

기술 설명서 요약본

기 술 명	항만물류 컨테이너용 마약/폭발물 검출 시스템
기술분류 (대분류/중분류)	항만물류시스템운영기술 - 항만물류 보안시스템기술
기 업 명	주식회사 뉴원에스엔티

기 술 개 요

■ 신청 기술 주요내용 및 특징

○ [항만물류 컨테이너용 마약/폭발물 검출 시스템] 본 기술(시스템)은 해양 물류에 활용하는 컨테이너의 개방을 수행하지 않고 내부의 위험화물(마약/폭발물) 존재 여부를 이온 이동도 분석기법과 디지털 라이브러리를 적용한 지능형 분석을 통하여 보안 검색을 수행하는 장치 또는 시스템으로 정의할 수 있다.

- [사이클론을 활용한 시료의 농축 기술]

* 해양 컨테이너를 통하여 위험물이 국내로 유입되는 경우 많은 양으로 인하여 그 위험성이 상당히 크다고 할 수 있다. X-ray 검측을 활용하여 보안 검색을 수행하고있지만 은닉 방법은 다양해지고 컨테이너 내부의 적재 물질의 종류와 적재의 형태에 따라 보안 검색의 많은 어려움이 있다. 해양 물류의 특성상 장시간 이동에 따라 진동 또는 외부의 기온변화에 따라 내부에 위험물의 분진 또는 기체 상태의 미립자가 공기 중에 형성되기 쉬운 구조이다. 본 시스템(기술)은 컨테이너 내부에 공기 중에 존재하는 분진 또는 기체 미립자의 포집과 농축을 수행하여 분석을 위한 시료의 농도를 증가시킬 수 있다.



원심 분리기(사이클론) 자동화 구동회로

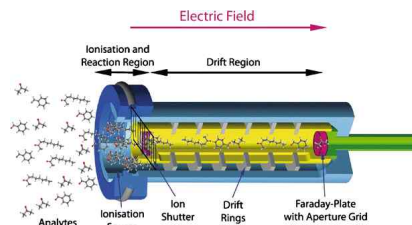


원심 분리기(사이클론) 농축기

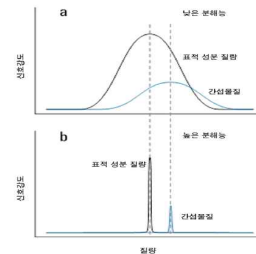
- > 환기구 구조를 반영한 최적의 흡착 기구 및 IMS 센서와의 인터페이스 설계와 반응도 극대화를 위한 기화 및 기타 물질과의 오염을 최소화 할 수 있는 최적의 구조 및 부속물 설계
- > 컨테이너 내부의 공기 흡입을 위한 시스템 구동의 자동화와 사용자 필요에 의한 매뉴얼 방식으로 구동이 가능하도록 설계
- > 컨테이너 내부로부터 취합된 시료의 농축을 수행하여 낮은 농도의 시료에 대한 판별의 정확성 향상을 위한 구조
- > 시료에 대한 판별의 완료 후 농축기 구조를 분리하여 열과 공기 순환으로 자동 세척 기능 구성

- [이온 이동도 분석기술]

* 대기압 상태에서 이온화 모듈을 통하여 공기와 반응시켜 반응 이온($H^+(H_2O)_n$ & $O_2^-(H_2O)_n$ 등)을 만들고 사이클론을 활용한 농축기의 시료를 흡입부를 통하여 이동시켜 반응 이온과 충돌하여 대상 이온(Product Ion)을 생성시킨다. 이렇게 생성된 대상 이온은 전기장이 존재하는 이동 도관에 정렬되고, 물질이 가지는 고유의 이동도(K_0)에 따라 이동 도관을 통과하여 신호를 발생시키는 금속 물질인 컬렉터 충돌하여 미세 전류(pA)를 발생시킨다.



