

【서지사항】**【서류명】** 특허출원서**【참조번호】** P250334**【출원구분】** 특허출원**【출원인】****【성명】** 김진왕**【특허고객번호】** 4-2002-034057-3**【출원인】****【성명】** 이정옥**【특허고객번호】** 4-2000-051671-0**【출원인】****【성명】** 김현우**【특허고객번호】** 4-2015-068371-9**【출원인】****【성명】** 김현지**【특허고객번호】** 4-2019-049029-3**【출원인】****【명칭】** 주식회사 베스트웰즐기세포**【특허고객번호】** 1-2019-060029-8**【대리인】****【명칭】** 특허법인 테헤란**【대리인번호】** 9-2019-100022-6

【지정된변리사】	백상희, 윤웅채, 김신연, 이상담
【포괄위임등록번호】	2019-068300-1
【포괄위임등록번호】	2019-068299-9
【포괄위임등록번호】	2019-068297-4
【포괄위임등록번호】	2019-068298-1
【포괄위임등록번호】	2019-068295-0
【발명의 국문명칭】	인공지능 기반 전자코
【발명의 영문명칭】	Artificial intelligence-based electronic nose
【발명자】	
【성명】	김진왕
【특허고객번호】	4-2002-034057-3
【발명자】	
【성명】	이정옥
【특허고객번호】	4-2000-051671-0
【발명자】	
【성명】	김현우
【특허고객번호】	4-2015-068371-9
【발명자】	
【성명】	김현지
【특허고객번호】	4-2019-049029-3
【출원언어】	국어
【심사청구】	청구

【취지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

대리인 특허법인 테헤란

(서명 또는 인)

【수수료】

【출원료】 0 면 46,000 원

【가산출원료】 66 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 5 항 421,000 원

【합계】 467,000원

【감면사유】 소기업(70%감면)[1], 개인(70%감면)[3], 19세 이상 30세 미만
인 자(85%감면)[1]

【감면후 수수료】 126,090 원

【수수료 자동납부번호】 301-0318-4857-11

【발명의 설명】

【발명의 명칭】

인공지능 기반 전자코{Artificial intelligence-based electronic nose}

【기술분야】

【0001】 본 발명은 인공지능 기반 전자코에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 냄새를 감지하는 센서 및 냄새를 인식하는 인공지능 알고리즘을 포함하고, 다양한 산업 및 과학 분야에서 활용될 수 있는 인공지능 기반 전자코에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

【0002】 전자코 기술은 인간의 후각을 모방하여 가스나 냄새를 감지하고 판별하는 시스템으로 발전되어 왔으며, 산업 전반에서 활용 가능성이 주목받고 있다. 초기 전자코 시스템은 일반적으로 금속 산화물 반도체(MOS) 센서를 기반으로 하여 특정 가스 분자에 대한 저항값 변화를 감지하는 구조로 이루어져 있으며, 단일 가스의 유무를 판단하는 용도로 제한적으로 사용되었다.

【0003】 이러한 전자코 시스템은 특정한 목적에 한정된 감지 성능을 보이므로, 복합적인 냄새를 구성하는 여러 성분을 동시에 식별하거나, 그 냄새의 정량적인 농도를 산출하는 데에는 기술적인 한계가 존재한다. 그 결과, 식품 품질관리와 같은 복합 향기 판별이 요구되는 분야에서는 전자코 시스템의 적용이 제한적이며, 정확한 품질 분류나 위조 판별이 어려운 문제점이 발생한다.

【0004】일반적으로 종래의 전자코는 센서의 수명을 연장하고 측정의 안정성을 확보하기 위해 흡입 공기의 온도와 습도, 오염도에 대한 정교한 제어가 필요하지만, 이러한 제어 기능이 부족하여 외부 환경 변화에 취약한 경우가 많다. 이로 인해 센서 출력이 불안정해지고, 동일한 냄새에도 서로 다른 결과를 도출하는 현상이 발생한다.

【0005】또한 종래 기술의 전자코는 센서 어레이로부터 수집된 데이터를 단순한 알고리즘이나 룰기반 방식으로 분석하여 냄새를 판별하는 구조로 이루어져 있어, 인간의 후각 시스템처럼 복잡하고 다양한 냄새 신호의 패턴을 해석하는 데 어려움을 겪는다. 이러한 한계는 유사한 냄새 사이의 구분 능력을 저하시켜, 정밀한 분석을 요구하는 의약품 제조, 향료 개발, 화학제품 품질관리 분야에서 실질적인 활용을 제한하고 있다.

【0006】특히 의료 분야에서의 전자코 활용은 환자의 체취나 호흡 내에 포함된 바이오마커 성분을 감지함으로써 질병 진단에 기여할 수 있는 가능성이 존재하지만, 종래의 기술은 질병 특이적인 냄새 성분을 구별하거나 농도를 정량화하는 수준에 도달하지 못하고 있다. 예를 들어, 당뇨병 환자의 호기 내 아세톤 농도를 감지하거나, 노인의 특유 체취 변화를 통해 노화 정도나 특정 질병을 판단하는 데 필요한 민감도와 특이도가 확보되지 않는다.

【0007】산업 현장에서 다중 냄새원이 혼재하는 복합 환경에서는 기존 전자코의 감지 성능이 현저히 저하된다. 이는 센서 간 교차감응성이 높고, 특정 냄새가 다른 냄새의 감지에 간섭을 일으키기 때문이다. 따라서 특정 냄새에 대한 분리 식

별 능력이 떨어지고, 결과적으로 잘못된 판단을 유발할 수 있는 위험이 존재한다.

【0008】 냄새 감지 이후의 정보처리 측면에서도 종래 기술은 실시간 분석과 모니터링 기능이 미흡하다. 대부분의 시스템은 단발성 측정결과를 사용자에게 전달하는 수준에 그치며, 데이터 누적 및 장기적인 경향 분석이 어렵다. 또한 클라우드 연동, 무선 통신을 통한 원격 진단 등 스마트 기술과의 융합에 있어 구조적 제약이 크다.

【0009】기존 전자코 시스템은 센서 모듈, 데이터 분석 모듈, 출력 디스플레이 등의 기능이 분산되어 설계되는 경우가 많아 통합성이 떨어지고, 시스템의 휴대성이나 응용 유연성이 낮다. 이로 인해 다양한 응용현장에서 간편하게 활용하거나 웨어러블 디바이스로 확장하는 데에는 구조적 한계가 존재한다.

【0010】이와 더불어, 종래의 전자코는 사람의 후각처럼 다양한 후각세포 반응 조합에 의해 냄새를 인식하는 메커니즘을 구현하지 못한다. 이는 인간의 뇌가 작동하는 방식과의 괴리를 발생시키며, 다차원적 패턴 인식 기능이 결여된 채 단순 센서 신호의 조합으로 판단을 수행하게 만든다.

【0011】결과적으로, 냄새를 감지하고 정량화하며, 이를 통해 실시간으로 결과를 분석하고 저장하거나 경고 시스템과 연계하는 기능까지 포함하는 고도화된 전자코 시스템에 대한 기술적 수요는 높지만, 종래 기술은 이를 충족하지 못하고 있어 새로운 기술 개발이 요구된다.

【0012】종래 기술의 이러한 문제점을 본원발명이 해결하고자 한다. 본 발명은 센서 신호를 기반으로 한 인공지능 분석 기능을 통합하고, 다양한 분야별 포집 모듈과 후처리 기능, 그리고 실시간 출력 및 데이터 저장 기능까지 아우르는 구조를 통해 기존 전자코의 한계를 극복하고자 설계되었다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

【0013】(특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1637773호 (등록일자: 2016년07월01일)

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

【0014】종래의 냄새 감지 장치는 단일 가스에 국한된 감지 성능, 낮은 정량 분석 능력, 외부 환경 변화에 취약한 센서 신호 처리, 산업 및 의료 분야에 요구되는 응용 유연성 부족 등의 문제점을 지닌다. 또한 복잡한 냄새 인식 및 패턴 분석을 위한 인공지능 기반 처리 기술이 미비하여, 정밀한 분석과 실시간 판단이 어렵다. 본 발명은 다양한 냄새를 정성·정량적으로 분석하고, 이를 실시간 출력 및 저장하며, 다양한 산업·의료 분야에 적용 가능한 인공지능 기반 전자코를 제공하는 것을 과제로 한다.

【과제의 해결 수단】

【0015】 이러한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 인공지능 기반 전자코는, 모니터링 대상으로부터 발생하는 가스 또는 모니터링 대상 주위의 공기를 흡입하고, 흡입되는 공기 중에 부유하는 이물질질을 필터링한 후 전처리한 후 냄새분자 센싱부에 기설정된 유량과 유속으로 공급하며, 냄새분자 센싱부를 거친 공기를 후처리한 후 외부로 배기하는 냄새분자 흡입부; 상기 냄새분자 흡입부에 의해 전달되는 공기에 부유하는 냄새 분자와 상호작용하여 물리적 변화 및 화학적 변화를 검출하는 다수의 센싱모듈을 탑재하고, 다수의 센싱모듈로부터 획득한 전기적 신호를 인공지능 판단부에 전달하는 냄새분자 센싱부; 상기 냄새분자 센싱부로부터 전달된 전기적 신호의 신호 패턴을 인공지능 알고리즘을 통해 분석하고, 분석된 결과를 바탕으로 냄새 종류 및 냄새 농도를 산출한 후, 산출된 데이터를 결과데이터 출력부에 전달하는 인공지능 판단부; 및 상기 인공지능 판단부로부터 전달된 결과데이터가 기설정된 위험설정범위에 해당할 경우 경고신호를 출력하고, 전달된 결과데이터를 기설정된 포맷에 따라 디스플레이에 출력하며, 모니터링 대상의 결과데이터를 실시간 시간데이터와 함께 데이터베이스에 저장 및 관리하는 결과데이터 출력부;를 포함하는 구성일 수 있다.

【0016】 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 냄새분자 흡입부는, 식품의 품질관리, 식품의 신선도 판별, 식품의 원산지 감별 및 식품의 향미 분석을 위해 모니터링 대상 식품의 주위를 감싸는 형태로 설치되고, 모니터링 대상 식품의 주위의 공기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈에 전달하는 식품주위공기 포집모듈; 대기 오염 물질 감지, 유해 가스 누출 감시 및 수질 오염 분석

을 위해 모니터링 대상에 노출되는 형태로 설치되고, 모니터링 대상에 부유하는 공기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈에 전달하는 대기 포집모듈; 모니터링 대상 인체의 호흡기에 착용되고, 인체로의 호흡기로부터 배출되는 호기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈에 전달하는 호흡기 nasal 포집모듈; 모니터링 대상 인체의 피부에 부착되고, 인체의 피부로부터 배출되는 냄새를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈에 전달하는 피부 생성가스 포집모듈; 상기 포집모듈로부터 전달된 공기에 부유하는 입자성 이물질, 습기를 필터링하는 전처리를 거친 후, 기설정된 유량 및 유속으로 냄새분자 센싱부에 강제유동시키는 흡기필터링모듈; 및 상기 냄새분자 센싱부를 거치 공기를 살균처리 및 소독처리한 후, 기설정된 유량 및 유속으로 외부에 강제배기시키는 배기필터링모듈;을 포함하는 구성일 수 있다.

