

마지막으로, 치안분야에서 처음으로 시행되는 R&D 로드맵 기획연구의 성공은 국내 치안 과학기술의 지속적인 발전과 관련 기술의 국제적 경쟁력 확보에 이바지할 것으로 기대된다. [PSI](#)



## 혈흔 형태 분석을 통한 출혈자 신체정보 감정기법 기초연구



서울대학교 기계항공공학부 교수 김 호 영

### 들어가는 말

혈흔 수사 기법은 범죄현장의 혈흔을 분석하여 당시 사건현장의 상황을 추측하거나 DNA 대조를 통해 용의자의 신원을 파악하기 위한 것이다. 이 기법은 범죄수사에 있어 매우 중요하게 활용된다. 예컨대 혈흔 발생 직후, 혈액 액적 운동역학적 분석을 이용하여 당시 사건을 재현할 수 있으며 성분 분석을 통해 출혈자 DNA를 검출할 수도 있다.

하지만 혈흔 수사에서 경찰의 역할은 현장을 보존하는데 국한되어있고 혈흔 분석을 위해 지방청 국과수 파견직원을 호출한 후, 국과수에 성분 분석을 의뢰하는 등의 복잡한 절차를 밟아야하는 단점이 있다. 또한 혈흔 성분 분석 시 출혈자의 DNA정보가 사전에 있는 경우에만 유효정보를 얻을 수 있으며 결과를 얻기까지 시간이 1주일 이상 걸린다는 점에서 신속한 수사가 불가능하다. 때문에 이를 해결하기 위한 연구가 절실한 실정이다.

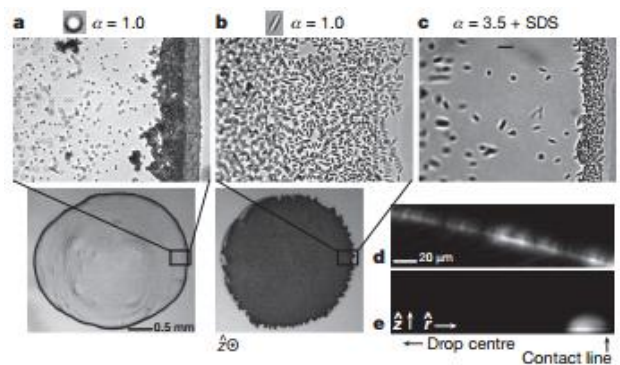
따라서 본 연구에서는 출혈자의 신체정보에 따라 혈액성분의 구성이 차이를 가진다는 점을 토대로 혈액이 증발할 때의 혈흔 형성 및 형상이 달라지는 원리를 이용한 신속한 혈흔 감정 기법을 개발하고자 한다. 이러한 새로운 혈흔 감정 기법을 이용하여 현장 수사관들이, 전문 과학수사관이 파견되기 이전에 신속하게 출혈자의 기초 신체특성을 확인할 수 있을 것이다. 이를 통해 보다 쉽게 용의자 추론이 가능하고 빠른 검거를 도와 추가범죄를 예방과 치안역량의 선진화를 꾀할 수 있을 것으로 고

대한다. 나아가 본 연구의 결과물과 IT 기술을 접목한 전문 혈흔 감정 어플리케이션을 개발하여 원천 창조기술로서 치안 한류 수출이 가능할 것으로 기대한다.

### 국내외 연구 동향 및 선행 연구

미국과 캐나다에서는 혈액 방울의 동역학적 분석이 혈흔 과학 수사를 위해 오래전부터 활발히 연구되어왔다. Yunker et al. 은 혈흔의 형상에 대한 기초 연구로서 커피 액적 내에서의 유동현상과 이에 의해 움직이는 액적의 용질을 파악하여 커피얼룩이 생기는 물리적 원리를 확인한 바 있다(<그림 1>).

<그림 1> 커피 자국 끝단에서의 침전물 형태에 대한 실험 결과

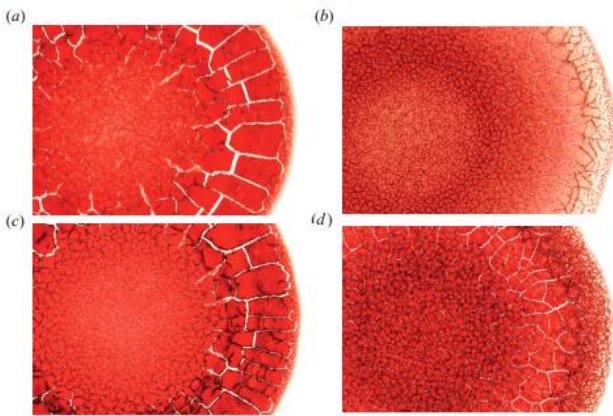


출처: Yunker et al., 2011.

이 외에도 커피 액적의 유동 연구를 바탕으로 실제로 출혈자의 신체 정보에 따라 혈흔 형상에 차이가 있다는 것을 발견한 연구사례가 존재한다. (Brutin et al., 2011). <그림 2>와 같이 출혈자의 건강상태에 따라 혈흔

형상에 차이가 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 구체적인 차이점에 대한 분석이 부족하고, 물리학적으로 형상 차이의 근원에 대한 연구는 결여된 실정이다. 또한 실제 감정 기술로 발전하기 위한 분석 방법의 표준화 및 출혈자 신체 정보 일반화에 대한 데이터 역시 미비하다.

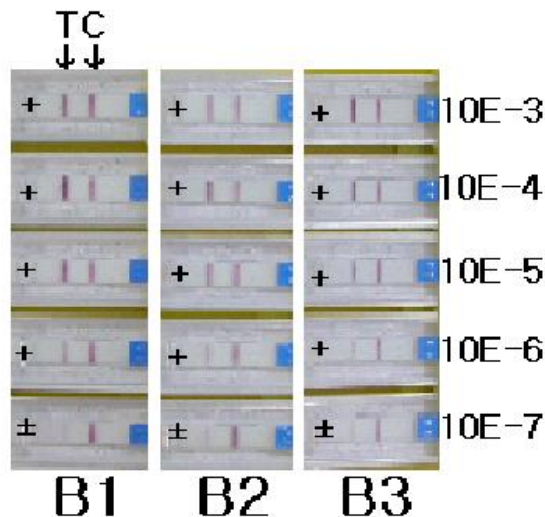
<그림 2> 출혈자의 건강상태에 따른 혈흔 형상의 차이



(a) 23세 정상여자 (b) 빈혈환자  
(c) 27세 정상남자 (d) 당뇨병환자

출처: Burtin et al., 2011.