이온 이동도 분석기술 모형



컬렉터를 통한 전기적 신호의 발생

> 대기압 조건에서 공기와 반응하여 반응 이온을 생성하기 위한 이온화 모듈의 안정적 설계를 위하여 코로나 방전을 활용하여 구성

> 이온화원과 이동도관, 신호를 발생시키는 컬렉터를 하나의 구조로 설계하여 센서의 크기와 분석 과정에서의 손실을 최소화하는 기술

> 마약 시료에 반응을 위한 양이온과 폭발물 시료에 반응하는 음이온의 동시 측정을 위하여 두 개의 센서를 병렬화하는 구조 기술

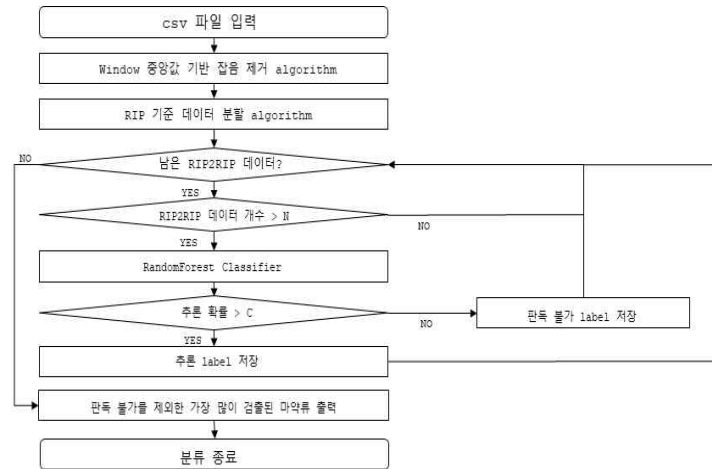
> 시료를 통하여 생성된 대상 이온의 정렬을 위하여 이동 도관 내부에 극성이 존재하는 그리드 설계를 통하여 이온의 정렬화 기술

> 이동 도관에 안정적 전기장을 형성하기 위하여 이동 도관과 회로의 연결을 일체형으로 구성하여 연결 수행 및 유지보수 편의성 증대기술

> 이온의 환산 이동도 값을 확인하기 위한 프로그램을 장착하여 이온의 이동도 분석의 용이성 증대 기술

- [디지털라이브러리를 활용한 지능형 분석기술]

* 기존에 체계화되어 있지 않고 산재 되어 있는 위험화물 데이터를 디지털화 및 DB를 구축하여 데이터 관리에 용이하게 디지털라이브러리 개발을 수행하였다. 디지털라이브러리를 통해 구축되는 마약 및 폭발물 반응데이터는 이온 이동도 분석 장비를 통해 수집한다. 각 물질에 대한 화학적 특징 및 화학구조 등을 확인할 수 있으며, 반응데이터를 시각화하여 그래프로 표출하는 기능을 수행한다. 디지털라이브러리에 수집한 데이터는 잡음제거, peak 검출 등의 전처리 작업을 거쳐 시계열 학습 데이터 셋을 구축하는데 활용된다. 구축한 학습데이터는 AI 기반의 분류 알고리즘을 통해 시계열 데이터 특징추출하고 RandomForest를 구성한다. RandomForest Classifier를 통해 마약 및 폭발물 지능형 분석 및 검출을 수행한다



검출 알고리즘 순서도

- > 기존에 체계화 되어있지 않고 산재 되어 있는 위험화물 정보에 대하여 디지털화 및 DB 구축
- > IMS 센싱 반응도뿐만 아니라 학술적인 정보 등을 가시화함으로써, 위험화물 검출 작업 및 관련 연구 개발에 대한 활용 가능하도록 디지털라이브러리 설계
- > 기존의 IMS 반응에 대한 단순 반응에 대한 임계값(Threshold)으로 검출 여부를 판단하는 기술을 기반으로 반복 실험을 통해 IMS 센싱 데이터를 시간적 차원을 확장하는 전처리 기법 적용
- > 기존의 1D 반응을 2D로 확장하여 반응 물질 간 분류 경계를 명확히 분리하는 기술
- > AI 기반 분류 알고리즘과 결합하여 마약 및 폭발물 검출 정확도에 성능 향상

■ 기존 기술과의 차별성

○ **[항만물류 컨테이너용 마약/폭발물 검출 시스템]** 본 기술이 적용된 보안 검색시스템은 기존에 활용되고 있는 보안 검색 장비와 함께 운영 가능하며, 상호 보완적 기능을 통하여 효과적 보안 검색의 과정을 수행하고, 기존 방식과 다른 방식의 시스템 활용을 통하여 위험화물의 화학적 실체와 판단의 효과성 증대에 차별성을 가질 수 있다.