【0017】 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 냄새분자 센싱부는, 금속 산화물 반도체 센서(MOS), 전도성 고분자 센서, 수정 진동자 센서(QCM), 광학 센서 및 바이오 센서를 포함하는 군에서 하나 이상 선택되는 센서를 구비하고, 식품의 종류에 따라 서로 다른 향미 화합물 또는 부패 지표 성분을 타겟으로 하는 센서로 구성되고, 식품에서 방출되는 냄새 성분을 분석하여 신선도, 품질, 발효 정도, 변질 여부를 판별하는 식품냄새 센싱모듈; 다수의 유해성 가스 및 악취 물질에 대한 다중 감지가 가능한 센서로 구성되고, 산업 현장, 도심지, 농업 시설을 포함하는 외부 환경의 대기 중에 존재하는 냄새 및 오염물질을 감지하는 대기냄새 센싱모듈; nasal 중에 존재하는 아세톤, 메탄올, 에탄올, 암모니아, 이소프렌을 포함하는 생체 관련

휘발성 유기화합물을 감지하는 센서를 포함하고, 사람의 날숨 속에 포함된 휘발성 성분을 감지하는 호기냄새 센싱모듈; 및 피부에서 방출되는 아민류, 지방산, 케톤류를 포함하는 화합물을 타깃으로 하는 센서로 구성되고, 인체 피부 표면에서 발생하는 휘발성 냄새 성분을 분석하는 피부냄새 센싱모듈;을 포함하는 구성일 수 있다.

【0018】 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 인공지능 판단부는, 상기 냄새 분자 센싱부로부터 전달된 복수 센서의 전기적 출력 데이터를 수집하고, 수집된 전기적 출력 데이터를 정규화, 분석하여 특징 벡터(feature vector)를 추출하는 신호 패턴 분석모듈; 신호패턴 분석모듈로부터 전달된 특징 벡터를 입력으로 받아, 이를 학습된 냄새 데이터베이스와 비교하여 어떤 냄새에 해당하는지를 판별하는 냄새종류 판단모듈; 및 신호패턴 분석모듈 및 냄새종류 판단모듈로부터 전달된 분석 데이터를 바탕으로, 해당 냄새에 대한 정량적 농도를 산출하는 냄새농도 산출모듈;을 포함하는 구성일 수 있다.

【0019】 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 결과데이터 출력부는, 전자코의 분석 결과를 사용자에게 실시간으로 제공하고, 냄새의 종류, 농도, 판별 확률, 경고상태를 포함하는 정보를 직관적으로 표현하는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 탑재하는 디스플레이 모듈; 냄새분자 센싱 결과 및 인공지능 판단부의 분석 데이터를 바탕으로, 사용 환경에 따라 설정된 위험 기준과 비교하여 경고 여부를 판단하는 위험상황 판단모듈; 냄새 감지 결과, 판별 데이터, 농도 수치, 경고 이력을 포함하는 모든 데이터를 수집, 정렬, 저장, 분석, 출력하는 데이터 관리모듈; 전자

코 시스템 전반에서 생성된 모든 데이터를 구조화하여 저장 및 관리하는 서버형 저장소로서, 데이터 관리모듈과 연동되어 백엔드에서 대용량 데이터를 처리하며, 장기적 분석과 학습용 자료로 활용하는 데이터베이스 모듈; 및 획득한 데이터를 외부 기기 또는 클라우드 플랫폼과 실시간으로 송수신하기 위한 무선통신 장치로서, 측정 결과의 알림, 원격 제어, 클라우드 분석을 포함하는 다양한 기능을 가능하게 하고, 결과데이터 출력부의 외부 인터페이스 역할을 수행하는 운용자 연동 무선통신 모듈;을 포함하는 구성일 수 있다.

【발명의 효과】

【0020】 본 발명의 인공지능 기반 전자코는 냄새분자 흡입부, 센싱부, 인공지능 판단부, 출력부로 구성되어 다양한 냄새에 대한 정밀한 분석이 가능하다. 센싱부에서 수집된 다채널 신호는 인공지능 판단부에 의해 패턴 분석되고, 냄새의 종류와 농도가 정량적으로 산출된다. 이를 통해 식품 품질관리, 환경 감시, 의료 진단 등 다양한 분야에서 정확한 판별이 가능하며, 호흡기나 피부에서 발생하는 체취를 분석하여 질병 진단에도 활용될 수 있다. 디스플레이 출력, 무선통신, 데이터 저장 기능을 포함하므로 실시간 모니터링과 장기적 데이터 분석이 가능하고, 향후 색인지 기반 시스템과의 융합을 통해 시각·후각 통합 분석 플랫폼으로 확장할 수 있다. 이러한 구조를 통해 기존 전자코 기술의 한계를 극복하고, 높은 응용성과 실용성을 제공할 수 있다.

【도면의 간단한 설명】

【0021】 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 전자코를 나타내는 블록구성도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 판단부의 신호패턴 분석모듈에 의해 수행되는 신호패턴 분석방법을 나타내는 흐름도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 판단부의 냄새종류 판단모듈에 의해 수행되는 냄새 종류 판단방법을 나타내는 흐름도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 판단부의 냄새농도 산출모듈에 의해 수행되는 냄새 농도 산출방법을 나타내는 흐름도이다.

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

【0022】 이하 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정하여 해석되어서는 아니되며, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

【0023】 본 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우 뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다. 본 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

【0024】 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 인공지능 기반 전자코를 나타내는 블록구성도가 도시되어 있다.

【0025】 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 인공지능 기반 전자코(100)에 따르면, 특정 역할을 수행하는 냄새분자 흡입부(110), 냄새분자 센싱부(120), 인공지능 판단부(130) 및 결과데이터 출력부(140)를 구비함으로써, 뇌가 다양한 후각 세포의 반응 조합을 통해 냄새를 인지하는 방식과 유사하고, 센서의 신호 패턴을 분석하여 어떤 냄새이고 그 농도는 어느 정보인지 정량적으로 검출할 수 있어, 다양한 산업 및 과학 분야 뿐만 아니라 의료 분야에서 활용될 수 있는 인공지능 기반 전자코를 제공할 수 있다.

【0026】 이하에서는 도 1 내지 도 4를 참조하여 본 실시예에 따른 인공지능 기반 전자코(100)를 구성하는 각 구성에 대해 상세히 설명한다.

【0027】 냄새분자 흡입부(110)의 구체적인 구성 및 역할

【0028】 냄새분자 흡입부(110)는 모니터링 대상에서 발생하거나 대상 주위에 존재하는 공기 또는 가스를 흡입하여 냄새분자 센싱부(120)로 전달하기 위한 기초적인 유입 구조를 제공한다. 이 흡입부는 각 대상에 따라 위치, 방향, 유량 등이 조절되며, 대상에 따른 특화된 포집모듈이 결합되는 구조로 구현된다. 이를 통해 다목적 환경에서의 냄새분자 수집을 가능하게 한다.

【0029】 냄새분자 흡입부(110)는 내부에 공기 유동을 제어하는 전동팬이나 마이크로펌프를 구비하여, 각 포집모듈로부터 유입되는 공기를 일정한 유량 및 유

속으로 흡입하고, 냄새 성분이 변형되지 않도록 정온·정습 조건을 유지한다. 해당 유량 제어 장치는 PID 제어 방식의 유량계와 연동되어 정밀 제어가 가능하도록 구성된다.

【0030】 냄새분자 흡입부(110)의 내부에는 흡기필터링모듈(115)이 장착되어 있어, 공기 중의 입자성 이물질(예: 먼지, 꽃가루)이나 수분, 오존과 같은 불순물을 제거한다. 이러한 전처리 과정은 센서에 도달하는 냄새분자의 순도를 확보하고, 오차 없는 정밀 측정을 위한 기반을 마련한다. 필터는 활성탄 필터, 제습 필터, 초미세 필터 등 복수로 구성될 수 있다.

【0031】냄새분자 흡입부(110)는 냄새분자 센싱부(120)로 향하는 공기 흐름을 직선형 또는 곡선형 유로로 유도하며, 내부 재질은 냄새분자와 반응하지 않는 실리콘 계열의 고무, PTFE 코팅 재질 등을 사용하여 흡착에 의한 냄새 변화나 손실을 방지한다. 유로 내에는 공기 흐름을 안정화시키는 정류격자 또는 공기분산판이 삽입될 수 있다.

【0032】냄새분자 센싱부(120)를 거친 후 배출되는 공기는 배기필터링모듈(116)을 통해 살균, 탈취, 소독 처리를 거친 후 외부로 안전하게 배기된다. 이는 실내에서의 장치 사용 시 2차 오염을 방지하고, 공공장소나 의료기관과 같이 위생이 중요한 환경에서도 안정적인 작동이 가능하도록 돕는다.

【0033】식품 주위공기 포집모듈(111)의 구체적인 설명

【0034】 식품 주위공기 포집모듈(111)은 식품의 신선도, 품질, 원산지 판별, 향미 성분을 분석하기 위해 식품 주변의 공기 중에 포함된 냄새분자를 수집하는 데 특화된 구조를 가진다. 해당 모듈은 분석 대상 식품을 감싸는 반구형 또는 밀폐형 챔버 구조로 형성되며, 내부 공기의 흐름을 제어하여 국소 냄새를 안정적으로 포집할 수 있다.

【0035】 이 포집모듈은 식품의 크기나 형태에 따라 높이와 너비가 조절 가능하도록 제작되며, 투명한 아크릴 또는 유리 재질로 구성되어 외부에서 식품 상태를 관찰할 수 있도록 한다. 내부에는 냄새가 모이도록 공기 유도 덕트와 흡입구가 설치되어, 냄새분자 흡입부(110)와 연결되어 있다. 이 구조는 식품 표면에서 방출되는 휘발성 유기화합물을 효과적으로 모을 수 있게 한다.

【0036】 식품 주위공기 포집모듈(111)은 내부 온도를 일정하게 유지하기 위한 히터 또는 쿨러가 포함될 수 있으며, 이는 온도 민감형 냄새성분의 변질을 방지하기 위해 필요하다. 또한 식품 종류에 따라 향미가 천천히 방출되는 경우가 있으므로, 장시간 포집이 가능하도록 내부 흐름을 약하게 유지하며, 공기체류시간을 조절하는 타이머 장치도 적용된다.

【0037】 포집모듈 내부의 공기는 마이크로 유량센서에 의해 실시간 모니터링되며, 일정 수준의 유량이 확보될 경우에만 센싱부로 전달되도록 설계되어 있다. 이를 통해 무의미한 공기 또는 외부공기 혼입을 방지하고, 식품 고유의 냄새를 정확히 반영하는 센서 신호만을 확보할 수 있다.

【0038】 식품 주위공기 포집모듈(111)은 휴대형 전자코 시스템에도 적합하도

록 소형화 및 경량화 설계가 가능하며, 야외에서 신선식품을 평가하거나, 물류유통 과정에서 품질을 실시간 분석하는 데에도 유용하게 활용될 수 있다.

【0039】 대기 포집모듈(112)의 구체적인 설명

【0040】 대기 포집모듈(112)은 외부 대기 중에 포함된 유해 가스, 오염 물질, 화학 성분 등을 감지하기 위한 구성으로, 일반적인 외부 노출 환경에서의 냄새 포집을 목적으로 한다. 해당 모듈은 개방형 또는 원거리 흡입형 구조로 구현되며, 다양한 대기 조건에서도 안정적인 작동이 가능하도록 방수 및 방진 기능이 포함된다.

【0041】 이 모듈은 공장, 산업현장, 하수 처리장, 도로 주변 등 대기 질이 불안정한 환경에 설치될 수 있으며, 미세먼지, VOCs, 황화합물, 질소산화물 등 복합 대기 성분이 존재하는 경우에도 냄새분자만을 선택적으로 흡입할 수 있는 구조로 설계된다. 이를 위해 고성능 흡입팬 및 입자 분리 프리필터가 내장된다.

【0042】 대기 포집모듈(112)은 다양한 위치에 고정 설치될 수 있도록 자립형 지지대, 마그네틱 부착형 구조 또는 드론 장착형 하우징으로 구성될 수 있으며, 외부에서 날씨와 관계없이 일정량의 공기를 안정적으로 흡입하도록 자동 제어 시스템이 연동된다. 이때 기압, 온도, 습도 센서가 함께 설치되어 대기 조건을 보정할 수 있다.

【0043】 외부 공기를 흡입할 때 유해 성분에 노출되는 것을 방지하기 위해, 대기 포집모듈(112)의 내부 유로는 내산·내알칼리 성능을 갖춘 PVDF 또는 PTFE 소

재로 구성된다. 또한, 고온 환경에서도 변형되지 않도록 단열재가 적용될 수 있으며, 필요 시 냉각장치와 결합되어 작동한다.

