

법과 과학

2021년 12월호



과학수사의 중심
대검찰청 과학수사부

이 책자는 실제 수사사례를 바탕으로 일선청의 과학수사를 지원할 목적으로 제작된 자료입니다. 외부에 공개되거나 유출되지 않도록 관리에 각별히 유의하여 주시기 바랍니다.

CONTENTS

목차 | 2021. 12월호

행사·학술연구·교육·대외협력

- 01 전국 심리생리검사관 대상 PCSOT 교육 실시
법과학분석과 수사관 김미영
- 04 2021 한국임상심리학회 가을학술대회 참석
법과학분석과 임상심리분석관 고민경
- 08 제7회 CSI 온라인 컨퍼런스 참석
- 세계 전문가와의 만남
법과학분석과 연구사 김경화
- 12 사건 시각화 소프트웨어 교육 참석
법과학분석과 수사관 소병민
- 17 한국유전학회 온라인 세미나 참가
디엔에이·화학분석과 연구사 김세용
- 21 제283기 특별사법경찰 수사실무 교육 과정 출강
디지털수사과 수사관 이우영
- 25 인터폴 이노베이션 센터 버추어 룸 참석
디지털수사과 수사관 문희석
- 31 국가디지털포렌식클라우드시스템 참여기관
교육 출강
디지털수사과 전문경력관 김정태
- 39 2021 제3회 대만 국제 법집행 협력 포럼 참석
사이버수사과 수사관 조평익, 에디터 황석미
- 44 법무연수원 「신임 군법무관 교육」 출강
사이버수사과 수사관 이선영



CONTENTS

목차 | 2021. 12월호

연속 기획

- 50 [디지털 포렌식 연구소 이야기]
국가디지털포렌식 클라우드시스템,
“NDFaaS” 알아보기
디지털수사과 사무관 김성원
- 57 [사건 속 법의학 이야기]
익 사
서울대학교 법의학 교수 유성호
- 63 [영화로 본 수사관 일기]
<그 녀>
코로나 2년, 사람의 향기가 그리운 시기
서울중앙지검 수사관 강현식

특별기고 - 법과학분야 우수논문 소개

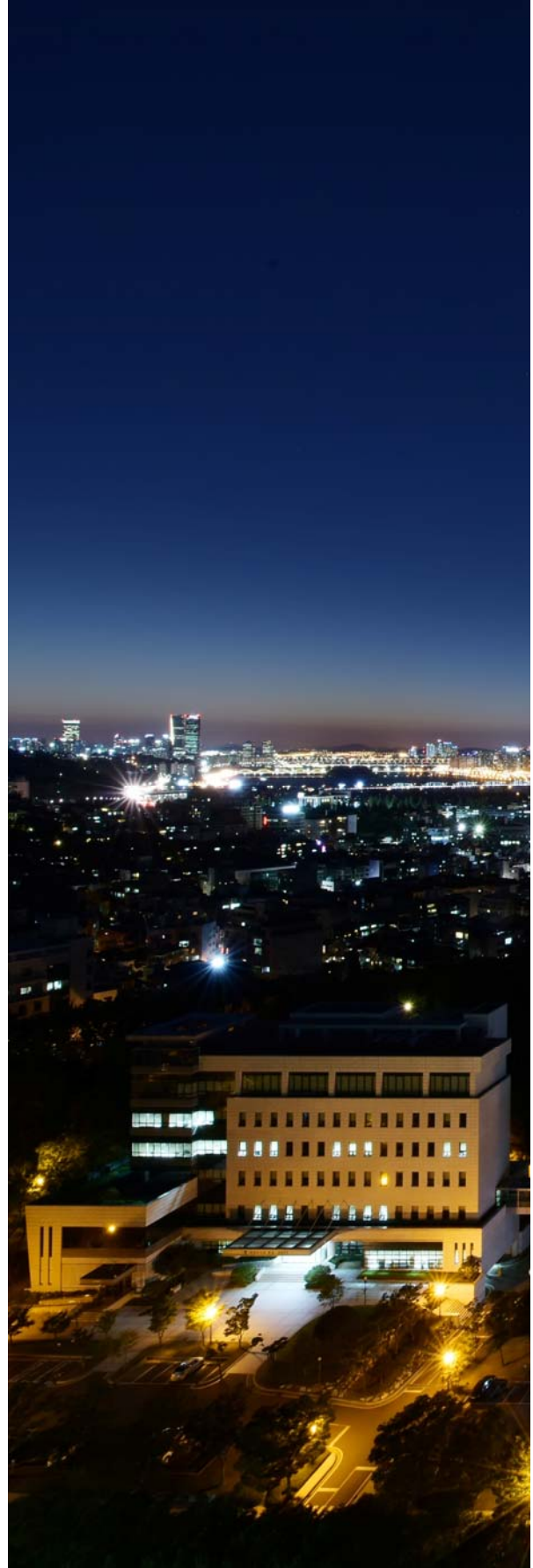
- 65 마약성과 비마약성 대마 품종의 식별을 위한
칸나비노이드 생합성 유전자 분석법 개발
디엔에이·화학분석과 연구관 오혜현

언론이 본 과학수사부

- 77 [매일경제]
“걸릴 지 몰랐는데” 토렌트에서 음란물
다운받다 딱 걸린 사연

참여마당

- 78 [법과학의 신동향] 원고 모집 안내





전국 심리생리검사관 대상 PCSOT 교육 실시

법과학분석과 수사관 김미영

대검 과학수사부 법과학분석과 심리분석실에서는 2021년 10월 20일부터 22일까지 3일간 전국의 심리생리검사관을 대상으로 PCSOT 직무교육을 실시하였습니다. PCSO T란, Post-Conviction Sex Offender Testing의 약자로 **판결 후 성범죄자 심리생리 검사**를 말합니다.

지난 9월, 전자감독 대상자가 전자발찌 훼손 후 여성 2명을 살해한 사건이 발생하여 국민적 공분을 사는 등 전자감독제도에 대한 불안감이 갈수록 높아지고 있습니다.

세계일보

전자발찌 끊고 여성 2명 살인... 56세 강윤성 신상공개

입력 2021-09-02 16:33:34, 수정 2021-09-02 16:48:00



위치추적 전자장치(전자발찌) 훼손 전후 여성 2명을 살인해 사회에 큰 충격을 준 강윤성(56)의 신상정보가 2일 공개됐다. 서울경찰청은 이날 신상정보공개 심의위원회를 열고 살인과 전자장치부착 등에 관한 범을 위한 혐의로 구속된 강윤성의 신상을

로그인 | 회원가입 | 인턴즈 구인문의 | K-PLUS(주요PDF)

국민일보
www.kmb.co.kr

전체 | 미션 | 오피니언 | 정치 | 경제 | 사회 | 국제 | 이슈&담사 | 스포츠 | 라이프 | 행

전자발찌 훼손 도주 60대 남성 함양서 검거

입력 : 2021-10-28 14:57 / 수정 : 2021-10-28 15:38



함양보초경찰소 제공

전남 순천에서 위치추적 전자장치(전자발찌)를 훼손하고 달아난 60대 남성이 경남 함양에서 검거됐다.

Deep News | Wide News | Special News | Interactive News | Interview | All

HOME > 사회 > 사회일반 > 이슈추적

법무부, 전자 발찌 훼손 대책 발표...고위험군 감독체계 강화

스 | 박세진 기자 | > 승인 2021.09.03 17:21 | > 댓글 0



공공질 법무부 범죄예방정책국(정책국) 박민재 법무부 장관, 최병일 법무부 고위험부장이 3일 오후 서울 서초구 서울고용진흥원 컨퍼런스홀에서 열린 전자장치대상자 훼손·재범사건 관련 대책 발표 기자회견에 참석해 향후 대책을 설명하고 있다. 연합뉴스

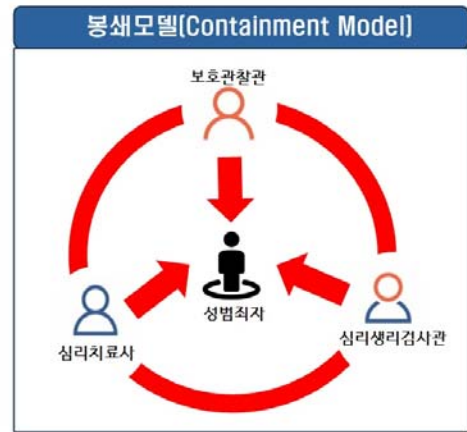
【투데이신문 박세진 기자】 최근 전자발찌를 훼손한 뒤 도주하기 전후 여성 2명을 살해한 것으로 나타난 성범죄자 강윤성(56) 사건으로 인해 국민적 불안감이 높아진 가운데, 박병계 법무부 장관이 전자 감독대상자 훼손 및 재범사건 관련 대책을 내놴다.

이에 법무부에서는 **성폭력 전자감독 대상자에 대한 지도감독을 강화**하기 위해 판결 후 성범죄자 심리생리검사(이하 PCSOT)를 확대 실시하기로 하였고, 2021. 11. 1.부터 1:1 전자감독 대상자 및 고위험군 피부착자에 대해 **전국 23개 검찰청에서 정기적으로 PCSOT를 실시**하게 되었습니다.



PCSOT는 우리에게 생소하지만 미국에서는 46개의 주에서, 영국에서는 2014년부터 잉글랜드와 웨일즈 전역에서 PCSOT를 의무화하여 활용하고 있는데요, 보호관찰 기관만이 성범죄자를 전담하는 것이 아니라, 기관협력을 통해 범죄자를 관리 및 통제하여 재범을 방지하는 데에 힘쓰고 있습니다.

PCSOT는 보호관찰 중인 전자감독 대상자에 대해 준수사항 이행여부, 새로운 범행 여부, 성적 개인력 검사 등을 진행하게 됩니다.

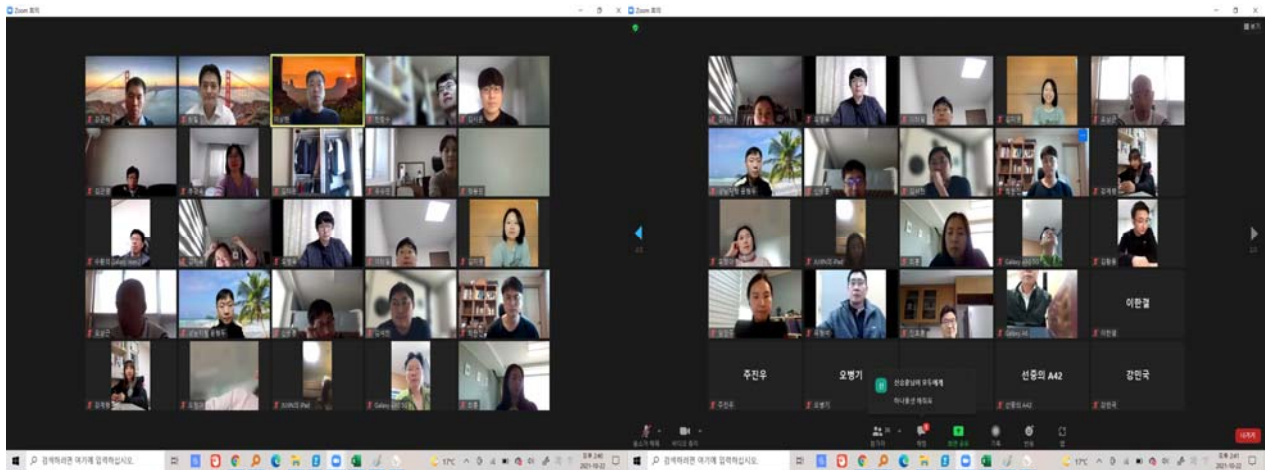


대검에서는 2016년부터 PCSOT 도입을 추진하여 성총동 약물치료 대상자에 대하여 검사를 시작하였고, 2020년부터는 1:1 전자감독 대상자에 대해서도 6개의 거점청에서 검사를 실시하였는데, 올해 11월부터는 고위험 피부착자까지 대상자가 확대되어 전국 모든 심리분석실에서 PCSOT를 실시하게 되었습니다.

전국적으로 확대 실시하는 PCSOT 업무를 준비하고자 대검 심리분석실에서는 전국 심리생리검사관을 대상으로 교육을 실시하였는데요, 코로나 19로 인하여 집합이 불가능한 상태라 Zoom을 이용하여 화상교육으로 진행하게 되었습니다.

화상으로 교육을 진행하는 것은 처음이라 우려도 컸지만, 강의 전 미리 Zoom 접속 매뉴얼과 강의 자료를 배포하고 꼼꼼하게 준비해서 교육을 시작하였습니다.

교육 첫날에는 대검 방철 심리분석실장님의 PCSOT 개관에 대한 강의를 시작으로 울산지검 주진우 검사관님, 서울서부지검 최원진 검사관님의 사례발표가 이어졌습니다. 교육 둘째 날과 셋째 날은 질문구성, 검사기법, 검사실습, 채점실습 등에 대해 대검 방철 심리분석실장님과 서울서부지검 이상현 검사관님이 강의해주셨습니다



교육 일정 내내 대면으로 교육을 진행하지 못한 것에 대한 아쉬움과 새로운 업무를 시작하는 것에 대한 부담감이 있었는데, 내년 상반기에는 검사관들 모두가 모여서 PCSOT 사례를 공유하고 정보를 교류하는 세미나를 개최할 수 있기를 희망하며 교육을 마무리 하였습니다.

심리생리검사 업무 확대에 심리생리검사관으로서 자긍심을 느끼며, PCSOT 확대 실시를 통해 전자 감독 대상자의 재범 방지 및 사회 복귀에 도움이 되기를 기대해봅니다.

한국에서 심리생리검사는 주로 형사 사건에 활용하고 있지만, 미국에서는 형사 사건 뿐 아니라 PCSOT, 채용 전 검사 등 다양한 분야에서 심리생리검사를 활용하고 있습니다. 대검 심리분석실에서는 앞으로도 심리생리검사 활용분야에 대해 관심을 기울이고 노력하겠습니다.





2021 한국임상심리학회 가을학술대회 참석

법과학분석과 임상심리분석관 고민경

한국임상심리학회(Korean Clinical Psychology Association, KCPA)에서는 지난 10월 21일부터 22일까지 '2021 가을학술대회'를 개최하였습니다. 본 학회는 약 8천여 명의 회원과 전문자격을 인준받은 1천7백여 명의 임상심리 전문가가 활동하는 국내 최대의 학회로서, 특히 올해에는 해외 석학을 비롯한 국내 교수들의 '가정폭력 및 아동학대', '임상심리학에서의 새로운 방법론'을 주제로 한 심포지엄들이 개최되었습니다. 그 중 흥미로운 내용들을 여러분들께 일부 공유하고자 합니다.

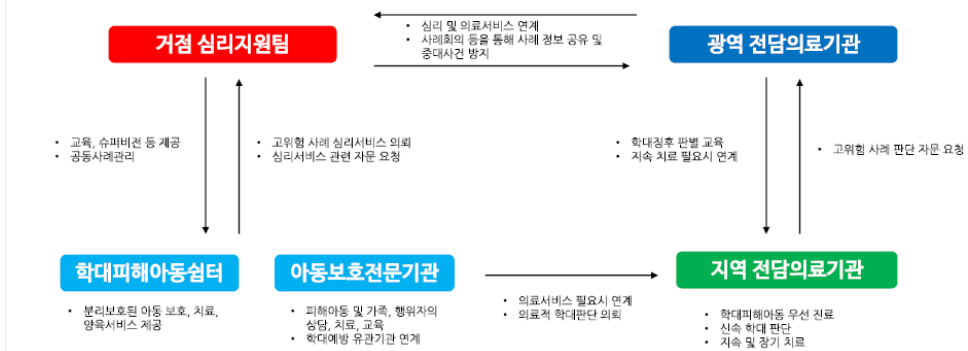


▲ KCPA 2021 가을학술대회 포스터

◆ 아동학대 장면에서 임상심리학자의 역할에 대한 심포지엄

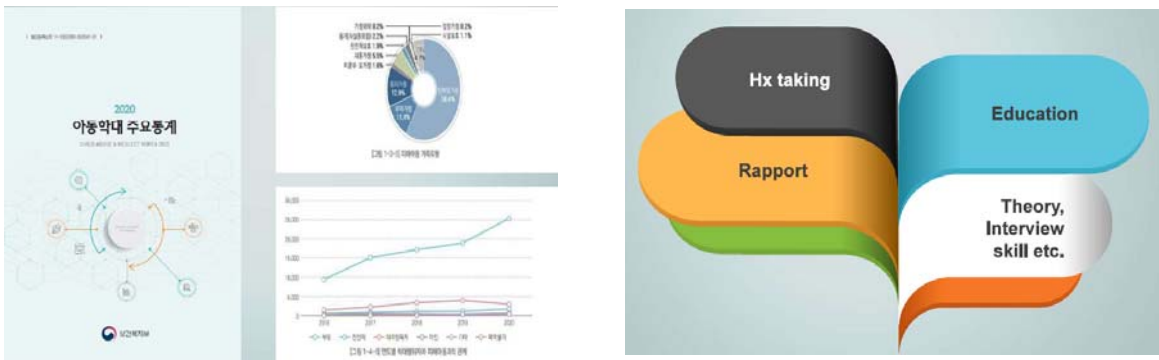
최근 한국 사회는 증가하는 아동학대에 대응하기 위하여 다양한 협력체계를 구축하고 피해자 평가 및 학대예방에 힘쓰고 있습니다. 아동권리보장원 조혜선 전문가는 아동권리보장원의 심리지원 사업을 소개하고 관련 법령과 임상심리학자의 역할에 대해 설명하였습니다.

아동학대장면의 심리서비스 체계



▲ '아동학대 장면에서의 임상심리학자의 역할' 심포지엄 화면

아동학대 지원사업에는 가해자·피해자 평가, 부모교육 프로그램, 수사기관 및 법원에서의 조사방법 등 임상심리학자가 지닌 여러 기술들이 적용될 수 있으며, 실제 현장에서는 아동학대범죄의 동기와 경위, 범죄 후의 정황, 피해아동 및 행위자의 심신상태와 재발의 위험성 등에 대한 종합적인 평가가 이루어지고 있습니다. 이처럼 아동학대사건에서 피해아동보호 및 행위자 양쪽 처분에 대한 평가개입이 가능하므로, 임상심리학자들의 역할이 더욱 중요해지고 있음을 알 수 있습니다.



▲ ‘아동학대 장면에서의 임상심리학자의 역할’ 심포지엄 화면

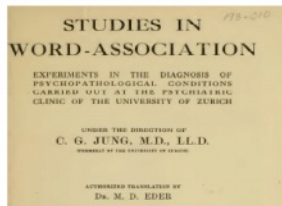
◆ 임상심리학에서의 새로운 방법론 (Computational Modeling)

모든 개인의 머릿속에는 다양한 생각들이 떠오르고 흐르게 마련입니다. 검열과정 없이 자연스럽게 흘러나오는 기억내용을 전문용어로 ‘자유연상(free association)’이라고도 하는데요, 우리 내면에 떠오른 생각을 과학적인 방법으로 측정할 수 있을까요? 이에 대해 성균관대학교 글로벌바이오메디컬공학과와 우충완 교수가 자신의 연구를 소개하여 그 답을 제시하였습니다. 우선 Francis Galton이 제시한 ‘자유연상법’에서 출발하여, 이를 임상검사로 발전시킨 Carl G. Jung의 측정 방법론 등 개발의 역사를 소개하였습니다.

자유 연상, 생각의 흐름

1904년 Carl G. Jung

Jung은 이를 임상 검사로 발전시킴



자유 연상, 생각의 흐름

1904년 Carl G. Jung

영화 "대인저러스 메소드"의 장면



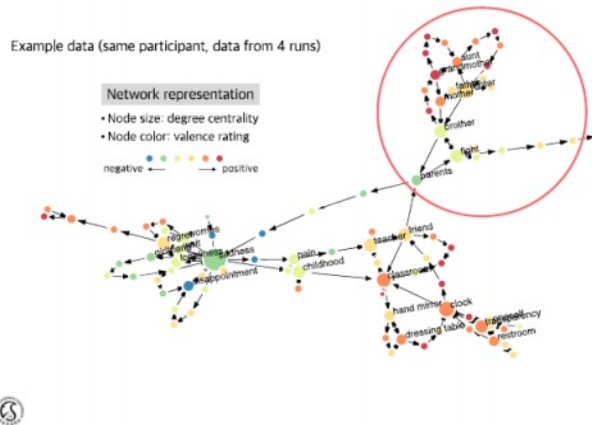
ib5

<http://www.fox.com>

▲ ‘New Methodology in Clinical Psychology- Computational Modeling’ 심포지엄 화면

아울러 성균관대학교 연구진이 최근 개발한 '인간의 자유연상에 대한 네트워크 표상' 연구에서는 인간의 생각 고리를 정서 상태와 함께 결합하여 아래와 같이 한 눈에 보기 쉽도록 도식화하는 과학적 방법에 대해서도 설명하였습니다.

What we can do with this task



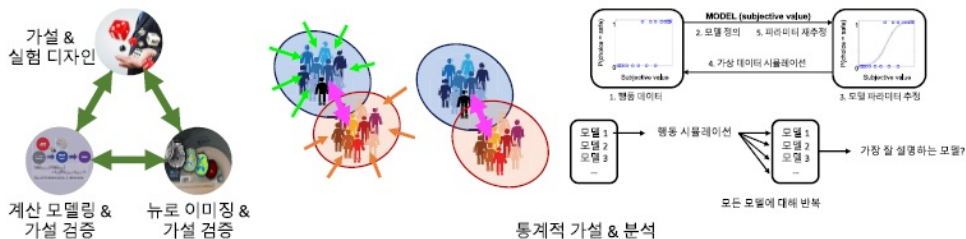
▲ '자유연상 및 자유생각의 다이내믹을 이용한 우울 예측모델 개발연구' 심포지엄 화면

또한 UNIST 연구진은 마약 중독과 관련한 '위험 선호 편향'과 의사결정행동의 확률을 평가하는 방법론을 설명하며, 개인의 특성을 정형화된 모델 내의 파라미터로 특정짓는 심리학적/신경과학적/행동경제학적 접근 방법을 제시하기도 하였습니다.

마음의 아픔을 정량화 할 수 있을까?



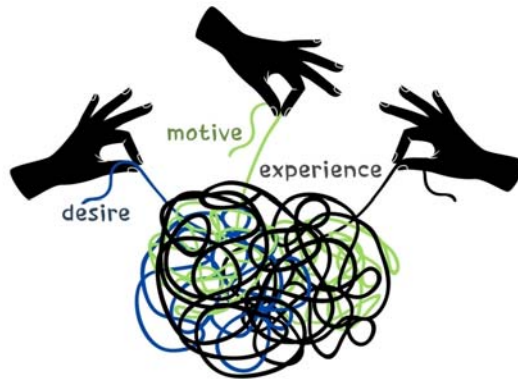
- 어떤 행동 특성이 해당 마음의 질병과 연관되어 있나?
- 관련 행동 특성을 어떤 과제로 측정할 것인가?
- 행동 및 의사결정 과정을 어떤 정보처리 과정으로 정형화할 것인가?
- 개인의 특성 및 상태를 정형화된 모델 내의 파라미터로 특정지을 수 있을까?



▲ UNIST의 '행동실험과 계산모델링을 이용한 심리학 연구' 심포지엄 화면

위와 같이 임상심리학자들은 가정폭력 범죄자, 아동학대 가해자 뿐 아니라 모든 범죄자 개인의 행동을 이해하기 위해 체계적인 과학적 방법들을 동원하고 있습니다. 나아가 하나의 범죄사건을 이해하기 위해서는 그 개인의 연합된 행동 원인, 동기, 사고를 정량화하고 심층적으로 파악하는 데에 끊임없이 주력해 나가야 할 것입니다.

또한 모든 범죄의 현장에는 동기가 존재하고, 또 범죄자의 모든 행위는 결국 '개인의 경험과 욕구로 연합되어 있음'을 잊지 않아야 할 것입니다.



마지막으로, 스위스의 유명한 정신의학자 오이겐 블로일러(Eugen Bleuler)의 문구를 인용하여 이 글을 마무리합니다.

"In the activity of association, there is mirrored the whole psychical essence of the past and of the present, with all their experiences and desires. It thus becomes an index of all the psychical processes which we have but to decipher in order to understand the complete man"

“한 개인의 행위에는 경험과 욕구를 비롯한 과거와 현재의 모든 정신적 본질이 투영된다. 이는 곧 한 사람을 완벽하게 이해하고 판독하기 위한 정신적 연합의 단서가 된다”

- Eugen Bleuler (1919)



제7회 CSI 온라인 컨퍼런스 참석 - 세계 전문가와의 만남

법과학분석과 연구사 김경화



대검찰청 법과학분석과 음성분석실에서는 2021년 10월 20일부터 21일까지 3일간 경찰청과 한국 CSI학회가 주관하는 CSI 온라인 컨퍼런스에 참석하였습니다. 올해 컨퍼런스는 과학수사 분야별 논문 발표를 비롯하여, 특별 세션으로 '세계 전문가와의 만남'이 마련되었습니다. 해외에 가지 않고도 과학수사의 국제적 동향을 파악하고 해외 석학들과 직접 소통할 수 있었던 컨퍼런스 참석 후기를 「법과 과학」 독자 여러분께도 전해드리고자 합니다.

▲ CSI KOREA 2021 포스터

첫째 날, 미국 듀크대(Duke University)의 Brandon L. Garret 교수의 기조 강연 '과학수사 실험실 해부 : 오류의 근원을 짚어본다'를 시작으로, 미국 국립표준기술원(NIST), 미국의 법률가 및 스웨덴의 심리학자가 각각 해외의 과학수사 역량 강화 노력, 법과학에서의 데이터 정량화, 범죄수사에서의 인지편향 등에 대하여 강연하였습니다. 강연자들의 발표 도중, 그리고 발표가 끝날 때마다 온라인 채팅창에는 참가자들의 의욕적인 질문 세례가 이어져 비대면 진행에도 불구하고 강연의 열기를 느낄 수 있었습니다.

Elasticity of criminal evidence (2)

- 117 police trainees
- Homicide case summary
 - Weakly implicated suspect
- Evidence type:
 - DNA
 - Photo
 - Witness
- Evidence valence:
 - Incriminating
 - Exonerating
- Evidence reliability rating

The 'Elasticity' of Criminal Evidence: A Moderator of Investigator Bias
KARL ASK*, ANNA REBELUS and PÅR ANDERS GRANHAG
Göteborg University, Gothenburg, Sweden

(a) Reliability (high/low)

Evidence type	Incriminating	Exonerating
DNA	High	High
Photo	Low	High
Witness	Low	Low

Ask, K., Rebelus, A., & Granhag, P. A. (2008). The 'elasticity' of criminal evidence: a moderator of investigator bias. *Applied Cognitive Psychology*, 28(9), 1233-1259.