<그림 3> FOB (Fecal Occult Blood kit)의 성능 평가



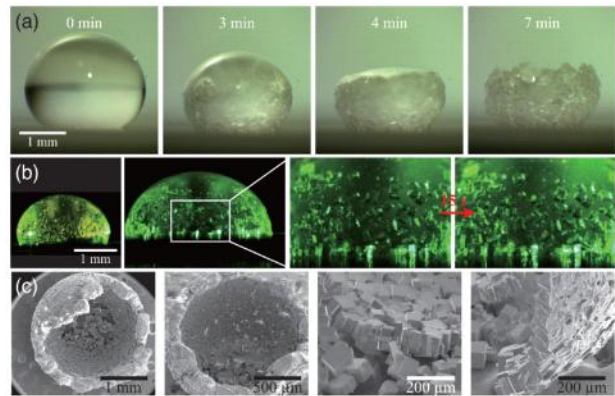
출처: 임시근 외 5명, 2009.

더욱이 국내에서도 혈흔 과학 수사에 대한 연구 개발로 혈액 관련 법생물학적 연구가 이

루어지고 있지만, 미국과 캐나다의 연구 수준에 비교하면 아직까지 빈약한 실정이다. 그림 3과 같이 최근 개발된 FOB 키트는 크로마토그래피 방법을 이용하여 기존의 거름종이를 이용한 정색반응법인 LMG (Leucomalachite Green) 보다 월등히 높은 성능을 보여 실제 범죄 수사의 신속함을 높여줄 것으로 기대되지만, 액적의 동역학적 연구와 유체역학을 바탕으로 한 혈흔의 형태에 대한 연구는 부족하다.

이와 같이 혈흔내의 미세 입자 응집 형상에 관한 연구는 혈흔의 운동역학적 발생 원리와 비교하여 상대적으로 매우 적다. 그러나 본 연구진은 혈흔내의 미세 입자 응집 형상으로 확장 가능한 연구를 시행한 바 있다. 예컨대 <그림 4>와 같이 폴리머 표면에 나트륨이 함유된 액적이 증발할 때 나타나는 입자의 움직임의 가시화하고 형상을 분석하였다.

<그림 4> Polypropylene 표면에 농도 20%의 나트륨 액적이 증발할 때 입자들의 자가 조립 형상



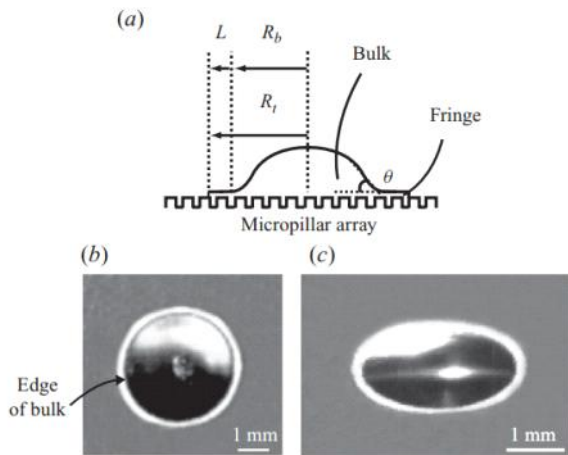
출처: B. Shin, M.-W. Moon, and H.-Y. Kim, Langmuir 30, 12837-12842, 2014.

또한 <그림 5>와 같이 구조물이 있는 표면에서 액적이 퍼질 때 나타나는 형상을 유체역학적으로 연구하였다.

본 연구진은 앞서 살펴본바와 같이, 그동안 진행해온 선행연구를 통해 혈흔에 나타나는

적혈구의 응집 형상과 더불어 혈흔이 형성될 때의 적혈구의 움직임을 유체역학적으로 분석하는데 도움이 될 것으로 생각한다.

<그림 5> 구조물이 있는 표면에서 액적이 퍼질 때 액적 형상의 가시화



출처: S. J. Kim, M.-W. Moon, K.-R. Lee, D.-Y. Lee, Y. S. Chang, and H.-Y. Kim, J. Fluid Mech. 680, 477-487, 2011.

스마트폰과 같이 간단한 이미지 분석 장치를 활용해 출혈자의 기초신체 정보를 감정할 수 있는지에 대한 가능성을 판단할 계획이다.

즉 본 연구는 증발하는 혈액의 유동과 미세 입자 자가 조립간의 관계 규명 및 이를 응용한 다양한 파급 기술 개발과 같은 기술적 측면에 성과가 있을 것으로 기대된다. 또한 기존에는 없던 새로운 형태의 감정 기술의 가능성을 제안하기 때문에, 실제 범죄 현장에서 적용 가능하다고 판단되며 치안강화 및 추가 범죄 예방, 혈흔 형상 데이터베이스 표준화 등의 기대효과가 있을 것으로 예상된다. **PSI**

본지에 실린 내용은 집필자 개인의 견해로서 치안정책연구소의 공식입장과 다를 수 있습니다. 치안정책리뷰는 치안정책연구소 홈페이지(www.psi.go.kr)에서 무료로 다운로드 받으실 수 있습니다.