- **[최신 기술을 활용한 화학적 구조의 설명]** 이온 이동도 분석기술을 활용하여 컨테이너 내부 위험물의 화학적 구조를 제공하여 내부의 은닉된 위험물에 대한 정보를 미리 확인 가능하며, 이를 통한 내부의 상세 검색을 통한 위험물 존재 규명이 용이하다.

- **[일체형 구조의 시스템]** 컨테이너 내부의 공기 흡입을 위한 장치와 이온의 이동도 분석을 통하여 화학적 실체를 규명하는 센서가 하나의 구조 시스템으로 설계를 수행함으로써, 장비의 유지보수와 관리등을 용이하게 한다.

- **[모듈 별 교체 가능]** 이 기술(시스템)은 모듈식 설계를 통해 유지보수 및 운용이 간편하게 고안하였으며, 각 모듈이 독립적으로 작동하므로, 하나의 모듈에 문제가 생겼을 때 그 모듈만 교체하는 메카니즘을 가지고 있다. 이를 통해 전체 시스템의 중단을 최소화하여 유지보수 작업을 수행할 수 있다.

- **[선도적 보안 체계의 세계화]** 이 기술(시스템)을 활용하여 국내의 해양 물류 보안 검색 체계를 수립할 수 있으며, 이는 국내의 보안 검색 기술을 한 단계 도약하는 기회로 활용할 수 있으며, 선도적 보안 검색 체계의 주도적 입지를 견인 할 수 있을 것으로 판단한다.

경제·산업적 파급효과

○ 사회적 파급효과 :

- 국내 범죄 차단 효과의 증대 : 나날이 증대되고 있는 국내 마약범죄에 대한 심각성에 대하여 원천적으로 마약의 국내 유입을 차단하는 예방 효과의 증대
- 보안 검색 체계의 수립 : 본 기술(시스템)을 활용한 보안 검색 체계의 수립을 통하여 선진 보안 검색 체계의 선도적 위치의 정립

○ 산업적 파급효과 :

- 보안 검색의 강화 : 다양한 개인 간의 물류 운송에 대한 보안 검색시스템의 확대를 통하여 개인 간의 위험물 운송 차단 효과의 확대
- 유지보수 편의성 확대 : 기존에 활용하고 있는 보안 검색 장비와 보완적 운영이 가능하여 검측의 효과성을 높이고 모듈형 구조의 시스템을 통하여 유지 보수 프로세서가 간소화되고 효율성이 향상됨

○ 기술적 파급 :

- 보안 검색 기술의 혁신 : 컨테이너 내부의 공기 중에 분포되는 기체 미립자 분석을 통하여 물류의 운송 시간의 손실은 최소화하며 보안 검색의 효과성은 증대
- 검색시스템 확장성 향상 : 해양 물류 중 위험화물 이외의 화학적 물품의 검색 기능으로의 확대와 여객 운송 보안 검색시스템으로의 확장을 통하여 다양한 환경과 조건에 맞는 확장성과 적용성이 크게 향상됨

○ 경제적 파급 효과 :

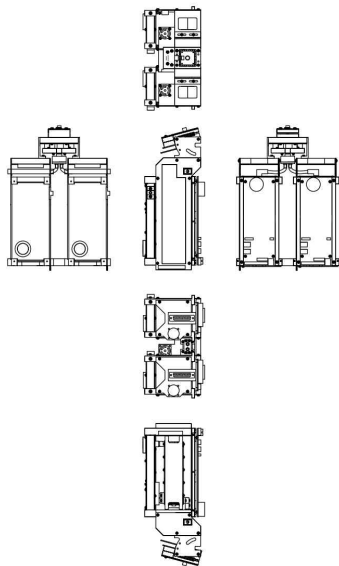
- 비용 절감 : 컨테이너 내부 환경에 대한 화학적 규명을 통하여 검색 수행에 많은 인적, 물적 자원의 투입에 대한 비용절감 효과의 증대
- 경제 활성화 : 해양 물류의 보안 검색의 단축과 효과적 샘플링 과정에서의 상세 검색을 통하여 원활한 물류의 안정성은 확보하고 위험물 유입의 차단 효과는 증대