과학수사의 오류와 관련해서 Garret 교수는 기존 사건의 DNA감정·지문감식 결과의 오류를 예로 들며, 과학수사의 증거력을 걸러줄 수 있는 문지기(gate keeper)가 필요하고, 과학수사 분야에서 품질관리(Quality Control)의 중요성을 언급했습니다. 또한 법률가들은 과학수사 결과가 '무조건 맞겠지' 하기보다는, 정확도와 오류율 등을 이해하여 과학수사 결과에 의구심을 가질 필요가 있다고 강조했습니다.

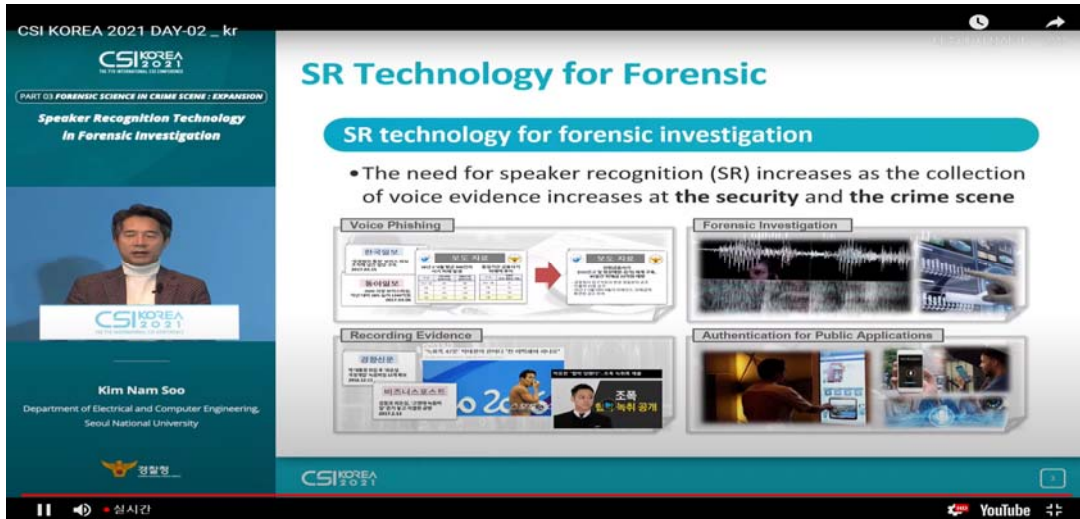


다음으로, 미국 국립표준기술원(NIST)의 John M. Butler 박사는 과학수사에서 NIST의 역할에 대해 발표했습니다. 노벨상 2회의 수상 이력이 있는 NIST의 Wilmer Soilder 물리학 박사는 1920년대 초, 800여건 이상의 필적, 탄자체와 탄도 분석을 수행하고, 1932년 FBI 연구소 설립 및 1940년 미국 체신국 연구소 설립에 기여하며, 미국 과학수사 발전에 토대를 마련하였습니다. NIST는 최근까지도 2013년에 미국 법무부와 협력하여 과학수사 영역별 위원회(OSAC)를 신설하고, 문헌, 정보 및 스터디를 통해 과학수사 기법과 실무에 필요한 과학적 기반에 대하여 지속적으로 탐구하고 있습니다. 현재 NIST는 1) 총기, 2) 디지털 증거, 3) DNA, 4) 과학수사 통계, 5) 마약, 6) 흔적, 7) 생체정보 등 7가지 분야에 대한 연구 프로그램을 체계적으로 운영하고 있습니다.

이와 더불어, 미국 위스콘신대(University of Wisconsin)의 Keith A. Findley 교수는 법과학 증거의 정량화와 관련하여, 통계분석을 설명할 때 반드시 근거를 제시해야 하고 결과에 대해 확인하는 것은 지양해야 한다고 강조했습니다. 예를 들어, 탄피 분석 결과에 대하여 '이 탄피가 이 총기에서 나온 것이다'라고 확인하기보다는, '이 탄피가 이 총기에서 나왔을 가능성을 배제할 수 없다'라고 언급하는 것이 적절하다고 설명했습니다.



둘째 날에는 과학수사 분야별 세미나가 있었습니다. 음성분석과 관련하여 서울대 김남수 교수는 '과학수사 과정에서 화자인식 기술의 활용'을 주제로, 개발 중인 딥러닝 기술 기반의 화자 인식 프로그램의 기능과 수사 과정에서의 활용 방안에 대하여 발표하였습니다. 현재 경찰에서 연구 중인 화자인식 기술의 수준과 진행 상황을 파악하고 음성분석실의 향후 관련 연구에 참고하는 기회가 되었습니다.



이 외에도 한국과학기술연구원의 김익제 박사의 '사회 안전 플랫폼 구축을 위한 복합 인지기술' 발표에서는 영상 복원, 프라이버시 보호 기술, 유전 정보와 관련한 얼굴 변환 기술, 보행자 및 차량 동선 추적 기술 등 인공지능(AI) 기반 복합인지 원천기술 연구에 대한 소개가 있었습니다.



음성분석실은 2019년 CSI 학회에 참석하여 '법과학적 음성분석 기법'에 대해 강연하였고, 당시 경찰과 일반 참석자들의 많은 관심을 받았습니다. 앞으로도 음성분석 등 과학수사와 관련하여 유관기관에서 주관하는 다양한 학회 참석을 통해 과학수사의 현안에 대해 함께 고민하고, 음성분석실의 다양한 연구 성과를 알리는 기회로 삼고자 합니다.



마지막으로, 다음 학회는 코로나19가 종식되고 대면으로 진행할 수 있게 되어, 직접 참석을 통해 학회 현장의 생생한 분위기를 경험하고 국내·외 전문가들과 활발하게 교류할 수 있기를 기대하며 CSI 온라인 컨퍼런스 - 세계 전문가와의 만남 후기를 마칩니다.



사건 시각화 소프트웨어 교육 참석

법과학분석과 수사관 소병민

안녕하십니까! 법과학분석과 멀티미디어복원실에 근무하고 있는 소병민 수사관입니다. 저는 신규 구매 장비인 사건 시각화 소프트웨어 'FARO Zone 3D' 사용 교육에 참석하기 위해 2021년 11월 4일부터 5일까지 이틀간 우리나라 제2의 도시인 부산으로 떠나, FARO KOREA가 위치한 KNN 타워로 발걸음을 옮겼습니다.

여기서 잠깐! 교육 참석 후기에 앞서, FARO라는 회사와 FARO Zone 3D 프로그램에 대해 소개해 드리겠습니다.



▲ FARO KOREA 본사

FARO사는 3D 측정 기술을 이용하여 설계, 제조, 품질 관리 등 여러 산업 분야에 솔루션을 제공하는 업체입니다. 과학수사에 있어서는 사고의 재구성, 범죄 현장 조사, 방화 조사, 법정 프레젠테이션 분야의 솔루션을 제공하고 있습니다.



포렌식 수사를 위해, FARO Zone 3D는 충돌, 범죄 또는 화재 현장을 정확하게 재구성할 수 있는 능력을 제공합니다. 수동 측정, 항공 지도, 드론 사진, 토탈 스테이션 데이터를 사용하여 2D 및 3D 현장 다이어그램을 신속하게 만들 수 있습니다. 충돌 재구성, 총알 궤적 및 혈흔 분석 도구를 사용하여 현장을 분석합니다. 사례를 제시할 수 있는 강력한 워크스루, 보고서 및 애니메이션을 작성합니다.

FARO Zone 3D의 모든 기능과 함께 레이저 스캐너 및 드론의 포인트 클라우드를 사용할 수 있는 기능이 포함되어 있습니다. 3D 포인트 클라우드를 사용하여 디지털 방식으로 포렌식 현장을 보존한 다음 직무실에서 안전하게 증거를 분석합니다. 가상 현실 환경에서도 목격자의 관점을 확인하고 매우 사실적인 애니메이션을 만들고 결과를 공유합니다. 법정 출두 준비가 더 없이 편해집니다!

▲ FARO Zone 3D 설명 자료

FARO Zone 3D는 과학수사 솔루션 중, 사건과 관련된 정보(사진, 진술)와 현장을 3D 스캐너로 스캔한 데이터를 활용하여 사건을 3D 영상으로 재구성(시각화) 할 수 있는 소프트웨어입니다.

첫째 날에는 기본적인 프로그램 조작 방법, 구글 어스의 인공위성 지도위에 현장을 구성하고 현장의 환경(날씨, 광원 등)을 설정하는 방법, 생성한 사건 현장에 차량과 사람 객체를 넣기 등을 실습을 하였습니다. 실제 출시된 차량에 대한 규격 정보를 이용하여 생성한 객체를 쉽게 넣을 수 있었고 사람 객체의 경우 기본적인 포즈(서있기, 앉기, 눕기)나 행동(걷기, 뛰기, 쓰러지는 것, 때리는 것 등)을 제공하여 보다 쉽게 특정 상황을 생성할 수 있었습니다.



▲ FARO Zone 3D 실습 장면



▲ 인공위성 지도를 활용한 현장 구현

또한 기본적인 포즈를 사용자가 직접 수정할 수 있어 미리 정의되지 않은 포즈나 행위를 구현하는 것도 가능했습니다. 서로 다른 객체 간의 시간을 동기화시켜 교통사고와 같은 충돌을 구현하고 자동차의 속도, 라이트를 제어한다거나, 자동차에서 화재가 발생하는 것, 트렁크나 문이 열리는 것 등 교통사고 영상을 재구성하는데 도움이 되는 여러 가지 기능을 제공하고 있었습니다.



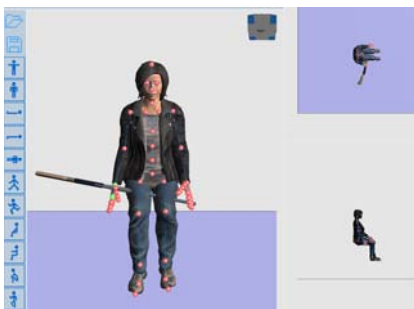
▲ FARO Zone 3D를 활용한 교통사고 영상 재구성



첫째 날 교육이 전체적인 개요와 기능 소개에 가까웠다면 둘째 날에는 좀 더 구체적인 실습을 진행하였습니다. 건물을 만들고 가구를 배치하고 사람에 사물(칼, 총기류 등)

을 장착하거나 자동차를 타고 있는 모습을 만드는 등의 작업을 거쳐 가상의 케이스를 구현해 보았습니다. 영상을 어떤 시점으로 보여줄 것인지 설정하는 '뷰 세팅(View Setting)'을 통해 특정 인물의 시점에서 사건을 바라보는 영상도 생성할 수 있었습니다.

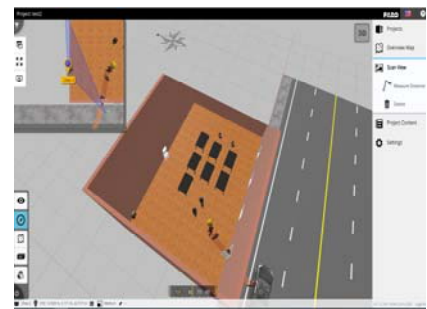
마지막으로, 생성한 케이스를 일반적인 영상 파일로 보내거나 추가적인 사진, 영상, 글을 첨부하여 법정 프레젠테이션에서 사용 가능한 'Zone 2 Go' 프로그램을 생성하는 것으로 교육을 마쳤습니다.



▲ 사물 장착 장면(좌)



▲ 실습 중 구현한 가상 케이스

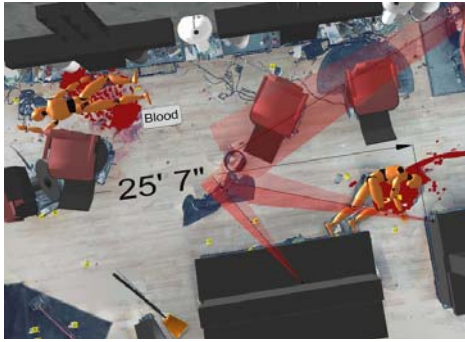


▲ Zone 2 GO 실행 화면

이번에 교육 받은 사건 시각화 소프트웨어는 검찰의 업무 중 어떤 부분에서 도움을 줄 수 있을까요? 이와 관련하여 배심제를 시행 중인 미국의 사례를 간략히 말씀드리겠습니다.

미국은 배심원에 의해 유·무죄 판결이 내려지기 때문에 배심원에게 사건의 사실 관계 또는 인과관계를 설명하는 시각 보조 자료로 컴퓨터로 생성된 애니메이션이나 시뮬레이션 영상을 사용하는 것이 보편화되어 있습니다. 특히 사진과 설명(글, 구두)만으로 사건 당시 상황을 구체적으로 이해시키기 어려울 때, 보다 설득력이 강한 영상 자료를 활용합니다. 이런 미국의 재판 형태와 유사한 형태의 제도가 우리나라에도 존재합니다. 바로 '국민참여재판'입니다.

현재 국민참여재판에서는 검사의 공소사실 요지 진술이나 구형 단계에서 파워포인트 자료를 이용하여 배심원의 이해를 돕고 있습니다. 하지만 3D로 재연된 영상을 시각 자료를 사용할 경우, 배심원에게 사건의 쟁점을 좀 더 잘 전달하고 유·무죄 심증형성에 도움을 줄 수 있습니다. 또한 강력 범죄 재판에서 실제 사건 영상 대신 재연 영상을 사용하여 피해자 유족이 받을 수 있는 2차 피해를 최소화 하는 등 인권 보호 장치 중 하나로 활용될 수 있습니다.



▲ 실제 사건 영상을 대신한 재연 영상



▲ 실제 사건 영상



▲ FARO Zone 3D로 구현한 재연 영상

한동안 '인공지능', '블록체인' 등이 IT 영역의 주요 트렌드였다면, 최근 들어서는 '가상현실', '메타버스'라는 키워드가 주목받고 있습니다. 약 15년 전쯤 출시된 어떤 비디오 게임에서 ① 범죄 현장을 구현한 가상현실 속에서 ② 누군가의 증언을 시뮬레이션하고 ③ 해당 증언의 물리적 가능 여부를 검증하는 내용이 있었습니다. 그 당시에는 공상과학영화 수준으로 받아들였지만 최근의 기술 발전의 정도를 보면 그런 것들이 너무 먼 미래에 일어날 일은 아니겠구나하는 생각이 듭니다.

2021년 초, 몇몇 사람들이 모여 함께 고민했었던 작은 생각,
**'가상현실로 사건과 관련된 어떤 세상을 구현한다면,
 그 곳에서 무언가를 할 수 있지 않을까?'**

이것을 실현하기 위한 첫 발걸음으로 사건의 시각화에 도전하고 있습니다.

향후에는 사건 현장을 3D 스캔한 자료로 더욱 실제와 가까운 현장을 구현하는 것, 그리고 그렇게 구현된 현장을 VR 기기를 사용하여 가상현실 속으로 뛰어 들어가 보는 것과 같이 한발 더 나아가 무언가를 해볼 수 있을 거라고 기대하고 있습니다.



저희 대검 멀티미디어복원실에서도 발전하는 기술에 관심을 갖고 우리가 무엇을 만들어 낼 수 있을지 다양한 방면에서 고민하고 있습니다. 앞으로도 최신 IT기술을 변화하는 형사사법체계에 융합시키는 '응용 개발자'의 마인드를 갖고 열심히 근무하겠다는 포부를 전하며 저는 이만 펜을 내려놓도록 하겠습니다!

끝까지 읽어주셔서 감사합니다!



한국유전학회 온라인 세미나 참가

디엔에이·화학분석과 연구사 김세용



그림 1. 2021 한국유전학회 진행 화면

대검찰청 과학수사부 디엔에이·화학분석과에서는 최신 연구 경향과 새로운 분석 기술을 파악하여 감정 역량을 높이고자 2021년 10월 20일부터 22일까지 3일간 온라인으로 진행된 한국유전학회(International Conference of the Genetics Society of Korea, ICGSK)에 참가했습니다. 이번 학회는 'Genetics and Beyond: When, Where, and How'의 주제로 기존 DNA 감식의 틀을 넘어선 후성유전학(Epigenetics)을 이용한 연령 추정, 차세대염기서열분석기(Massively Parallel Sequencing, MPS)를 이용한 개인 식별 등 최신 연구 결과에 대한 발표가 있었습니다.

한국유전학회(The Genetics Society of Korea)

한국유전학회는 1978년 창립 이래 지난 42년 동안 국내·외 연구자를 대상으로 유전학 분야의 최신 연구 정보를 다양하고 풍성한 심포지엄 및 전시를 통해 교류하고 있으며, 염색체 및 유전자, 식물유전, 의학유전, 발생유전, 법유전, 종양유전의 총 6개의 분과를 운영 중에 있습니다. 현재 대검찰청 DNA 감정실은 본 학회의 법유전분과 위원으로 활동 중입니다.



그림 2. 2021년도 한국유전학회 국내 외 발표자

◆ 발표내용 소개

I. Bruce Mccord 박사(Florida International Univ.) 발표

1) DNA 메틸화를 이용한 체액 식별 시스템 연구 :

DNA를 이용하여 타액, 혈액, 질액, 정액 등을 동시에 분석

- ▶ DNA 메틸화: DNA 염기서열에 메틸기(CH3)를 추가하여 유전자 발현을 조절하는 생화학적 기전으로, 환경에 따라 변화하며, 각종 질병(암, 동맥경화증 등)에 영향을 미친다.

2) DNA 메틸화를 이용한 나이 추정 시스템 연구 :

- 타액의 DNA를 이용하여 절대평균편차(Mean Absolute Deviation, MAD) 6.2세의 범위로 연령 추정이 가능한 시스템을 소개
- 특히, 범위가 많은 젊은 연령대의 시료에서 정확한 추정 값을 보임

3) DNA 메틸화를 이용한 흡연 습관 추정 시스템 연구:

혈액과 타액의 DNA를 이용하여 흡연 습관 추정이 가능

4) 성폭행 사건 해결을 위한 미생물 군집 DNA 분석 시스템 연구

Research | Open Access | Published: 16 February 2021

Novel DNA methylation signatures of tobacco smoking with trans-ethnic effects

C. Christiansen, J. E. Castillo-Fernandez, A. Domingo-Relloso, W. Zhao, J. S. El-Sayed Moustafa, P.-C. Tsai, J. Maddock, K. Haack, S. A. Cole, S. I. R. Kardja, M. Molokhia, M. Suderman, C. Power, C. Relton, A. Wong, D. Kuh, A. Goodman, K. S. Small, J. A. Smith, M. Tellez-Plaza, A. Navas-Acien, G. B. Ploubidis, R. Hardy & J. T. Bell

Clinical Epigenetics 13, Article number: 36 (2021) | Cite this article

1937 Accesses | 3 Citations | 9 Altmetric | Metrics

DNA methylation aging clocks: challenges and recommendations

Christopher G. Bell, Robert Lowe, Peter D. Adams, Andrea A. Baccarelli, Stephan Beck, Jordana T. Bell, Brock C. Christensen, Vadim N. Gladyshev, Bastiaan T. Heijmans, Steve Horvath, Trey Ideker, Jean-Pierre J. Issa, Karl T. Kelsey, Riccardo E. Marioni, Wolf Reik, Caroline L. Relton, Leonard C. Schalkwyk, Andrew E. Teschendorff, Wolfgang Wagner, Kang Zhang & Verdhman K. Rakyan

Genome Biology 20, Article number: 249 (2019) | Cite this article

37k Accesses | 136 Citations | 157 Altmetric | Metrics

그림 3. 후성유전학(Epigenetics)을 이용한 다양한 연구: 사람마다 다른 DNA의 메틸화 정도를 이용하여 흡연 습관, 나이를 추정하는 연구가 진행 중이다.

II. David Ballard 박사(King's college London) 발표

1) 차세대염기서열분석기(Massively Parallel Sequencing, MPS)를 이용한 개인 식별

- ▶ 차세대 염기서열분석기: DNA를 무수히 많은 조각으로 분해하여 증폭(PCR)한 후 각 조각의 염기서열을 동시에 분석하는 실험 장비

- MPS를 이용한 개인 식별법에 대한 공동 연구(미국, 영국, 캐나다)
- 길이 및 내부 염기 서열에 대한 정보까지 동시에 분석 가능하여 기존 분석법 대비 높은 식별력을 얻을 수 있는 장점

2) 차세대염기서열분석기(Massively Parallel Sequencing, MPS)를 이용한 **인종 식별**

- MPS 데이터를 활용하면 좀 더 정확한 인종 추정이 가능함

Human-Genetic Ancestry Inference and False Positives in Forensic Familial Searching

Alyssa Lyn Fortier, Jaehoo Kim, and Noah A. Rosenberg
Department of Biology, Stanford University, CA 94305
ORCID iD: 0000-0001-5194-1240 (A.L.F.); 0000-0002-5210-2204 (J.K.); 0000-0001-1819-8646 (N.A.R.)

ABSTRACT In forensic familial search methods, a query DNA profile is tested against a database to determine if the query profile represents a close relative of a database entry. One challenge for familial search is that the calculations may require specification of allele frequencies for the unknown population from which the query profile is generated. The choice of allele frequencies affects the rate at which non-relatives are erroneously classified as relatives, and allele frequency misassignment can substantially inflate false positive rates compared to use of allele frequencies drawn from the same population as the query profile. Here, we use ancestry inference on the query profile to circumvent the high false positive rates that result from highly misassigned allele frequencies. In particular, we perform ancestry inference on the query profile and make use of allele frequencies based on its inferred genetic ancestry. In a test for sibling matches on profiles that represent unrelated individuals, we demonstrate that false positive rates for familial search with use of ancestry inference to specify the allele frequencies are similar to those seen when allele frequencies align with the population of origin of a profile. Because ancestry inference is possible to perform on query profiles, the extreme allele-frequency misassignments that produce the highest false positive rates can be avoided. We discuss the implications of the results in the context of concerns about the forensic use of familial searching.

KEYWORDS
Ancestry
False Positives
Familial
Genetic
Population
Genetics
Relatedness

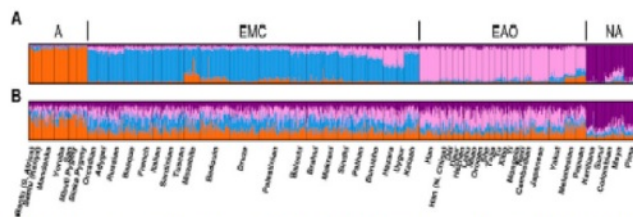


Figure 2 STRUCTURE-based inference with $K = 4$ clusters. (A) "Full-data" STRUCTURE results using all 791 loci. (B) "CODIS" STRUCTURE results using only the 13 CODIS loci. Each color represents a different inferred cluster, and each cluster is generally associated with a prior population (orange, A; blue, EMC; pink, EAO; purple, NA).

그림 4. 차세대 염기서열 분석기를 이용하여 DNA에 대한 많은 정보를 얻게 되면 기존 대비 더 정확한 인종 식별이 가능하다.

III. 이승덕 교수(서울대학교) 발표

1) Y-STR(Y염색체 Short Tandem Repeat)의 증명력

- 통계적 방법을 적용해 Y-STR에 대한 증명력 제고 필요함

▶ Y-STR: Y염색체 내 짧은 염기서열이 반복하여 존재하는 구간으로, 동일 부계(아버지, 아들, 남자 형제, 친조부, 친삼촌, 친사촌 관계 등)는 동일한 Y-STR을 보유한다.

2) 돌연변이율이 높은 Rapidly mutating Y-STR(RM Y-STR) 마커 확장이 필요함

3) Y-STR에 대한 범사회적 의견 교환이 필요함

사회교육

Y-STR 유전자 바꾼 형량 ... 징역 12년이 무죄

광주교법 "피고인, 범인간 나이대키 달라 ... 흉기 증거가치 오염됐을 가능성도"

이주영 기자 | anewell@jruri.net

'다 같은 DNA가 아니다' 강간미수 유·무죄 가른 Y-STR 유전자

등록 2020.12.11 17:41:38

그림 5. 계주서 징역 12년 받은 성폭력 혐의자 항소심 '무죄' 석방에 대한 기사들

IV. Zheng Wang 박사(Sichuan Univ.) 발표

미세 일배체형(Micro Haplotype)¹⁾을 이용한 중국 내 민족 구분에 대한 연구:
21개의 미세 일배체형 마커 이용하여 중국 내 소수 민족을 구분하는 연구를 수행함

- ▶ 미세 일배체형(Micro Haploid Genotype) : 특정 구간의 돌연변이 혹은 단일 염기 다형성(SNP)의 집합

◆ 마치며

그동안 DNA 감정이라고 하면 증거물에서 얻은 DNA형과 용의자의 DNA형을 비교하여 사건 해결에 도움을 주는 과학수사 기법이었습니다. 하지만, 피의자의 DNA가 어떤 체액으로부터 검출되었는지, 흔적을 남긴 사람의 나이대가 어떻게 되는지 등에 대한 정보를 추가적으로 얻게 된다면 사건 해결의 중요한 단서가 될 수가 있습니다.

감정서 #1
피해자의 신체에서는
용의자의 DNA가 검출됨

감정서 #2
피해자의 신체에서는
정액 및
용의자의 DNA가 검출됨

감정서 #3
피해자의 신체에서는
정액 및
30대 용의자의
DNA가 검출되었으며,
사망 하루 전 사체에
남겨진 것으로 판단됨

그림6. 감정서 예시
개인 식별뿐 아니라 DNA로부터 얻은 추가 정보를 수사 기관에 최대한 전달하게 되면 수사를 진행하는 데 도움이 될 수 있다.

최근 개인 식별 외에 DNA에서 얻은 추가 정보를 수사에 활용하기 위한 많은 연구들이 진행되고 있습니다. 디엔에이·화학분석과에서도 이러한 최신 감정 기법들이 적극 활용되어 사건 해결에 도움이 되기를 바라며, 항상 최선의 감정 결과를 얻을 수 있도록 노력하겠습니다.



제283기 특별사법경찰 수사실무 교육과정 출강

디지털수사과 수사관 이우영

대검찰청 과학수사부 디지털수사과에서는 2021년 10월 5일 법무연수원 용인분원에서 특별사법경찰관리 57명을 대상으로 「디지털포렌식의 이해」 교육을 실시하였습니다. 이번 교육은 「제283기 특별사법경찰 수사실무과정」 중 한 과목으로 특별사법경찰관들에게 새롭게 바뀐 디지털수사 관련 규정을 중심으로 디지털증거 수집의 절차와 사례, 노하우 등에 대하여 강의하였습니다.

일시	장소	대상	교육 내용	강사
2021. 10. 5.(화) 15:30 ~ 17:15	법무연수원 용인분원	특별사법경찰관리 57명	디지털포렌식의 이해	이우영 수사관



이번강의는 코로나로 인해 비대면 ZOOM 실시간 온라인 강의로 진행하였습니다. 교육생들의 얼굴을 직접 보며 강의를 하였다면 서로 교감을 하며 더 알찬 강의를 할 수 있었을 텐데 하는 아쉬움이 있었으나, 온라인 강의임에도 불구하고 모두 관심을 가지고 집중하는 모습에 교육생들의 공부에 대한 열정을 느낄 수 있었습니다.