**치안정책리뷰 편집팀**

편집팀장 : 권태형 연구관  
 편집위원 : 이춘삼 연구관

**치안정책리뷰 편집실**

☎16912 경기도 용인시 기흥구 언남로 74  
 경찰대학 치안정책연구소  
 • 전화 : 031-620-2574 (경비)61-2574  
 • e-mail : thkwon@police.go.kr

**맺음말**

혈흔의 형태 분석은 중요한 과학수사기법 중 하나로서, 신속한 수사를 돕는 필수 요소이다. 이에 따라 본 연구진은 혈흔 형태 분석 연구개발을 위해 연구개발의 목표를 3단계로 나누어 진행하고자 한다. 첫 째로 고착된 혈흔의 형성 원리를 연구한다. 이 연구에서는 2개 이상의 미세입자를 가지고 있는 액적의 증발 거동을 해석하는 것이 주요 목표이다. 이어서 본 연구의 2번째 단계는 출혈자 신체특성에 따른 혈흔 형상 데이터베이스를 구축하고자 한다. 이를 위해, 성별, 건강 정보, 혈중알코올 농도 차이에 따른 혈흔 형상 특성 비교 연구를 수행할 계획이다. 마지막으로 3번째 단계는 혈흔 가시화 감정기술 보급화를 위한 기반기술을 확보하는 것이다. 혈흔 형상 특이성 인식 알고리즘을 개발하여 최종적으로

- ☆ 현장에서 느낀 소중한 의견을 보내주신 여러분들께 감사드립니다.
- ☆ 치안정책리뷰에 원고를 보내주신 분들 중 게재된 분들께는 소정의 기념품을 드립니다.
- ☆ 앞으로도 일선경찰관 여러분의 많은 참여를 부탁드립니다.

## 진입과 대피를 동시에 고려한 긴급 상황 대응 알고리즘 연구 및 개발



서울대학교 산업공학과 공급망관리연구실 교수 문 일 경

인구가 과밀화되고 건물과 기간 시설들의 고층화 현상이 심화된 현대 도시에서는 화재·폭발물·인질극 등의 긴급 상황이 발생할 경우 그 피해의 규모가 과거에 비해 매우 커질 수 있다. 2011년도에 발생한 노르웨이 정부청사 폭탄테러, 애리조나 쇼핑몰 총기 난사 등 근 몇 년간 치안을 위협하는 큰 사건이 다수 발생함에 따라 예방, 대비, 그리고 대응의 중요성이 더욱 크게 대두되고 있다.

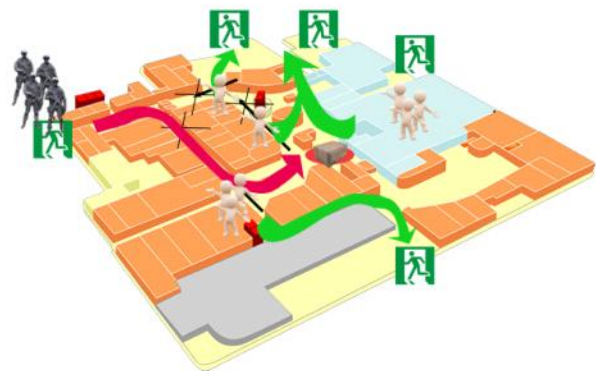
고려하여 최적 대피 및 진입계획을 수립하기 위한 모형을 설계하고자 한다. 개발될 모형은 도면을 이용한 건물의 구조, 특성 파악과 사물인터넷에 기반을 둔 실시간 인원 파악 및 대피 유도를 가정하며, 모델링과 알고리즘에 수리계획법과 휴리스틱(heuristic) 방법을 이용할 것이다. 본 연구에서 연구하고자 하는 진입과 대피를 동시에 고려한 대응 계획의 개념도를 <그림 1>과 같이 나타내었다.

### 연구의 개요

긴급 상황에서의 대응에 대한 기존의 연구는 대부분 상황의 발생을 인식한 이후 최대한 많은 사람들을 효율적으로 대피시키는 방법의 개발에 집중되어 왔다. 사람들의 성향과 특성을 고려하여 대피 양상을 예측하는 알고리즘과 시뮬레이션이 다수 개발되어 있으며 건물 내 센서를 이용하여 실시간으로 특정 구역의 인원을 파악하고 능동적으로 대피 경로를 유도하는 기술 또한 연구되었다. 또한 대피 측면뿐만 아니라 구조대의 진입에 대한 연구 및 훈련도 수행되고 있다. 그러나 기존 연구가 대피와 진입 중 한 가지만을 다루고 있는 반면, 실제 상황에서는 시민들의 대피와 경찰특공대 및 소방관의 진입이 순차적으로가 아니라 동시에 이루어지기 때문에 이를 동시에 고려하여 최적화하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 연구팀은 고층 빌딩 등의 건축물에서 긴급 상황이 발생하였을 경우 시민의 대피와 경찰특공대 및 소방관 등의 진입을 동시에

<그림 1> 진입과 대피를 동시에 최적화한 대응 계획 개념도



개발된 모델과 알고리즘을 이용하여 대응 시스템을 개발, 주요 건물에 도입할 경우 긴급 상황이 발생했을 때 신속한 진입과 대피를 위한 대응 계획이 빠르게 수립되어 현장 담당자가 이용할 수 있을 것이며 골든타임 이내에 상황을 종료시켜 피해를 최소화하는데 도움이 될 것으로 기대한다. 이를 통해 시민과 국가의 안전을 강화하고 치안에 대한 신뢰와 믿음을 향상시킬 수 있을 것이다.

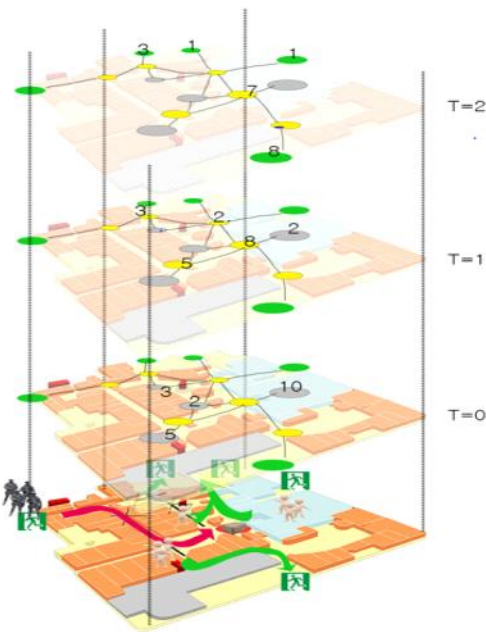
**연구방법**

본 연구에서는 다음 세 가지 연구방법을 이용한다.