【0044】 해당 모듈은 연속적으로 대기질을 모니터링하고, 그 데이터를 냄새 분자 센싱부(120) 및 인공지능 판단부(130)로 전달하여 오염원 추적, 산업 현장의 안전 감시, 도심지 악취 감시 등 다양한 분야에서 활용 가능하다. 특히, 원격 통신과 연계되어 무인 자동 대기 분석 네트워크의 일부로 통합 운용될 수 있다.

【0045】 호흡기 낄숨 포집모듈(113)의 구체적인 설명

【0046】 호흡기 낄숨 포집모듈(113)은 사용자의 호기 중에 포함된 냄새 분자 또는 휘발성 유기화합물(VOCs)을 효과적으로 수집하기 위한 구조로 설계된다. 해당 모듈은 사용자의 코 또는 입 주변에 밀착되도록 형성된 마스크형 하우징 또는 구강 삽입형 노즐을 포함할 수 있으며, 포집 중 외부 공기 혼입을 최소화하여 정밀한 호기 분석이 가능하도록 한다.

【0047】 이 모듈은 낄숨의 유속 변화에 대응하여 자동으로 흡기 유량을 조절하는 미세펌프 또는 정압 유지 장치를 구비하며, 사용자의 숨쉬기 주기에 맞춰 데이터 수집 타이밍을 자동 동기화한다. 이를 통해 낄숨 내 휘발성 성분의 농도 피크 시점을 놓치지 않고 효과적으로 센싱부로 전달할 수 있다.

【0048】 호흡기 낄숨 포집모듈(113)의 내측은 사용자의 입김에 포함된 습기 및 고형물질을 차단하기 위해 내습 코팅 또는 미세 방수 필터가 장착되며, 동시에 냄새분자에 손상을 주지 않는 저온/저압 조건을 유지하는 유량 제어 시스템이 포함

된다. 이러한 설계를 통해 생체분자와 유사한 냄새성분이 변질되지 않고 센서까지 도달하게 된다.

【0049】 사용자의 건강상태에 따라 날숨 속에 포함된 아세톤, 암모니아, 메탄올 등 다양한 휘발성 바이오마커가 존재할 수 있으며, 이들 성분을 포집하기 위해 고감도 포집 조건이 적용된다. 이에 따라 날숨의 연속 유속, 흡입 압력, 체온 기반 보정값을 적용한 환경 모니터링 센서가 부가되어 정밀도 향상을 도모한다.

【0050】 호흡기 날숨 포집모듈(113)은 간헐적 사용을 고려하여 소형 경량 구조로 제작될 수 있으며, 환자용 마스크, 구강 가드 또는 웨어러블 디바이스에 결합 가능하도록 모듈화되어 있다. 의료기관 외부 환경에서도 휴대성과 재사용성을 높이기 위해 항균소재 또는 일회용 포집 노즐을 함께 사용하는 방식도 포함된다.

【0051】 피부 생성가스 포집모듈(114)의 구체적인 설명

【0052】 피부 생성가스 포집모듈(114)은 인체 피부 표면에서 자연스럽게 발생하는 휘발성 냄새 분자나 체취 성분을 수집하기 위한 장치로, 피부 밀착형 구조를 기반으로 한다. 이 모듈은 특정 부위(예: 손목, 목덜미, 겨드랑이 등)에 부착되며, 밀폐된 공간 내에서 일정 시간 동안 피부에서 발생하는 가스를 농축시켜 냄새 분자 센싱부로 전달한다.

【0053】 포집 구조는 피부 접촉면에 실리콘 또는 젤 패드 형태의 밀폐 시트를 부착하고, 그 위에 공기 순환 챔버를 형성하는 구조로 구성되며, 챔버 내부에는 소형 마이크로펌프 또는 압력차를 유도하는 공기순환 장치가 장착된다. 이를 통해

피부에서 발생하는 냄새가 외부로 확산되기 전에 안정적으로 포집된다.

【0054】 피부 생성가스 포집모듈(114)은 인체 체온의 영향을 최소화하기 위해 내열성이 있는 유연소재와 단열층이 적용되며, 필요 시 피부온도 보정센서와 습도센서가 함께 내장되어 피부 환경 변화에 따라 실시간 감도를 조절할 수 있다. 이로써 장기간 착용 시에도 일정 수준 이상의 신뢰도를 확보할 수 있다.

【0055】 일부 인체 부위에서는 노화에 따라 발생하는 특유의 냄새나 질병 관련 바이오마커가 검출될 수 있으므로, 본 모듈은 고농도 노출 시 자동 배기 기능이 작동되도록 설계된다. 피부로부터 발생하는 저농도 냄새를 집중 채집하기 위해 내부 챔버의 공기 체류 시간을 조절하거나, 냄새분자 흡착용 전처리 필터를 병렬로 배치하는 방식이 적용된다.

【0056】 피부 생성가스 포집모듈(114)은 전자코 시스템의 유연한 적용성을 높이기 위해 패치형, 밴드형, 클립형 등 다양한 착용 방식을 채택할 수 있으며, 장시간 착용 시 사용자 불편을 최소화하기 위한 생체친화적 설계와 재사용 가능성을 고려한 구조로 구현된다.

【0057】 흡기필터링모듈(115)의 구체적인 설명

【0058】 흡기필터링모듈(115)은 포집모듈(111~114)을 통해 유입된 공기 중에서 냄새분자를 제외한 모든 불순물, 습기, 입자성 이물질 등을 제거하는 전처리 유닛이다. 이 모듈은 냄새분자 센싱부(120)의 민감한 감지 성능을 보장하기 위한 핵심 구성요소로, 공기 정화 및 유량 정제의 역할을 수행한다.

【0059】 해당 모듈은 통상 다단 필터 구조를 채택하며, 1차로 초미세입자 제거용 프리필터, 2차로 수분 제거용 제습 필터, 3차로 활성탄 또는 흡착소재 필터가 연속 배열되어 구성된다. 이를 통해 센서에 영향을 미칠 수 있는 먼지, 수분, 산화 가스 등을 선제적으로 제거하여 센서 수명 및 정밀도를 유지한다.

【0060】 흡기필터링모듈(115)은 유량을 일정하게 유지할 수 있도록 자동 밸브 제어 시스템을 내장하거나, 압력센서와 연계된 피드백 제어 장치를 포함하여 공기 흐름이 안정적으로 유지되도록 구성된다. 외부 환경의 변화에도 센싱 정확도가 유지되도록, 온도 및 습도 조건을 실시간으로 보정할 수 있는 센서가 함께 탑재된다.

【0061】 모듈 내부의 공기 유로는 냄새분자와 반응하지 않는 불활성 소재로 구성되며, 흡착 또는 정전기 유도에 의해 냄새분자가 손실되지 않도록 내부 마감이 정밀하게 설계된다. 필터 교체가 용이하도록 하우징은 분리형 또는 슬라이딩 커버 구조로 제작되며, 소비자에 의해 손쉽게 유지관리할 수 있도록 한다.

【0062】 흡기필터링모듈(115)은 전자코 시스템의 휴대형, 고정형, 웨어러블 형에 따라 다양한 규격으로 제작 가능하며, 센서와 직결되는 중요한 인터페이스 역할을 수행한다. 냄새의 정확한 정량 분석을 위한 사전 환경 제어 장치로서, 전체 시스템의 신뢰도 및 안정성 확보에 결정적인 기여를 한다.

【0063】 배기필터링모듈(116)의 구체적인 설명

【0064】 배기필터링모듈(116)은 센싱부를 거친 후 외부로 배출되는 공기 내의 잔류 냄새분자, 유해가스, 세균 또는 바이러스를 제거하여 공공환경 또는 폐쇄 공간의 오염을 방지하는 후처리 시스템이다. 해당 모듈은 센싱 과정에서 분석된 공기가 외부로 유출되기 전 마지막으로 거치는 정화 구간에 해당한다.

【0065】 본 모듈은 3중 필터 구조로 구성될 수 있으며, 1차로 활성탄 필터를 통해 냄새분자 및 휘발성 유기화합물(VOCs)을 제거하고, 2차로 UV-C 살균램프 또는 플라즈마 모듈을 통해 공기 내 세균과 바이러스를 비활성화하며, 3차로 고효율 미세면지필터(HEPA)를 통해 미세입자를 완전히 제거한다.

【0066】 배기필터링모듈(116)의 내부에는 온도 및 유량 센서가 설치되어 있으며, 이를 통해 과열 또는 유량 저하 시 경고를 발생시킬 수 있는 자가 진단 기능을 수행한다. 또한, 일정 시간 또는 누적 사용량 기준으로 필터 교체 시기를 사용자에게 알리는 필터 모니터링 기능도 포함된다.

【0067】 해당 모듈은 소음 저감을 위해 소형 팬 대신 저속 구동형 팬과 흡음재가 적용되며, 공기 배출 방향은 천장 또는 후방으로 유도되도록 설계되어 공간 내 사용자의 직접 노출을 방지한다. 외부로의 배기 시 환기 시스템과 연동되도록 설계할 수 있어 병원, 실험실, 식품 제조시설 등에서도 활용이 용이하다.

【0068】 배기필터링모듈(116)은 전체 시스템의 위생성과 공공안전성을 향상시키는 중요한 구성요소로서, 실내 공기질 유지, 감염 예방, 악취 확산 방지 등의 부가적 효과를 제공하며, 시스템의 공공장소 사용 허가를 위한 필수 사양으로도 채

택될 수 있다.

【0069】 냄새분자 센싱부(120)의 구체적인 설명

【0070】 냄새분자 센싱부(120)는 흡입된 공기 내의 냄새분자와 직접 반응하여 전기적 신호를 생성하는 센서 어레이 구조로 구성된다. 이 센싱부는 다양한 감지 원리를 기반으로 하는 복수의 센서들을 배열하여, 복합적인 냄새의 조성, 농도, 반응 패턴을 동시에 분석할 수 있도록 설계된다.

【0071】 센싱부는 금속 산화물 반도체(MOS) 센서, 전도성 고분자 센서(CP), 수정진동자 센서(QCM), 광학 센서 및 바이오센서 중에서 대상 냄새에 따라 선택된 복수의 센서를 포함한다. 각 센서는 특정 냄새분자와의 반응 특성이 다르며, 이를 통해 신호의 조합 패턴을 정밀하게 구성할 수 있다.

【0072】 센서 어레이는 일정한 유량과 온습 조건에서 작동하도록 챔버 내에 고정되며, 공기 흐름이 센서 표면을 균일하게 통과할 수 있도록 내부에 공기 분산판이나 정류 구조물이 포함된다. 또한 센서 간 간섭을 방지하기 위해 각각의 센서에는 절연 프레임 또는 독립된 유로가 적용될 수 있다.

【0073】 센싱부의 전기적 출력은 아날로그-디지털 컨버터(ADC)를 통해 인공 지능 판단부로 전달되며, 반응 시간, 피크 전압, 면적 등 다양한 파라미터가 수집된다. 이 데이터는 이후 신호패턴 분석을 통해 냄새의 종류 및 농도로 변환되는 핵심 자료로 활용된다.

【0074】 냄새분자 센싱부(120)는 각 응용 분야에 따라 센서 구성 및 배열을 다르게 설정할 수 있어, 식품용, 환경용, 의료용 등으로 모듈화할 수 있다. 유지보수를 위해 탈부착형 센서 슬롯이 제공되며, 일정 주기마다 센서를 자동 보정하는 오토 캘리브레이션 기능이 포함될 수도 있다.

【0075】 식품냄새 센싱모듈(121)의 구체적인 설명

【0076】 식품냄새 센싱모듈(121)은 식품에서 방출되는 냄새 성분을 정밀하게 분석하여 신선도, 품질, 발효 정도, 변질 여부 등을 판별하기 위한 센싱 모듈이다. 해당 모듈은 식품의 종류에 따라 서로 다른 향미 화합물 또는 부패 지표 성분을 타겟으로 하는 센서를 중심으로 구성된다.