강의는 검찰의 과학수사의 발전단계와 과학수사부의 조직 등에 대한 소개로 시작하였고, 유효한 법적 증거로서 디지털증거의 요건과 이번 2021년 1월 1일 개정·시행된 『검사와 사법경찰관의 상호협력과 일반적 수사준칙에 관한 규정』(대통령령) 및 『특별사법경찰관리에 대한 검사의 수사지휘 및 특별사법경찰관리의 수사준칙에 관한 규칙』(법무부령)과 관련 세부규정인 『디지털 증거의 수집·분석 및 관리 규정』(대검예규 제1151호)에 대해 자세하게 설명하였습니다. 개정 및 신설된 부분의 취지와 핵심내용, 실수하기 쉬운 부분을 강조하며 실무경험 및 사례를 통해 더욱 중요해지는 디지털증거 수집 및 분석에 대해 효율적으로 전달하기 위해 노력하였습니다. 교육생

들도 디지털 수사의 중요성에 대해 인지하고 많은 관심을 가지고 경청해주었습니다.



이번 『디지털 증거의 수집·분석 및 관리 규정』(대검 예규 제1151호)에서 중요하게 개정되거나 신설된 규정은 다음과 같습니다.

1. 압수·수색·검증 안내문 도입(신설)
2. 압수·수색 3단계 구분
3. 반출 시 참관 여부 확인서 작성 (개정 서식)
4. 피압수자들의 관련성 진술은 의견진술서 작성(신설)
5. 삭제·폐기·반환 지휘서(신설)
6. 삭제·폐기·반환 확인서 교부(신설)
7. 임의제출 시 취지와 범위 확인

1. 압수·수색·검증 안내문 도입(신설)

포렌식 수사관은 절차를 개시하기 전 참관인에게 안내문에 따라 전자정보에 대한 압수·수색·검증 과정을 설명하는 등 참여권의 실질적 보장을 위해 노력하여야 합니다. 안내문의 주요내용으로는 아래 같습니다.

- ① 전자정보 압수·수색·검증 절차 안내
- ② 매체유형과 사건 내용에 따른 압수 대상 전자정보 유형의 차이 안내
- ③ 압수·수색·검증 3단계 안내
- ④ 압수·수색·검증 전 과정에서의 참여권 보장
- ⑤ 사건 관련 전자정보의 관련성 기준 안내
- ⑥ 상세목록 교부 및 목록에 없는 전자정보 삭제·폐기 또는 반환 절차

2. 압수·수색 3단계 구분

압수·수색 또는 검증을 하기 위해서 포렌식 수사관은 다음과 같이 3단계의 방법에 따라 진행합니다.



3. 반출 시 참관 여부 확인서 작성 (개정 서식)

2단계 전부 복제 및 이미징에 대한 참관여부 확인서와 3단계 저장정보 원본을 반출하는 경우의 참관여부 확인서를 나누었으며, 전부 복제·이미징 및 원본 반출에 대한 사유와 참관 및 의견진술을 자유롭게 할 수 있음을 확인하도록 참관확인서 양식을 개정하였습니다.

4. 피압수자등의 관련성 진술은 의견진술서 작성(신설)

디지털포렌식 수사관은 압수·수색·검증 과정에 참여한 피압수자등이나 변호인이 압수 대상 전자정보와 사건의 관련성에 관하여 의견을 제시한 때에는 별지 제14호의 '전자정보의 관련성에 관한 의견진술서' 서식을 제공합니다.

이에 따라 의견을 제출한 경우에는 의견진술서를 주임검사등에게 인계하고, 주임검사등은 이를 조서 말미에 첨부하는 것으로 조서 기재에 갈음할 수 있게 하였습니다. 규정은 의견을 제시한 때로 한정되어 있지만, 실무에서는 모든 참여인에게 받는 것을 권장하고 있습니다.

[별지 제14호 서식] 전자정보의 관련성에 관한 의견진술서

【전자정보의 관련성에 관한 의견진술서】

의견진술인	성 명		생년월일	
	업 락 지		사건과의 관계	
의견진술 대상 전자정보	매체 종류 (예:조사,모뎀)		이미지 파일명	
	20 . . . , 0000 부터 20 . . . , 0000 까지 (장소)에서 취출한 위 의체에 기억된 전자정보 중 일부			
<input type="checkbox"/> 참여권 보장에 관한 의견 유무 (있음 <input type="checkbox"/> / 없음 <input type="checkbox"/>) (의견 기재)				
<input type="checkbox"/> 전부 복제본 또는 매체 원본 반출에 관한 의견 유무 (있음 <input type="checkbox"/> / 없음 <input type="checkbox"/>) (의견 기재)				
<input type="checkbox"/> 개별 전자정보의 입수에 관한 의견 유무 (있음 <input type="checkbox"/> / 없음 <input type="checkbox"/>) (의견 기재)				
위 의견진술인은 위 일시, 장소에서 있었던 전자정보에 대한 압수·수색·검증과 관련하여 위와 같이 의견을 진술합니다. 20 위 작성자 : (서명)				

5. 삭제·폐기·반환 지휘서(신설)

또한, 목록에 없는 전자정보에 대한 조치가 신설되어 주임검사등은 탐색·복제·출력을 완료한 후 목록에 없는 전자정보에 대한 지휘를 하고 디지털포렌식 수사관은 지휘에 따라 조치를 한 후 전자정보 삭제·폐기 또는 반환확인서를 작성하여 주임검사등에게 송부합니다. 주임검사등은 이를 검토한 후 피압수자 등에게 송부하게 되어 있습니다.

6. 삭제·폐기·반환 확인서 교부(신설)

전자정보가 저장된 정보저장매체등을 임의 제출 받는 경우에도 임의제출의 취지와 범위를 확인하여야 하며 정보저장매체등에 저장된 전자정보를 임의 제출하는 것으로서 전자정보에 대한 탐색·복제·출력이 필요한 경우에는 디지털 증거의 압수의 절차를 준용합니다.



강의를 마친 후 교육생들은 디지털 증거의 중요성을 깨닫고, 디지털증거 압수·수색 시 반드시 지켜야 할 규정과 서식 및 절차 등에 대해 많은 것을 알게 된 유익한 시간이었다고 이야기해 주었습니다. 그동안 몰랐던 디지털 증거의 정확한 개념과 유효한 법정증거를 위한 요건을 알게 되어, 수사에 많은 도움이 될 것이라고 하였습니다.

마지막으로 대검찰청 과학수사부 디지털수사과에서 진행하는 디지털포렌식 전문 교육을 통해 좀 더 폭넓고 다양한 사례와 판례, 최신 분석기법 등을 배울 수 있는 기회가 많이 제공되었으면 좋겠다는 바람도 이야기 해주었습니다. 저 역시 이번 강의를 통해 과학수사의 중요성을 다시 한 번 느낄 수 있었습니다. 아울러 디지털 수사의 핵심 내용을 정확하고 간결하게 교육생들에게 효과적으로 전파하는데 더욱더 노력해야겠다고 다짐하게 되는 뜻 깊은 기회였습니다.



인터폴 이노베이션 센터 버추어 룸 참석

디지털수사과 수사관 문희석

□ INTERPOL Innovation Centre Online Virtual Rooms 소개



[버추어 룸 참석 화면]

2020년부터 INTERPOL Innovation Centre는 전세계 법집행기관과의 지식 교환을 목적으로 Online Virtual Rooms를 개설하여, 디지털포렌식 수사관들의 역량강화 및 상호의견 교환을 하고 있습니다. 대검찰청 및 거점청 디지털포렌식 수사관들은 2021년 7월부터 버추어 룸에 참여하고 있습니다.

2021년 하반기 버추어 룸은 23개의 다양한 주제를 다루고 있습니다. 이 중에서 11월 11일에 진행된 안티포렌식 기법에 대한 양방향 토론에 참석했던 후기를 「법과 과학」 독자분들께도 전달드리고자 합니다.

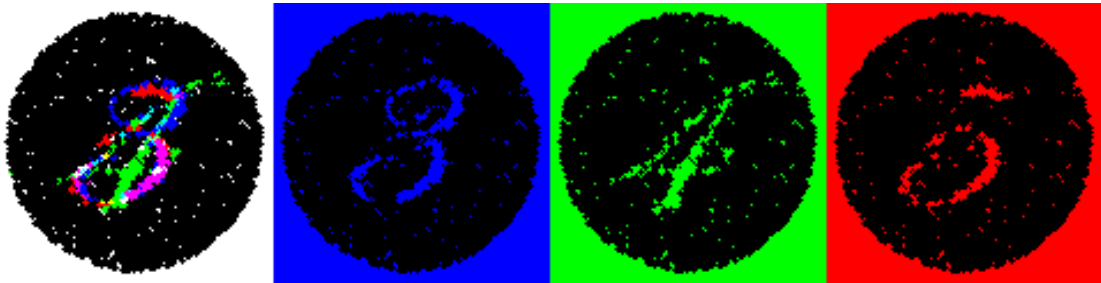


□ 소셜 네트워크 상의 시각데이터 포렌식 분석

강연자 : Robert Leazenby, 미국 NW3C(국립 화이트칼라 범죄 센터) 전문 감독관

① 이미지 스테가노그래피

스테가노그래피(Steganography)는 전달하려는 기밀 정보를 다른 파일, 메시지, 이미지 또는 비디오 안에 숨기는 암호 기법입니다.



[스테가노그래피의 예시]

이 그림은 그냥 볼 수는 없지만, 파란색, 초록색, 빨간색으로 나누면 볼 수 있게 됩니다.

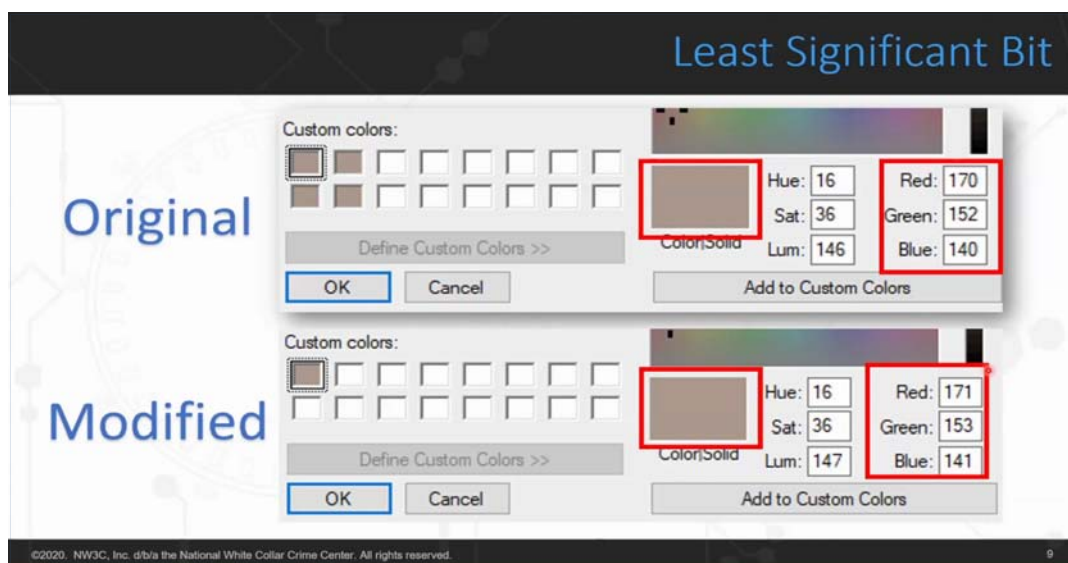
디지털포렌식 분석 도구를 포함한 보안 프로그램은 개별 파일의 헤더와 푸터의 정보를 수집하여 그 내용을 분석하도록 자동화되어 있습니다. 하지만 헤더와 푸터 사이에 위치하는 데이터는 자동으로 분석하기에 까다롭다는 취약점이 있는데, 스테가노그래피는 이 점을 이용하여 데이터를 숨기는 것입니다. 이렇게 숨겨진 데이터를 '페이로드'라고 칭하고, 페이로드를 숨기기 위한 매개체 파일을 '커버'라고 칭합니다. 이러한 스테가노그래피의 기법은 다양하지만, 본 강연에서는 이미지 LSB(Least Significant Bit, 최하위 비트) 변조 수법을 소개했습니다.

▶ 헤더(Header)와 푸터(Footer)란?

바이너리(Binary) 파일은 처음과 마지막에 특정한 바이트(byte)들이 존재하여 파일의 포맷을 구분합니다. 이를 파일 시그니처(File Signature) 혹은 매직 넘버(Magic Number)라고 합니다. 파일 처음에 존재하는 시그니처를 헤더라고 하고, 마지막에 존재하는 시그니처를 푸터 혹은 테일러라고 합니다.

이미지 LSB 변조 기법은 이미지를 구성하는 각 픽셀 색상값의 LSB를 변조합니다. 이렇게 변조된 값을 조합해 페이로드를 커버에 인코딩할 수는 있지만, 육안으로는 차이를 식별하기 어렵습니다. 때문에 LSB 변조 이미지를 판별하기 위해서는 통계 분석이나 시각화 분석 등이 필요하게 됩니다. 구체적인 분석 도구로는 무료 프로그램인 StegDetect, VSL, StegExpose가 있으며, 상업용 분석 도구로는 StegoHunt, StegoAnalyst, StegoBreak가 있습니다.

참고사항으로 GIF의 경우에는 색상값이 255개에 불과하여 LSB에 페이로드를 인코딩하는 경우 변조된 파일이 육안으로도 구분이 가능한 경우가 있습니다. 반면, JPG는 압축 과정에서 LSB가 함께 변질되어 탐지가 어려울뿐더러 복호화하기도 어렵습니다. 디지털포렌식 문제 풀이 등에서는 비교적 탐지와 복호화가 용이한 BMP, PNG 포맷이 문제로 주로 출제됩니다.

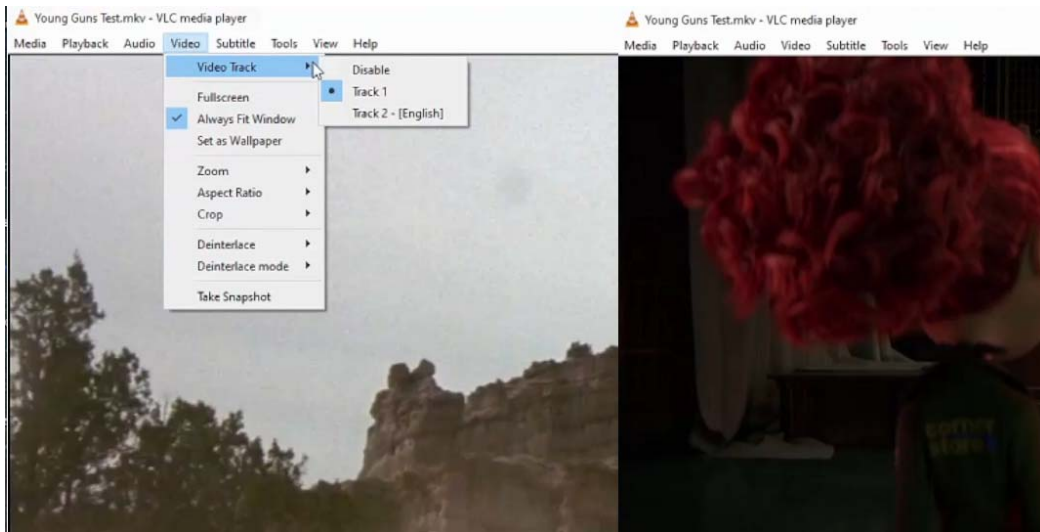


[LSB 변조 예시]

RGB 값이 각각 1 증가되어 있지만 육안으로 차이를 식별하기는 어렵습니다.

② 영상 파일 분석

영상파일은 단일 파일이 아니라, 다중 스트림과 메타데이터의 결합입니다. 이러한 컨테이너 구조를 사용하는 파일구조의 예시로는 마트로시카(MKV) 파일이 있습니다. MKV는 동영상 코덱이 아닌 비디오 컨테이너로, 두 개 이상의 비디오 스트림, 오디오 스트림, 자막을 저장할 수 있습니다.



[비디오 트랙 2개가 저장되어 있는 MKV 파일의 예시]
서부 영화와 애니메이션이 한 파일에 저장되어 있습니다.

▶코덱(Codec)이란?

코더(Coder)는 아날로그 신호나 스트림 데이터로 이루어진 비디오와 오디오를 압축된 부호로 변환하는데, 이 과정을 인코딩(Encoding)이라고 합니다. 디코더(Decoder)가 압축된 데이터를 본래의 아날로그 혹은 스트림 데이터로 복원하는데, 이 과정을 디코딩(Decoding)이라고 합니다. 코더와 디코더를 합쳐 코덱이라고 합니다.

▶비디오 컨테이너(Video Container)란?

컨테이너는 인코딩 된 미디어, 오디오 스트림과 함께 스트림을 제어할 수 있는 다양한 정보들을 저장합니다. 이러한 정보 중에는 촬영 날짜, 위치, 자막 등의 정보가 포함되어있는 경우도 있습니다.

이러한 방식으로 숨겨진 범죄 영상의 경우 파일을 단순히 열람하는 것만으로는 탐지가 불가능하므로 분석 시에 다중 스트림의 존재 가능성을 염두에 두어야 합니다.

□ 숨겨진 파티션 생성, 탐지, 획득 방법

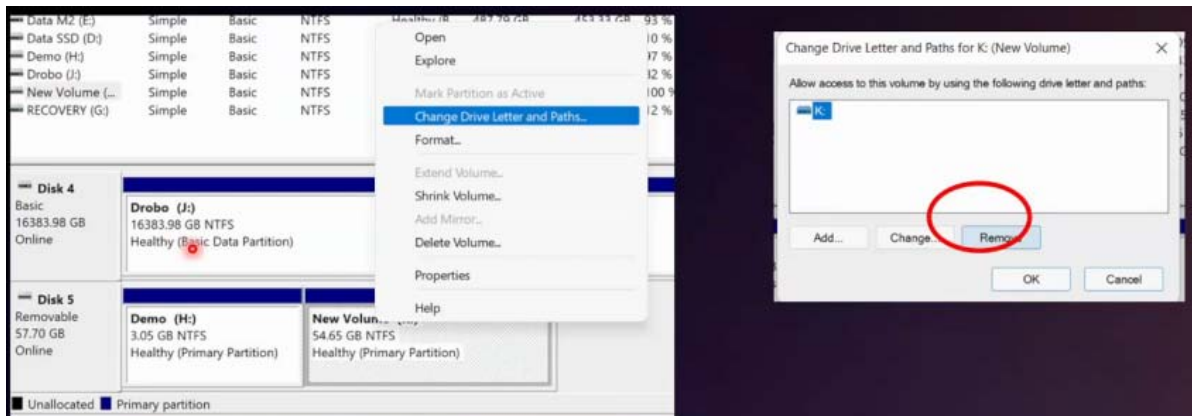
강연자 : Dan Sumpter, 미국 Exterro 선임 소프트웨어 강사

아동 성착취 사건 혐의자들은 통상적으로 컴퓨터나 이동형 저장장치에 불법 사진이나 영상을 보관하는데, 이러한 파일들을 숨기기 위해 다양한 방법들을 동원합니다. 암호화, 클라우드에 저장하기, 파일명/확장자 변조 등의 다양한 방법들을 사용하기도 하지만, 이러한 수법들은 복호화나 파일 다운로드 등에 시간이 소요되기 때문에 가용성이 떨어져 선호되지 않습니다. 가장 보편적인 방법은 USB 드라이브나 SD카드의 숨김 파티션을 이용하는 것입니다.



▶ 파티션(Partition)이란?

디스크의 공간을 논리적으로 별도의 데이터 영역으로 분할한 공간을 의미합니다. 파티션을 통해 하나의 디스크를 서로 분리된 여러 개의 디스크처럼 쓸 수 있습니다. 최신 운영체제는 용도별로 파티션을 나누어 시스템 파일을 실수로 삭제하거나, 파일이 오염되는 것을 방지하기도 합니다.



[파티션 숨기기 기법 시연]

파티션 숨기기는 간단한 조작으로 가능합니다. 윈도우 운영체제에는 컴퓨터에 연결되어 있는 모든 저장장치에 대한 정보를 확인할 수 있는 디스크 관리자 프로그램이 탑재되어 있습니다. 이 프로그램에서 위 캡처화면처럼 조작자가 원하는 특정 파티션의 드라이브 문자를 제거할 수 있는데, 이러한 조작을 가하면 일반적인 방법으로는 접근할 수 없는 숨김 파티션이 됩니다.

이러한 증거물 분석 시에는 디지털 포렌식 도구가 표시하는 대상 장치의 크기를 무조건적으로 신뢰하지 말고, 상황에 맞는 기능을 사용하여 적절한 조사를 수행해야 합니다. 구체적인 예시로는, 널리 쓰이는 이미징 도구인 FTK Imager의 경우 증거물 출처를 논리 드라이브(Logical Drive)로 선택하는 경우 숨김 파티션을 누락하게 되므로 물리 드라이브(Physical Drive)를 우선적으로 선택해야 합니다. 또한, 디스크관리자나 diskpart와 같은 도구를 이용하여 파티션 정보를 확인해야 합니다.

□ 맺음말

코로나 19로 인해 학술대회나 세미나 등 오프라인 학술교류가 축소되거나 취소되어 극히 제한적으로만 이루어졌던 시기도 있었지만, 온라인 미팅 기술의 도입으로 가정이나 사무실에서 다양한 관계자들과 간접적으로나마 만나 교류할 수 있게 되어 다행입니다. 특히 버추어 룸 참석은 세계 각국에서 발생하는 새로운 유형의 범죄와 이에 대한 대응 분석 방법에 대한 시야를 넓힐 수 있는 좋은 기회가 되었습니다.

다양한 주제로 강연을 준비하여주신 인터폴 이노베이션 센터와 강연자들에게 감사드리며, 앞으로도 대검찰청 디지털수사과는 국제 활동에 적극 동참하여 과학수사 역량을 강화하고 실체적 진실의 발견에 힘쓰겠습니다.



국가디지털포렌식클라우드시스템 참여기관 교육 출강

디지털수사과 전문경력관 김정태

대검찰청 디지털수사과 디지털포렌식연구소에서는 전자정부지원 사업의 일환으로 2020년부터 국가디지털포렌식클라우드시스템(이하 NDFaaS)을 구축하고 있습니다. 아울러 디지털포렌식연구소 인프라구축팀에서는 NDFaaS 시스템의 활용과 보급을 위해 2021년 4월부터 디지털포렌식유관기관협의체에 소속된 기관 중에서 참여를 신청한 기관을 대상으로 시스템 연계와 교육도 진행하고 있습니다.

지난 10월에는 추가적으로 해양경찰청과 제주특별자치도 자치경찰단이 참여를 요청함에 따라 인프라구축팀은 위 기관에 방문하였습니다. 「법과 과학」 애독자 분들께도 NDFaaS 소개와 사용자 교육을 진행한 출강 후기를 알려드리고자 합니다.

▶ NDFaaS 소개 및 진행경과



▲ NDFaaS 로고

NDFaaS(National Digital Forensics as a Service)는 2020년부터 행정안전부의 전자정부지원사업 예산을 통해 부처의 각 기관이 공동으로 활용할 수 있도록 3년에 걸쳐 구축 중인 클라우드 서비스 형태의 수사지원 시스템입니다.

NDFaaS의 기반은 대검찰청이 약 10여 년 전부터 수사지원을 위해 자체 개발하여 운영 중인 '통합디지털증거분석시스템(iDEAS, Integrated Digital Evidence Analysis System)'을 참조 사례로 하였습니다.

최근 디지털기기 사용의 확산에 따라 범죄 수사 시 확보해야하는 디지털증거들도 급속도로 증가하고 있으며, 이러한 디지털증거를 수집하고 분석하여 법정에 제출하는 디지털포렌식 기술은 수사·조사·감독기관의 필수적인 역량이 되었습니다.

하지만 디지털포렌식 수사지원을 하기 위해서는 디지털 증거를 분석할 수 있는 도구와 기법 연구가 전제되어야 함에도 불구하고, 예산 및 전담인력 부족 등으로 인해 중앙부처 및 지자체의 특별사법경찰들은 디지털포렌식 수사지원 시 많은 어려움을 겪고 있는 상황입니다.

이에 검찰은 특사경 업무의 효율적 지원을 위해 여러 법집행기관들이 공동으로 활용할수 있는 시스템 구축사업을 진행하고 있으며, 2021년 상반기 14개 기관, 하반기 2개 기관을 대상으로 시스템 연계, 프로그램 배포와 교육을 실시하였습니다. 현재 약 400여명의 사용자가 이용 신청하여 실무에 활용하고 있습니다.



▶ 해양경찰청 교육 과정

해양경찰청은 인천 연수구 송도에 본청이 있으며, 디지털포렌식 수사지원을 담당하는 과학수사부서는 2021년 초 수사국 과학수사과(과장 : 경정급)로 조직이 개편되어 디지털포렌식 업무영역이 보다 확대되었습니다. 해양경찰청은 디지털포렌식 분석관이 40여명, 일반 수사관은 약 800여명으로 NDFaaS 시스템을 사용하는 기관 중 가장 인력 규모가 큼니다.

수사 인력들은 전국 5개 지방청 산하 20여개 시에 분산 배치되어 있고, 지방청은 업무 특성상 큰 항구도시(인천, 부산, 목포, 동해, 제주)에 위치하여, 전체 인력을 대상으로 집합 교육을 하기에 다소 어려운 상황이었습니다. 게다가 코로나 방역 수칙에 따라 다수가 모일 수 없는 상황에서는 대검찰청이 지방해양경찰청을 직접 방문하여 소규모로 대면 교육을 진행하는 것이 적절하다고 판단하여 10월 한 달 동안 5번의 지방 출장을 다녀왔습니다.



▲ 해양경찰청 남해지방경찰청 교육 현장

교육 순서는 사업 추진배경을 간략히 소개한 후, 클라우드 플랫폼 기반 절차 관리, 증거관리, 증거분석 서비스가 어떻게 NDFaaS 시스템을 통해 처리되는지 상세히 설명하고, NDFaaS 시스템을 활용한 통화내역 분석방법을 교육하고 마지막으로 질의 응답 시간을 가졌습니다.