**□ 수리최적화 모형**

수리모형을 기반으로, 다양한 수치 실험과 사례 개발을 통하여 긴급 상황 및 재난 대피 모형을 개발할 것이다. 현실의 다양한 제약 조건을 고려할 때, 본 문제를 혼합정수계획법 (Mixed Integer Programming)을 이용한 네트워크 모형(시간대별 대피 인원과 진입 인원의 이동시간을 비용으로 설정한 최소비용흐름문제)으로 개발할 수 있다. 실제 시스템을 수리모형으로 모델링하는 과정을 <그림 2>와 같이 나타내었다.

<그림 2> 수리모형 모델링 과정의 예



**□ 휴리스틱 및 메타휴리스틱 알고리즘**

다양하고 복잡한 제약조건을 가진 혼합정수계획법의 경우 전역 최적해를 찾을 수 있지만 대신 풀이에 매우 긴 시간이 필요하다. 반면 긴급 상황은 그 특성상 빠른

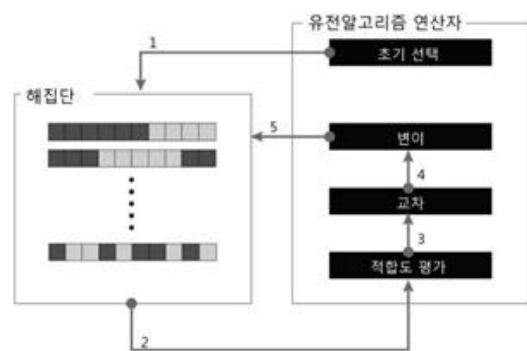
의사결정이 중요하기 때문에 시간 효율적인 방법을 이용할 필요가 있다. 휴리스틱 방법은 허용 가능한 시간 내에 좋은 해를 구할 수 있기에 빠른 의사 결정에 도움이 될 것이며, 이를 응용한 복합유전알고리즘(Hybrid Genetic Algorithm, HGA)과 같은 메타휴리스틱 알고리즘도 함께 사용할 것이다. 이러한 유전 알고리즘 프로세스를 <그림 3>, <그림 4>와 같이 나타내었다.

<그림 3> 유전 알고리즘 프로세스

```

n 개의 초기 염색체 생성;
repeat
  for i = 1 to k {
    두 염색체 p1, p2 선택;
    offspring = crossover(p1, p2);
    offspring = mutation(offspring);
    적합도 평가;
  }
  offspring,...,offspring 을 population 내의 k 개의 염색체와 대치;
} until(정지 조건 만족)
남은 해 중 최상의 염색체를 return;
    
```

<그림 4> 유전 알고리즘 프로세스

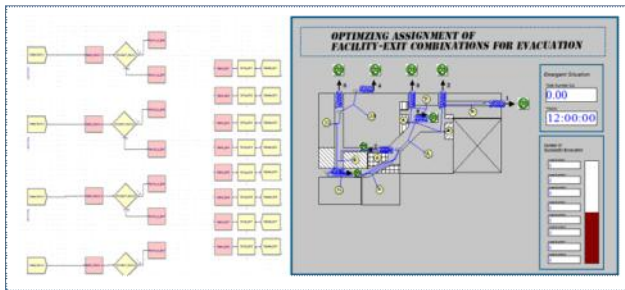


**□ 시뮬레이션**

긴급 상황 대응 알고리즘의 이론적 결과를 도출하고 연구의 결과를 검증하기 위해 시뮬레이션을 사용할 것이다. Arena는 Windows 기반의 소프트웨어와 완전한 호환이 가능한 시뮬레이션 소프트웨어로서, 진입과 대피가 일어나는 상황을 이산 사건 시스템으로 모델링하여 시뮬레이션할 수 있게 한다. 또한 Arena의 기능 중 OptQuest 기능을 사용하여 계산한 시간 효율적인 해를

수리최적화, 휴리스틱 및 메타휴리스틱 알고리즘을 이용하여 도출한 해와 비교 평가할 수 있다. 시뮬레이션 검증 모형의 예를 <그림 5>와 같이 나타내었다.

<그림 5> 시뮬레이션 검증 모형



**연구개발결과의 활용방안**

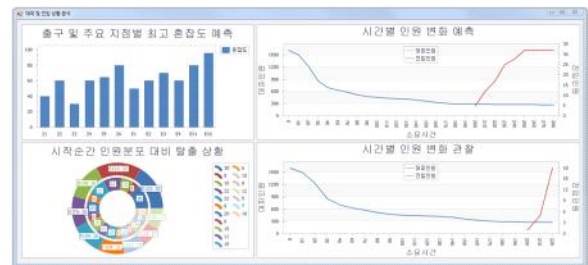
본 연구에서는 시민의 대피와 경찰·소방관·경찰특공대 등의 진입을 동시에 고려한 대응 계획을 수립할 수 있는 모형을 개발할 것이며, 이를 통해 추가연구를 선도하고 이후 시스템 개발에 기여할 것이다. 특히 추후 시스템 개발 연구가 이어질 경우 인질극, 폭발물 신고, 화재 등 다양한 긴급 상황에 활용될 수 있는 효과적인 통합 대응 시스템을 개발하여 더욱 안전하고 신속한 긴급 상황의 해결에 핵심적인 역할을 할 수 있을 것이라 기대한다. <그림 6>, <그림 7>은 후속

연구를 통해 개발할 계획인 통합 시스템의 화면 예시이다.

<그림 6> 대피 및 진입 최적화 시스템 화면 예시(계획 부분)



<그림 7> 대피 및 진입 최적화 시스템 화면 예시(통계 부분)



대피와 진입을 동시에 고려한 현실적이고 고차원적인 모형을 통하여 현장 인원과 연구 지원인력 모두 한층 더 발전된 기술력을 확보할 수 있을 것이며, 유동인구가 많은 지역에서의 테러 등 세계적으로 긴급 상황의 사례가 증가하는 추세에서 이러한 시스템의 개발과 도입이 치안 선진국으로서의 대한민국 국가브랜드 가치 향상과 함께 새로운 수출 영역 확보를 통한 창조경제의 새로운 사례가 될 수 있을 것으로 기대한다. **PSI**

## 미래 교통 환경을 고려한 운전자 피로 측정기법 연구



국민대학교 자동차공학과 교수 양지현

### 졸음 운전의 심각성

교통사고 원인의 90% 이상이 운전자 부주의, 과실 및 법규 위반 등으로 발생한다고 알려져 있다. 그 중에서도 졸음운전은 위험상황에 대한 대처가 미흡해, 피해 정도가 더욱 심각하다. 실제 졸음운전 사망률은 4.3%로, 전체사고 사망률 2.1%보다 2배 이상 높다.