【0077】 이 모듈은 일반적으로 식품에서 흔히 발생하는 에틸알코올, 아세트알데하이드, 아민류, 황화합물 등을 감지할 수 있는 금속산화물 센서(MOS) 및 바이오센서 기반의 고감도 센서로 구성되며, 특정 식품군(육류, 생선, 채소, 유제품 등)에 최적화된 조합이 제공된다.

【0078】 센서 어레이는 식품 주위공기 포집모듈(111)과 연동되어 일정한 공기 흐름 속에서 작동되며, 식품에서 발생하는 냄새의 시간별 농도 변화를 실시간으로 추적할 수 있는 구조를 가진다. 또한, 환경적 오차를 최소화하기 위해 온습도 센서와 데이터 보정 알고리즘이 함께 적용된다.

【0079】 식품냄새 센싱모듈(121)은 선별된 기준 물질에 대한 반응 패턴을 기초로 데이터베이스를 구성하고, 인공지능 판단부에서 신호패턴과 비교 분석하여 해

당 식품의 상태를 판단한다. 이 과정을 통해 단순한 냄새 감지에서 벗어나, 품질 분류 또는 유통기한 예측 등의 기능을 수행할 수 있다.

【0080】 이 모듈은 식품공장, 물류센터, 유통 매장, 식품검사기관 등에서 다양하게 활용될 수 있으며, 휴대형 또는 고정형 전자코 장치에 모두 적용 가능하도록 소형화 및 저전력 설계가 적용된다. 장기적으로는 블록체인 기반 유통이력 시스템과 연계하여, 실시간 품질 인증 수단으로도 사용될 수 있다.

【0081】 대기냄새 센싱모듈(122)의 구체적인 설명

【0082】 대기냄새 센싱모듈(122)은 산업 현장, 도심지, 농업 시설 등 외부 환경의 대기 중에 존재하는 냄새 및 오염물질을 감지하기 위한 모듈로서, 다양한 유해성 가스 및 악취 물질에 대한 다중 감지가 가능하도록 구성된다. 이 모듈은 일반적으로 황화수소, 암모니아, 휘발성유기화합물(VOCs), 일산화탄소, 질소산화물 등을 주요 타깃 물질로 설정한다.

【0083】 해당 모듈은 금속산화물 반도체(MOS) 센서, 전기화학식 센서, 광학식 가스 센서 등이 혼합 탑재되며, 각 센서는 특정 오염물질에 선택적 감응을 보이도록 사전 교정되어 장착된다. 센서 간의 교차감응을 최소화하기 위해 각 센서는 독립된 소켓버 또는 유로에 장착되어 있으며, 내부는 불활성 코팅으로 마감된다.

【0084】 센싱 모듈은 대기 포집모듈(112)과 연동되며, 외부 공기의 유입은 정량 유량 제어장치를 통해 제어된다. 특히 대기의 온도, 습도, 기압 등의 변화에 따라 센서 출력에 편차가 발생할 수 있으므로, 보조 센서(온습도 센서, 기압계

등)를 통해 실시간 보정 기능이 포함된다. 이를 통해 장시간 운용 시에도 안정적인 성능을 유지할 수 있다.

【0085】 대기냄새 센싱모듈(122)은 실시간 환경 모니터링에 적합하도록 센서 반응속도가 빠르고, 연속적 데이터 스트리밍이 가능하도록 설계된다. 측정 데이터는 인공지능 판단부(130)로 실시간 전송되며, 이를 통해 오염원 추적, 공장 가스 누출 감시, 축사 악취 감시 등의 환경 응용이 가능하다.

【0086】 해당 모듈은 방수·방진 설계를 기반으로 야외 설치에 적합하며, 내구성 확보를 위해 자외선 차단 커버, 이중 하우징, 고무 실링 등을 포함한다. 또한, 태양광 전력 공급 또는 원격 무선통신 기능을 결합하여 자율형 대기 모니터링 네트워크로 확장 가능하다.

【0087】 호기냄새 센싱모듈(123)의 구체적인 설명

【0088】 호기냄새 센싱모듈(123)은 사람의 날숨 속에 포함된 휘발성 성분을 감지하여 건강상태를 분석하고 질병 진단에 활용하기 위한 모듈이다. 이 모듈은 주로 호흡기 날숨 포집모듈(113)과 결합하여 사용되며, 날숨 중에 존재하는 아세톤, 메탄올, 에탄올, 암모니아, 이소프렌 등의 생체 관련 휘발성 유기화합물을 감지하는 센서들로 구성된다.

【0089】 호기냄새 센싱모듈(123)은 생체 바이오마커 검출 민감도를 높이기 위해 바이오센서, 금속산화물 센서(MOS), QCM(Quartz Crystal Microbalance) 센서, 전기화학식 센서 등을 복합적으로 구성하며, 이들 센서는 각기 다른 반응 메커니즘

을 통해 종합적인 신호 패턴을 생성한다.

【0090】 센서 배열은 일반적인 냄새분자 센싱부보다 미세한 농도에서 높은 감도를 발휘할 수 있도록 조정되며, 특히 ppb(10³) 단위의 낮은 농도 감지가 가능하도록 보정된다. 이 모듈은 사용자의 호흡량, 호기 주기, 흡입 온도 등을 실시간으로 측정하여 센서 반응 데이터를 정규화하고, 정확한 질병 패턴 분석에 기여한다.

【0091】 호기냄새 센싱모듈(123)은 당뇨병 환자의 아세톤 농도 측정, 신장기능 저하로 인한 암모니아 검출, 폐질환에 따른 이소프렌 패턴 분석 등 다양한 의료응용이 가능하며, 기존의 혈액 또는 소변 검사 방식에 비해 비침습적이고 반복 가능하다는 장점을 갖는다.

【0092】 해당 모듈은 병원용 고정식 장비뿐 아니라 개인용 스마트기기와 연동 가능한 소형 전자코에도 장착 가능하며, 웨어러블 디바이스 또는 호흡기 마스크에 부착할 수 있도록 초소형화, 저전력화된 설계가 적용된다. 이를 통해 호흡 기반 바이오마커 진단기술의 실용화 가능성을 크게 확장시킨다.

【0093】 피부냄새 센싱모듈(124)의 구체적인 설명

【0094】 피부냄새 센싱모듈(124)은 인체 피부 표면에서 발생하는 휘발성 냄새 성분을 분석하여, 체취 기반의 건강정보, 피부 상태, 노화 정도 등을 진단하는 데에 사용되는 모듈이다. 이 모듈은 주로 피부 생성가스 포집모듈(114)과 결합되어 사용되며, 피부에서 방출되는 아민류, 지방산, 케톤류 등의 화합물을 타겟으로 한

다.

【0095】 해당 모듈은 인간의 체취에 민감한 센서를 중심으로 구성되며, 전도성 고분자 센서(CP), MOS 센서, 표면증강 라만 분광(SERS) 센서 또는 바이오센서가 탑재된다. 이들은 피부 접촉면에서의 온도 및 습도 조건에서도 안정적으로 작동할 수 있도록 특수 재질 하우징에 내장된다.

【0096】 센서 어레이는 피부와의 접촉 면적을 고려하여 소형 고밀도로 구성되며, 접촉형 또는 근접형으로 센서 표면을 배치한다. 사용자의 피부 온도 변화나 발한에 따른 냄새분자 방출 양상 변화를 감안하여, 보조적으로 피부 온습도 센서가 함께 설치되며, 측정값 보정에 활용된다.

【0097】 피부냄새 센싱모듈(124)은 노인의 피부에서 발생하는 특유 체취(노린내), 스트레스 시 분비되는 특정 성분, 호르몬 변화에 따른 냄새 등을 감지하여, 노화 지표, 피로도, 건강 리듬 등을 정량적으로 분석하는 데 기여한다. 또한 멀티슈나 화장품 성분의 피부 반응성을 검출하는 데도 응용될 수 있다.

【0098】 이 모듈은 팔목 밴드형, 패치형, 또는 클립형 구조로 제작되어 휴대용 또는 웨어러블 환경에서 활용될 수 있으며, 스마트워치나 피부 진단기기에 탑재되어 체취 기반 건강관리 기능을 구현하는 데 기여할 수 있다. 지속 모니터링을 위해 저전력 구동이 가능하도록 설계되며, 무선통신 기능과 연동되어 실시간 데이터 전송이 가능하다.

【0099】 인공지능 판단부(130)의 구체적인 설명

【0100】인공지능 판단부(130)는 냄새분자 센싱부(120)에서 전달된 복수의 센서 신호를 분석하고, 이를 바탕으로 냄새의 종류 및 냄새의 농도를 정량적으로 산출하는 핵심 연산 장치이다. 이 판단부는 후각 시스템의 복합 패턴 인식 메커니즘을 모사한 인공지능 알고리즘을 구동하며, 학습 기반 분류와 회귀 분석 기능을 모두 포함한다.

【0101】판단부는 신호패턴 분석모듈(131), 냄새종류 판단모듈(132), 냄새농도 산출모듈(133) 등으로 구성되며, 이들 모듈 간에는 데이터 흐름이 순차적이며, 병렬 또는 순환 신경망 구조(RNN/LSTM) 등 딥러닝 알고리즘을 통해 상호 보완적으로 작동할 수 있도록 설계된다. 판단부는 이러한 알고리즘의 실행을 위해 GPU 또는 NPU 기반의 연산칩을 탑재할 수 있다.

【0102】센서로부터 수신된 신호는 디지털화된 후 패턴 인식 전처리를 거치며, 패턴 기반 클러스터링(K-means, DBSCAN 등) 또는 지도학습 기반 분류(SVM, Random Forest, CNN 등)를 통해 냄새의 특징 벡터를 형성하고, 다차원 공간상에서 해당 벡터가 위치한 영역을 기준으로 냄새 종류를 판단한다.

【0103】인공지능 판단부(130)는 또한 사용 환경이나 센서 오차, 습도 변화 등 외부 변수로 인한 판단 편차를 줄이기 위해 센서 출력의 노이즈 제거, 정규화, 보정 알고리즘을 탑재하고 있으며, 지속적인 피드백 루프를 통해 학습 정확도를 개선한다. 학습은 초기 학습 외에도 사용 중 학습 데이터를 누적 저장하여 추가 학습(Online Learning)도 가능하다.

【0104】이 판단부는 결과값을 결과데이터 출력부(140)로 전달하며, 출력값

에는 냄새의 명칭, 관련 물질 분류, 검출 확률, 냄새 농도 수치 등이 포함될 수 있다. 이는 실시간 시각화 UI, 경고 시스템, 또는 클라우드 기반 데이터베이스와도 연동 가능하도록 API 기반 구조를 채택할 수 있으며, 전자코의 전반적 두뇌 역할을 담당한다.

【0105】 신호패턴 분석모듈(131)의 구체적인 설명

【0106】 신호패턴 분석모듈(131)은 냄새분자 센싱부(120)로부터 전달된 복수 센서의 전기적 출력 데이터를 수집하고, 이 데이터를 정규화, 분석하여 특징 벡터(feature vector)를 추출하는 기능을 수행한다. 해당 모듈은 센서 반응곡선의 패턴을 시간-전압 형태의 시계열 데이터로 변환하고, 이를 기반으로 냄새 분석을 위한 기초 정보를 구성한다.

【0107】 이 모듈은 먼저 수집된 원시 데이터를 전처리 단계로서 노이즈 제거, 피크 검출, 평균화, 스무딩 등의 과정을 거쳐 정제한다. 이후 센서 응답 곡선에서 피크 강도, 반응 시간, 반응 지속시간, 면적(AUC) 등의 다차원 특성값을 산출하고, 이를 벡터 형태로 구성하여 인공지능 판단 알고리즘에 제공한다.

【0108】 신호패턴 분석모듈(131)은 다양한 센서 간의 출력값을 하나의 고차원 특징 공간으로 통합하는 역할을 하며, 이를 위해 주성분 분석(PCA), t-SNE, LDA와 같은 차원 축소 기법을 적용하거나, 고차원 공간상에서 군집 분석을 수행하여 유사도 기반 분류를 가능하게 만든다.