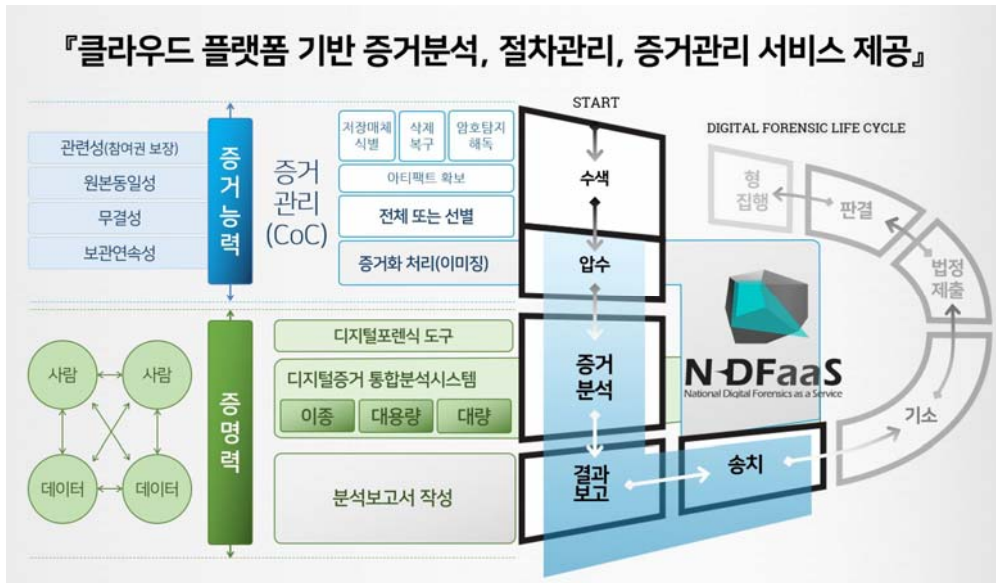
I. 사업 추진배경 및 NDFaaS를 통한 업무처리 절차 소개

첫 시간에는 디지털증거의 증거능력 유지와 디지털증거로부터 범죄 단서를 식별·현출·법원 제출 등 일련의 절차가 익숙하지 않은 일선 수사관들에게 NDFaaS 시스템내에서 각 단계별 순차적으로 처리하는 기능을 소개하고, 기존의 디지털포렌식 프로그램들에 비해 쉽게 배울 수 있다는 점을 강조해서 말씀드렸습니다.

prologue 급속한 기술환경·법률환경 변화에 함께 공동 대응역량을 갖춰야 ...

주요 환경 변화	Key Problem ?
표준 업무 절차·규정 디지털포렌식 업무수행 시 수사·조사·감독 기관별 업무 처리 절차가 상이	1 범죄단서 식별, 현출, 법원에 제출하는 일련의 형사사법 표준 업무처리 절차 를 준수 하는가?
인력 양성 신규 인력 양성에 많은 시간과 노력 투입 새로운 기술과 환경변화 에 따른 재교육 필요	2 다양한 사건기록의 활용, 과거 수사기법, 노하우 등을 적극 학습, 활용할 수 있는 시스템 이 있는가?
전문 도구 전문도구 구매 비용 지원범위의 한계, 오류 해결 어려움 기기, 분석대상 의 다양화	3 다양한 Device 에서 데이터 추출, 획득 및 증거분석이 가능한가?
증거 관리 디지털증거의 압수수색, 등록(수리), 보관(영차, 법정 제출, 폐기처분) 단계별 증거능력 상실 위험 에 노출	4 디지털증거 를 안정적이고 투명하게 관리할 수 있는 생애주기 통합관리 시스템이 있는가?
중복 투자 디지털포렌식 인프라 시스템이 필요한 수사·조사·감독 기관별 유사 정보화 사업 추진	5 유관부처 간 디지털증거를 활용한 긴밀한 공조체계를 통해 범죄 대응력을 높일 수 있는 통합 디지털포렌식 분석, 관리시스템 이 운영되는가?

▲ 전자정부지원사업 추진 배경



II. NDFaaS를 활용한 통화내역 통합분석 시연

두 번째 시간에는 교육용 가상사건을 등록하여 통신영장을 발부받아 통신사로부터 제출받은 통신사실확인서 및 가입자내역서를 NDFaaS 시스템에 디지털증거로 업로드한 후 처리된 결과를 다양한 분석화면으로 시연하였습니다.

기존에는 대량의 통화내역을 여러 통신사로부터 수집하였을 때 각각 다른 서식으로 제공하기 때문에 수사관들이 일일이 수작업으로 서식을 맞춰 통화내역 파일들을 하나의 엑셀파일로 합친 후 필터나 피벗 기능을 이용하여 데이터를 찾아보거나 집계하여 검토해야하는 번거로움이 있었습니다. 반면 NDFaaS 시스템에서는 한 번의 폴더 업로드만으로 전체 내역이 자동 통합되고, 엑셀로는 조회하기 어려운 다중 검색도 편리하게 처리하는 과정을 보여드렸습니다. 이에 교육에 참석한 수사관들은 작업 시간을 상당부분 단축시킬 수 있게 되었다는 의견을 주었습니다.

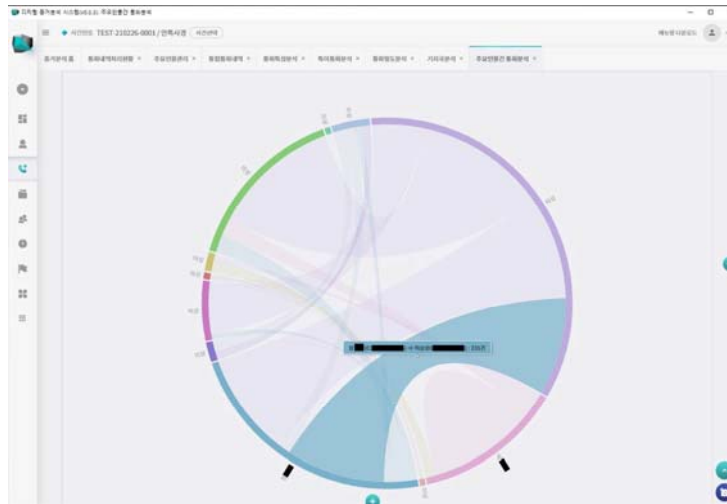
이밖에도 검찰에서 검증된 수사기법들을 타기관의 수사관들도 쉽게 사용할 있도록 통화빈도, 통화밀도, 시간중심 분석 등 빅데이터 수치를 시각화한 화면을 제공하여 범인에 대한 단서를 직관적으로 찾을 수 있음을 시연하였습니다.

이렇게 수집된 디지털증거를 가시화하면, 전문 디지털포렌식 수사관이 아니더라도 대량의 디지털증거로부터 쉽게 필요한 정보를 찾을 수 있게 도와주어 현장 경험이 풍부한 일반 수사관이라면 특별한 교육이 없더라도 직접 분석이 가능하다고 설명드렸습니다.

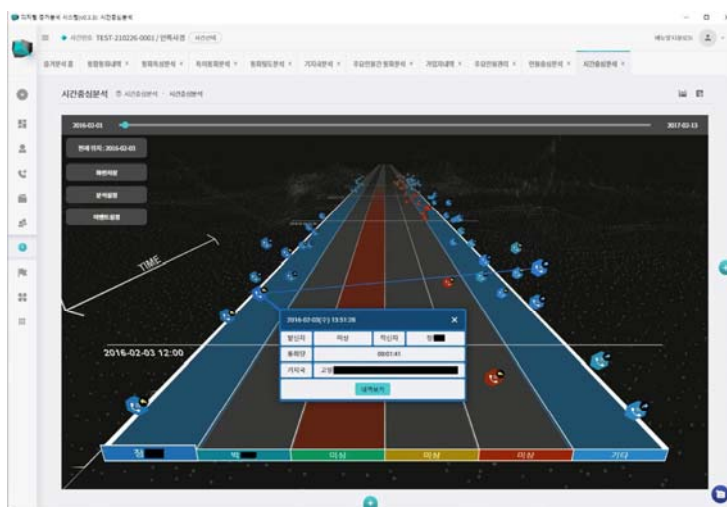
< NDFaaS 통화내역 분석 화면 >

번호	방화번호	방화시간	방화지	방화번호	방화시간	방화지	방화번호	방화시간	방화지	방화번호	방화시간	방화지
1	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
2	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
3	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
4	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
5	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
6	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
7	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
8	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
9	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
10	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
11	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
12	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
13	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
14	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
15	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194
16	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194	010-2194	2016-02-03 12:00:00	010-2194

▲ 통합 통화 내역 조회



▲ 주요 인물 간 통화 분석



▲ 사건 중심 통화 분석

Ⅲ. 질의 응답 시간

마지막 순서인 질의응답 시간에는 현재 지원하고 있는 통화내역 분석뿐만 아니라 모바일, PC, 계좌 등 활용도가 높은 디지털증거에 대한 오픈 시기를 많이 물어보았으며, 해양경찰의 특성상 항해기록저장장치(VDR : Voyage Data Recorder)에서 나온 증거들도 향후 분석할 수 있으면 좋겠다는 의견도 있었습니다.

그 외에도 현재의 외장하드나 USB로 담아 오프라인으로 디지털증거를 제출하는 방식에서 온라인을 통한 즉시송치 기능이 완성되면 보관매체의 구매비용 절감 및 업무처리 시간이 많이 단축될 수 있어 빠른 오픈을 희망한다는 의견도 있었습니다.

3주에 걸쳐 방문한 5개 지방해양경찰청 교육은 총 70여분이나 되는 많은 수사관분들이 각지에서 참석해주셔서 저 역시 먼 거리였지만 피곤함도 모르고 출장을 다녔던 뜻깊은 시간이었습니다.



▲ 해양경찰청 동해지방경찰청 현장 질의응답 시간

▶ 제주특별자치도 자치경찰단 교육



이어서 제주특별자치도 자치경찰단 출강 후기입니다.

서울시, 경기도에 이어 제주도는 지자체로는 세 번째로 참여기관으로 등록하였습니다. 제주자치경찰단은 제주시와 서귀포 2개 장소에 약 30여명의 수사관들이 이용하게 되어 교육도 두 곳에서 따로 진행하였으며, 덕분에 제주의 멋진 가을 풍광을 직접 가서 보는 행운도 얻게 되었습니다.

제주자치경찰단은 현재 사건관리를 수기로 처리하고 있어 경찰이나 검찰이 사용하고 있는 KICS와 같은 사건관리시스템의 기능이 추가로 포함되면 좋겠다는 의견이 있었으며, 상용 모바일분석 도구에서 추출한 통화내역 데이터를 NDFaaS 통화내역 분석에 연계할 수 있는 방법들도 문의하는 등 적극적으로 시스템을 활용할 의지를 보여주었고, 덕분에 교육하면서 보람도 느꼈습니다.



▶ 마치며

서울에서 아침에 출발하는 당일 출장이 많아 강의가 점심 식사 이후 시작할 수밖에 없었고, 이로 인해 오후교육이 졸립고 느슨해지는 시간임에도 불구하고 교육시간 내내 집중해서 들어주시고 질문도 활발히 해주셔서 개인적으로 더 즐겁게 설명드릴 수 있었습니다.

이번 방문은 코로나 방역 수칙을 준수하여 진행하였으며, 코로나19로 인해 외부기관 방문이 쉽지 않은 상황에서도 흔쾌히 교육출장을 승인해주신 신승우 디지털수사과장님, 디지털포렌식 분석기법에 대해 조언을 아끼지 않으셨던 이인수 디지털포렌식연구소 소장님 그리고 함께 출장 방문하여 도와주신 김성원 사무관님과 권순형 사무관님께 감사 인사드립니다.



교육을 받은 수사관들이 NDFaaS 시스템을 잘 활용하여 국가의 범죄 대응역량을 한단계 높이는 계기가 되기를 바라며 교육 출강 후기를 마칩니다.





2021년 제3회 대만 국제 법집행 협력 포럼 참석

사이버수사과 수사관 조평익, 에디터 황석미

대검찰청 과학수사부 사이버수사과는 2021년 10월 6일 수요일 14:30경, '법 집행 기관 간 국제 공조를 통한 사이버범죄 대응'을 주제로, 대만 경찰청에서 주최한 '제3회 경찰 국제공조 포럼 및 GCTF기반 화상회의'에 참석하였습니다.

* GCTF(Global Cooperation and Training Framework): 대만의 국제사회 참여 확대를 목표로 하는 글로벌 협력과 대응훈련을 위한 회의체로, 민주주의 기반 확립을 위해 대만의 국내외 정책과 장기적 안보 및 발전 전략에 있어 다른 민주주의 국가와 의견을 교환하고자 2015년 설립됨

본 회의는 2018년 사기 범죄를 주제로 처음 개최되었고, 2019년에는 마약 범죄를 주제로 개최되었으며, 작년 회의는 코로나19로 인해 취소되었으나 올해 컨퍼런스는 다행히 온라인으로 진행되었습니다. 우리나라 경찰청은 2018년부터 회의에 참가해 왔으며, 우리 검찰청은 올해 본 회의에 처음 참가하게 되었습니다.

본 회의에서는 사이버범죄 관련 세부 의제로서 '금융 사이버범죄와 위험관리', '사이버범죄 트렌드와 국제 공조'를 다루었으며, 그와 관련된 몇 가지 발표 내용에 대해 「법과 과학」 독자분들께도 알려드리고자 합니다.



▲ 화상회의 프로그램(ZOOM) 접속 화면

◆ ‘조직화된 범죄 & 혁신적 기술’의 장·단점

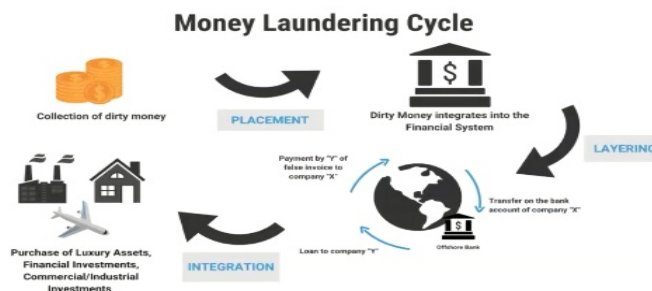
먼저 Australian Academy of Science의 Mark Harrison 교수가 조직화된 범죄와 혁신적 기술의 장·단점에 대해 발표 하였습니다. 그는 지난 200년 간 기술 발전과 그에 따른 수사방향이 다음과 같이 ‘1.전화선 사용기: 제복을 입고 순찰’ ‘2.휴대전화 사용기: 형사들이 각각의 전문가들에게서 지식을 얻음’ ‘3.신체 내 휴대전화 내장기: 다양하게 훈련된 팀이 현실과 가상세계에서 활동’, 총 3가지로 분류될 수 있다고 설명했습니다. 또한 사이버 범죄에 대해, 정의가 어렵고 범죄 집단이 조직화되거나 국가 단위의 범죄 집단이 나타나며, 익명성을 특징으로 한다고 설명했습니다.

결국, 그와 같은 기술의 발전 및 사이버 범죄의 특성에 따라 앞으로 인터넷뿐만 아니라 가상세계까지 범죄가 확장될 수 있다고 전망했으며, 범죄자들이 발전된 암호화 기술과 생체정보 도용 등을 통해 범죄를 저지르기 때문에 이를 수사하기가 더욱 어려워질 것이라고 설명했습니다.



▲ 기술 발전에 따른 수사방향의 변화

덧붙여 범죄조직의 자금세탁 관련하여, 무역거래를 바탕으로 한 자금세탁 방법이 보편적으로 이루어지고 있으나, 현재까지 자금세탁방지법 혹은 유사 제도가 시행되기 위한 충분한 지원이 이루어지지 않고 있다고 설명했습니다.



특히 최근 코로나 상황과 범죄그룹의 복잡성이 더해져서 더욱 불안한 치안환경이 조성되었는데, 이를 극복하기 위한 해결책은 협력이라고 말했습니다. 다시 말해 국경을 넘어 지식을 공유하고 서로 협업하는 자세가 필요하며, 사이버범죄 수사관을 양성하고 전문 기술에 투자할 필요성을 강조하며 발표를 마쳤습니다.



◆ 팬데믹 시대, 필리핀의 사이버범죄 확산

다음으로 필리핀 자금세탁방지위원회(AMLC) 탐지·예방부서장 Jerry L. Leal 이 필리핀의 사이버범죄 현황에 대해 발표했습니다. 필리핀의 경우 코로나19 발생과 더불어 사이버범죄 및 불법자금세탁이 더욱 확산되었다고 설명했습니다.

* 필리핀의 최근 사이버범죄 현황 : 2021년 3월에서 8월까지 필리핀의 사이버 관련 금융범죄 내용을 분석하였을 때, 가장 많이 발생한 범죄는 약 49%를 차지한 온라인 사기이며 피해금액은 약 27억 페소(약 636억 원)에 달함. 다음으로 많이 발생한 범죄는 아동 성착취 범죄로서 비중은 약 13%이며 피해금액은 약 8400백만 페소(약 20억 원)임. 마지막으로 불법자금송금 범죄가 약 9%를 차지했으며, 피해금액은 4억6백만 페소(약 96억 원)임.

필리핀은 이와 같은 위협에 대응하고자 자금세탁방지위원회를 창설하여 혐의거래 보고서를 작성하는 한편, 금융범죄 지도를 만들어 이를 분석하고 있다고 설명했습니다.

필리핀 자금세탁방지위원회가 하는 일은 다음과 같이 총 4개로 요약할 수 있습니다.

- 첫째, 고객 확인 제도인 ‘Customer Due Diligence’ 와 ‘Know-Your-Customer’를 기반으로 철저한 고객 확인 절차 시행
- 둘째, 온라인 송금거래 내역의 철저한 확인
- 셋째, 각 기관별 정확한 등록 절차와 자격이 증명되지 않은 개인에 대한 모니터링 강화
- 넷째, 관련 부처에 정보 공유

나아가 Jerry L. Leal은 코로나 팬데믹 상황에서 사이버범죄 대응을 위해 필요한 과제로 1.협력과 협업, 2.인식 제고, 3.법적 프레임워크 마련이라는 3가지 방안을 강조하며 발표를 마쳤습니다.

◆ 성범죄 수사와 공조의 중요성, ‘N번방 사건’

2020년 전국민의 공분을 샀던 ‘N번방 사건’ 관련하여, 대한민국 경찰청 사이버수사부 김기덕 경위가 국제 공조의 중요성에 대해 발표하였습니다.



‘N번방 사건’은, 주범인 문형욱(일명 ‘갓갓’)이 아동성착취물을 제작하고 텔레그램, MEGA(뉴질랜드 IT기업이 운영하는 파일공유 어플) 등을 통해 불특정 다수를 대상으로 유포한 것인데, 텔레그램과 같은 경우 기업 소재지를 파악할 수 없는 등 수사 진행에 어려움이 있어, 2019년 3월경 첫 범행이 시작되었음에도 불구하고 2020년 경에야 비로소 문형욱을 체포할 수 있었습니다.

김기덕 경위의 설명에 따르면 다행히 MEGA 어플 측에서 이러한 범법자들을 굉장히 잡고 싶어 했고 따라서 관련된 모든 자료를 제공해 주었다고 합니다. MEGA는 이메일을 사용해 회원으로 가입해야했기 때문에 이메일 계정의 주인이 누구인지 찾는 것으로 수사를 진행했으며, 이메일이 한국 계정(네이버 메일 등)인 경우 우리나라 법원에서 발부한 압수수색영장을 통해 확인이 가능했다고 설명했습니다.

그리고 이 과정에서 밝혀진 바로는, 한국 계정을 쓰는 사람은 약 700여명, 외국 계정은 약 900여명이었고, 특히 외국 계정 중 지메일(약 700명)을 쓰는 사람들의 이메일 계정 조사가 필요했으며, 이에 따라 우리나라 경찰청은 미 국토안보부(HSI)와 협업하여 지메일 사용자에게 대한 가입자 정보를 얻을 수 있었다고 설명했습니다. 결국 그와 같은 정보를 토대로 문형욱 등 범인을 특정하여 수사를 계속할 수 있었으며, 현재 주범 문형욱 및 공범의 일부는 재판이 계속 중이고, 나머지 공범 일부에 대해서는 조사 중에 있다고 설명했습니다.



위와 같은 수사 과정에서 MEGA와 미 국토안보부와 협업이 없었다면 수사 진행이 불가능했을 것이기에 국제공조의 중요성을 확인할 수 있었던 사례였으며, 그밖에 경찰은 구글, 페이스북 등 50개 이상의 IT기업과 협업하고 있고 인터폴, 유로폴과 같은 국제수사기관과도 협업을 진행 중이며, 앞으로도 국제사회와 협력하고 공조해 나갈 것이라고 설명하였습니다.

이상 주요 발표 내용을 말씀드렸습니다. 코로나19 상황으로 인해 아쉽게도 회의는 온라인으로 진행되었지만, 사이버공조 업무를 수행하는 데 아주 알찬 내용이었습니다. 이 또한 사이버 세상이 우리에게 선사하고 있는 편의이고 긍정적인 영역이라고 여겨집니다. 다만, 바로 지금 이 순간에도 우리나라에서 성행 중인 보이스피싱, 로맨스캠 등 사회적 이슈가 되는 사건(총책 및 사무실은 주로 외국에 소재함)을 통해서 알 수 있듯이, 오늘날 사이버범죄는 더 이상 한 국가 내의 문제가 아니라는 점을 누구나 체감할 수 있는 시대가 되었습니다. 우리의 일상은 이미 빠르게 디지털화·글로벌화 되어가고 있고 이를 통한 사이버범죄의 등장 또한 필연적이라고 볼 수 있을 것 같습니다.



특히 이번 회의에서는 코로나 19 시대에 급증하는 사이버범죄에 대응하는 각국의 노력 및 국제공조의 필요성을 다시 한 번 확인할 수 있었습니다. 더불어 4차 산업혁명 시대에 대두할 AI, 가상현실 등을 이용한 새로운 사이버범죄의 등장 또한 예견할 수 있었습니다. 이러한 사이버범죄에 적절히 대응하기 위해서는 기술 발전·제도적 지원 등이 절실하다는 것은 명약관화 하다고 볼 수 있습니다. 그리고 그와 같은 기반을 토대로 세계 각국이 긴밀한 국제 공조를 이어나간다면 지구상에서 사이버범죄가 발을 디딜 곳이 없어질 날이 오리라고 감히 예상해보며 글을 마칩니다.

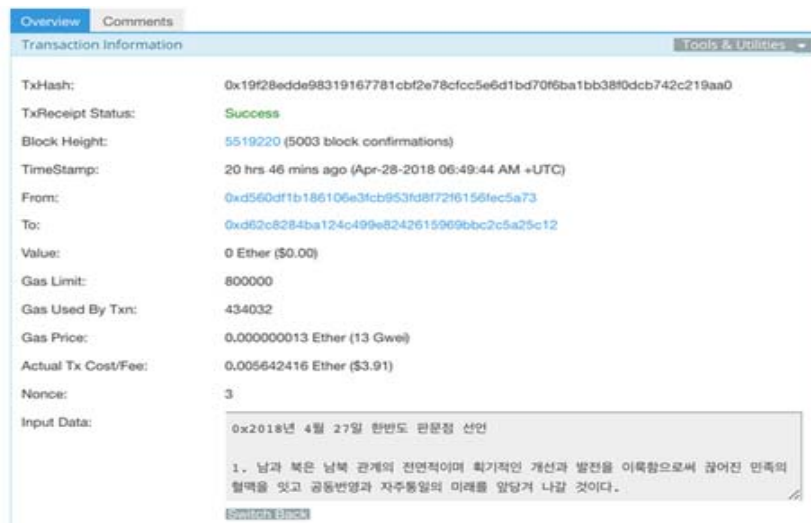


법무연수원 「신임 군법무관 교육」 출강

사이버수사과 수사관 이선영

남과 북은 남북 관계의 전면적이며 획기적인 개선과 발전을 이룩함으로써 끊어진 민족의 혈맥을 잇고 공동번영과 자주통일의 미래를 앞당겨 나갈 것이다

2018년 4월 27일 남북 정상이 공동으로 선언한 이 「판문점 선언문」은 보시는 것 같이 조금 특별한 곳에도 기록되어 있습니다.



▲ 이더리움 블록체인 화면

일반적으로 알고 있는 쓰임과 달라 많은 분들이 생소하겠지만, 이는 이더리움 블록체인에 저장되어 있는 「판문점 선언문」입니다. 비트코인, 이더리움 사례와 같이 참여에 제한이 없는 공개형 블록체인에 저장된 이와 같은 데이터들은 현실적으로 수정하거나 삭제의 방법이 마땅히 없습니다. 그런 이유로 위 판문점 선언문 보다 앞서 중국 북경대의 한 학생이 성폭력 사건을 덮으려는 학교와 당국의 온라인 검열을 피해 '미투(Me Too)'운동 글을 이더리움 블록체인에 올린 사례도 있습니다.

위 사례는 ICT(Information and Communication Technologies)기술의 발전이 주는 이로움과 다양한 가능성을 보여줍니다. 반면 앞선 사례와 반대로 공개형 블록체인에 누군가의 사적인 정보나 사진들이 배포되는 사건이 발생한다면 우리는 무엇을 할 수 있을까요?

10월 마지막 주, 법무연수원 용인분원에서 진행된 「신임 군법무관 교육 과정 - 사이버수사의 활용 및 수사사례」 강의는 위와 같은 질문에서 시작되었습니다.

강의 명칭에 ‘사이버’가 들어가는 강의의 주제를 선정하는 일은 매번 어렵습니다. 강의 대상이 IT 비전공자라면 고민은 더욱 깊어집니다. 용어 하나를 사용해야 할 때 마다 줄줄이 따라오는 연관 기술이 또 꼬리에 꼬리를 물기 때문입니다.

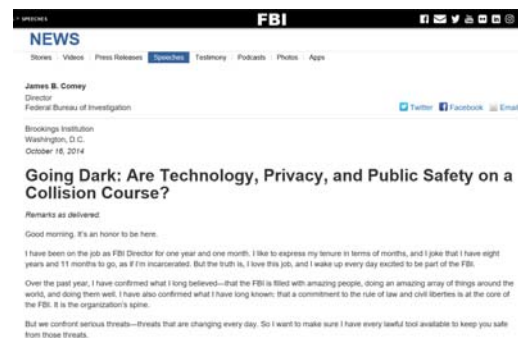
그래서 이번 강의에서는 해킹이나 침해사고와 같이 전문용어가 많이 사용되는 주제 보다는 ICT 기술의 발전에 따른 수사 여건의 변화, 새롭게 등장한 가상자산(가상화폐) 개론, 사용 빈도가 높은 용어와 사이버수사에서 어떻게 활용되는지를 이해하는 방향으로 강의를 진행하게 되었습니다. 강의 내용의 일부를 간략하게 옮겨 「법과 과학」 독자 여러분께도 소개하고자 합니다.

◆ Going Dark

사이버 공간과 현실의 경계가 점점 더 모호해져 가고 있습니다. 컴퓨터 전원을 켜고 끄는 것으로 확실히 두 세계를 오가던 우리는, 휴대 가능한 단말기, 24시간 접속 가능한 인터넷, 디지털 전환(Digital Transformation)의 가속화로 의식하지 못한 채 수시로 두 세계를 넘나드는 일상을 살고 있습니다.