졸음운전은 그 위험성이 음주운전의 그것과도 비교될 만큼 위협적이다. 하지만, 음주운전의 여부 및 정도는 혈중알코올농도(BAC, Blood Alcohol Concentration)등과 같은 정량적인 지표를 통하여 측정가능하고 법규로서 제재가 가능하지만, 졸음운전은 정량적으로 측정할 지표 등이 부재하여 교통법규 등으로 통제되고 있지는 못하는 실정이다.

연구개발 관점에서는, 졸음운전이나 운전자의 부주의 상태를 탐지하여 미연에 사고를 방지하고자 하는 시스템에 대한 연구는 산·학·연에서 광범위하게 진행되어 오고 있다. 이러한 운전자 피로 탐지 및 대응 시스템은 운전자 모니터링 시스템(DMS, Driver Monitoring System) 혹은 운전자 지원 시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance System)의 일부로도 볼 수 있으며, 또한 차량의 능동 안전 시스템(Active Safety System)<sup>1)</sup>으로도 개발되고 있다.

1) 능동안전시스템(Active Safety System)은 안전벨트, 에어백 등의 수동안전시스템(Passive Safety System)과 대비되는 개념으로, 다양한 센서와 기술(enabling technology)을 사용하여 충돌이나 위험을 능동적으로 예측 및 대응하여 사고 발생을 미리 회피하거나 피해 수준을 경감시키는 시스템을 뜻한다.

### 피로 운전을 탐지하는 여러 가지 방법

졸음 혹은 부주의 등 운전자 상태를 탐지하는 기술적인 방법은 다음과 같이 크게 세 가지 방법으로 분류할 수 있다. 1) 심박수(heart rate), 심전도(ECG), 뇌파(EEG), 호흡수(breathing rate) 등 운전자의 생체 신호를 측정하여 탐지하는 방법; 2) 운전자의 눈 깜빡임 정도<sup>2)</sup>, 고개 끄덕임 등 운전자의 신체적인 변화 및 행동 특성을 관찰하여 분석하는 방법; 3) 운전자의 조향 반응 시간, 가/감속 반응시간, 차량의 속도, 가속도, 조향 패턴, 차선이탈여부 등 차량의 거동 특성을 분석하는 방법이다.

이러한 탐지 방법들은 각각의 장단점이 있는데, 예를 들어, 생체 신호 탐지의 경우, 운전자의 신체에 접촉하는 불편함이 있으며, 운전이라는 동적 상황에서 잡음이 없는 데이터를 수집하기 어렵다. 운전자의 행동 특성은 탐지되더라도, 이미 졸음이 발현(unmasked) 상태인 경우에 탐지되어, 졸음관성(sleep inertia)으로 인해 운전자를 졸음이 아닌 상태로 재빨리 되돌리기 어렵다. 차량 신호 분석은 추가적인 센서 등을 사용하지 않아도 되는 장점이 있으나, 졸음의 위장적 특성(camouflage nature)을 파악하여 탐지하기는 쉽지 않다. 따라서, 위의 방법을 복합하여 졸음 운전을 탐지하는 시도가 일반적이다.

2) 눈깜빡임 정도를 나타내는 대표적인 지표로서 PERCLOS(Percentage of Eye Closure)를 들 수 있다.

### 미래교통환경을 고려한 피로 운전 대응 기법 연구

미래교통수단으로써 인간 중심의 안전하고 편리한 미래형 스마트카를 개발하기 위해서는 운전자의 다양한 행동과 인지·감정 상태, 예컨대 인지부하, 부주의, 피로, 졸음, 음주 여부 등을 모니터링하고 운전자의 의도를 파악하여야 한다. 이러한 운전자 모니터링에 근거하여, 운전자 혹은 스마트카에 적절한 정보를 알맞은 모달리티를 통해 제공하여, 운전 경고, 회피 기동 등을 수행하는 것이 필요하다.

그러나 지금까지의 대부분의 연구는 주로 스마트카의 입장에서 외부 환경을 인지하고 처리하는 센서 및 알고리즘 중심의 연구 예를 들면, 비전 기반 환경 인식 시스템, 충돌 제어 시스템, 항법 시스템 개발 등-에 초점이 맞춰져 왔으며, 실제로 운전자의 졸음, 피로, 부주의 등 비정상 운전상태를 탐지하였을 경우에 적절한 대응방법에 대한 연구는 상대적으로 미흡한 편이다.

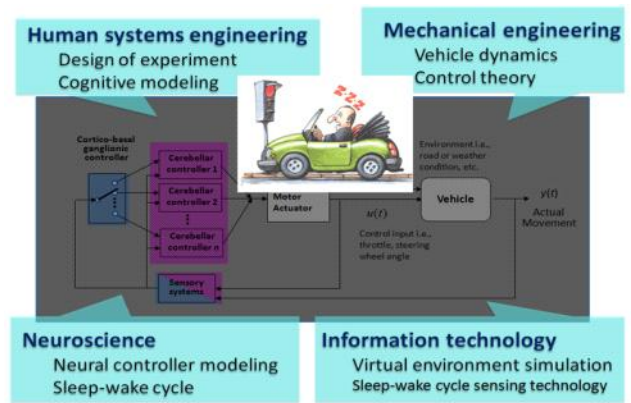
그 주된 이유로, 자율주행자동차/무인자동차 등 미래형 스마트카가 기존의 운전자 혹은 오퍼레이터의 역할을 완벽히 대체하여 전체 시스템에서 인간 요소의 고려가 필요 없을 것이라는 막연한 기대감으로 전체 스마트카 시스템에서 인간 요소의 중요성을 인지하지 못한 것이다. 하지만, 다양한 운전 임무 요소의 자동화로 인해 전통적인 운전자 임무가 새롭게 “변화”할 것이라는 1970년대 연구에서도 볼 수 있듯이, 스마트/고자동화/무인 기술의 도입으로 인해 인간과 시스템간의 새로운 관계가 형성되는 것이며, 그에 따른 다양한 문제점 - 각 요소 간 신뢰(trust) 형성, 커뮤니케이션, 임무 재분배 등-이 발생한다.