지식재산권 및 시험성적

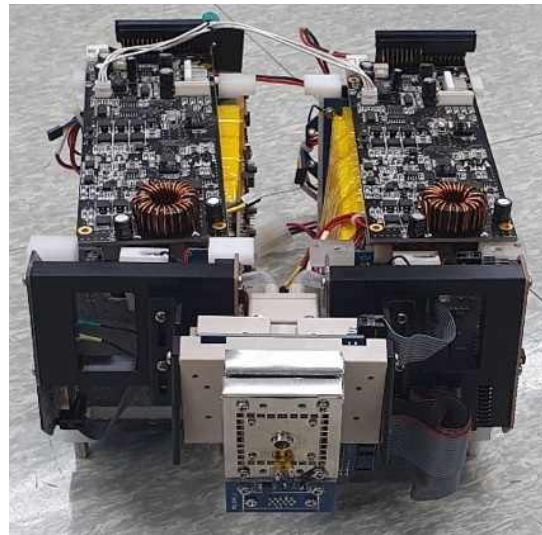
■ 지식재산권

국내 특허		해외 특허		기타(실용신안, 상표, 디자인 등)	
출원: 2 건	등록: 5 건	출원: 1건	등록: 1 건	출원: 1 건	등록: 1 건
구분	출원번호 (등록번호)	출원일자 (등록일자)	출원명칭 (등록명칭)	출원인 (권리자)	
특허	제10-1990892	2019.06.03	이온이동도 분광기	뉴원에스엔티	
특허	제10-2180332	2020.11.12	이온이동도분광기 게이트 그리드	뉴원에스엔티	
특허	제10-2334036	2021.11.29	이온이동도분광기 IMS이동도관	뉴원에스엔티	
특허	제10-2347845	2022.01.03	이온이동도 분광기의 수집기	뉴원에스엔티	
해외출원	PCT/KR2022/005187	2022.04.11	이온이동도 분광기의 수집기	뉴원에스엔티	
특허	제 10-2500948	2023/02/14	시변적 IMS 데이터 처리를 통한 위험 물질 검출 장치 및 방법	한국전자기술연 구원	

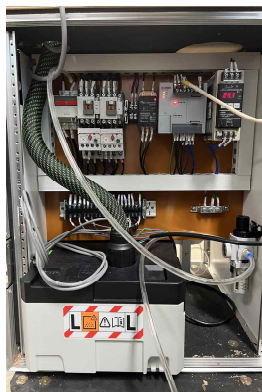
특허출원	제 10-2022-0163508	2022/11/29	인공지능모델을 이용하여 폭발물을 분류하는 방법	한국전자기술연 구원
특허출원	제 10-2022-0163509	2022/11/29	컨테이너 내 위험물질 검출 장치 및 방법	한국전자기술연 구원
SW등록	C-2022-038323	2022/09/16	위험화물(마약 및 폭발물) 디지털라이브러리	한국전자기술연 구원
■ 시험성적1				
시험기관:	한국산업기술시험원 (KTL)			
시험내용:	국토부 항공보안 성능평가 시험			
시험결과:	항공보안장비 성능 인증서 획득			
■ 시험성적2				
시험기관:	한국산업기술시험원 (KTL)			
시험내용:	성능시험			
시험결과:	결과 보고서			
■ 시험성적3				
시험기관:	한국산업기술시험원 (KTL)			
시험내용:	마약시료 성능평가지험			
시험결과:	결과 보고서			



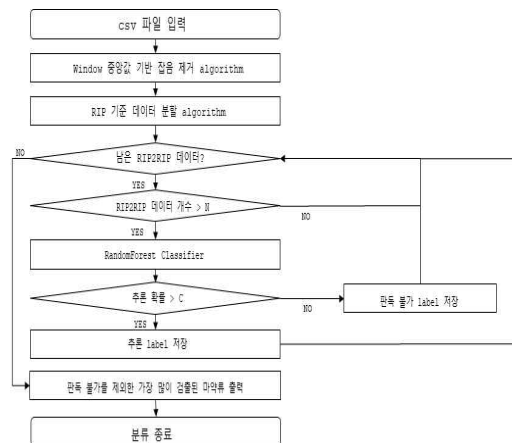
이온 이동도 분석기술을 활용한 센서 도면



이온이동도 분석기술을 활용한 시제품



원심분리기 시제품



지능형 알고리즘