2014년 FBI 홈페이지에 ‘Going Dark : Are Technology, Privacy, and Public Safety on a Collision Course?’ 란 제목의 글이 게시되었습니다.

해당 글에서는 공공의 안전과 프라이버시 보호 사이의 가치 충돌 문제와 고도화된 보안기술로 인해 수사기관의 적법한 수사 활동이 제약을 받는 상황을 ‘Going Dark’라 표현하며 어려움을 토로 하고 있습니다

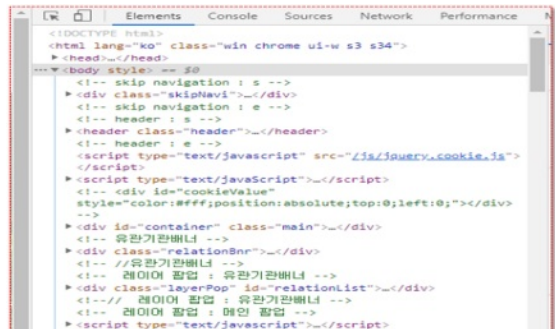
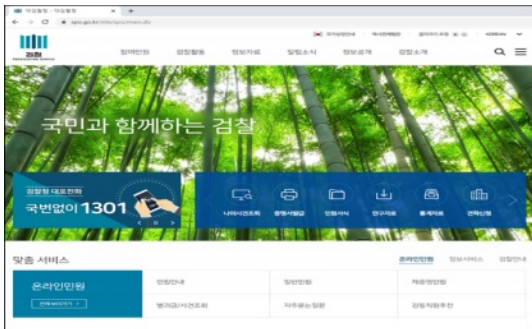


수사 중 빈도수가 높은 도메인과 IP주소를 이용한 범죄자원 추적도 예전과 달리
 목록치 않아졌습니다. 별다른 절차 없이 쉽게 확인 할 수 있었던 도메인의 관리 주체
 정보는 해당 정보를 익명화 해주는 '도메인 프라이버시' 서비스가 등장하면서 정보
 확인에 필요한 단계와 시간이 증가 했습니다. 서버 위치 파악을 위해 도메인에 할당된
 IP주소를 조회하는 경우에도 'CDN(Contents Delivery Networks)'으로 불리는
 서비스를 사용 중인 경우 서버의 실제 IP주소가 확인되지 않습니다.

이와 같은 상황에서는 서비스 구현 방식을 상세하게 분석해 추적이 가능한 사이트
 와의 접점을 찾거나 오신트(OSINT, Open Source Intelligence)와 빅데이터를 활용
 하는 등 사이버수사를 활용한 대응 방안을 모색해야 합니다. 더불어 초국경 첨단범죄는
 대검찰청 과학수사부 사이버수사과가 한국 측 대표 부서로 참여하고 있는 G7 24/7
 Network를 활용해 형사사법공조 절차 이전부터 긴밀히 상호 협력 할 수 있습니다.

◆ 사이버수사의 활용과 관련 용어의 이해

전혀 다르게 보여지는 아래의 두 화면은 실제로는 같은 파일입니다. 알 듯 모를 듯
 한 텍스트들로 가득한 오른쪽 파일이 웹브라우저를 거치면 왼쪽 화면과 같이 멋지
 게 디자인된 웹페이지로 보여지게 됩니다. 문서 편집기에서부터 우리가 사용 중인
 수많은 응용프로그램들도 이와 같은 방식으로 동작합니다.



▲ 대검찰청 홈페이지 화면

내부 처리 방식을 이해하고 접근하는 것은 수사관에게 유리하게 작용합니다. 일반 사용자는 알지 못하기에 주의를 기울여도 고려하지 못한 곳에 단서가 남을 수 있기 때문입니다. 간단한 예를 들어 보겠습니다

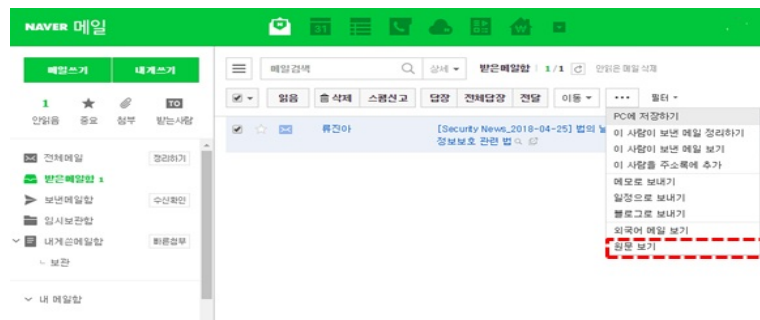
▶ 이메일 원문의 트래킹 활용

예전만큼의 지위는 아니지만 이메일은 여전히 업무 영역에서 중요한 메시지 전달 수단입니다. 어느 날 입찰 마감 전 이메일을 이용해 접수된 A의 입찰가가 B에게 유출되었는지 여부를 수사해야하는 사건이 배당된다면 무엇을 검토해야 할까요? 입찰가가 접수 측에서 B로 전달된 것으로 의심이 되는 상황이고, 입찰 접수를 받던 이메일 계정은 부서 공유 계정이었습니다.



각자의 노하우를 이용해 디지털 포렌식, 금융거래 추적 등의 방법으로 다양한 대응 방안이 있겠지만, 강의 주제인 사이버수사 관점에서 B에게 A의 입찰가를 유출한 피혐의자를 특정해 보는 과정을 살펴보겠습니다.

우선은 이메일의 원문(또는 원본) 확보가 필요합니다. 이메일은 사용자가 작성한 메시지 외에도, 메시지 작성과 송수신 과정 중에 소프트웨어에 의해 자동으로 추가 되는 여러 정보들이 있으며 이 모두를 포함하고 있는 것을 원문(또는 원본)이라고 지칭합니다.

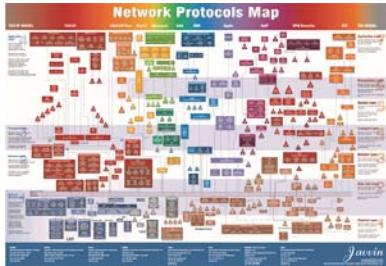


▲ 원문보기 : A가 발송한 메일을 수신하고 사용자를 특정할 수 있는 정보 확인

지고, 압수·수색 대상 단말기와 분석해야할 디지털 증거를 최소화 할 수 있습니다.

▶ 프로토콜(Protocol)과 IP주소

네트워크와 네트워크를 연결한 네트워크에서 오늘날 일반 명사화된 ‘인터넷’은 아래와 같이 상호 간 유기적으로 동작하는 수많은 ‘프로토콜(Protocol)’의 집합체입니다.



‘프로토콜’은 합의된 약속(규약)으로 간단히 정의 할 수 있습니다. 내부 구현 방식은 다르더라도 약속된 형태의 데이터를 입력으로 전달하면 항상 약속된 결과를 내어 줍니다.

IP주소는 통신 상대방을 정확히 찾아가 데이터를 전달해야하는 기능을 담당하는 ‘인터넷 프로토콜(Internet Protocol)’에 정의된 주소체계를 따릅니다. 인터넷에 연결된 수많은 단말기 사이에서 데이터가 정확한 목적지에 도달하기 위해서는 그 주소 값이 고유해야하고 이런 특징 덕분에 통신수사에 활용이 가능합니다.

이 IP주소에는 버전이 있습니다. 정확하게는 ‘인터넷 프로토콜’에 버전이 있습니다. 기존의 익숙한 xxx.xxx.xxx.xxx 형태의 IP주소는 버전4에서 사용되는 주소체계입니다.

수년전에 만들어 졌지만 최근에서야 사용이 늘고 있는 버전6 형태의 IP주소는 알파벳과 숫자가 함께 사용되고 각 자리를 ‘:(콜론)’으로 구분합니다. 수사 중 이런 낯선 형태의 IP주소가 보여도 당황하지 마시고, 버전4 주소와 동일하게 할당 정보를 조회하거나 통신수사에 사용하시면 됩니다.

구분	IPv4주소	IPv6주소
멀티캐스트 주소	224.0.0.0 class	FF00::
브로드캐스트 주소	255.255.255.255 또는 호스트 주소의 모든 bit가 1인 경우	해당 주소 없음
리지널 주소	0.0.0.0	::
루프백 주소	127.0.0.1	::1
공인 IP주소	공인 IP 주소	Global Unicast Address
서열 IP주소	10.0.0.0 172.16.0.0/12 192.168.0.0/16	해당 주소 없음

◆ 맺음말

해킹과 침해사고가 아니어도 사이버수사의 활용은 조금 더 스마트한 수사가 가능하게 하고 실제적 진실에 다가서는 과정에 많은 도움이 될 것입니다. 관련 교육에 참여 하시거나 조직 내 인적·물적 자원을 적극 활용 해 보시길 권해드리며, 출강 후기를 마칩니다. 감사합니다.

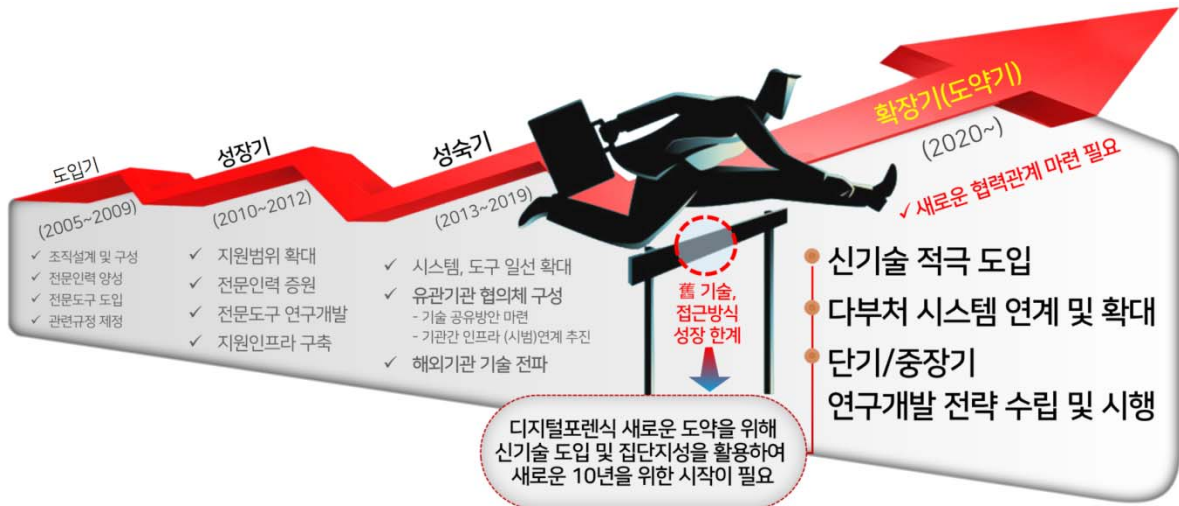


디지털수사과 사무관 김성원

NDFaaS는 ‘National Digital Forensics as a Service’의 줄임말로 ‘국가디지털포렌식 클라우드시스템’을 의미합니다. 이번 호 디지털 포렌식 연구소 이야기에서는 ‘NDFaaS’에 대해서 알아보려고 합니다.



디지털수사과 디지털포렌식연구소에서는 대검찰청이 자체 개발하여 운영 중인 ‘통합디지털증거분석시스템(iDEAS, Integrated Digital Evidence Analysis System)’을 참조사례로 범부처 각 수사·조사감독기관이 공동 활용할 수 있는 국가디지털포렌식클라우드서비스(N-DFaaS)를 제공하기 위하여 <빅데이터기반 지능형 디지털증거 통합 분석 플랫폼 개발> 사업¹⁾을 2020년부터 2022년까지 완료를 목표로 추진 중에 있습니다.



그 구체적인 사업내용과 진행상황은 다음과 같습니다.

1) 행정안전부의 전자정부지원사업으로 2019년 선정됨

I. 사업 개요

- ▶ 추진 목적 : 클라우드, 빅데이터 등 IT 첨단기술을 적극 도입하여 수사·조사·감독 기관이 공동으로 활용하는 디지털증거통합분석시스템을 구축하고 부처간 공동 활용 및 체계적인 운영을 통해 범국가적인 디지털포렌식²⁾ 수사역량 제고

▶ 추진 목적

1 4차 산업혁명에 대응하는 초연결 지능화 지향의 국가정보화 패러다임 전환 추진에 따른 국가 디지털 전환을 위한 지능형 기반 구축 필요

2 범정부 공통기반 조성, 다수 시스템 융·복합을 통해 정부 행정업무의 효율성 및 국민 편의성 제고를 목적으로 하는 전자정부 기본계획/실행계획 대응

3 최근 ICT기술의 급격한 발전으로 범죄수사 시 확보되는 디지털데이터의 종류와 양은 급속도로 증가하고 있으며, 디지털증거의 확보 및 범죄 단서식별은 수사의 성패에 직접적인 영향을 미치고 있음

- 저장매체 다양화 : 정보저장매체는 PC, 스마트폰, CD, USB, 외장하드, SSD 등 다양하게 존재하며 최근에는 IoT 및 지능형 로봇 기술의 발전으로 자율주행차, 스마트가전, 드론 등으로 다양한 매체를 통해 정보가 저장됨
- 데이터 대량화 : 스마트폰의 내장 메모리 최신 제품은 1TB 이상을 지원하는 등 스마트폰의 저장공간이 급속도로 증가하고 있음

4 이러한 디지털증거를 확보하고 분석하여 법정에 제출하는 디지털포렌식은 모든 수사·조사·감독 기관의 필수 수단으로 자리매김

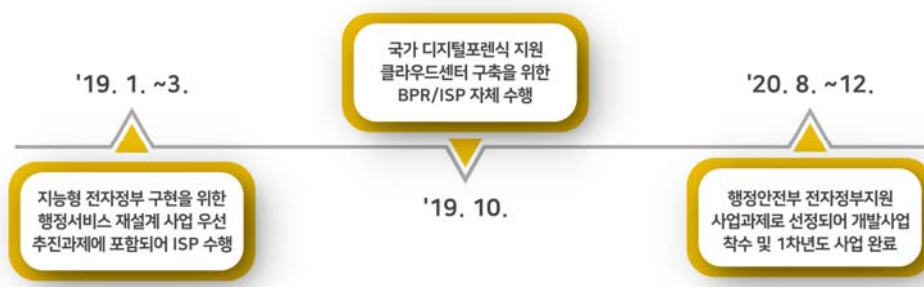
- 검찰은 2013년부터 디지털포렌식 유관기관 협의체(42개 기관)를 구성하여 운영 중

5 다양한 분야에서 디지털포렌식의 중요성이 커지고 있으나, 수사·조사기관은 예산 및 전담인력의 부족으로 디지털증거 분석자원 및 기법을 갖추지 못하여 적절한 시기에 수사를 대응하기 어려운 환경임

6 특별사법경찰관 등 수사·조사·감독기관의 디지털포렌식 절차를 지원하고, 통합수사지원을 위한 분석 기술 및 인프라 시스템을 국가 차원에서 구축, 확대, 공동 활용할 클라우드 센터 구축 필요

- 전자정부지원사업 관리지침 : 다수 부처가 활용하는 범정부 공통 인프라 조성
- 디지털증거분석 서비스 : 각 수사기관은 디지털증거의 증거능력 유지와 디지털증거로부터 범죄 단서를 식별, 현출, 법원 제출 등 일련의 절차를 효율적으로 수행하기 위해 빅데이터 기반의 디지털 증거분석 서비스 필요

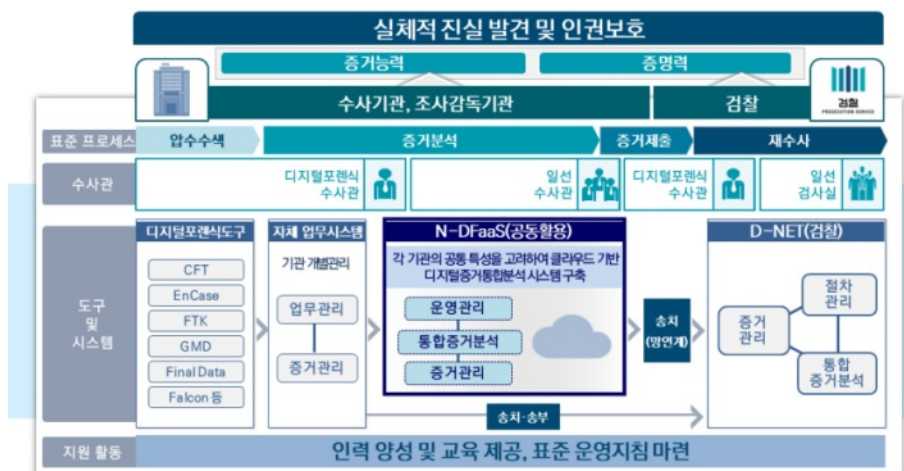
▶ 추진 경과



▶ 서비스 내용

※ 서비스 이용 대상 : 법집행기관

구분	현황	주요 서비스
수사기관 및 조사감독기관	<ul style="list-style-type: none"> 범죄의 지능화, 범죄정보 대응량화에 대응할 디지털포렌식 기술 수준 미흡 기관 개별적인 디지털포렌식 시스템 구축 및 R&D 수행의 어려움 존재 개별시스템 구축 시 기관별 예산중복 및 효율적 운영 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 빅데이터, 클라우드 등 신기술을 활용한 국가 차원의 디지털포렌식서비스 제공 공통기능 활용, IT자원의 상호운용성, 타기관 및 공공시스템 연계
디지털 포렌식 수사관	<ul style="list-style-type: none"> 디지털증거의 보관연속성 관리 미흡 디지털증거의 획득, 활용, 보관 및 폐기의 생애주기 관리 미흡 대용량 디지털증거 분석 불가능 및 수작업에 의한 디지털증거 분석 	<ul style="list-style-type: none"> 디지털증거의 보관연속성 관리를 통한 증거 능력 및 증명력 확보 디지털증거의 체계적인 생애주기 관리 대용량 디지털증거분석을 통한 수사시간 단축
일선 수사관	<ul style="list-style-type: none"> 디지털증거분석 결과 활용 미흡 디지털포렌식 수사관이 작성한 수사보고서를 참조하는 수준 	<ul style="list-style-type: none"> 직접 디지털증거분석 및 결과의 적시 제공으로 신속·정확한 수사 가능



▲ 디지털증거통합분석 플랫폼(NDFaaS) 도입 후의 모습

- 수집한 이종(異種)의 대량 디지털증거 자료를 체계적으로 관리하고, 빅데이터 분석기법과 기반기술을 활용하여 다양한 디지털증거를 통합 분석 할 수 있는 서비스를 제공함으로써 디지털증거의 분석시간 단축 및 디지털증거 분석 역량 강화 기반 마련
- 사건관련 디지털증거 데이터를 인물·행위·시간중심 등으로 분석하여 가독성이 높은 시각화 기능 등을 제공함으로써 수사시간 단축 및 정확한 혐의점 도출을 지원하는 서비스 제공
- 각 수사기관이 압수(또는 임의 제출)한 디지털증거의 증거능력 유지를 위한 최소요건의 정보 관리와 등록된 디지털증거의 생애주기 관리체계 구축
- IT 자원 관리 및 시스템 확장, 관리기능 제공



II. 주요 사업 내용

▶ 사업 범위

1 디지털증거분석 서비스 개발

- 통화내역, 계좌내역, 파일, 이메일, 회계, 모바일 증거처리 및 분석서비스 개발
- 증거유형(통화, 계좌, 파일, 이메일, 회계, 모바일) 전체를 연계한 통합검색, 시계열, 상관도 서비스 개발
- 디지털증거기반 통합분석관점에서 GIS 기반 분석 시각화 개발

2 디지털증거관리 서비스 개발

- 디지털증거자료의 생명주기 전체관리, 사건별 관리를 통해 보관연속성을 확보하기 위한 디지털증거 현황 관리, DEP관리 및 처리결과 관리, 송치증거 관리, 증거파일 전송관리 등 기능 개발

3 통합 사건관리 서비스 개발

- 사건정보의 통합 관리, 증거 및 각종 파일 등 업무관리, 운영관리 등을 지원하는 통합업무관리 기능 개발
- 디지털수사 진행현황, 증거관리자 대시보드, 증거등록, 추출파일 등록, 증거 재분석, 증거 폐기, 증거 보관, 주간 현황, 실적 보고, 통계 집계, 데이터기능 등 개발

4 빅데이터 처리분석 플랫폼 개발

- 참조모델인 D-NET에서 개발된 각종 In-House 개발 SW를 활용한 공통 모듈 개발
- 디지털증거(통화, 계좌, 이메일, 파일, 암호파일, 회계, 모바일 등)의 입력, 저장, 추출, 색인, 검색, 분석 등 작업을 수행하는 빅데이터 플랫폼의 구축 및 개발
- 정형파일 추출, 비정형파일 색인초기화, 파일추출 및 색인, 암호파일 탐지, 암호해제파일 추출 및 색인, 메일 추출 및 색인 기능 개발

5 디지털포렌식 지원 클라우드 플랫폼 구축

- 디지털증거통합분석 플랫폼 운영을 위한 클라우드 인프라 구축 (IaaS환경)
- 기관 확장에 대한 유연성 및 적시 대용량 증거처리를 할 수 있는 아키텍처 구성
- 인프라 보안 및 사용자 인증관리



▲ 목표시스템 개념적 구성도



▲ 목표시스템 기술 아키텍처

Ⅲ. 사업 추진상황

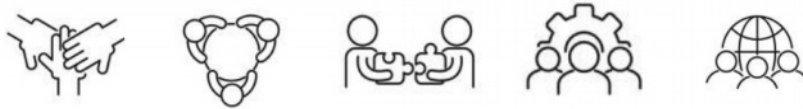
- ▶ 1차 사업은 통화내역 분석기능을 중심으로 '21년 상반기 오픈하여 16개 기관이 사용 중에 있으며 3개 기관에 추가 확대 예정
- ▶ 2, 3차 사업은 장기계속계약 사업으로 변경 추진하여 11월 중 RFP 공고 후 12월 중 사업자 선정하여 2022. 12월말까지 구축 예정임

No.	부처(기관명)	NDFaaS참여 여부	No.	부처(기관명)	NDFaaS참여 여부
1	고용노동부	참여 중	22	중앙선거관리위원회	
2	금융위원회	참여 중	23	경기도	참여 중
3	무역위원회	참여 중	24	서울특별시	참여 중
4	문화체육관광부	참여 중	25	제주특별자치도	
5	병무청	참여 중	26	예금보험공사	참여 희망
6	식품의약품안전처	참여 중	27	한국저작권보호원	참여 희망
7	철도특별사법경찰대	참여 중	28	게임물관리위원회	
8	특허청	참여 중	29	금융감독원	참여 중
9	환경부	참여 중	30	국방부검찰단	참여 중
10	해양경찰청	참여 희망	31	군사안보지원사령부	참여 중
11	경찰청		32	육군본부	참여 중
12	고위공직자범죄수사처		33	해군검찰단	참여 중
13	공정거래위원회		34	공군군사경찰단	참여 희망
14	관세청		35	공군본부	참여 희망
15	국립과학수사연구원		36	국방부조사본부	참여 희망
16	국립수산물품질관리원		37	육군중앙조사단	참여 희망
17	국세청		38	해군군사경찰단	참여 희망
18	서울출입국·외국인청		39	해병대군사경찰단	참여 희망
19	중소벤처기업부		40	국군사이버작전사령부	
20	감사원		41	국군정보화사령부	
21	국립농산물품질원		42	신호기술연구소	

▲ 디지털포렌식 유관기관 현황(2021. 7월 말 기준)

2) 디지털포렌식(Digital Forensics) : 디지털기기의 정보저장매체에 저장된 디지털정보로부터 범죄관련 증거를 획득하고 분

디지털수사과 디지털포렌식연구소 인프라구축팀은 NDFaaS 참여기관에 최상의 서비스를 제공하기 위하여 원활한 시스템 운영관리 및 지속적인 개발사업 추진에 최선의 노력을 다하고 있으며, 특별사법경찰이 있는 기관을 대상으로 추가적인 참여 기관 확대를 모색하고 있습니다.



이상으로 국가디지털포렌식 클라우드시스템(NDFaaS) 소개를 마칩니다.

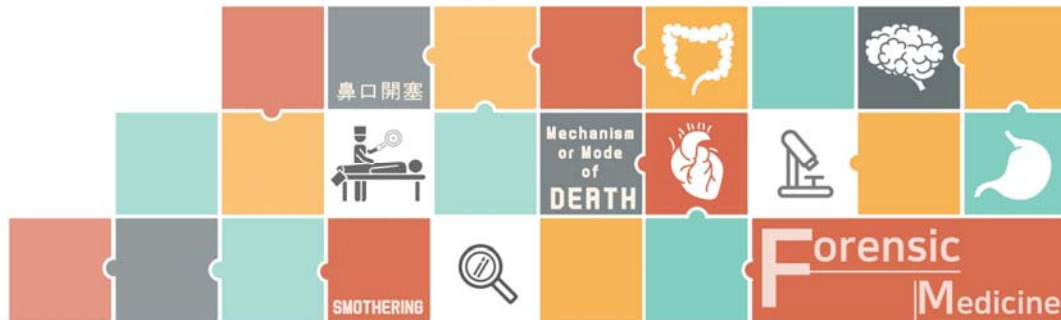


익사

서울대학교 법의학 교수 유성호

매번 글을 써 주시는 유성호 교수님은 20년간 1,500여 건의 부검을 담당한 법의학자로서, 서울대학교 의과대학 법의학교실 교수로 재직 중이시며, 국립과학수사연구원 촉탁 법의관이십니다.

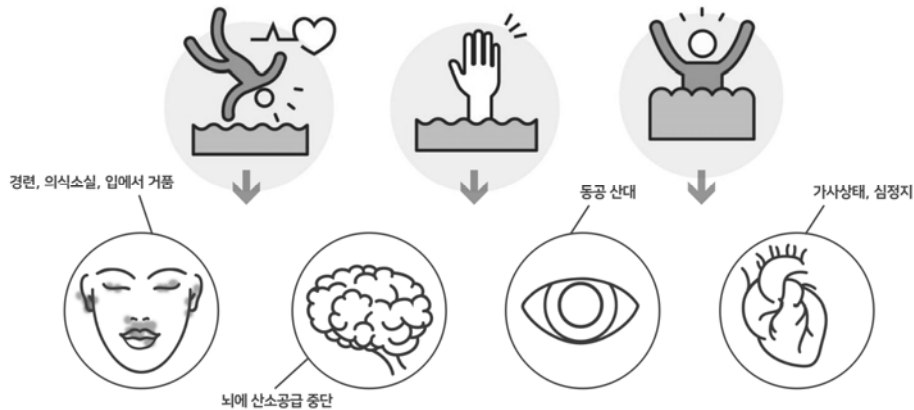
‘그것이 알고 싶다’ 등 각종 방송에서 법의학 관련 자문을 맡고 있으며, ‘어쩌다 어른’에 출연해 ‘죽은 자에게 배운다’라는 주제로 강의를 한 바 있습니다. 범죄 및 미스터리 계간지 ‘미스터리아’에 실제 사건들을 주제로 칼럼을 연재하고 있으며, 저서로는 ‘나는 매주 시체를 보러 간다’가 있습니다.