예를 들어, 자동차 충돌 방지 시스템 연구에서는 레이더를 비롯한 센서의 완벽한 성능을

가정하더라도 알고리즘에 대한 운전자의 인지 및 행동 패턴 등에 대한 이해가 전체 충돌방지 시스템의 성능을 좌우하는 요소(dominant factor)이기 때문에 지능형 자동차의 개발에 운전자-차량 상호작용의 이해가 필수라는 것이 밝혀졌다. 또한, 지능형 능동 안전 시스템 등 첨단 기술이 운전 성능(driving performance)을 향상시키는 것은 확실하지만, 다른 한편으로는 운전자가 이러한 첨단 기술을 과잉 의지(overrelying)하고 위험 상황을 더욱 감수하여 결과적으로 안전 운행(driving safety)을 담보하지 않는다는 사실 또한 인지해야 한다.

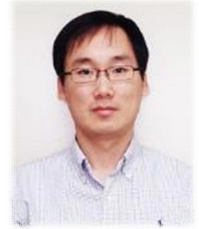
이와 같이, 기술의 발달로 인해 운전자-차량의 상호작용(HVI, Human-Vehicle Interaction)에서 새롭게 고려해야할 점들이 오히려 증가하는 것을 알 수 있으며, 시스템의 안전과 편리성을 위해 HVI 연구가 필수적임은 자명하다.

<그림 1> HVI 연구의 학제간 융합성



본 탐색 과제에서는 이러한 미래교통환경을 고려하여, 운전자의 피로 상태에 대한 적절한 대응방법을 모색하는 연구를 진행한다. 정책적 대응 방법, 실시간 대응 방법 등 선행 연구를 조사한 뒤, 다양한 모달리티(예:시각, 청각, 후각 등)를 활용한 피로대응방법을 설계한다. 그리고, 대표적인 주행시나리오를 선정하여, 차량 시뮬레이터 환경에서 다양한 대응방법의 효과성에 대해 알아보고자 한다. [PSI](#)

## 중국 공안부 제1연구소와 제3연구소 방문기



경찰청 미래발전담당관실 경감 김창주

경찰청 미래발전담당관실과 과학수사과, 장비과, 교통운영과에서는 실무자 중심으로 지난 2015년 5월 11일부터 15일까지 4박 5일의 일정으로 북경에 위치한 중국 공안부 산하 제1연구소와 상해에 위치한 제3연구소를 방문하였다.

### 중국 공안부 제1연구소

중국 공안부 산하의 제1연구소는 1960년에 공안부 직속으로 설립된 최초의 연구기관이다<sup>3)</sup>. 공안관련 과학기술 연구개발을 통해 경찰, 출입국관리, 교정 등 공공안전과 관련된 분야에 기술개발, 상품생산, 인증 등을 실시하는 종합 연구기관이다.

인력은 무려 2800여 명에 달하며, 연구소장은 우리나라의 치안감 급에 해당하는 '1급 경감(警監)'이 담당할 정도로 그 위상도 상당하다. 연구소는 박사급 58명, 석사급 300여 명, 학사급 600여 명 등 다수의 전문 인력 보유하고 있으며, 연구 수요의 증가에 따라 연구원도 점점 증가 추세라고 한다. 방문단에게 브리핑을 해 준 '유병(余兵)' 소장조리(所长助理)<sup>4)</sup>에 따르면 연구원의 수는 과학기술을 활용하는 다양한 연구 분야에 비해 여전히 부족한 수준이며, 이에 따라 연구소 인력을 지속적으로 충원하고 있다고 한다.

3) 중국 당국은 공안부 산하에 과학기술 분야 R&D 목적으로 13연구소 운영 중이며, 이 외에도 정책분야 연구 목적으로 「형사기술연구소」와 「정보연구소」를 운영 중

4) 연구소 부소장급에 해당

### ● 연구소 산하 조직

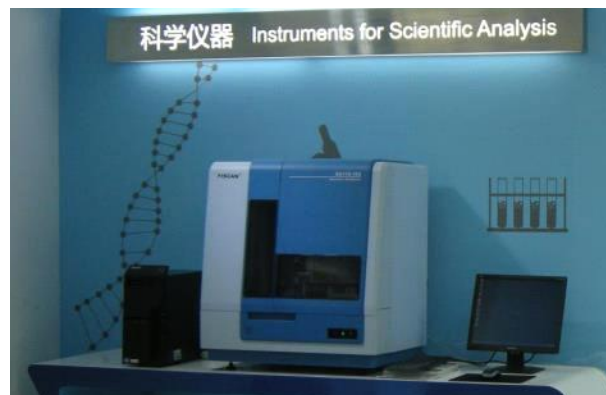
제1연구소는 산하에 안전검사기술(安检技术), 증명기술(证件技术), 과학분석측정기술(科学分析仪器技术), 네트워크정보안전기술(网络与信息安全技术), 동영상응용기술(视频技术与应用), 사물인터넷응용기술(物联网应用技术), 경찰통신기술(警用通信技术), 경찰장비기술(警用装备技术), 표준화 및 검측기술(标准化与检测技术) 등 9개의 연구 분야에 대한 각 연구부서가 존재하고, 이 외에 관련 직무를 관리(행정업무)하는 관리부처를 두고 있었다.

또한, 연구 개발한 각종 장비를 직접 생산하는 생산기지를 다수(11개 공사)<sup>5)</sup> 보유한 특징이 있다.

### ● 주요 연구 실적

연구소에서는 그동안 미국 회사가 독점하고 있던 DNA조사 분석 장비 개발에 성공하여 현재 현장에서 활용 중이라고 한다.