【0109】 이 모듈은 입력된 냄새 데이터가 기존 학습된 냄새패턴과 얼마나 유사한지를 정량화하기 위해, 벡터 간 유클리드 거리 또는 코사인 유사도를 계산하는 비교 알고리즘을 탑재하고 있으며, 학습 데이터셋과 실시간 측정 데이터 간의 패턴 차이를 시각화하여 판단부의 학습 정확도를 개선하는 데 활용된다.

【0110】 신호패턴 분석모듈(131)은 냄새 종류 및 농도 판단의 전처리 핵심 알고리즘으로서, 입력 데이터의 품질에 따라 최종 판단의 정확도와 신뢰도가 결정되기 때문에, 이 모듈의 처리 속도와 정확도는 전자코 전체 시스템의 정밀도 확보에 중대한 역할을 한다.

【0111】 인공지능 판단부(130)의 신호패턴 분석모듈(131)에 의해 수행되는 신호패턴 분석방법(S100)

【0112】 첫번째 단계(S110): 센싱 신호 수집 단계

【0113】 첫번째 단계(S110)는 냄새분자 센싱부(120)로부터 발생하는 원시 전기적 신호를 디지털화된 형식으로 수집하는 단계이다. 센서 배열에서 발생한 아날로그 신호는 ADC(Analog-Digital Converter)를 통해 샘플링되어 수치화된 시계열 데이터로 변환된다. 이 데이터는 센서별 응답 곡선, 응답지연시간, 최대 피크값 등을 포함한다.

【0114】 이 단계에서는 각 센서가 맡은 역할에 따라 서로 다른 범위와 응답시간을 갖기 때문에, 다채널 멀티센서 플랫폼 구조가 요구된다. 예를 들어, 식품냄새 센싱모듈(121)은 장기 노출에 대한 응답을 수집하는 반면, 호기냄새 센싱모듈

(123)은 짧은 시간 내 빠르게 변화하는 농도에 반응해야 한다.

【0115】 수집되는 데이터는 주기적 또는 이벤트 기반으로 저장되며, 특정 감지 이벤트(예: 냄새 농도 급변, 사용자 작동 등)를 기준으로 윈도우 기반의 수집이 이뤄진다. 이로써, 불필요한 잡음을 줄이고 중요한 신호만 분석에 활용할 수 있다.

【0116】 데이터는 시간축을 기준으로 정렬되며, 각 센서마다 고유 식별자가 부여되어 향후 특징 분석 및 학습 과정에서 채널 간 교차오류를 방지한다. 데이터는 로컬 메모리 또는 클라우드 서버에 저장되며, 실시간 분석과 오프라인 후처리 모두를 지원하도록 설계된다.

【0117】 이 단계는 전체 신호패턴 분석의 기반이 되는 단계로서, 정확하고 안정적인 샘플링 조건, 센서 교정, 그리고 시간 동기화 설계가 핵심이며, 이후 단계의 처리 정확도에 직접적인 영향을 미친다.

【0118】 두번째 단계(S120): 노이즈 제거 및 기준선 정규화 단계

【0119】 두번째 단계(S120)는 수집된 원시 데이터에서 의미 없는 잡음을 제거하고, 각 센서별 신호를 동일한 기준선에서 비교 분석할 수 있도록 정규화하는 단계이다. 이 과정은 특히 센서의 초기 드리프트, 온도변화에 따른 민감도 차이, 외부 환경요소의 영향 등을 보정하는 데 필수적이다.

【0120】 우선, 일반적인 고역통과 필터 또는 저역통과 필터를 이용해 노이즈 신호를 제거한다. 센서별 특성에 따라 이동평균(MA), 가우시안 필터, Savitzky-Golay 필터 등이 적용될 수 있으며, 급격한 변동이나 잡음을 평탄화하여 전체적인

신호 흐름을 안정시킨다.

【0121】 이후 기준선 정규화 과정에서는 감지 전 상태의 평균값을 기준으로 모든 데이터의 상대변화를 계산한다. 예를 들어, 센서의 평상시 응답값을 0으로 기준화하고, 이후 변화량을 기준으로 센서의 응답패턴을 정량화한다. 이는 각 센서가 서로 다른 민감도를 가졌더라도, 동일한 분석 스케일에서 비교 가능하게 한다.

【0122】 정규화된 데이터는 이후 특징추출 단계에서의 패턴 분석이나 머신러닝 입력값으로 활용될 수 있도록 범위 조정(Min-Max Scaling, Z-score 정규화 등)을 추가로 수행할 수 있다. 이는 분석 정확도뿐 아니라 알고리즘의 학습 효율성에도 큰 영향을 미친다.

【0123】 이 단계는 단순 신호 정리에 그치지 않고, 센서 특이성으로 인한 왜곡 제거, 시스템간 호환성 확보, 장치 간 비교 정밀도 향상 등의 역할을 수행하며, 전체 전자코의 분석 신뢰도를 높이는 핵심 절차이다.

【0124】 세번째 단계(S130): 주요 특징 추출 및 벡터화 단계

【0125】 세번째 단계(S130)는 정규화된 데이터를 기반으로 분석에 필요한 주요 특징(Feature)을 추출하고 이를 벡터 형태로 변환하는 단계이다. 이는 인공지능 모델이 학습하고 판단하는 데 필요한 입력 데이터를 생성하는 가장 중요한 전처리 과정이다.

【0126】 특징 추출은 시간영역 및 주파수영역에서 동시에 수행될 수 있다. 시간영역에서는 최대 응답치, 응답 속도, 상승 및 하강시간, 면적 등 신호의 동적

변화를 수치로 추출한다. 주파수 영역에서는 FFT(Fast Fourier Transform) 등을 통해 주기성, 잡음 성분 등을 확인하고 필터링할 수 있다.

【0127】 이외에도 PCA(주성분 분석), LDA(선형 판별 분석), t-SNE 등 차원 축소 알고리즘을 통해 고차원의 데이터에서 정보량이 큰 주요 특징만을 추출하여 계산 효율성과 모델 성능을 동시에 확보한다. 경우에 따라, 센서 어레이 전체의 응답 패턴을 '스펙트럼 패턴 이미지'로 재구성해 CNN 등의 이미지 기반 딥러닝 입력으로 사용할 수도 있다.

【0128】 특징은 일반적으로 벡터화되어 고정된 길이의 수치열로 저장된다. 예를 들어, 10개의 센서에서 각각 5개의 특징을 추출할 경우, 하나의 샘플은 50차원의 벡터가 되며, 이는 향후 신호패턴 분석모듈(131)의 내부 모델 입력값으로 활용된다.

【0129】 이 단계는 단순한 신호처리를 넘어, 냄새 신호의 본질적인 구조를 정량화하고, 기계학습에 최적화된 정보로 가공하는 단계이며, 전자코 시스템의 지능화 수준을 결정짓는 기술적 중추이다.

【0130】 네번째 단계(S140): 유사 패턴 추출 단계

【0131】 네번째 단계(S140)는 이전 단계에서 벡터화된 특징 신호를 바탕으로, 사전에 학습된 기준 패턴들과의 유사도를 평가하여 가장 근접한 냄새 패턴군을 탐색하는 단계이다. 이 단계는 전자코가 실제로 특정 냄새를 감지하고 해석하기 위한 초기 분류 작업에 해당된다.

【0132】 유사도 평가는 일반적으로 코사인 유사도(Cosine Similarity), 유클리드 거리(Euclidean Distance), DTW(Dynamic Time Warping) 등의 알고리즘을 통해 이루어진다. 각 벡터 간의 수치적 거리 또는 방향 차이를 기준으로 분석대상 냄새와 기존 냄새들의 유사정도를 계산한다.

【0133】 이때 사용되는 기준 패턴군은 훈련 데이터셋 또는 사전 설정된 레퍼런스 데이터에서 추출된 것으로, 식품 부패 냄새, 휘발성 화학물질 냄새, 인체에서 발생하는 체취류 냄새 등 다양한 범주로 구성된다. 유사도가 높은 순으로 우선순위를 정해 상위 후보 패턴을 선정한다.

【0134】 후보로 도출된 유사 패턴군은 후속 분류단계에서 사용될 수 있도록 메모리에 저장되며, 각 유사도 점수도 함께 기록된다. 이는 다중 분류 모델에서 앙상블 기법을 통해 확률 기반 판단을 수행할 때 참고값으로 활용된다.

【0135】 이 단계는 수집된 신호가 단순히 벡터값으로 존재하는 것을 넘어, 기존 지식 기반과 비교하여 의미 있는 해석 단서를 제공하는 과정이며, 전자코 시스템이 실제 감각적 판단을 수행할 수 있도록 하는 핵심 연결고리 역할을 한다.

【0136】 다섯번째 단계(S150): 정규 패턴 매칭 및 패턴 분류 단계

【0137】 다섯번째 단계(S150)는 네번째 단계에서 도출된 유사 패턴군을 바탕으로, 정규 패턴군 내에서 분석 대상이 속하는 최종 패턴 클래스를 분류하는 단계이다. 이는 AI 분류 알고리즘에 의해 수행되며, 냄새의 정체 또는 특성이 이 단계에서 최종적으로 판단된다.

【0138】분류 알고리즘은 전통적인 SVM(Support Vector Machine), KNN(K-Nearest Neighbor), Random Forest, XGBoost뿐만 아니라, 딥러닝 기반의 MLP(Multilayer Perceptron), CNN(Convolutional Neural Network), RNN(Recurrent Neural Network) 등 다양한 방식이 적용될 수 있다. 특정 분야에 따라 전이학습 기반 BERT 또는 Vision Transformer도 응용된다.

【0139】정규 패턴군은 사전에 정의된 냄새 분류체계로 구성되며, 예를 들어 음식군에서는 부패, 발효, 산패, 향료 등의 클래스가 포함되고, 체취군에서는 구취, 땀냄새, 스트레스 관련 화학물질 등으로 구분될 수 있다. 대상 벡터는 각 클래스의 중심벡터와 비교되어 소속 가능성이 높은 클래스로 할당된다.

【0140】분류 결과는 단일 클래스 또는 다중 클래스 형태로 나타날 수 있으며, 후자일 경우 각각의 클래스에 대한 확률 값을 포함하여 우선순위 기반 추론도 가능하다. 이로 인해 복합 냄새가 혼합된 환경에서도 비교적 정확한 분류가 가능하다.

【0141】이 단계는 인공지능 판단부(130)의 최종 분류결정에 핵심 역할을 하며, 냄새 종류 판단모듈(132) 및 냄새 농도 산출모듈(133)에서의 후속 판단 정확도에 직접적인 영향을 미치는 전자코 분석의 결정적 절차이다.

【0142】여섯번째 단계(S160): 분류 결과의 벡터화 및 통합 출력 단계

【0143】여섯번째 단계(S160)는 앞선 분류 결과를 기반으로 분석 결과를 표준화된 벡터 형식으로 출력하고, 이후 인공지능 판단부(130)의 냄새종류 판단모듈

(132) 및 냄새농도 산출모듈(133)로 전달하는 단계이다. 이 단계는 정보의 구조화, 결과 데이터의 통합, 후속 모듈 간 연계성을 확보하기 위한 설계가 중심이다.

【0144】분류된 결과는 정량적 수치와 함께 다차원 벡터로 표현된다. 예를 들어, 각 클래스에 대한 분류 확률, 유사도, 응답센서의 상대 응답량 등을 하나의 결과 벡터로 구성한다. 이 벡터는 시간, 대상, 센서정보, 환경정보 등의 메타데이터와 함께 JSON 또는 Tensor 형태로 구성될 수 있다.

【0145】이러한 벡터 출력은 단순히 사용자에게 보여주기 위함이 아니라, 냄새종류 판단모듈에서의 의미 분석, 냄새농도 산출모듈에서의 가중치 기반 연산 등에 직접 투입되기 위한 데이터 포맷을 제공하는 목적이 있다. 또한, 반복 학습을 위한 학습 로그로도 사용될 수 있도록 구조화된다.