익사란 밖에서 들어온 액체(溺水)가 기도에 흡인되어 기도 말단이나 폐포를 막음으로써 생긴 질식사망의 한 종류이다. 일반적으로 익사는 대개 5~8분의 과정을 보이지만, 상황이나 개인에 따라 다를 수 있다. 보통 코와 입에 물이 들어오게 되면 물에 잠기고 약 30초에서 1분, 길어도 1분 30초 동안 본능적으로 호흡을 멈추게 된다. 물론 해녀나 군대의 특수부대원 같은 직업의 사람은 4~5분까지 버틸 수도 있으나 반대로 민감한 사람은 이 시기에 신경성 쇼크로 사망할 수 있다. 이렇듯 보통 사람이라면 숨을 참다가 결국 물속에서 호흡하므로 물을 흡인하게 되는데 이때 경련과 의식 소실이 나타나며 입에서는 거품이 흘러나온다. 이럴 경우 뇌에 산소 공급이 중단되면서 동공이 산대하고 반사기능도 없어지게 되다가 가사(假死) 상태로 약 1분간 지속되다가 완전히 호흡을 멈추기까지 약 1분이 소요된다. 그러나 심장은 이때



까지 운동을 지속하며 물이 밖으로 배출되어 다시 호흡을 하기를 기다리게 되나 그렇게 되지 않으면 끝내는 사망한다. 대개 강이나 바다와 같은 곳에서 익사를 하는 경우가 많지만 때에 따라서는 고의로 물에 잠기게 해서 물을 흡입하게 하는데 이는 일종의 고문으로 우리가 기억하는 1987년의 박종철 열사의 죽음도 이와 맥락이 닿아 있다.



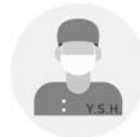
갑자기 휴대전화에 벨이 울렸다. 내 전화번호는 형사, 기자, 검찰 및 법원에 널리 알려져 있어 수시로 모르는 번호로 전화가 온다. 힐끗 전화번호를 보니 지역 전화번호였다. 전화를 받자마자 사투리가 섞여있는 진중하고 낮은 목소리가 들려왔다.



교수님. 저는 *** 경찰청 000 형사입니다.
TV에서 많이 봐있던 본인데 반갑습니다.

몇몇 TV 프로그램에 출연하면서 감옥에 있어 억울하다는 사람의 편지부터 조카가 저지르지도 않는 범죄로 재판을 받고 있다는 삼촌의 이메일까지 다양한 사연들을 접하게 되는데 형사님이 전화에서 이렇게 말하는 것은 생경해서 잠시 호흡을 멈추었다 물었다.

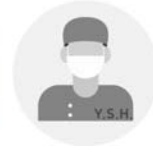
아 네 형사님. 무슨 일이신가요?



저희 청에 투서가 하나 들어와서요.
뭐 당시에 수사도 하고 부검도 했는데,
투서 내용이 무시할 수 없는 내용이라서요.

부검까지 했다는 이야기를 들으니 간단하게 부검감정서를 리뷰하고 이야기해 주면 될 것 같은 사건이라고 생각했다.

아 그러면 제 이메일을 가르쳐 드릴테니 부검감정서와 수사기록을 스캔해서 보내주십시오.



형사는 서울에 올라와서 직접 얼굴을 보고 자료를 주면 안되겠냐고 물었다. 안될 것이 없었다.

그런데 그 지역에서 여기 서울대학교 의과대학까지는 5시간이 넘을 것 같은데 괜찮으시겠어요?



교수님 얼굴도 뵈고요. 이 사건은 꼭 대면으로 설명드리고 싶습니다.

만나기로 약속을 하였다. 3일이 흐른 후 형사는 시간에 맞추어 연구실을 찾아왔다. 방문을 열고 들어와서 인사를 하자마자 그 낮은 목소리를 기억해 낼 수 있었다.



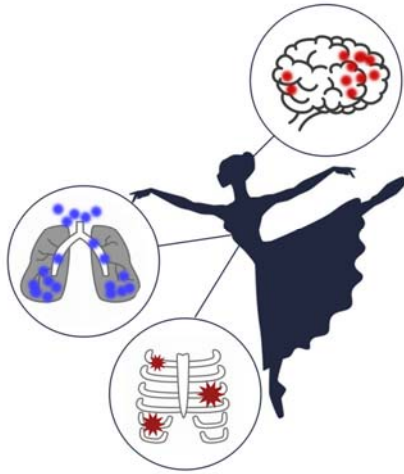
TV 보다 실물이 나오시네요.

아이스 브레이킹을 잠시 하더니 형사는 사건 내용을 이야기 했다.

형사가 살고 있는 지역의 한 무용학원은 무용수의 꿈을 키우던 고등학생이 다니는 입시 전문학원이었다. 학원생들은 총 6명이었는데 낮에는 학교를 다니고 수업이 끝나면 5명의 학생들이 무용을 배우고 나머지 1명은 학원에서 숙식을 하며 지내는 작은 학원의 규모였다. 학원에서 숙식을 하던 학원생 A양은 부모님의 이혼 이후 아버지와 살다가 아버지가 재혼을 하면서 같이 살기가 어려워져 학원의 잡일을 도우기로 하고 학원에서 숙식을 하는 중이었다. 어느 날 A양이 화장실에 씻으러 갔는데 한참을 지나도 나오지 않았다. 이상하게 생각한 다른 학원생과 원장은 문을 두드렸는데 소리가 없자 문을 열고 들어가서 A양이 의식이 없는 상태로 쓰러져 있는 것을 발견했다. 바로 119에 신고하고 구급대원은 심폐소생술을 진행하면서 인근에 있는

작은 병원으로 A양을 이송하였다. 병원의 의사는 의식이 없고 심장이 뛰지 않은 A양에게 사망진단을 하였고 그 원인이 무엇인지를 알기 위해 가슴 CT를 찍었다. 현장에 출동한 형사에게 의사는 뭔가 이상한 것 같은데 사망원인을 정확히는 모르겠고 부검을 해야 될 것 같다고 이야기했다. 화장실에서 쓰러져 사망한 10대 여고생의 사망원인이 무엇일까? 경찰은 머리를 쥐어짜도 알 수 없었고 의사의 권유에 따라 부검을 실시하였다. 부검은 오랜 경력의 베테랑 의사에 의해 실시되었다. A양의 몸에는 상처가 많았다. 그렇지만 학원 원장은 A양이 가정형편이 불우하여 가끔씩 정서가 불안할 때 자해를 해서 자신이 말렸다는 이야기를 하며 안타까워했으며 경찰도 이를 받아들였다. 부검 결과는 2주 뒤에 경찰서에 발송되었고 사망원인은 미상 즉 '알 수 없다'라고 기재되어 있었다. 불우한 가정환경에서도 무용수의 꿈을 가지고 노력했던 아이는 알 수도 없는 원인으로 사망하였고 한줌의 재로 세상에서 사라졌다. 투서에는 학원 원장이 당시 6명의 학생들을 학대했고 사망한 A양은 물이 담긴 비닐에 얼굴을 억지로 집어넣고 학대하다가 사망했는데 진실을 이야기하면 가만히 두지 않겠다고 해서 그 때는 두려움에 이야기 할 수 없었다는 내용이 적혀있었다. 경찰은 최초 투서를 받고 믿지 않았다. 당시 단순 변사로 처리했고 부검까지 실시했는데 그럴 리가 없고 뭔가 정서가 불안한 사람이 보낸 것이라고 생각했지만 그 내용이 너무도 구체적이라서 그냥 지나치기에는 뭔가가 꺼림칙해서 검찰과 의논을 해서 감정을 받기로 했다는 내용을 자세히 말했다.

당시 부검감정서와 그 사진 그리고 가슴의 CT를 찍은 영상 자료와 당시 수사 자료를 필자에게 내밀었다. 당시 병원에 이송되어 사망진단을 받고 실시한 사진에서는 코와 입에서 잘고 흰 거품(비교적 신선한 익사체의 반에서 볼 수 있는 소견으로 폐포 안에 들어온 물이 기도 및 폐의 점액이 섞이고 공기와 함께 경련성 호흡운동이 있을 때 휘저어지므로(攪拌) 생기는데 심폐소생술을 하면 더 자세히 보인다)이 보였고 폐는 물이 차서 폐 내에 있던 공기가 폐의 가장자리로 밀리는 수성 폐기종이 사진에서 보였다. “헉” 숨이 멎는 느낌이 들었다. 사진 상으로도 보이는 익사체의 소견이었다. A양의 CT를 찬찬히 보았다. 기도와 폐 기관지 근위부에 물이 차 있는 소견이 보였으며 양쪽 갈비뼈에 오래된 골절이 보였고 머리에도 두피하 출혈이 보였다. 전형적인 학대 받은 사람의 소견이라고 불러도 손색이 없는 영상 사진이었다.



며칠 후 경찰에게 감정서를 전달했을 때 경찰도 적잖이 놀란 눈치였다. 검찰에서는 이중 확인을 위해 필자의 스승인 이정빈 교수에게도 자료를 전달하여 같은 소견을 확인받았다. 경찰과 검찰의 추가적인 수사를 통해 더 놀라운 사실이 밝혀졌다. 5명의 다른 학생들을 대상으로 회유와 협박으로 입막음을 한 원장은 그 후에도 상당기간 동안 학대를 하며 학생들을 계속 가르쳤다. 그 이

후에도 원장은 남은 학생들의 뺨을 때리고 나무막대기로 온몸을 구타하기도 하며 매트도 없는 시멘트 바닥에서 위험한 동작을 시켜 다치게 하여 뼈에 금이 가 입원하게도 만들었다. 원장은 학생들에게 남자친구가 있는 것 같으며 휴대전화를 강제로 빼앗고 학원을 그만두겠다는 학생에게는 아킬레스 건을 끊어버리겠다고 협박하였다. 살아 남은 학생은 공포의 시간을 상당기간 보냈다. A양이 사망한 후 5년의 시간이 지나갔다. 그 학원은 문을 닫았고 미혼이었던 원장은 결혼을 하여 아이를 낳고 평범한 엄마가 되었고, 당시 학원을 다녔던 나머지 5명의 학생들은 성인이 되어 각자의 삶을 살다가 그 중 한명이 두려움을 이겨내고 경찰에 투서를 넣었다는 사실이 밝혀졌다.



검찰은 폭행치사, 특수상해, 공갈, 상해, 강요, 아동복지법위반(아동학대), 특수폭행까지 7개의 혐의를 적용하여 원장을 기소하였다. 1심에서는 범행을 모두 인정하고 죄를 반성하며 전과가 없다며 7년을 선고하였다. 검찰과 원장은 모두 양형이 부당하다고 항소를 했고 항소심에서는 무자비한 행위로 고귀한 생명이 제대로 피어보지 못하고 희생되었다며 오히려 형량을 1년 늘려 8년을 선고하였다. 항소심에서 1심보다 형량이 늘어나는 것은 이례적인 일이지만 대법원에서 형량이 적당하다고 판단하여 확

정하였다. 최초 감정서를 배부하고 2년이 지난 후 대법원 판결이 확정되자 필자를 찾아온 형사는 카톡을 보내왔다.



교수님 덕분에 억울하게 생을 마감했던 피해자의 한을 풀어준 것 같습니다.

형사님이 허투루 보시지 않고 이미 끝난 사건을 끝까지 추적해서 이룩한 결과고 저는 단지 형사님을 도와드린 것 뿐입니다.



개인적으로는 양형에 아쉬움이 있었지만 정의가 실현되었다는 점에 위안을 받을 수 있지만 한가지 아직도 풀리지 않은 점이 있다. 왜 그 경험 많은 의사는 익사를 잡아 내지 못했을까? 아마도 그건 선입견 때문일 것이다. 화장실에서 쓰러졌다는 진술과 형사들이 최초 조사에서도 원장의 강압과 압박으로 두려움에 진실을 이야기 할 수 없는 상황에서 조작된 사실이 전달되어 그냥 선입견을 가져 판단에 영향을 미쳤을 것이라는 생각밖에 할 수 없다. 익숙한 일을 계속하다 보면 선견지명이라는 것이 생긴다. 딱 보자마자 아는 경우라고 할 수 있다. 그렇지만 우리는 일을 할 때 그런 익숙함이 오히려 정확한 일을 하는데 방해가 될 수 있다는 점을 항상 느끼게 된다. 초심을 가진다는 것이 얼마나 어려운지 깨닫게 된다.





『영화로 본 수사관 일기』 ㉘ <그녀>

- 코로나 2년, 사람의 향기가 그리운 시기

서울중앙지검 수사관 강현식



우리는 지금도 끊임없이 누군가와 사랑을 하고 있다. 그 '누군가'는 실제로 있기도 하고 실제로 있지 않기도 하다. 바야흐로 '언택트'의 시대. 이제부터 소개할 영화는 21세기 코로나 시대를 마치 미리 내다본 것처럼 현실에 꼭 들어맞는다.

대필작가로 일하는 '테오도르'는 남의 인생을 집필하는 자신의 일에 공허함을 느끼며 살아간다. 그러던 어느 날, 인공지능 운영체제 '사만다'와 대화를 시작하면서 삶의 의미를 조금씩 깨달아가고, 심지어 실체가 없는 인공지능에 사랑의 감정을 느끼게 된다.

영화 '그녀'는 평범한 일상을 살아가던 남자가 새로운 사랑의 감정을 느끼는 일반적인 로맨스 영화와 크게 다르지 않다. 다만, 사랑의 상대방이 실재하지 않을 뿐, 사랑에 빠지는 과정은 똑같다. 서로의 안부를 묻고, 한동안 연락이 없어 궁금해하며, 서로

가 다르다고 느끼는 지점에 이르자 결국 이별을 고한 뒤 못내 쓸쓸해한다.

사만다는 실체가 없는 여인(her)이다. 테오도르는 현실에서 찾을 수 없는 만족감을 사만다에게서 찾는다. 인터넷이 만들어낸 가상의 관계. 가상화폐가 경제적 가치를 지니고, 신용카드보다 동전지갑을 갖고 다니는 사람을 찾아보기 어렵다. 돈이 필요하면 채굴하면 되는 세상. 감정도 자기복제가 가능하다면? 나를 사랑하는 상대방은 세상에서 유일한 사람이 아니다. 그 사람이 사랑하는 사람이 나 말고도 수 백 명이 넘는다면 그 감정은 유일하다고 말할 수 있을까?



어느 새 코로나 시대로 접어든 지 2년이 다 되어간다. 그 사이 우리의 삶도 비대면이 당연한 세상으로 바뀌었지만 아직 사람의 향기가 그리운 시기. 우리는 마주 대하는 사람에게서 다시 한 번 향기를 맡을 수 있을까? 영화는 그걸 묻고 있다. <끝>



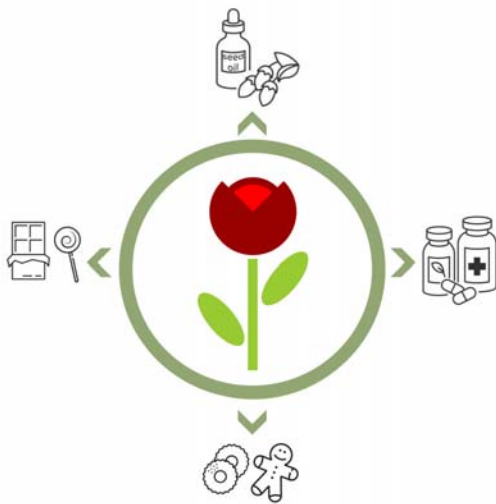
『법과학분야 우수논문 소개』

마약성과 비마약성 대마 품종의 식별을 위한 칸나비노이드 생합성 유전자 분석법 개발

디엔에이·화학분석과 보건연구관 오혜현

대검찰청 디엔에이·화학분석과 법생물 감정실에서는 사람 이외의 모든 생물에 대한 형사사건 DNA감정을 지원하고 있습니다. 한국법생물 연구회에 참여하는 식품의약품 안전평가원, 한국한의학연구원 등 19개 유관기관과 연구·기술 정보를 공유하며 식품, 보건·의료, 관세사건 등에 관련된 다양한 생물의 종을 판별하고 개체를 식별하는 것이 주요 업무입니다.

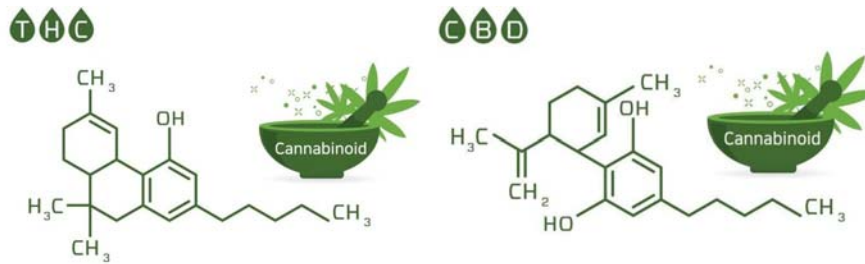
특히, 법생물 감정실은 검찰의 마약수사를 지원하기 위하여 마약성 식물에 대한 DNA 감식 기술 적용 가능성을 꾸준히 연구한 결과, 「DNA를 이용한 마약성 양귀비 판별법」을 개발하였고 국내 특허로도 등록하였습니다. 이 분석법은 미량으로 성분 판단이 모호한 양귀비 씨앗이나 혼합 가공된 양귀비 제품에 유용하게 사용할 수 있습니다.



최근에는 일부 국가의 대마사용 합법화로 해외유입이 증가됨에 따라 젊은층의 대마 사범이 급증하고 있는데, 국내에서는 2018년 CBD 오일 등을 원료로 하는 의료용 대마가 허용되고, 섬유 생산에 적합하도록 개량된 산업용 대마 품종의 재배 면적이 증가하고 있고, 껍질을 탈각한 헴프 seed를 원료로 하는 화장품, 식품의 산업화 또한 더욱 활발해지는 상황입니다.

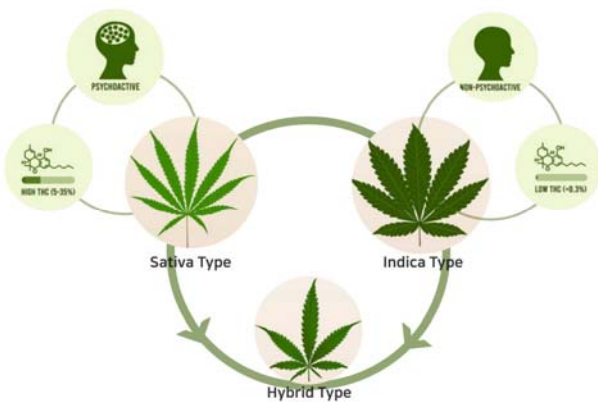
하지만, 이러한 사회적 상황은 분명 마약범죄자들이 탈각되지 않은 씨앗을 무분별하게 유통하고, 재배까지 연결시켜 암시장을 형성할 수 있고, 단속을 피해 마약성 대마인 것처럼 가공하여 유통하였을 때, 수사기관은 마약성 대마와 저마약성 대마 품종을 선제적으로 구별해야하는 필요성이 있을 것이라고 생각하여 이 연구를 시작하게 되었습니다.

대마는 '칸나비스 사티바 엘'(학명:cannabis Sativa L.)로 마약류관리에 관한 법에서 대마초와 그 수지, 그리고 이를 원료로 하여 제조된 모든 제품을 마약류로 지정하고 있습니다. 마약성 대마를 확인하기 위해서는 60여종의 칸나비노이드(Cannabinoid) 성분 중 THC (Tetrahydrocannabinol)와 CBD(cannabidiol)를 지표 물질로 사용하는데, 대마의 품종에 따라 식물의 외형적인 차이뿐만 아니라, 이 두 성분의 함유 비율이 서로 달라 약리적 효과도 구분이 된다고 합니다.



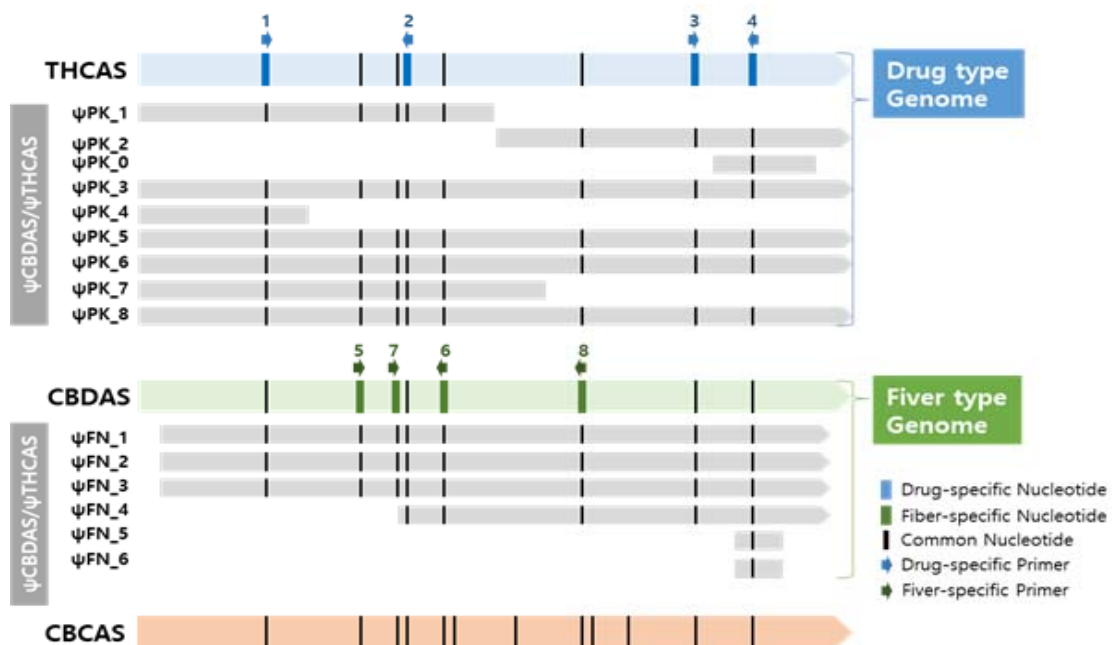
본 연구에서는 대마로 지정된 Cannabis Sativa 품종에서는 강한 중독성으로 뇌에 환각 효과를 일으키는 THC(Tetrahydrocannabinol) 성분이 CBD에 비하여 우세하게 많고, 그 아종인 Cannabis Indica 품종은 진통효과가 있는 CBD(cannabidiol) 성분을 더 많이 가지고 있는 것에 착안하여 두 가지 주요 성분을 생산하는데 관여하는 유전자의 존재 여부와 대마 품종간의 상관관계를 분석하여 마약성과 저(비)마약성 대마 품종 식별법을 개발하였습니다. 최근에는 THC 성분이 적게 들어있지만, 키가 작아 실내 재배에 유리한 Indica type과 마약성이 강한 Sativa type을 교배하여 불법적으로 실내 재배를 하는 사례가 종종 적발 되고, 외국에서는 다양한 특징을 가진 교배종이 계속 개발되고 있어 유전자 단계에서의 판단 기준이 유효할 것이라고 생각합니다.

특히, 이번 연구에서는 마약성 대마와 비마약성 대마 모두 분류학상으로는 같은 종이고, Sativa와 Indica로 나뉘는 아종이 존재하지만, 기존 업록체 DNA 구간의 서열상 차이만으로 개량종이나 다양한 교배종을 포함한 마약성과 비마약성 품종을 식별하기 어려운 한계를 극복할 수 있게 되었고, 마약성 여부를 판단하는 추가 정보를 수사기관에 제공하게 된 것에도 의미가 있습니다.



◆ 마약성 대마와 비마약성 대마 구분 분석법◆

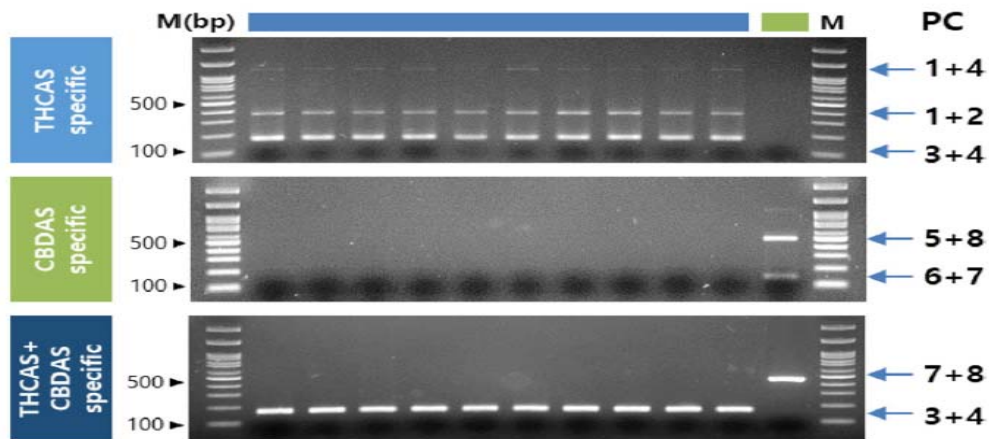
1. 전 세계 연구자들이 분석한 대마 전장 유전체 염기서열을 데이터베이스로부터 확보하여 마약성분 생합성에 관여하는 주요 THCAS, CBDAS, CBCAS 염기서열을 추출하였고, 이들 간의 차이가 발생하는 특이 SNP 위치를 확인하였고, 해당 위치를 분석하는 마커를 개발하였습니다. (그림1)



▲ 그림 1

※ 대마의 전장 유전체 분석결과 THCAS(THCA synthase)와 CBDAS(CBDA synthase)는 원시 유전자에서 분화된 이후 서로 다른 염색체에 배타적으로 존재하며, 마약성 대마는 완전한 THCAS와 위유전자(pseudogene) 형태의 CBDAS를 가지고 있는 반면, 저(비)마약성 대마는 완전한 CBDAS와 위유전자 형태의 THCAS를 가지고 있음을 알 수 있었습니다. 이들 두 유전자와 서열 상동성이 매우 높은 또 다른 생합성 유전자인 CBCAS(cannabichromenic acid synthase)를 발굴하였습니다.