<그림 1> 자체 개발에 성공한 DNA 분석 장비



또한 경찰업무용 정보통신 시스템도 직접

5) 북경연경과기유한공사(北京燕京科技有限公司) 등

개발하고 있으며, 신분증 위조 방지 기술·전자여권칩 등 신분보안 기술도 연구소에서 직접 개발하여 활용 중이다. 또한, 무인항공기(드론)를 연구 개발하여 실제 치안업무에 활용하고 있으나(대규모 집회 관리 등), 아직 관련 사용지침은 마련하지 않은 상태라고 한다.

그리고, 진압복 및 방패 등은 물론 물포차, 음향포차 등 각종 집회시위 관리 장비도 연구소에서 직접 개발하고 있었다.

<그림 2> 집회시위 관리 장비(진압복)



<그림 3> 집회시위 관리 장비(방패류)



<그림 4> 집회시위 관리 장비 (폭발물 제거 복제 및 장비)



과학기술을 활용한 활발한 연구개발을 통해 제1연구소 자체적으로 특허를 취득하는 등 대외적인 성과도 상당하였다.

<그림 5> 연구소 주요 특허 등 전시물



● 채용 및 승진 등 인사관리

공안(경찰관)은公安부에서 정원을 관리하고 있으며, 전문 연구인력은 연구소의 필요에 따라 자체 채용이 가능한 시스템이었다. 그리고 민간에서 경력자를 채용하기도 하는데, 실제로 현재 연구인력 중 20% 정도는 민간에서 채용한 인력이라고 한다.

관리직군(공안)은公安부의 승진 방식에 따르며, 기술연구직(연구원)은 기술직군의 승진 방식에 따라 별도로 승진이 이뤄지고 있고, 별도의 승진심사위원회를 구성하여 위원회의 평가를 거쳐 승진이 이뤄지고 있었다.

● **외부기관과의 협력**

제1연구소는 외부와의 협력연구를 시행함에 있어서 제한사항이 전혀 없다고 한다. 그렇기 때문에 북경대나 칭화대 등 중국 내 유수의 대학과 공동연구를 진행하고 있었다.

그리고, 필요할 경우에는 연구소에서 일반 기업에 직접 투자를 하는 경우도 있으며, 공동 연구를 통해 생산한 제품을 경찰 내부 뿐만 아니라, 외부에도 판매하고 있다고 한다. 즉, 공공기관 내부 뿐만 아니라, 관련 산업의 활성화에도 관심을 기울이고 있었다. 그 결과 엑스레이(X-ray) 투시장비 등은 러시아와 호주 등 세계 16개국에 수출까지 하고 있다고 한다.

또한, 우리나라를 비롯한 해외 경찰 기관의 연구소 방문은 매우 자주 이뤄지고 있으나, 방문 및 견학이 일회성에 그치고 있다고 아쉬움을 드러냈다. 제1연구소는 향후에 우리나라의 치안정책연구소와의 활발한 교류협력을 희망하고 있었다.

그리고 지난 2002년부터는 제1연구소의 주도로 제3연구소와 직속 연구센터, 산하 기업체가 공동으로 국제경찰용장비박람회<sup>6)</sup>를 개최하고 있다.

**중국 공안부 제3연구소**

상해에 위치한 공안부 제3연구소는 1978년에 상해공안과학연구소로 최초 설립 후, 1984년에 공안부 제3연구소로 개칭하였다. 연구소장은 제1연구소와 같이 ‘1급 경감(치안감급)’이 담당하고 있다. 소속 인력은 1700여 명이며, 이 중 박사급 인력이 7%(120여 명), 석사급이 34%(580여 명) 정도로, 제1연구소에 비해 석박사급 인력 비중이 높은 것이 특징이다. 또한 연구 인력의 60% 이상이 35세 이하

6) 지난 2014년 개최한 박람회에서는 자국 기업들이 개발한 무인항공기(드론)과 지능형 순찰로봇, 무인 순찰차량 등 최첨단 장비 등을 대거 선보임

로서 매우 젊은 편이에 속하는데, 이는 연구소의 주요 연구 분야가 컴퓨터와 인터넷 분야이기 때문인 것으로 판단된다.

● **연구소 산하 조직**

산하 조직은 연구센터와 물류인터넷기술센터, 사업부로 나뉘며, 연구센터는 주로 사이버 안전이나 수사·감정 분야의 연구를 담당하고 있다.

제1연구소와 마찬가지로 산하에 생산시설 및 평가 인증기관을 갖추고 있으며, 연간 수십건의 특허 출원과 수백 편의 연구논문을 게재하고 있다. 특이한 점은 자체 학술지도 발간(『信息网络安全』 Netinfo. Security - 인터넷보안 관련 학술지, 2009년 1월 창간)하고 있다는 점이다.

● **연구 개발 현황**

산하 연구부서로 ‘국가 컴퓨터바이러스 연구대책센터’, ‘인터넷 정보안전 연구센터(信息网络安全公安部重点实验室)’, ‘네트워크안전기술연구센터(网络安全技术研发中心)’, ‘사물인터넷연구개발센터(物联网技术研发中心)’ 등이 있으며, 사이버 안전, 인터넷 보안, 특수통신, 마약, 컴퓨터 바이러스, 폭발물(대테러) 등을 주로 연구하고 있다.

제1연구소와 마찬가지로 관련 장비를 개발·생산하여 전국 공안기관에 제공하고 있었으며, 특히 사이버범죄 수사 분야에 있어서 사이버상 증거수집 기법, 검증(감정) 기법 등을 개발하여 일선에 보급하고 있다고 한다.

감정분야에 있어서는, 컴퓨터(디지털포렌식)는 물론 음성 및 화상 분석, 지적재산권 분야 등 매우 폭넓은 분야에서 감정 업무를 담당하고 있으며, 전국 공안기관 중 감정건수가 가장 많다고 한다.

중국은 최근 인터넷 상의 신분확인 시스템인 eID(electronic IDentity)를 상용화하기도

하였는데, 여기에 사용된 핵심 기술 및 기법을 제3연구소에서 개발하였다고 한다.