【0146】출력은 결과데이터 출력부(140)를 통해 디스플레이 모듈(141), 사용자 무선통신모듈(145), 또는 클라우드 DB로 전송된다. 이 과정에서는 데이터 압축, 암호화, 전송 형식 전환(JSON to CSV 등)이 함께 이루어질 수 있다.

【0147】이 단계는 AI 전자코가 수집된 신호로부터 판단한 결과를 인간이 이해할 수 있는 형태로 출력하고, 동시에 시스템 내부에서 후속 판단 및 예측에 활용될 수 있도록 설계된 정보통합 처리단계이다.

【0148】냄새종류 판단모듈(132)의 구체적인 설명

【0149】냄새종류 판단모듈(132)은 신호패턴 분석모듈(131)로부터 전달된 특징 벡터를 입력으로 받아, 이를 학습된 냄새 데이터베이스와 비교하여 어떤 냄새에

해당하는지를 판별하는 기능을 수행한다. 이 모듈은 냄새 분류(classification)를 위한 딥러닝 기반 알고리즘 또는 전통적인 지도학습 기반 분류기를 포함한다.

【0150】 모듈 내 알고리즘은 CNN(Convolutional Neural Network), SVM(Support Vector Machine), Random Forest, XGBoost 등의 분류기를 포함하며, 각각의 특징값 조합에 대해 가장 유사한 냄새 클래스를 할당하는 방식으로 작동한다. 특히 복합냄새의 경우 다중라벨 분류(Multi-label Classification) 기법이 적용된다.

【0151】 냄새종류 판단모듈(132)은 학습된 냄새 라이브러리를 기반으로 작동하며, 이 라이브러리는 특정 냄새와 대응되는 특징 벡터 조합을 포함한다. 식품, 환경, 의료 등 응용 분야에 따라 다르게 구축된 라이브러리를 모듈 내에서 선택하거나 교체할 수 있도록 설계되어 있다.

【0152】 이 모듈은 입력된 데이터에 대한 판단결과를 확률 분포 형태로 출력하며, 예를 들어 특정 냄새가 '과일 향(87%)', '발효 향(8%)', '부패 향(5%)'과 같이 복수의 가능성을 제공한다. 이러한 출력은 사용자 디스플레이에 시각적으로 표현되며, 결과의 불확실성을 함께 전달하여 사용자 판단에 도움을 준다.

【0153】 냄새종류 판단모듈(132)은 인공지능 판단부 내에서 가장 핵심적인 판단 결정 기능을 담당하며, 새로운 냄새를 학습하는 능력도 보유하고 있다. 이를 통해 사용자는 새로운 냄새 데이터를 수집하고 레이블링하여 지속적인 시스템 업그레이드 및 커스터마이징이 가능하며, 다양한 산업군에 특화된 전자코 시스템으로 발전시킬 수 있다.

【0154】인공지능 판단부(130)의 냄새종류 판단모듈(132)에 의해 수행되는
냄새 종류 판단방법(S200)

【0155】첫번째 단계(S210): 전처리된 냄새 특성신호 수신 단계

【0156】첫번째 단계(S210)는 신호패턴 분석모듈(131)에서 전처리 및 분류된 냄새 관련 데이터 벡터를 수신받는 단계이다. 이 단계는 냄새종류 판단모듈(132)이 냄새 판단을 수행하기 위해 입력정보를 확보하는 출발점으로 작용한다.

【0157】수신되는 데이터는 주로 정규화된 형태의 다차원 벡터로 구성되며, 각 벡터는 다양한 종류의 센서 응답치, 신호강도, 시간적 변화량, 유사도 점수 등을 포함하고 있다. 이러한 정보는 신경망 모델 또는 규칙 기반 판단로직이 냄새를 추론하는 데 사용될 수 있도록 변환되어 있다.

【0158】또한 이 단계에서는 신호의 수신 무결성 여부를 확인하기 위해 에러 검출 코드, 데이터 신뢰도 척도, 수신 타임스탬프 등을 포함하여 수신 데이터의 안정성과 유효성을 검증하는 과정도 수행된다. 이로써 잘못된 데이터가 판단에 영향을 미치는 것을 방지할 수 있다.

【0159】특히 이 수신 과정은 단순히 단일 센서의 응답값을 받아들이는 것이 아니라, 식품냄새 센싱모듈(121), 대기냄새 센싱모듈(122), 호기냄새 센싱모듈(123), 피부냄새 센싱모듈(124) 등 복수 센서군으로부터 다원적으로 수집된 정보가 병렬적으로 입력된다. 이로 인해 다양한 환경에서 발생한 냄새에 대한 통합적 판단이 가능해진다.

【0160】 결과적으로 이 단계는 냄새 판단을 위한 기초 데이터 확보 및 신뢰성 있는 입력 신호 수신을 담당하며, 이후 단계의 분석 정확도를 좌우하는 기반 역할을 수행한다.

【0161】 두번째 단계(S220): 냄새 신호의 특징맵 변환 및 통합 단계

【0162】 두번째 단계(S220)는 수신된 벡터형 냄새 데이터를 특징맵(feature map)으로 변환하고, 복수의 냄새 신호들을 통합하여 하나의 판단 기준으로 정렬하는 단계이다. 이는 딥러닝 기반 판단 알고리즘이 복잡한 신호를 이해 가능한 형태로 처리하기 위한 핵심 절차이다.

【0163】 특징맵 변환은 입력 벡터를 고정된 차원의 2D 혹은 3D 구조로 매핑하는 작업을 의미한다. 예를 들어, 각 센서의 응답강도, 시간에 따른 변화율, 유사도 점수 등을 좌표값으로 하여 히트맵 형태로 구성되며, 이를 통해 패턴 비교와 분류에 용이한 형상으로 구조화된다.

【0164】 이 단계에서는 다양한 센서군에서 수집된 데이터를 정렬하여, 동일한 시간축 기준으로 통합하거나, 냄새군별로 통합하여 분석 정확도를 높인다. 예를 들어, 식품 관련 냄새의 특징맵은 대기 관련 냄새 신호와 별도로 분기 처리되거나, 반대로 통합 가중치를 부여하여 하나의 복합 특징맵으로 재구성될 수 있다.

【0165】 이와 함께 냄새 종류 분류를 위한 전처리 작업도 동시에 수행된다. 각 벡터에 적용된 가중치 조정, 결측값 보간, 노이즈 제거 필터링 등이 함께 이루어지며, 이는 오분류 가능성을 줄이고 분류 모델의 일반화 성능을 향상시키는 데

기여한다.

【0166】 결과적으로 이 단계는 수신된 센서 데이터를 단순 수치 정보에서 공간적·패턴적 의미를 가지는 특징맵으로 전환하며, 복합적 냄새 신호를 통합 판단하기 위한 전처리 과정을 종합적으로 수행하는 역할을 한다.

【0167】 세번째 단계(S230): 딥러닝 기반 냄새 클래스 예측 단계

【0168】 세번째 단계(S230)는 변환된 특징맵을 기반으로 인공지능 분류 모델에 입력하여 냄새의 종류를 예측하는 단계이다. 이 단계에서는 주로 CNN(Convolutional Neural Network) 기반 모델이 사용되며, 복잡한 냄새 신호 패턴을 학습된 기준과 비교하여 예측을 수행한다.

【0169】 CNN 기반 모델은 특징맵의 공간적 구성을 필터링하여 계층적으로 패턴을 추출하고, 이를 통해 입력 데이터가 어느 클래스에 속하는지를 추론한다. 예를 들어, 음식 부패 냄새, 체취성 암모니아, 알코올성 휘발성분 등 다양한 클래스에 대해 예측 확률이 산출된다.

【0170】 모델의 학습은 사전에 구축된 냄새 빅데이터를 기반으로 수행되며, 냄새 종류별 레이블이 지정된 센서 응답 데이터를 학습시켜 모델의 분류 정확도를 확보한다. 학습 과정에서는 정규화, 증강학습, 드롭아웃 등의 기법을 통해 과적합을 방지하고 실제 환경에서의 대응력을 높인다.

【0171】 예측된 결과는 클래스별 확률값으로 산출되며, 일반적으로 상위 3개 클래스에 대한 확률 분포를 출력하여 후속 판단에 활용된다. 이는 냄새가 명확하게

하나로 특정되지 않는 경우에도, 복합적인 판단을 가능하게 만든다.

【0172】 이 단계는 인공지능 판단부(130)의 핵심 분석 기능을 수행하며, 냄새 종류에 대한 추론을 딥러닝 모델 기반으로 고도화하여, 기존 전자코 방식보다 높은 정밀도와 신뢰도를 확보하는 데 중요한 역할을 한다.

【0173】 네번째 단계(S240): 냄새 종류별 유사도 계산 및 비교 단계

【0174】 네번째 단계(S240)는 딥러닝 기반 분류 결과에 대해 각 냄새 종류별 유사도를 정량적으로 계산하고, 기존 학습 데이터 또는 참조 데이터와 비교하여 판단의 신뢰도를 향상시키는 단계이다. 이 과정은 예측된 냄새 클래스의 확률값에만 의존하지 않고, 보다 다차원적인 판단 기준을 부여하기 위한 것이다.

【0175】 유사도 계산은 주로 cosine similarity, 유클리디안 거리, 동적 시간 왜곡(DTW) 등의 수치적 기법을 활용하여 수행된다. 입력된 특징맵 또는 벡터가 사전 저장된 레퍼런스 냄새 패턴들과 얼마나 가까운지를 분석함으로써, 예측된 냄새의 신뢰도를 정량적으로 판단할 수 있다.

【0176】 이와 같은 유사도 분석은 예를 들어, 식중독균에 의한 냄새인지 혹은 일반적인 부패에 의한 냄새인지와 같은 미묘한 구분에서 중요하게 작용한다. 비슷한 클래스 간의 경계 판단에 효과적으로 작용하며, 다중 클래스에 걸친 예측 결과를 명확하게 구분할 수 있게 만든다.

【0177】 유사도 분석 결과는 후속 단계에서 냄새를 단일 클래스로 확정할지, 복수 후보로 남길지, 또는 신종 냄새로 등록할지를 결정하는 데 기준으로

활용된다. 따라서 이 단계는 냄새 종류 판단의 정밀도를 한층 더 향상시키는 역할을 수행한다.

【0178】 결과적으로 네번째 단계는 인공지능 판단 결과의 해석력을 높이고, 데이터 기반 근거를 보완하여 판단 정확도와 시스템 신뢰도를 동시에 제고하는 과정이라 할 수 있다.

【0179】 다섯번째 단계(S250): 복수 후보군 냄새군 필터링 및 주요 판단군 도출 단계

【0180】 다섯번째 단계(S250)는 유사도 분석 결과와 예측된 확률값을 기반으로, 복수의 냄새 후보군 중에서 최종 판단할 핵심 냄새군을 도출하는 과정이다. 이는 실질적인 냄새 종류 확정 전 마지막 후보 정제 작업이라 할 수 있다.

【0181】 일반적으로 예측된 상위 3~5개 냄새 클래스에 대해 유사도 기준점과 예측 확률 임계치를 설정하여 필터링을 수행한다. 임계치 미만의 후보는 제거되며, 두 개 이상의 후보가 임계값 이상인 경우에는 복수 판단군으로 구성되거나, 후속 사용자 입력 또는 추가 데이터 획득을 요구할 수 있다.

【0182】 또한, 특정 냄새는 단독 종류가 아닌 복합군에 속할 수 있으므로, 유사도 및 예측 분포를 토대로 냄새군 단위로 판단이 이뤄지기도 한다. 예를 들어, '유기산 냄새군', '알코올 냄새군', '질소화합물 냄새군' 등으로 그룹화된 단위로 출력하는 방식이 이에 해당된다.