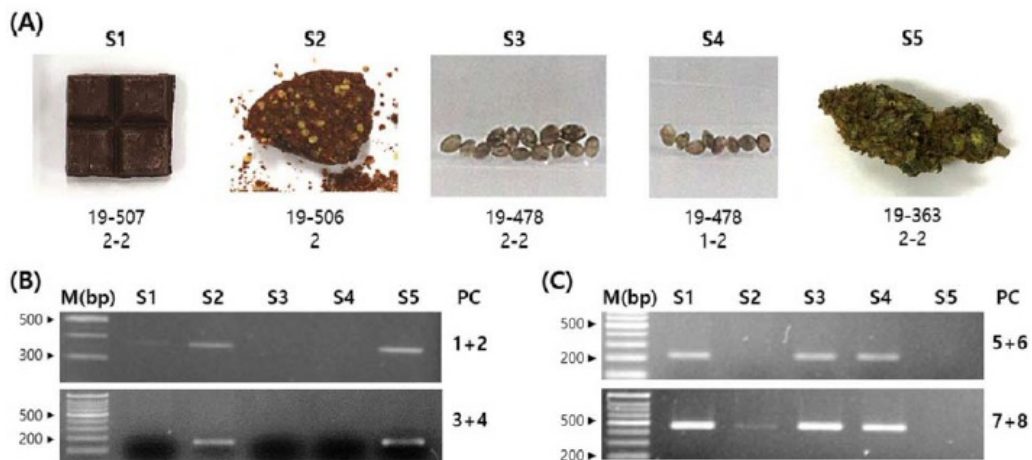
2. 대검찰청에 감정의뢰 후 THC 및 CBD 성분이 확인된 압수품 대마와 산업용 대마 '청삼' 품종의 DNA를 추출하여 개발된 마커에 적용하였습니다.



▲ 그림 2

※ 마약성 품종은 THCAS 마커에서 해당 유전자가 존재함을 알 수 있는 밴드가 확인되고 *cannabis sativa*를 산업용으로 개량한 '청삼' 대마는 CBDAS 마커에서만 밴드가 확인되는 것으로 보아 개발된 식별 마커가 유효함을 알 수 있습니다.

3. 대마 압수품, 2종의 씨앗, 가공품으로 압수된 대마 초콜릿, 대마 쿠키에서 DNA를 추출하여 개발된 마커에 적용하였습니다.



※ (B) THCAS 분석 마커에서는 대마 잎(S5)과 대마 쿠키(S2)에서 밴드가 확인되었습니다.

(C) CBDAS 분석 마커에서는 대마 초콜릿(S1)과 씨앗 2종(S3, S4)에서 밴드가 확인되었습니다.

이러한 분석 결과를 통해 압수품 대마 잎은 마약성이 강한 품종으로 화학성분 검사 결과와 일치하는 결과를 확인하였고, 미량이기도 하고 종자의 특징 때문에 화학성분 검사가 어려웠던 대마 쿠키는 마약성이 있는 종자를 사용하여 가공된 제품인 것으로 판단할 수 있었습니다.

마약성과 비마약성 대마 품종의 식별을 위한 카나비놀 생합성 유전자 분석법

박현승^{1#} · 오혜현^{2#} · 김성민^{2#} · 박지영¹ · 김진태¹ · 심현아¹ · 양태진^{1*}

¹서울대학교 농업생명과학대학 농림생물자원학부, 식물유전체육종연구소

²대검찰청 과학수사부 디엔에이·화학분석과

Cannabinol Synthase Gene Based Molecular Markers for Identification of Drug and Fiber Type *Cannabis sativa*

Hyun-Seung Park^{1#}, Hye Hyun Oh^{2#}, Sungmin Kim^{2#}, Jee Young Park¹, Jintae Kim¹, Hyeonah Shim¹, and Tae-Jin Yang^{1*}

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Plant Genomics & Breeding Institute, College of Agriculture & Life Sciences, Seoul National University, 1 Gwanak-ro, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

²Forensic Genetics & Chemistry Division, Supreme Prosecutors' Office, Seoul 06590, Korea

Abstract – *Cannabis sativa* is an important industrial plant utilized to produce fiber, oil, and medicinal ingredients. A chemotype of cannabis is divided into “Drug type” with predominance of tetrahydrocannabinolic acid (THCA) and “Fiber type” with cannabidiolic acid (CBDA). To develop molecular markers for the discrimination of these two types, nucleotide sequences of THCA synthase and CBDA synthase as well as their pseudogenes were retrieved from the recently published cannabis genome in chromosome scale. Gene-specific SNPs were discovered by multiple alignment of these sequences, and 2 dominant marker sets from each gene were designed for selective amplification. Our markers successfully identified “Drug type” and “Fiber type” cannabis plants as well as forensic samples including processed materials. Our molecular markers will provide a fast and efficient system for molecular-based identification of the cannabis plant.

Keywords – *Cannabis sativa*, THCAS, CBDAS, Molecular marker

삼과에 속하는 일년생 식물인 대마(*Cannabis sativa*)는 섬유원료 및 유류(oil crops) 작물로 전세계에서 널리 재배되고 있다.¹⁾ 또한 항정신성 효과를 나타내는 이차 대사산물을 생산하기 때문에 전통적으로 의료용이나 종교적인 목적으로 이용되어 왔으며,²⁾ 국내에서는 대표적인 마약류 식물 중 하나로 분류되어 관리되고 있다.

대마는 다양한 이차대사산물을 만들어 내는데 특히, 대마 특이 테르펜 계열의 대사산물의 총칭인 cannabinoids에는 약 113종 이상의 다양한 물질이 포함되어 있다.³⁾ 대표적인 cannabinoids에는 Δ^9 -tetrahydrocannabinolic acid(THCA)와 cannabidiolic acid(CBDA)가 있으며 이들은 열에 의해 활성 형태인 tetrahydrocannabinol(THC)와 cannabidiol(CBD)로

자연분해되는 특징을 가지고 있다. THC는 척추 동물의 중추신경계에 존재하는 카나비노이드 수용체 1(cannabinoid receptor type 1, CB1)과 결합하여 신경계를 활성화시키며, 대마로 인한 환각이나 망상은 THC 성분에 의해 유발된다고 알려져 있다.⁴⁾ THC를 이용한 대표적인 의료용 제품으로는 미 FDA의 승인을 받은 Dronabinol이 있으며, 항암제로 인한 메스꺼움이나 구토를 완화시키고 에이즈 환자의 식욕 증진을 위한 목적으로 처방되고 있다.⁵⁾ CBD는 THC와는 달리 CB1 수용체와 직접적으로 결합하지 않고 별도의 경로를 통해 작용하기 때문에, THC와는 달리 항정신성 효과를 유발하지 않으며 다량으로 섭취하더라도 안전하다는 장점이 있어 의료용으로 주목받고 있다.⁶⁾ CBD는 조현병과 알츠하이머병에 대한 효능이 보고된 바 있으며, CBD를 주성분으로 개발된 Epidiolex(GREENWICH, USA)는 소아 뇌전증 치료제로 미국 FDA 승인을 받아 판매되고 있다.^{7,8)}

*These authors contributed equally to this work.

*교신저자(E-mail): tjyang@snu.ac.kr

(Tel): +82-2-880-4547

대마 내에서 THCA와 CBDA의 생합성 관련 효소들의 유전 양상은 많은 대마 연구자들로부터 논쟁의 대상이 되어 왔다. 다양하게 육성되어온 대마 품종들은 THCA와 CBDA의 상대적 함량에 따라 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 THCA의 함량이 매우 높은 마약성 계열(마리화나, drug type), 두 번째는 CBDA의 함량이 매우 높은 비마약성(혹은 저마약성) 계열(삼, fiber type), 마지막으로 이 둘의 중간형 계열이다.^{9,10)}

THCA synthase(THCAS)의 염기서열과 CBDA synthase(CBDAS)의 염기서열이 각각 2004년과 2007년에 발표된 이후로,^{11,12)} 이들 두 유전자의 유전 양상을 해석하기 위하여 먼저 기본 멘델의 유전법칙 모델이 제시되었다.¹⁰⁾ 이 모델에 따르면 THCA와 CBDAS가 동일한 유전자좌를 공유하고 있으며 이들은 공우성으로 유전될 것이라고 가정하였으며, 마약성 대마에서는 THCAS가 동형 접합으로 존재하는 반면 비마약성에서는 CBDAS 동형 접합으로 존재할 것이며, 두 개의 유전자형을 모두 가지고 있으면 중간형 계열이 될 것으로 예측하였다.¹⁰⁾

하지만, 2006년에 발표된 또 다른 연구에서는 13개의 마약성 및 비마약성 대마 수집개체들로부터 THCAS유전자 서열을 PCR로 분석하였을 때 이들 간에 다수의 변이가 존재하는 것이 관찰되었다. 이를 바탕으로 멘델의 단일 유전자 법칙 모델이 아닌 유전자 연관 모델이 제시되었는데, 이는 THCAS와 CBDAS 합성과 관련된 유전자가 단일 유전자가 아니라 2개 이상의 유전자좌가 서로 연관되어 있을 것으로 가정하는 것으로 두 유전자의 발현 정도나 효소의 활성도 차이에 의해 THCA와 CBDA의 함량이 달라진다고 설명하고 있다.^{13,14)}

유전체 연구의 진보와 더불어, 2011년에 발표된 대마 전장 유전체 해독 논문에서는 대마의 이차대사산물 생합성에 관여하는 유전자 서열을 모두 해독함으로써 THCAS와 CBDAS의 유전 양상을 규명하려 했으나, 당시의 유전체 해독 기술로는 반복 서열이 많고 구조가 복잡한 대마 유전체를 염색체 수준까지 해독할 수 없어 이들 두 유전자의 모델에 관하여 명확한 결론을 내리기 힘들었다.^{14,15)}

최근 이를 보다 정확히 규명하기 위하여 2019년에 Pacbio사의 SMRT 기술을 이용하여 마약성과 비마약성 대마 품종들의 유전체를 염색체 수준까지 거의 완벽하게 해독한 연구 결과가 발표되었다.¹⁶⁾ 마약성과 비마약성 대마 품종 간의 유전체를 서로 비교하였을 때, THCAS와 CBDAS는 원시 유전자에서 분화된 이후 서로 다른 염색체에 배타적으로 존재하며, 마약성 대마는 완전한 THCAS와 위유전자(pseudogene) 형태의 CBDAS를 가지고 있는 반면, 비마약성 대마는 완전한 CBDAS와 위유전자 형태의 THCAS를 가지고 있음을 알 수 있었다. 또한 이들 두 유전자와 서열 상동성이 매우 높은 또 다른 생합성 유전자인 cannabichromenic

acid synthase(CBCAS)를 발굴하여 THCAS 및 CBDAS의 염기 서열 다양성과 관련된 의문을 해소할 수 있었다.

분자 마커를 이용하여 마약성 대마와 비마약성 대마를 구분하려는 연구는 포렌식 분야를 중심으로 활발히 수행되어 왔다. 일반적으로 식물의 종 관별을 위한 DNA barcoding에는 엽록체 유전체의 일부 서열이나 핵내 45S 리보솜 유전자 서열 변이가 주로 사용된다.¹⁷⁾ 이 지역들은 종내 다양성이 비교적 낮고 종간 다양성이 높기 때문에 비교적 안정적으로 종을 관별할 수 있다. 이러한 연구 내용을 바탕으로 대마의 전장 엽록체 서열이 2015년에 발표되었으며,^{18,19)} 엽록체 유전자 지역의 변이에 관한 몇몇 연구들도 수행되었다.^{20,21)} 그러나 마약성 대마와 비마약성 대마 모두 분류학상으로는 같은 종이고, *indica*와 *sativa*로 나뉘는 아종이 존재하지만 분류 기준이 모호하다는 연구결과가 있어 일반적인 엽록체 DNA barcoding 구간의 서열상 차이만으로 마약성과 비마약성을 식별하는 데에는 한계점이 존재한다.²²⁾

이러한 이유로 엽록체 유전체가 아니라 핵 유전체에서 마약성 성분의 생합성에 관여하는 THCAS와 CBDAS를 대상으로 해당 유전자의 서열 변이를 찾고 이를 기반으로 분자 마커를 개발하기 위한 연구들이 꾸준히 수행되어 왔다.^{13,23-25)} 그러나 당시에는 앞서 언급했던 것과 같이 THCAS 및 CBDAS의 유전 양식에 대해 이해가 부족했을 뿐 아니라, 대마 유전체 내에 존재하는 위유전자 형태의 THCAS 및 CBDAS, 그리고 CBCAS 등으로 인하여 마커 검정 결과를 해석하기 어렵다는 문제점 역시 여전히 남아있다.^{15,26)}

본 연구는 기존에 개발되었던 대마 식별 마커들의 한계점을 극복하기 위하여 염색체 수준으로 해독된 마약성, 비마약성 대마의 전장 유전체 서열을 기반으로 마약성 성분 생합성에 관여하는 주요 유전자들의 염기서열을 비교 분석하고, 마약성 대마와 비마약성 대마를 구분할 수 있는 분자 마커를 개발하여 이를 다양한 시료에 적용하고 검증함으로써 신속하고 정확한 마약성 대마 검사 체계를 확립하는 것을 목표로 수행되었다.

재료 및 방법

대마 식물 시료들의 DNA 추출과 THC 검출 - 마약성과 비마약성 대마의 유전자 분석을 위해 검증 시료는 대검찰청과의 철저한 협조에 의해 이루어졌다. 마약성 대마 식물 시료와 개발된 분자 마커 검정에 사용된 5점의 대마 관련 시료(대마 초콜릿, 대마 쿠키, 대마 종자 2점, 대마 잎 감정물)는 대검찰청 디엔에이·화학분석과에서 범생물 DNA감정을 위하여 추출한 DNA감정물의 잔여 DNA 중 일부를 제공받았으며, 비마약성 대마는 국내에서 섬유용으로 재배하기 위해 *Cannabis sativa* 품종을 개량한 청삼 품종을 사용하였다. 액체 질소로 냉동된 시료를 막자와 막자 사발로 균

질화시키고, Qiagen Dneasy Mini kit와 제조사에서 제공하는 방법을 이용하여 DNA를 추출하였다. 추출한 DNA는 분광광도계(Nanodrop)를 이용하여 OD260에서 농도를 측정하였다. 대마 관련 시료5개에 대한 THC 검출은 대검찰청 법 화학감정실의 도움을 받아 수행되었으며, 고체상 추출법(solid-phase extraction, SPE)과 가스크로마토그래피/질량분석법(GC/MS)을 이용하였다.²⁷⁾

대마 Cannabinoid 생합성 유전자 및 위유전자(Pseudogene) 서열 발굴 - 마약성 대마(Purple Kush 품종, PK) 및 비 마약성 대마(Finola 품종, FN) 유전체는 NCBI에 등록되어 있는 서열을 이용하였으며(Bioproject: PRJNA73819), 대마 유전체 논문¹⁶⁾에 기재되어 있는 Scaffold 상에서의 위치 정보를 바탕으로 THCAS, CBDAS 및 CBCAS의 염기 서열을 추출하였다. 이후 이들 서열들을 Query로 사용하고, 마약성 및 비마약성 대마 전장 유전체를 대상으로 BLASTN 분석을 통해 유전체 내에 존재하는 위유전자들의 위치 정보를 파악하고 염기서열을 추출하였다.

THCAS 및 CBDAS 특이 SNP 발굴 및 유전자 기반 특이 마커 개발 - Cannabinoid 생합성 유전자 염기서열 3종과 BLASTN으로 발굴한 위유전자들의 염기서열들을 모두 모아 MAFFT²⁸⁾로 pairwise 정렬을 실시하고 변이지역을 발굴하였다. 먼저 THCAS 유전자에만 특이적으로 존재하며, CBDAS, CBCAS 및 다른 위유전자들과 구별될 수 있는 SNP들을 선별하여 THCAS 특이 SNP로 분류하였다. 마찬가지로 CBDAS 유전자에만 특이적으로 존재하며, THCAS, CBCAS 및 다른 위유전자들과 구별될 수 있는 SNP를 선별하여 CBDAS 특이 SNP로 분류하였다. 분류된 각 유전자 특이 SNP 중에서 두 SNP 사이의 거리가 150~400 bp 내외인 조합을 선정하고, 이들이 정방향과 역방향 primer의 3' 말단에 위치할 수 있도록 Primer-BLAST²⁹⁾를 이용하여 특이 primer를 디자인하였다(Table 1). PCR을 이용한 마약성 대마 및 비마약성 대마의 감별을 위하여 약 20ng의 genomic DNA와 각 10 pmole의 정방향 및 역방향 primer를 Inclone Taq DNA polymerase kit와 혼합하여 반응물의 총량이 25 μ l가 되도록 제조하였다. PCR 조건은 95°C에서 5분간 변성 시

킨 후 95°C(20초), 62°C(20초), 72°C(20초), 3단계를 총 35회 반복 수행하고 72°C에서 7분간 최종적으로 증폭시켰다. 증폭된 산물에 대해, 3% 농도의 agarose Gel에서 100V 전압으로 30분간 전기영동을 실시한 후 UV광 아래에서 각 산물의 크기를 확인하였다. 다만, Taq polymerase의 종류 및 제품에 따라 본 연구에서 제시된 PCR 결과와는 상이한 결과가 나올 수 있으므로, 이 경우 알려진 검체들을 이용하여 PCR 조건을 최적화할 것을 권장한다.

결 과

Cannabinoid 생합성 유전자 및 위유전자(pseudogene) 서열 발굴 - Laverty 등이 수행하였던 선행 연구 결과를 바탕으로 마약성 대마와 비마약성 대마의 전장 유전체 서열을 대상으로 BLASTN 분석을 수행하여 대마에서 마약성과 비마약성 대마에 각각 배타적으로 존재하는 THCAS 유전자와 CBDAS 유전자의 위유전자 서열을 발굴하였다(Fig. 1). 먼저 THCAS 유전자를 Query로 사용하여 마약성 대마 전장 유전체를 탐색하였을 때 염색체 2번, 3번, 6번, 7번에서 9개의 위유전자 서열이 발견되었다. 이 중 7번 염색체에 위치한 위유전자 서열 2개가 선행연구에서¹⁶⁾ 보고했던 것과 동일한 것으로 분석되었고, 나머지 2번, 3번, 6번에 위치한 서열들은 보고되지 않은 새로운 위유전자 서열로 판단된다. 2번과 7번 염색체에 존재하는 위유전자 서열을 제외한 5개 서열은 모두 길이가 1,000 bp 이상이었으며 THCAS 유전자와 비교하였을 때 78.3%~92.3%의 높은 상동성을 보여주었다. 마찬가지로 CBDAS 유전자를 Query로 사용하여 비마약성 대마 전장 유전체를 탐색하였을 때 3번과 6번 염색체에서 6개의 위유전자 서열이 발굴되었으며, 이 중 6번 염색체에 위치한 1개 서열이 기존에 Laverty 등이 보고했던 것과 동일한 것으로 분석되었고 나머지 5개 서열들은 보고되지 않은 새로운 위유전자 서열로 판단된다. 이들은 CBDAS와의 상동성이 74.6%~76.9% 정도였으며, 마약성 대마 전장 유전체에서 발굴된 위유전자보다는 다소 낮은 유사도 수치를 보여주었다.

Table 1. Primer sequences for THCAS/CBDAS specific markers

Serial number	Primer name	Sequence (5' -> 3')
1	PK_AS_4_F	CAAATAACTCCCATATCCAAGCA
2	PK_AS_6_R	ATTGACTAAGTGTGCATCAATA
3	PK_AS_12_F	ACCCTTACGGTGGTATAATGGAG
4	PK_AS_13_R	GGGACACATAAAGGAGTCGTA
5	FN_AS_4_F	TTGGGTAAATGAGAAAAATGAGAG
6	FN_AS_9_R	TGCTCCACCACCACGTAA
7	FN_AS_7_F	GCTATGGACCATTGATGAGAAGC
8	FN_AS_13_R	CAGCTCAATTGTCTGCAATCC

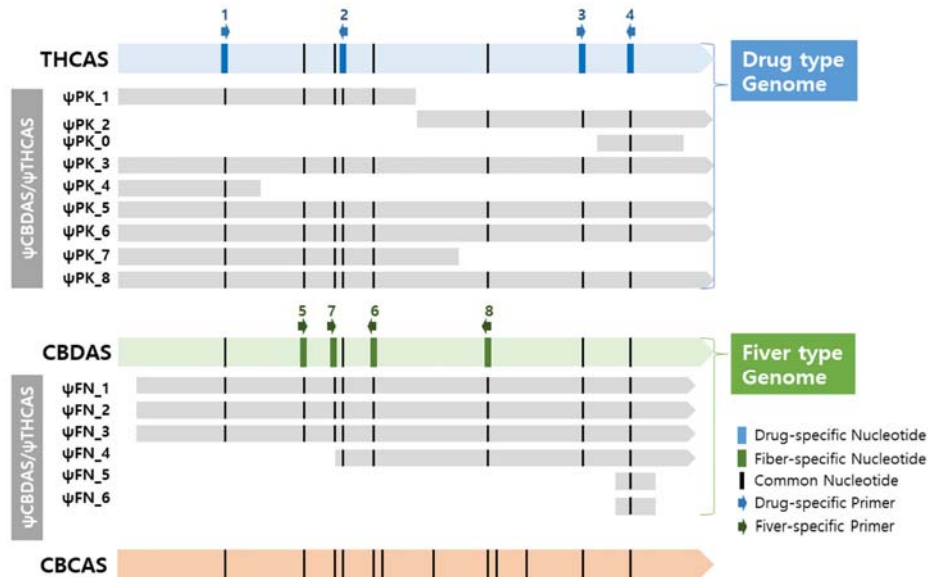


Fig. 1. A schematic diagram of the relative structure of THCAS, CBDAS, CBCAS genes and pseudogenes (ψ THCAS/ ψ CBDAS, Pseudogene) found in drug and non-drug *Cannabis sativa* and the location of THCAS/CBDAS specific SNPs. The pseudogenes discovered by BLASTN are indicated by gray bars, and those discovered in the drug type genome (ψ PK) are under the THCAS gene, and the above genes discovered in the non-drug type genome (ψ FN) are under the CBDAS. The nucleotide sequence variation of each gene is indicated by a vertical line. The primer positions were denoted by arrows and labeled with serial numbers in Table 1.

THCAS, CBDAS 특이 SNP 발굴 및 마커 개발 – Cannabinoid 생합성 유전자 3종과(THCAS, CBDAS, CBCAS) 앞서 발굴한 위유전자 서열들을 대상으로 MAFFT를 이용하여 다중염기서열에서의 변이 지역을 탐색하였다. 이들은 1.6 kb 정도 되는 THCAS 및 CBDAS 유전자 전반에 걸쳐 골고루 분포하고 있으며, 이 중 THCAS 유전자 특이 SNP 4개와 CBDAS 유전자 특이 SNP 4개를 발굴하여 분자 마커를 디자인 하였다(Fig. 1). 각 유전자 특이 SNP 중에서 유전자 증폭 산물의 크기가 400 bp 이하가 되도록 2쌍의 조합을 선정하였으며, 이들을 각각 정방향과 역방향 primer의 3' 말단에 위치시켜 대상 유전자만을 특이적으로 증폭될 수 있도록 allele-specific primer를 제작하였다. THCAS 특이 SNP 4개와 CBDAS 특이 SNP 4개를 각각 증폭하는 2쌍의 primer를 마약성 대마 및 비마약성 대마 품종 청삼 DNA에서 PCR 하였을 때 모두 기대했던 마커 증폭 양상을 보여주는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 2A, 2B).

의료용 대마의 수요가 폭발적으로 증가하면서 최근에는 건조된 대마초 이외에 대마를 원료로 하는 가공된 형태의 마약류가 많이 적발되고 있다. 가공물 형태의 감정물은 원료의 특성상 DNA 추출 효율이 낮아 미량의 DNA를 활용하면서도 다양한 분석기법을 동시에 적용해야 하는 경우가

많다. 따라서 앞서 개발한 THCAS 특이 primer 2쌍과 CBDAS 특이 primer 2쌍을 대상으로 multiplex PCR의 구현 가능성을 테스트해 보았다(Fig. 2C). THCAS 특이 primer들을 이용하는 multiplex PCR(PK_AS_4F, PK_AS_6R, PK_AS_12_F, PK_AS_13_R)의 경우에는 앞서 확인한 증폭산물 외에도 PK_AS_4_F primer와 PK_AS_13_R primer의 조합으로 생성된 새로운 PCR 산물이 확인되었으며, 이들은 모두 대마 시료에서만 특이적으로 증폭되었다. 반면 CBDAS 특이 primer간의 multiplex PCR(FN_AS_4_F, FN_AS_9_R, FN_AS_7_F, FN_AS_13_R)의 경우에는 기존 primer 조합으로 증폭된 산물이 아닌 다른 조합에서 유래된 크기의 증폭 산물만이 관찰되었으나 여전히 비마약성 대마 품종 청삼에서만 특이적으로 반응하는 것을 알 수 있었다. 또한 THCAS 특이 primer 1쌍과 CBDAS 특이 primer 1쌍을 서로 섞어 multiplex PCR을 하였을 때에도(PK_AS_12_F, PK_AS_13_R, FN_AS_7_F, FN_AS_13_R), THCAS 특이 조합은 대마 시료에서만, 그리고 CBDAS 특이 조합은 비마약성 대마 품종 청삼 시료에서만 특이적으로 PCR 산물을 증폭하는 것을 확인할 수 있었다.

감정물 시료 적용 – 유전자 기반 마약성, 비마약성 감별 마커가 실제 법생물 감정에도 이용될 수 있을지 알아보기

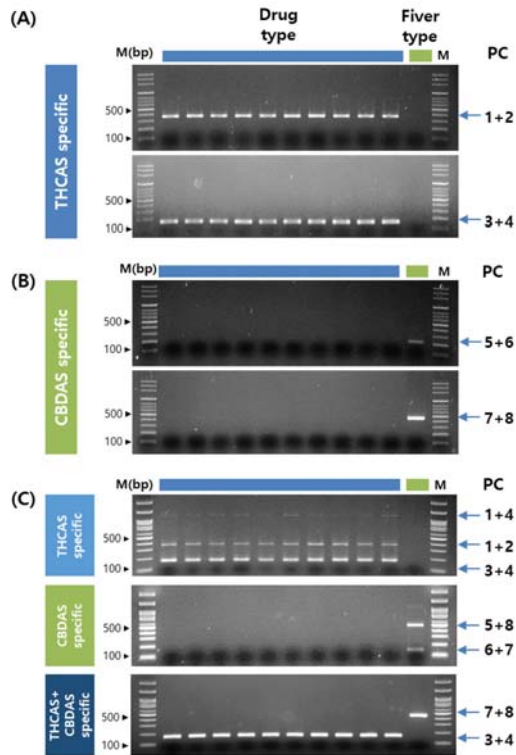


Fig. 2. PCR amplification of various samples using allele-specific molecular markers specific to THCAS and CBDAS. Ten cannabis samples of drug type and one sample of fiber type variety, “Cheongsam” were used. M, 100bp DNA size ladder; PC, primer combinations based on the serial numbers in Table 1. (A) PCR amplification using two THCAS specific markers. (B) PCR amplification using CBDAS specific markers. (C) PCR amplification using multiplex primer pairs. Top, combination of four THCAS specific primers created three bands. Middle, Four CBDAS specific primers created two bands. Bottom, two THCAS specific primers (PK_AS_12_F, PK_AS_13_R) and two CBDAS specific primers (FN_AS_7_F, FN_AS_13_R) created single band for drug and non-drug type, respectively. Primer pairs were denoted at right side of each gel panels.