주요 생산 장비는 마약검색기, X-ray 투시기, 이온(ion)-원자 감식기기 등이 있다. 산업화를 위해 각종 사업부를 산하에 두고 육성하고 있고, 이를 위해서 산하에 특종사업부(特种事业部), 형사수사사업부(刑侦事业部), 위조방지사업부(防伪事业部), 상해국제기술거래연합유한공사(上海国际技贸联合有限公司), 상해첨단과학기술공사(上海辰锐信息科技有限公司)를 두고 있다.

● 채용 및 승진 등 인사관리

제3연구소는 정원의 80%가량이 연구인력이며, 나머지 20%는 행정지원 인력으로 편성되어 있었다. 연령별로는 35세 이하가 약 60% 정도로 가장 많고, 35~45세가 약 20%, 45세 이상 약 20%를 차지하고 있다.

연구인력은 대학 졸업생 대상으로 채용을 실시하며, 특히 석·박사급 인력을 중점적으로 모집하고 있다고 한다. 그리고 경력직 연구인력도 수시로 채용하고 있다.

연구인력은 내부적으로 견습연구원→조리연구원→부연구원→정연구원 순으로 승진 가능하며, 기술·연구 수준 및 연구 성과에 따라 승진이 가능하다고 한다.

시사점

중국은 최근 급격한 경제성장이 이루어지면서 미국과 어깨를 나란히 할 정도로 국제적인 위상이 매우 높아졌다.

특히 중국公安부(경찰)은 강력한 중앙집권적인 형태의 경찰제도를 갖고 있는 것과 같이 연구조직도 그 특성을 최대한 살려 연구개발에서 그치지 않고 물론 직접 생산 및 해외 수출까지 하고 있었다. 사실 우리나라의 실정상 직접 생산까지는 어렵겠지만, 중국公安부의

연구소를 탐방하면서 몇 가지 시사하는 것이 있다.

첫째, 고급 인력을 다수 확보하고 있다는 점이다.公安부 제1연구소와 제3연구소 공히 석박사급의 고급인력을 확보하고 있었으며, 연구인력을 필요에 따라 수시로 채용하는 등 매우 유연한 제도를 가지고 있었다. 우리나라 공무원 제도 상 매우 부러운 점 중에 하나였다.

둘째, 연구소 내에 치안관련 장비 및 기술에 관한 실험 및 인증 평가기관을 두고 있었다는 점이다. 국민과 밀접하고, 때로는 상대방에게 위해를 가할 목적으로 제작되는 경찰장비의 특성상 현장 경찰들에게 보급되기 전에 안전성이나 실용성 등을 사전에 충분히 확인할 수 있는 장치를 두고 있는 것이다. 향후 ‘국립치안과학원’ 등 연구조직을 신설할 때 반드시 참고해야 할 사항이라는 생각이 들었다.

公安부 제1연구소에는 매년 수십 개 국의 경찰관계자들이 방문한다고 한다.公安부의 연구소를 탐방하며 만난 관계자들의 모습에서는 한결 같이 ‘자부심’과 ‘자신감’ 같은 것을 느낄 수가 있었다. 대규모의 시설과 인력을 보유하고 필요한 예산을 적시에 투입하여, 일선 현장에서 필요한 장비와 기술들을 직접 개발하고, 또한 미래 활용가능한 기술들을 탐구하는 그들의 모습이 부럽지 않을 수 없었다. 하루빨리 우리 경찰에도 미래의 치안환경에 재빨리 대응할 수 있도록 연구기관이 확충되었으면 하는 바람이다. [PSI](#)



**연구소 소식**

◆ **치안정책연구 제29권 제2호 발간·배포**

연구소는 9월 30일 「치안정책연구」 제29권 제1호를 발간·배포하였다.

이번 「치안정책연구」에는 모두 10편의 논문을 게재하였으며, 치안정책연구소 홈페이지에서도 볼 수 있다.



◆ **치안정책연구소-국립재난안전연구원 합동워크숍 개최**

연구소는 10월 20일 경찰대학 영상강의실에서 국립재난안전연구원과 합동워크숍을 개최하였다. 이날 워크숍에서는 치안정책연구소 과학기술부 추진전략, 국립 재난안전연구원 연구개발 사업 추진체계와 양 기관 연구성과 등에 대해 발표와 토론을 하였다.



**연구관 동정**

◆ **권오국 연구관(사회안정·안보연구실)**은 10월 13~14일 대전 유성호텔에서 민주평화통일자문회의가 주최한 ‘2015년 민주평통 제4차 직능별 정책회의’에 사회자로 참석하였으며, 10월 25일에는 전쟁기념관에서 북한연구소와 북한학회가 주최한 ‘2015년 북한연구소 학술회의’에 토론자로 참석하였다.

◆ **이기수 연구관(범죄수사연구실)**은 10월

30일 경찰청·해경본부·한국비교형사법학회 공동학술세미나에서 ‘위치추적장치를 이용한 수사와 영장주의’에 대해 토론자로 참석하였고, 연세대학교에서 10월 한 달간 ‘언론의 자유와 명예훼손’에 관해 강의하였다.

**연구소 인사**

◆ 9월 1일 경찰연구관으로 **박원규 경위**가 부임하였고, 10월 21일에는 **장기식 연구관**이 부임하였다.

◆ 9월 16일 과학기술연구부장으로 **배순일 연구관**(일반고위공무원)이 부임하였다. **PSI**



과학기술연구부장  
배순일

□ **원고모집 안내**

치안정책리뷰에서는 다양한 치안관련 원고를 모집합니다. 게재된 원고에 대해서는 소정의 기념품을 드립니다. 많은 참여 부탁드립니다.

□ **보내실 내용**

- 치안관련 논문 요약본
- 치안정책관련 칼럼
- 일선 현장의 이야기
- 외국 경찰관련 자료 및 경찰활동 사례
- 기타 치안정책관련 동향 및 의견

□ **보내실 곳**

- e-mail : thkwon@police.go.kr
- 내부망/메신저 : 경찰대학 치안정책연구소 권태형



치안정책연구소 전경