【0183】 필터링 결과는 판단결과에 대한 설명 가능성(Explainability)을 확보하기 위해 메타정보와 함께 저장된다. 이는 사용자가 시스템의 판단근거를 검토하거나, AI가 스스로 판단 신뢰도를 평가하여 경고를 출력하는 데 활용될 수 있다.

【0184】 결과적으로 이 단계는 복잡하고 다층적인 예측결과를 사용자 친화적이고 직관적인 판단군으로 정리하여, 실제 운전자 또는 후속 모듈이 활용할 수 있는 유효한 판단 정보를 생성하는 데 목적이 있다.

【0185】 여섯번째 단계(S260): 판단결과 확정 및 판단결과 전송 단계

【0186】 여섯번째 단계(S260)는 앞 단계에서 필터링된 결과를 바탕으로 최종 냄새 종류를 확정하고, 결과 데이터를 외부 출력부 및 무선통신모듈을 통해 전송하는 단계이다. 이는 본 발명의 결과가 사용자 또는 상위 시스템에 전달되는 최종 실행 단계이다.

【0187】 이 단계에서는 냄새 종류, 판단 시간, 판단 신뢰도, 유사도 점수, 복합 구성 정보 등이 포함된 패킷이 구성되어, 결과데이터 출력부(140)를 통해 디스플레이 모듈(141)에 시각적으로 표현되거나, 운전자 연동 무선통신모듈(145)을 통해 사용자 디바이스로 전송된다.

【0188】 특히 이 판단결과는 단순한 냄새 이름에 국한되지 않고, 위험 경고 여부, 건강 관련 연계 정보, 식품 부패 판단 결과 등으로도 구조화되어 전달된다. 예를 들어, "이 냄새는 부패 시작 단계에 있는 육류로 추정되며, 상온 방치 6시간 이상 시 섭취 위험이 있음"과 같은 형태로 분석될 수 있다.

【0189】 또한, 판단결과는 데이터 관리모듈(143)에 의해 자동 저장되어, 시스템이 후속 학습이나 냄새 패턴의 진화 분석을 수행할 수 있는 기반이 된다. 이로 인해 지속적으로 정밀도가 향상되고, 사용자가 축적된 냄새 기록을 조회할 수도 있다.

【0190】 결과적으로 여섯번째 단계는 전 과정을 종합하여 실질적인 결과를 시스템 외부와 연동하고, 판단정보의 활용성을 극대화하는 핵심적 출력 단계이다.

【0191】 냄새농도 산출모듈(133)의 구체적인 설명

【0192】 냄새농도 산출모듈(133)은 신호패턴 분석모듈(131) 및 냄새종류 판단모듈(132)로부터 전달된 분석 데이터를 바탕으로, 해당 냄새에 대한 정량적 농도를 산출하는 기능을 수행한다. 이 모듈은 센서 출력 신호의 피크값, 면적(AUC), 반응 지속 시간 등의 요소를 통합적으로 고려하여 농도를 계산한다.

【0193】 본 모듈은 냄새별 교정계수를 활용한 보정 모델을 탑재하고 있으며, 해당 보정계수는 사전에 검증된 기준 농도 조건에서 다수의 실험을 통해 구축된 것이다. 이를 통해 센서 출력 값과 실농도 간의 비선형성을 보정하고, 정확한 정량 정보를 도출할 수 있다.

【0194】 냄새농도 산출모듈(133)은 머신러닝 회귀 모델(예: 다항회귀, XGBoost Regressor, DNN 기반 회귀 네트워크 등)을 적용하여, 특징 벡터와 농도 사이의 함수 관계를 학습시킨다. 이 모델은 새로운 입력이 들어올 때마다 실시간으로 예측 결과를 도출하며, 냄새의 미세한 농도 차이까지 감지할 수 있도록

최적화된다.

【0195】 이 모듈은 농도값을 단순 수치(예: ppm, ppb 단위)로 산출할 뿐 아니라, 사용자에게 인지 가능한 수준의 감각 등급(예: 약함, 보통, 강함 등)으로 병행 출력할 수 있다. 이를 통해 기술적 수치와 직관적 인식을 동시에 제공하며, 경고기준에 대한 설정값도 연계 가능하다.

【0196】 냄새농도 산출모듈(133)은 의료용으로 사용될 경우, 호기 내 특정 바이오마커의 농도를 기준으로 질병의 진행 단계 또는 위험도를 분류하는 데 활용된다. 환경 분야에서는 유해 가스의 경고 기준 초과 여부를 판단하는 데 사용되며, 식품 산업에서는 부패 정도나 발효 상태를 정량 분석하여 품질관리에 기여한다.

【0197】 인공지능 판단부(130)의 냄새농도 산출모듈(133)에 의해 수행되는
냄새 농도 산출방법(S300)

【0198】 첫번째 단계(S310): 센싱값 정규화 및 표준값 대비 보정 단계

【0199】 첫번째 단계(S310)는 냄새분자 센싱부(120)로부터 입력된 다양한 아날로그 또는 디지털 센싱 신호값들을 일정한 스케일로 변환하는 정규화 및 기준값 보정 단계이다. 이 단계는 이후 수행되는 정량 분석의 기준을 통일시키는 핵심 절차이다.

【0200】 센서별 감도 차이, 온도나 습도 등 외부 환경의 영향을 제거하기 위해 보정 알고리즘이 적용되며, 실험실에서 측정된 기준 냄새농도 값과 실시간 측정값 사이의 차이를 교정하여 정확도를 향상시킨다. 특히 다중 센서 구조를 사용하는

경우, 각 센서의 출력 범위가 상이하기 때문에, 정규화 과정을 통해 모든 센서 출력을 01 혹은 -11 범위로 조정한다.

【0201】 정규화에는 min-max normalization, z-score normalization, 혹은 센서 특성을 반영한 비선형 함수 매핑이 적용될 수 있으며, 시간 경과에 따른 센서 드리프트 보정을 위한 지수이동평균 보정도 함께 수행된다. 또한 정기적인 calibration 데이터를 기반으로 현재 센서 상태를 평가하고, 필요 시 자동 재보정을 수행할 수 있다.

【0202】 이러한 정규화 및 보정 작업은 동일한 냄새 농도라도 측정환경이 달라질 경우 신뢰할 수 없는 결과가 나오는 것을 방지하며, 시스템 전반의 정량 판단 일관성을 확보한다.

【0203】 결국 첫번째 단계는 냄새 신호의 수치를 통일된 기준으로 변환함으로써, 객관적이고 재현성 높은 농도 추정 기반을 마련하는 역할을 수행한다.

【0204】 두번째 단계(S320): 시간축 통합 및 대표 특성값 추출 단계

【0205】 두번째 단계(S320)는 시간에 따라 연속적으로 측정된 냄새 센서값들을 일정 구간으로 통합하고, 그 구간의 대표값을 산출하는 단계이다. 이 단계는 잡음을 제거하고 냄새 농도의 시계열적 경향을 반영하는 정제 작업이라 할 수 있다.

【0206】 일반적으로 이동평균(MA), 지수이동평균(EMA), 또는 중앙값 필터링(median filtering) 기법이 적용되며, 급변하는 이상치에 의한 판단 오류를 방지한다. 예를 들어 사용자가 갑작스럽게 센서 근처로 이동하거나, 외부의 일시적인 냄새

새 유입이 발생한 경우, 이러한 영향은 이 단계에서 완화된다.

【0207】 대표 특성값으로는 최대값(max), 평균값(mean), 상승 기울기(slope), 면적(integrated value) 등이 사용되며, 이러한 값들은 이후 단계에서 농도를 결정하는 핵심 인자로 사용된다. 특정 응용에서는 최고점 도달 시간(time to peak)이나 지속 시간(duration)도 함께 산출되어 활용된다.

【0208】 시간축 통합은 실시간정보보다 정확도가 더 중시되는 응용에서 특히 중요하다. 예를 들어, 실내 공기 질 측정에서 일시적인 오염보다 장기 노출의 영향을 측정하는 경우에 이 단계의 효과가 극대화된다.

【0209】 결과적으로 두번째 단계는 센서 측정의 일시성과 불안정성을 제거하고, 정량적 해석을 위한 안정된 특성값을 확보하는 과정이라 할 수 있다.

【0210】 세번째 단계(S330): 냄새 농도 추정 모델 기반 수치 계산 단계

【0211】 세번째 단계(S330)는 앞 단계에서 추출된 정규화값과 대표 특성값을 입력으로 하여, 학습된 냄새 농도 추정 모델을 통해 최종 냄새 농도 수치를 계산하는 단계이다. 이 모델은 선형 회귀, 다중 회귀, 딥러닝 회귀망, 또는 의사결정 트리 기반 모델 등으로 구성될 수 있다.

【0212】 특히, 센서별로 구성된 고유의 보정 회귀모델 또는 전체 입력을 통합 처리하는 다차원 회귀모델이 적용되며, 특정 냄새 종류별로 최적화된 파라미터가 적용되어 있다. 예를 들어 황화수소 기반의 냄새는 기울기 특성이, 암모니아계 냄새는 평균값 중심 특성이 농도 추정에 더 적합할 수 있다.

【0213】 이 모델은 사전에 다양한 냄새 농도를 반복 측정하여 구축된 데이터셋을 기반으로 훈련되며, 예측값의 정확도를 높이기 위해 교차검증 및 과적합 방지를 위한 정규화 기법이 적용된다. 또한 실시간 추론을 위해 연산량이 최적화되어 임베디드 환경에서도 경량 처리 가능하도록 설계된다.

【0214】 추정된 냄새 농도는 ppm 단위, 혹은 냄새 강도 지수(Odor Intensity Index)로 변환되어 저장되며, 해당 결과는 후속 판단 모듈이나 디스플레이 모듈로 전달된다. 또한 예측 신뢰도나 오차 범위도 함께 산출되어 경계값 판단에 활용된다.

【0215】 결론적으로 세번째 단계는 수학적 예측 모델을 기반으로 실제 수치화된 냄새 농도를 계산하는 핵심 절차로서, 본 발명의 인공지능 기반 냄새 분석의 정량성을 확보하는 데 필수적인 요소이다.

【0216】 네번째 단계(S340): 냄새 농도 정규등급화 단계

【0217】 네번째 단계(S340)는 앞 단계(S330)에서 수치로 산출된 냄새 농도값을 정규화된 등급 체계로 변환하는 절차이다. 이 단계는 사용자의 이해도를 높이고, 위험 판단 기준으로 사용될 수 있도록 농도값을 일정한 기준 범위로 나누는 작업을 수행한다.

【0218】 예를 들어, 냄새 강도에 따라 1단계(매우 낮음)부터 5단계(매우 강함)까지 총 5단계 등급 체계로 구분할 수 있으며, 각 등급은 미리 정의된 수치범위(예: 00.2, 0.20.4 등)에 따라 매핑된다. 이러한 기준은 환경청 냄새 공정시험법이

나 산업체 악취 기준 가이드라인 등을 참조하여 설정된다.

【0219】 등급화 과정에서는 단순 임계값 비교 외에도 지수적 스케일링(exponential scaling), 로지스틱 매핑(logistic mapping) 등의 수학적 변환이 적용되어 사용자 환경에 맞게 조정된다. 특정 분야(예: 식품 신선도, 호기냄새 진단 등)에 맞춘 사용자 정의 등급 체계도 별도로 설정 가능하다.

【0220】 이 단계는 특히 의료용, 안전관리용 또는 민감 소비자 제품 평가 등에 적용될 경우, 객관적인 경고 기준 또는 진단 등급 기준으로 활용된다. 등급화된 데이터는 이후 결과 출력 시 직관적 시각자료(색상, 아이콘 등)로 표현되기 용이하다.

【0221】 결론적으로 네번째 단계는 정량 수치를 사용자가 이해 가능한 형태로 변환하여 해석 및 경고 판단을 용이하게 만드는 과정이라 할 수 있다.