위하여 4쌍의 마커를 대상으로 대검찰청에서 보관중인 DNA 시료들에 대한 식별 실험을 실시하였다(Fig. 3). 이들 시료는 표본으로 수집되어 있는 대마 초콜릿(추정) 1점, 대마 쿠키(추정) 1점, 대마 종자(추정) 2점, 대마 잎(추정) 1점이며, 대검찰청 법화학감정실의 이화학적 분석을 통한 사전 실험에서 대마 잎(추정) 감정물은 마약성 성분(THC)이 검출되었으나 대마 종자(추정) 2점, 대마 초콜릿(추정) 및 쿠키(추정)에서는 마약성분이 검출되지 않았다.

각 시료들에 대해 앞서 개발한 마커 조합을 적용하였을 대마 종자 2점의 경우, CBDAS 특이 Primer 2쌍에서만 특이적인 PCR 산물이 증폭되는 것으로 보아 비마약성(혹은 저마약성) 대마 시료로 추정할 수 있었다. 대마 잎 감정물의 경우 THCAS 특이 primer 2쌍에서만 특이적인 PCR 산물이 증폭되는 것으로 보아 마약성 대마 시료로 추정할 수 있었으며 이는 THC성분이 검출된 이화학적 분석과 일치하는 결과를 할 수 있다. 그러나 대마 초콜릿 1점과 대마 쿠키 1점의 경우 THCAS 특이 primer와 CBDAS 특이 primer 모두에서 PCR 산물이 증폭되어 마약성 성분이 검출되지 않은 이화학적 분석과는 다른 결과를 보여준다. DNA 검사 결과로 보았을 때, 이들 제품에는 마약성 원료와 비마약성 원료가 혼합되었거나 중간형 대마가 원료로 사용되었을 것으로 추측할 수 있다. 마약성 대마 씨앗의 표피에는 제거되지 못한 모체의 세포에서 기인한 THC 성분이 극미량 존재하지만,³⁰⁾ 껍질(포엽과 외종피)을 완전히 벗겨 가공할 경우 마약 성분이 없어 식품 원료로 사용이 가능하기 때문에 위와 같은 양상을 보이는 것으로 판단된다.

고 찰

대마 전장 유전체 정보를 활용한 분자 마커 개발의 의의 - 대마의 주요 마약성 성분의 합성에 관여하는 THCA 생합성 유전자나 CBDA 생합성 유전자의 단백질 서열이나 염기 서열은 이미 2000년대 초반에 밝혀졌지만, 이들은 복잡한 유전 양상으로 인하여 분자 마커를 개발하기에는 여러 어려운 점이 많았다.^{15,22)} 그러나 2011년과 2019년 두 번에 걸쳐 수행된 전장 유전체 분석을 통해 대상 유전자들의 유전 양상과 위유전자들과의 진화적 관계가 밝혀지면서,^{14,16)} 두 유전자의 존재 유무를 바탕으로 대마의 마약성과 비마약성을 판별할 수 있게 되었다. 이는 전장 유전체 정보 해독과 식물 유전체의 특성에 대한 이해가 분자 마커의 정확도를 향상시킬 수 있음을 보여주는 사례라 할 수 있다.

목적 유전자의 복잡성과 검출의 정확도 - 따라서 본 연구는 이에 근거하여 CBCAS 서열 뿐 아니라, 마약성 및 비마약성 대마 유전체 전반에 걸쳐 THCAS와 CBDAS의 위유전자 서열을 수집하고 이를 동시에 비교함으로써 보다 정확도 높은 변이 지역을 탐색할 수 있었다. 실제로 THCAS와 CBDAS 염기서열을 이용한 BLASTN 결과는 기존에 보고한 위유전자¹⁶⁾보다 더 많은 유사 서열들이 존재함을 보여준다(Fig. 1). 따라서 본 연구에서 발굴된 THCAS 및 CBDAS 변이 지역들은 이러한 위유전자들을 모두 고려하여 선정되었기 때문에 각 유전자를 매우 특이적으로 대표하는 염기 서열이라 할 수 있으며, 개발된 분자마커가 마약성 및 비마약성 시료를 선택적으로 잘 증폭하는 것을 확인할 수 있다(Fig. 2).

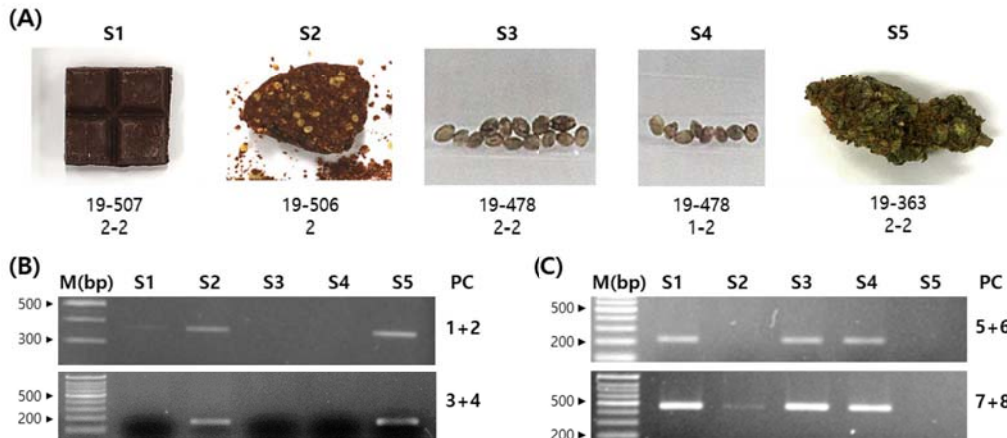


Fig. 3. Application of THCAS/CBDAS specific markers to various Cannabis samples. (A) Photo of samples (provided by Supreme Prosecutors' Office). S1, 19-507 2-2, cannabis chocolate; S2, 19-506 2, cannabis cookie; S3, 19-478 2-2, cannabis seeds; S4, 19-478 1-2, cannabis seeds; S5, 19-363 2-2, forensic sample of cannabis leaves. Only the sample S5 was positive for Δ^9 -THC by GC/MS analysis and the others were negative. (B) PCR amplification using THCAS-specific markers. M, 100bp DNA size ladder; PC, primer combinations based on the serial numbers in Table 1. (C) PCR amplification using CBDAS-specific markers. Sample 5 seems drug-type, samples 3 and 4 seems non-drug type, and samples 1 and 2 seems containing both types.

식물 시료의 판별을 위한 분자마커를 개발할 때, 마커의 민감도, 위음성 여부와 함께 위양성 결과가 나타날 수 있는지에 대해서도 반드시 고려해야 한다. 특히 마약류 관리에 관한 법률에서 대마는 *indica type*과 *sativa type*을 포함하는 칸나비스 사티바 엘(*Cannabis sativa* L.)로 정의하고 있으며, 종자, 뿌리, 성숙한 줄기를 제외한 잎과 그 수지(resin)를 규제 대상으로 하고 있다. 식품공전에는 껍질이 완전히 제거된 씨앗에 한하여 식품원료로 인정하고 있다. 최근 대마의 원형을 알 수 없도록 가공한 제품이나 미량의 마약성분이 남아있는 종자의 껍질을 탈각을 하지 않은 상태로 소지 할 경우 마약성분이 검출되거나 DNA검사로 대마 품종이 확인 되면 단속 대상이다. 하지만 의료용 대마 사용 합법화와 CBD의 효능에 기초하여 개발되는 다양한 건강기능성 제품 등이 각광을 받고 있기 때문에, 미량의 마약성분 검출이 어려운 불법 대마 가공품에 일부 적용하고 있던 기존 염록체 DNA바코드 서열 기반 마약성/비마약성 대마 종 식별법 보다 마약성분 생성 유전자 존재 여부까지 세부적으로 식별할 수 있는 본 연구의 성과는 의미가 크다고 할 수 있다.

일반적인 종판별 마커의 경우 염록체 유전체를 대상으로 개발되는 경우가 많으며,³¹⁻³⁵⁾ 염록체 유전체의 종내변이나 미토콘드리아로 전이된 염록체 유전체 조각이 증폭되면서 위양성 결과가 발생할 가능성이 보고된 바 있다.³⁶⁾ 그러나 본 연구의 경우 핵내 유전자를 대상으로 하였고, 완성도 높은 전장 유전체 서열 정보를 사용하였으며, 기존 논문¹⁶⁾에 보고

되지 않았던 유사 서열들까지 모두 탐색하여 위양성 결과가 발생할 가능성을 최대한 낮추고자 하였다. 물론, 전세계적으로 다양한 대마 품종들이 육성되고 있으며 품종에 따라 THCAS 및 CBDAS 유전자 서열에 변이가 발생할 수 있으므로 잠재적인 위양성 문제는 내재하고 있지만 현재 주로 재배되는 품종들에는 개발된 검사법이 잘 적용될 가능성이 높다. 더불어 현재까지 대마 관련 제품 및 감정물들은 해외에서 유입되는 비율이 점차 높아지는 추세에 있다. 특히, 탈각된 대마 종자나 뿌리 등 마약성분이 검출되지 않는 부위를 이용한 제품에서 기존 염록체 분자마커는 종 식별에 목적을 두었다면 THCAS와 CBDAS 분자마커는 실제 THC의 이화학적 검출여부와 일치하는 결과를 보여주어 실무에서 결과해석에 혼란을 방지하고 정확한 정보를 제공하리라 기대된다. 다만, DNA에 담긴 유전정보는 식물 조직과 기관에 상관없이 기본적으로 동일하나, 실제 대마 산물은 조직과 기관에 따라 다르게 분포하기 때문에, 대마 초콜렛 및 쿠키와 같이 탈각된 종자를 이용한 제품에 대한 마커 적용 결과에서처럼 유전자 검사결과와 이화학적 검사 결과가 달라질 가능성이 존재한다. 그러므로 본 연구에서와 같이 분자마커와 이화학적 분석의 특성을 충분히 이해하고, 이 둘을 병행하여 상호 보완하는 방향으로 적용해야 할 필요가 있으며, 알려진 표본샘플을 보다 많이 확보하여 충분한 검증을 거쳐 적합한 가이드라인을 확립하는 것이 필요하다.

결 론

본 연구에서는 카나비놀 생합성 관련 유전자를 대상으로 마약성 대마와 비마약성 대마를 식별할 수 있는 분자마커를 개발하고자 하였다. 이를 위해 pseudomolecule 수준까지 완성된 대마 유전체 서열 Database에서 대마의 주요 카나비놀 생합성 유전자인 THCAS와 CBDAS의 생합성에 관여하는 유전자 서열과 관련 위유전자 서열을 모두 발굴하였고, 각 유전자들에만 특이적인 SNP들을 대상으로 분자 마커들을 디자인하였다. 마약성이 확인된 대마 검체 DNA들과 비마약성(혹은 저마약성) 품종 청삼의 DNA에 이들을 적용하였을 때, 마약성 시료에서는 THCAS 특이 밴드만이 증폭되었으며 비마약성 청삼 시료에서는 CBDAS 특이 밴드가 선격적으로 증폭되는 것을 확인하였다. 다만 THCAS, CBDAS 유전자 서열의 변이로 인한 잠재적인 위양성 발생 가능성 및 마약성분이 없는 부위를 이용한 제품에서의 마커 증폭 가능성을 배제할 수 없기 때문에, 이화학적 분석을 병행하고, 알려진 검체들을 이용하여 충분한 검증 과정을 거칠 필요가 있다.

사 사

본 연구는 대검찰청 연구 용역(과제명: 마약성 식물 종식별 유전자 마커 고도화 연구)의 지원으로 수행되었음.

인용문헌

- Russo, E. B., Jiang, H.-E., Li, X., Sutton, A., Carboni, A., Del Bianco, F., Mandolino, G., Potter, D. J., Zhao, Y.-X. and Bera, S. (2008) Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. *Journal of Experimental Botany* **59**: 4171-4182.
- Skoglund, G., Nockert, M. and Holst, B. (2013) Viking and early Middle Ages northern Scandinavian textiles proven to be made with hemp. *Scientific Reports* **3**: 1-6.
- ElSohly, M. A., Mehmedic, Z., Foster, S., Gon, C., Chandra, S. and Church, J. C. (2016) Changes in cannabis potency over the last 2 decades (1995–2014): analysis of current data in the United States. *Biological Psychiatry* **79**: 613-619.
- Verhoeckx, K. C., Korthout, H. A., van Meeteren-Kreikamp, A., Ehlert, K. A., Wang, M., van der Greef, J., Rodenburg, R. J. and Witkamp, R. F. (2006) Unheated *Cannabis sativa* extracts and its major compound THC-acid have potential immuno-modulating properties not mediated by CB1 and CB2 receptor coupled pathways. *International Immunopharmacology* **6**: 656-665.
- Beal, J. E., Olson, R., Laubenstein, L., Morales, J. O., Bellman, P., Yangco, B., Lefkowitz, L., Plasse, T. F. and Shepard, K. V. (1995) Dronabinol as a treatment for anorexia associated with weight loss in patients with AIDS. *Journal of Pain and Symptom Management* **10**: 89-97.
- Bhattacharyya, S., Morrison, P. D., Fusar-Poli, P., Martin-Santos, R., Borgwardt, S., Winton-Brown, T., Nosarti, C., O'Carroll, C. M., Seal, M. and Allen, P. (2010) Opposite effects of Δ -9-tetrahydrocannabinol and cannabidiol on human brain function and psychopathology. *Neuropsychopharmacology* **35**: 764-774.
- O'Connell, B. K., Gloss, D. and Devinsky, O. (2017) Cannabinoids in treatment-resistant epilepsy: a review. *Epilepsy & Behavior* **70**: 341-348.
- Sekar, K. and Pack, A. (2019) Epidiolex as adjunct therapy for treatment of refractory epilepsy: a comprehensive review with a focus on adverse effects. *F1000Research* **8**.
- Baker, P., Gough, T. and Taylor, B. (1982) The physical and chemical features of Cannabis plants grown in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland from seeds of known origin. *Bull. Narc.* **34**: 27-36.
- de Meijer, E. P., Bagatta, M., Carboni, A., Crucitti, P., Moliterni, V. C., Ranalli, P. and Mandolino, G. (2003) The inheritance of chemical phenotype in *Cannabis sativa* L. *Genetics* **163**: 335-346.
- Sirikantaramas, S., Morimoto, S., Shoyama, Y., Ishikawa, Y., Wada, Y., Shoyama, Y. and Taura, F. (2004) The gene controlling marijuana psychoactivity molecular cloning and heterologous expression of Δ 1-tetrahydrocannabinolic acid synthase from *Cannabis sativa* L. *Journal of Biological Chemistry* **279**: 39767-39774.
- Taura, F., Sirikantaramas, S., Shoyama, Y., Yoshikai, K., Shoyama, Y. and Morimoto, S. (2007) Cannabidiolic-acid synthase, the chemotype-determining enzyme in the fiber-type *Cannabis sativa*. *FEBS Letters* **581**: 2929-2934.
- Kojima, M., Seki, H., Yoshida, S. and Muranaka, T. (2006) DNA polymorphisms in the tetrahydrocannabinolic acid (THCA) synthase gene in "drug-type" and "fiber-type" *Cannabis sativa* L. *Forensic Science International* **159**: 132-140.
- Van Bakel, H., Stout, J. M., Cote, A. G., Tallon, C. M., Sharpe, A. G., Hughes, T. R. and Page, J. E. (2011) The draft genome and transcriptome of *Cannabis sativa*. *Genome Biology* **12**: R102.
- Weiblen, G. D., Wenger, J. P., Craft, K. J., ElSohly, M. A., Mehmedic, Z., Treiber, E. L. and Marks, M. D. (2015) Gene duplication and divergence affecting drug content in *Cannabis sativa*. *New Phytologist* **208**: 1241-1250.
- Lavery, K. U., Stout, J. M., Sullivan, M. J., Shah, H., Gill, N., Holbrook, L., Deikus, G., Sebra, R., Hughes, T. R. and Page, J. E. (2019) A physical and genetic map of *Cannabis sativa* identifies extensive rearrangements at the THC/CBD acid synthase loci. *Genome Research* **29**: 146-156.
- Group, C. P. W., Hollingsworth, P. M., Forrest, L. L., Spouge, J. L., Hajibabaei, M., Ratnasingham, S., van der Bank, M.,

- Chase, M. W., Cowan, R. S. and Erickson, D. L. (2009) A DNA barcode for land plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **106**: 12794-12797.
18. Oh, H., Seo, B., Lee, S., Ahn, D.-H., Jo, E., Park, J.-K. and Min, G.-S. (2016) Two complete chloroplast genome sequences of *Cannabis sativa* varieties. *Mitochondrial DNA Part A* **27**: 2835-2837.
19. Vergara, D., White, K. H., Keepers, K. G. and Kane, N. C. (2016) The complete chloroplast genomes of *Cannabis sativa* and *Humulus lupulus*. *Mitochondrial DNA Part A* **27**: 3793-3794.
20. Linacre, A. and Thorpe, J. (1998) Detection and identification of cannabis by DNA. *Forensic Science International* **91**: 71-76.
21. Mello, I., Ribeiro, A., Dias, V., Silva, R., Sabino, B., Garrido, R., Seldin, L. and de Moura Neto, R. S. (2016) A segment of *rbcl* gene as a potential tool for forensic discrimination of *Cannabis sativa* seized at Rio de Janeiro, Brazil. *International Journal of Legal Medicine* **130**: 353-356.
22. Onofri, C. and Mandolino, G. (2017) Genomics and Molecular Markers in *Cannabis sativa* L. In Chandra, S., Lata, H., and ElSohly, M. A. (Eds.), *Cannabis sativa* L.-botany and biotechnology. 319-342, Springer, Switzerland
23. Thichak, S., Natakankitkul, S., Chansakaow, S. and Chutipongvivate, S. (2011) Identification of drug-type and fiber-type of hemp (*Cannabis sativa* L.) by multiplex PCR. *Chiang Mai Journal of Science* **38**: 608-618.
24. Staginuss, C., Zörmlein, S. and de Meijer, E. (2014) A PCR marker linked to a THCA synthase polymorphism is a reliable tool to discriminate potentially THC-rich plants of *Cannabis sativa* L. *Journal of Forensic Sciences* **59**: 919-926.
25. Ghosh, R., Nagavardhini, A., Sengupta, A. and Sharma, M. (2015) Development of Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP) assay for rapid detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*-wilt pathogen of chickpea. *BMC Research Notes* **8**: 40.
26. Onofri, C., de Meijer, E. P. and Mandolino, G. (2015) Sequence heterogeneity of cannabidiolic- and tetrahydrocannabinolic acid-synthase in *Cannabis sativa* L. and its relationship with chemical phenotype. *Phytochemistry* **116**: 57-68.
27. Ross, S. A., Mehmedic, Z., Murphy, T. P. and ElSohly, M. A. (2000). GC-MS analysis of the total δ^9 -thc content of both drug- and fiber-type cannabis seeds. *Journal of Analytical Toxicology* **24**: 715-717.
28. Katoh, K., Rozewicki, J. and Yamada, K. D. (2017) MAFFT online service: multiple sequence alignment, interactive sequence choice and visualization. *Briefings in Bioinformatics* **20**: 1160-1166.
29. Ye, J., Coulouris, G., Zaretskaya, I., Cutcutache, I., Rozen, S. and Madden, T. L. (2012) Primer-BLAST: a tool to design target-specific primers for polymerase chain reaction. *BMC Bioinformatics* **13**: 134.
30. Ross, S. A., Mehmedic, Z., Murphy, T. P. and ElSohly, M. A. (2000) GC-MS analysis of the total δ^9 -thc content of both drug- and fiber-type cannabis seeds. *Journal of Analytical Toxicology* **24**: 715-717.
31. Kim, I., Park, J. Y., Lee, Y. S., Lee, H. O., Park, H.-S., Jayakodi, M., Waminal, N. E., Kang, J. H., Lee, T. J., Sung, S. H., Kim, K. Y., and Yang, T.-J. (2017) Discrimination and authentication of *Eclipta prostrata* and *E. alba* based on the complete chloroplast genomes. *Plant Breeding and Biotechnology* **5**: 334-343.
32. Giang, V. N. L., Waminal, N. E., Park, H.-S., Kim, N.-H., Jang, W., Lee, J. and Yang, T.-J. (2020) Comprehensive comparative analysis of chloroplast genomes from seven *Panax* species and development of an authentication system based on species-unique single nucleotide polymorphism markers. *Journal of Ginseng Research* **44**: 135-144.
33. Jung, J., Kim, K. H., Yang, K., Bang, K.-H. and Yang, T.-J. (2014) Practical application of DNA markers for high-throughput authentication of *Panax ginseng* and *Panax quinquefolius* from commercial ginseng products. *Journal of Ginseng Research* **38**: 123-129.
34. Joh, H. J., Kim, N.-H., Jayakodi, M., Jang, W., Park, J. Y., Kim, Y. C., In, J.-G. and Yang, T.-J. (2017) Authentication of golden-berry *P. ginseng* cultivar 'Gumpoong' from a landrace 'Hwangsook' based on pooling method using chloroplast-derived markers. *Plant Breeding and Biotechnology* **5**: 16-24.
35. Lee, J., Kang, S.-J., Shin, H., Lee, S.-C., Kim, N.-H., Jang, W., Park, J. Y., Kang, J. H., Lee, W. H., Lee, T. J., Nah, G. and Yang, T.-J. (2019) Characterization of chloroplast genomes, nuclear ribosomal DNAs, and polymorphic SSR Markers using whole genome sequences of two *Euonymus hamiltonianus* phenotypes. *Plant Breeding and Biotechnology* **7**: 50-61.
36. Park, H.-S., Jayakodi, M., Lee, S. H., Jeon, J.-H., Lee, H.-O., Park, J. Y., Moon, B. C., Kim, C.-K., Wing, R. A., Newmaster, S. G. Kim, J. Y. and Yang, T.-J. (2020) Mitochondrial plastid DNA can cause DNA barcoding paradox in plants. *Scientific Reports* **10**: 1-12.
- (2021. 1. 19 접수; 2021. 3. 11 심사; 2021. 6. 3 게재확정)



언론이 본 과학수사부

매일경제

"걸릴 지 몰랐는데" 토렌트에서 음란물 다운받다 딱 걸린 사연 - 대검, 과학수사 우수사례 공개

2021-10-15

창원지검 진주지청은 최근 토렌트 프로그램으로 아동·청소년 성착취물 영상을 내려받은 A씨를 기소해 법원의 유죄 선고를 받아냈다. 앞서 검찰은 A씨를 '아동·청소년의 성보호에 관한 법률' 위반으로 기소했다. 그는 재판 과정에서 "토렌트 시드파일을 내려받았을 뿐 그 안에 포함된 영상이 아동·청소년 성착취물인지는 몰랐다"고 주장했다. 그러나 대검찰청 사이버수사과 감정 결과 그가 시드파일을 내려받기 전에 이에 포함된 상세 파일명을 확인할 수 있던 것으로 조사됐다.

인천지검은 최근 음주운전 단속 현장에서 측정을 거부한 B씨를 음주운전 혐의로 기소했다. 단속 당시 경찰은 B씨가 술을 마신 것으로 의심했으나 측정에 실패하는 바람에 '증거 부족'으로 불송치 결정했다. 그러나 검찰은 경찰에 사건 송치를 요구한 뒤 디지털포렌식 등을 동원해 증거를 수집했다. 현장 주변 폐쇄회로(CC)TV 영상을 복원하고 화질 개선 작업을 통해 증거를 확보했으며, 이를 바탕으로 한 자백 진술을 토대로 증거 인멸에 가담한 공범까지 잡아냈다. 검찰은 B씨와 그의 지인 등 총 2명을 구속기소했다.

15일 대검찰청 과학수사부(부장검사 최성필)는 '과학수사 우수 업무 사례' 8건을 선정했다고 밝혔다. 이번에 선정된 과학수사에는 △음주운전 측정 거부 사례 2건 △제주 청소년 살인사건 △친부 살해범의 마약 투약 △마약 거래 사건 2건 △아동·청소년 성착취물 소지 △불법도박·대포통장 사건 등이 포함됐다. 대검은 분기마다 우수 과학수사 사례를 선정한다.

마약사범 수사에서도 디지털포렌식은 효력을 발휘했다.

서울북부지검은 최근 필로폰 7500회분을 수입한 마약사범을 구속기소했다. 검찰이 피의자 휴대 전화를 압수해 포렌식한 결과 필로폰 무게를 측정하는 사진, '던지기' 수법으로 필로폰을 판매하면서 은닉한 장소를 촬영한 사진을 복구했다. 전주지검 남원지청은 올해 디지털포렌식을 활용해 도박사이트 운영자와 대포통장 거래책 5명 등을 구속하고 총 27억원 상당의 범죄수익을 몰수·추징했다.

/이윤식기자

대검 과학수사부 학술지

『법과학의 신동향』

원고 모집

대검찰청 과학수사부에서는 과학수사분야 전문 학술지인 『법과학의 신동향』 을 창간하여 과학수사와 관련된 모든 분야에서 이론적, 실증적, 그리고 정책적인 가치까지 지니는 전문적이고 창의적인 연구논문 등을 게재함으로써, 연구발표의 장과 학문 토론의 기회를 제공하고 과학수사 관련 지식의 축적과 학술적 교류에 기여하고자 합니다.

모집 원고

법과학분석, 디엔에이·화학분석, 디지털수사, 사이버수사와 관련된 제반 연구논문, 단보, 사례보고, 기술자료 등

원고의 요건

본 학술지에 게재될 논문 등 원고는 다른 학술지에 게재되지 않은(심사진행 중 포함) 독창적인 내용이야함

원고료 지급

· 게재 확정된 논문에 대하여는 소정의 원고료 지급

원고 마감 및 발간 일정

- 발간주기 : 연 2회(4월 말, 10월 말)
- 원고 마감 및 발간 일정

통 권	원고마감일	발간예정일
제4호	2021. 8. 27.	2021. 10. 31.
제5호	2022. 1. 31.	2022. 4. 30.

※원고 작성 및 투고 절차에 관한 세부적인 사항은 대검찰청 홈페이지 (www.spo.go.kr) 알림소식 - 공지사항 "법과학의 신동향" 소개 및 원고 모집 부분 참조

대검찰청 과학수사부 학술지 편집담당자(700msl04@spo.go.kr)
TEL 02-3480-3547 FAX 02-3480-2477



세계 최고의
과학수사

ND
FC

법과 과학 | 2021. 12.