【0222】 다섯번째 단계(S350): 위험 수준 판단 및 경고 신호 발생 단계

【0223】 다섯번째 단계(S350)는 냄새 농도 등급이 특정 임계치 이상으로 판단된 경우, 해당 상황을 위험 상태로 판단하고 경고를 발생시키는 단계이다. 이 단계는 단순 감지에 그치지 않고, 실제 대응 조치를 유도하는 고도화된 판단 절차를 포함한다.

【0224】 위험 판단 기준은 식품 부패 기준, 호흡기 질환 가능성 판단기준, 실내 공기질 기준 등 분야별로 설정되며, 냄새 종류별로 각각 상이한 임계값이 적용된다. 예를 들어, 톨루엔, 황화수소 등 유해가스류의 경우 낮은 농도에서도 위험

경고가 발생하도록 설계된다.

【0225】 이 단계에서는 복수의 센서 데이터 또는 이중 정보(예: 온도, 습도, 위치 정보 등)와의 융합 판단도 가능하도록 구성되며, AI 모델 기반의 위험 예측 알고리즘이 적용될 수도 있다. 특히 시간 누적 기준 또는 반복 노출 판단이 포함되면 장기 노출 경고도 제공할 수 있다.

【0226】 경고 신호는 결과데이터 출력부(140)를 통해 디스플레이, 소리, 진동, 무선통신 등의 방식으로 운전자 또는 관리자에게 전달되며, 동시에 로그 데이터로 저장된다. 또한, 클라우드 시스템과 연동하여 실시간 상황 모니터링 및 자동 제어 시스템과도 연계 가능하다.

【0227】 결론적으로 다섯번째 단계는 단순한 측정 수치를 넘어서 사용자의 안전과 시스템 대응을 위한 위험 판단 기능을 제공하는 핵심 프로세스이다.

【0228】 여섯번째 단계(S360): 결과 전송 및 이력 데이터 저장 단계

【0229】 여섯번째 단계(S360)는 최종 냄새 농도 수치, 등급, 위험 판단 결과를 외부 시스템에 전송하고 내부 저장소에 이력 데이터로 저장하는 단계이다. 이 단계는 지속적인 모니터링과 향후 데이터 분석을 위한 기반을 형성한다.

【0230】 운전자 연동 무선통신모듈(145)을 통해 결과값은 스마트폰, 중앙관제 서버, 의료기기, 식품검사장치 등 다양한 장비와 연동될 수 있으며, 블루투스, Wi-Fi, LoRa, Zigbee, NB-IoT 등 다양한 프로토콜이 활용된다. 이때 암호화 및 인증절차가 함께 수행되어 보안성이 확보된다.

【0231】 데이터베이스 모듈(144)에는 시간, 장소, 사용자 ID, 냄새 종류, 농도값, 등급, 위험 판단 여부 등이 함께 저장되며, 데이터 관리모듈(143)을 통해 중복 제거, 클러스터링, 검색 인덱싱 등의 정제 작업도 수행된다. 이 정보는 향후 학습모델 재교육, 사용자 맞춤 분석, 장비 유지보수 등에 활용된다.

【0232】 또한, 전송된 결과는 외부 시스템에서 실시간 대시보드로 시각화하거나, 경향 분석 보고서를 자동 생성하는 데 사용될 수 있다. 특히 산업 현장이나 의료기관에서는 이력기반 알림 시스템 또는 통계 기반 품질관리 시스템과 통합 가능하다.

【0233】 이러한 결과 전송과 저장 절차는 시스템의 지속적인 개선과 피드백 루프 확보에 매우 중요한 역할을 하며, 장기적으로는 사용자 경험 개선과 예측 정확도 향상에 기여하게 된다.

【0234】 따라서 여섯번째 단계는 측정결과의 전달 및 장기적 데이터 활용을 위한 핵심 인프라 기능이라 정의할 수 있다.

【0235】 결과데이터 출력부(140)의 구체적인 설명

【0236】 결과데이터 출력부(140)는 인공지능 판단부(130)로부터 전달된 분석 결과를 수신하여, 시각적·청각적 출력, 데이터 저장 및 통신 기능을 수행하는 종합 출력 모듈이다. 이 출력부는 디스플레이 모듈(141), 위험상황 판단모듈(142), 데이터 관리모듈(143), 데이터베이스 모듈(144), 운용자 연동 무선통신모듈(145)로 구성된다.

【0237】 본 출력부는 분석된 냄새의 종류 및 농도를 실시간으로 디스플레이에 출력하는 동시에, 사전에 설정된 임계값을 초과할 경우 경고음을 발생시키거나 사용자 디바이스로 알림을 전송하는 기능을 포함한다. 이를 통해 실시간 감지와 경고 기능을 동시에 제공할 수 있다.

【0238】 결과데이터 출력부(140)는 측정결과의 이력 관리 및 분석 기능도 포함하고 있다. 데이터 관리모듈(143)은 시간별, 장소별, 센서별 측정 데이터를 분류하여 저장하며, 장기적인 추세 분석 및 사용자 맞춤 보고서를 자동 생성할 수 있다. 데이터는 내부 저장장치 또는 외부 데이터베이스(144)로 전송된다.

【0239】 운용자 연동 무선통신모듈(145)은 블루투스, Wi-Fi, LoRa, ZigBee 등의 다양한 프로토콜을 통해 스마트폰, 태블릿, 서버, 클라우드 시스템 등과 연동되며, 이를 통해 전자코 장치를 원격 제어하거나 측정결과를 실시간으로 전송받을 수 있다. 원격진단, 경고전파, 상태 모니터링 등이 가능하다.

【0240】 결과데이터 출력부(140)는 사용자 환경에 따라 모듈화를 통해 다양한 포맷으로 확장 가능하다. 예를 들어, 산업용 고정형 시스템에서는 대형 모니터와 실시간 경광등이 포함되고, 웨어러블형 장치에서는 소형 디스플레이 및 스마트폰 연동만으로 축소 설계될 수 있다. 이처럼 출력부는 전자코 시스템의 사용자 인터페이스 및 정보 전달의 중심축 역할을 담당한다.

【0241】 디스플레이 모듈(141)의 구체적인 설명

【0242】 디스플레이 모듈(141)은 전자코의 분석 결과를 사용자에게 실시간으로 제공하는 시각 출력 장치로, 냄새의 종류, 농도, 판별 확률, 경고상태 등의 정보를 직관적으로 표현하는 GUI(그래픽 사용자 인터페이스)를 탑재한다. 사용자가 쉽게 인식하고 판단할 수 있도록 컬러 코딩, 아이콘, 그래프 등이 포함된다.

【0243】 이 모듈은 일반적으로 TFT-LCD 또는 OLED 디스플레이로 구현되며, 장치의 크기와 사용 용도에 따라 화면 크기와 해상도가 조절된다. 고정형 전자코 시스템에서는 대형 터치스크린이 적용되며, 휴대형 또는 웨어러블 장치에는 2~3인치 소형 디스플레이가 장착된다.

【0244】 디스플레이 모듈(141)은 현재 측정 중인 센서의 반응 상태를 실시간으로 보여주고, 과거 측정값의 그래프나 누적 농도 변화도 함께 시각화하여 사용자가 경향을 파악할 수 있도록 한다. 예를 들어, 특정 냄새 농도가 서서히 증가 중일 경우 이를 시간축 그래프로 표시하여 경고 임계점 도달 가능성을 예측 가능하게 만든다.

【0245】 사용자는 디스플레이를 통해 냄새 감지 범위 설정, 경고 기준 설정, 데이터 전송 조건 등을 직접 조작할 수 있으며, 이 인터페이스는 다국어 지원, 접근성 설정, 야간모드 등의 사용자 편의 기능도 함께 탑재된다. 또한 필요 시 QR코드 또는 NFC와 연계된 기능도 포함될 수 있다.

【0246】 디스플레이 모듈(141)은 전자코 시스템의 출력 중 가장 사용자와 밀접하게 상호작용하는 부분으로서, 직관적인 정보 제공과 함께 경고 상황 발생 시

빠르게 조치를 유도하는 핵심 채널이다. 따라서 UI/UX 측면에서 높은 신뢰성과 가독성, 반응속도를 요구하며, 사용자 중심 설계를 통해 최종 시스템의 만족도를 결정짓는 요소가 된다.

【0247】 위험상황 판단모듈(142)의 구체적인 설명

【0248】 위험상황 판단모듈(142)은 냄새분자 센싱 결과 및 인공지능 판단부(130)의 분석 데이터를 바탕으로, 사용 환경에 따라 설정된 위험 기준과 비교하여 경고 여부를 판단하는 기능을 수행한다. 이 모듈은 식품 부패도, 유해 가스 누출, 질병 징후 등 다양한 상황에서 사전에 설정된 임계값을 기준으로 위험 상황을 자동 감지한다.

【0249】 해당 모듈은 사용자가 설정한 다중 기준값을 참조하여 냄새 농도 또는 종류가 임계 범위를 초과하거나 급격한 변화가 발생했을 때 이를 감지한다. 예를 들어, 특정 유해 가스의 농도가 ppm 단위로 기준치를 초과하거나, 부패 냄새가 갑작스럽게 검출된 경우, 즉시 경고 신호가 발생된다.

【0250】 위험상황 판단모듈(142)은 단일 기준만을 적용하지 않고, 시계열 데이터 기반의 변화율(Gradient) 분석을 통해 비정상적인 상승 패턴도 감지할 수 있다. 예를 들어, 10분 이내에 냄새 농도가 연속적으로 증가하는 패턴이 일정 기준을 넘는 경우에도 경고를 출력하는 구조를 채택한다.

【0251】 이 모듈은 경고 발생 시 디스플레이 모듈(141)을 통해 시각적 경고를 출력함과 동시에, 부저 또는 LED 등과 같은 물리적 알람장치를 작동시킨다. 또

한 무선통신모듈(145)을 통해 사용자 단말기에 경고 메시지를 전송하거나, 네트워크 상의 관리자 서버로 실시간 보고가 가능하도록 연동된다.

【0252】 위험상황 판단모듈(142)은 특히 산업 현장, 병원, 요양시설, 저장고 등 위험 요소가 존재하는 환경에서 안전관리 시스템의 일부로 작동될 수 있으며, 각 센서별로 위험 기준값을 세분화하여 상황별 대응이 가능하도록 설정 기능이 제공된다. 또한 자동 모드와 수동 모드 간 전환도 가능하여, 사용자의 제어 편의성을 높인다.

【0253】 데이터 관리모듈(143)의 구체적인 설명

【0254】 데이터 관리모듈(143)은 냄새 감지 결과, 판별 데이터, 농도 수치, 경고 이력 등 전자코 시스템에서 생성되는 모든 데이터를 수집, 정렬, 저장, 분석, 출력하는 통합 데이터 제어 장치이다. 이 모듈은 결과데이터 출력부(140) 내 핵심 기능 중 하나로, 후속 분석과 추세 모니터링의 기반이 된다.

【0255】 이 모듈은 실시간 수집되는 데이터에 타임스탬프와 측정위치, 센서 ID 등 메타 정보를 자동으로 부여하여, 이후의 분류, 검색, 통계 작업을 용이하게 만든다. 데이터는 로컬 캐시 메모리와 외부 저장장치 또는 클라우드로 동시 저장될 수 있도록 이중화 구조로 설계된다.

【0256】 데이터 관리모듈(143)은 정기적인 백업 기능을 포함하며, 사용자 설정 주기마다 자동으로 데이터 압축 및 암호화를 수행한 후 외부 저장소로 전송한다. 이를 통해 장시간 운용에 따른 데이터 누적 문제를 해결하고, 보안성과

안정성을 동시에 확보한다.

【0257】 또한, 해당 모듈은 측정 데이터에 대해 통계 분석을 수행할 수 있는 내장 알고리즘을 포함하며, 예를 들어 24시간 동안 특정 냄새 발생 빈도, 최고 농도, 평균값, 최대 변화율 등을 자동 산출하여 사용자에게 보고서 형태로 출력 가능하다. 이 보고서는 사용자 인터페이스 또는 이메일 등으로 제공된다.

【0258】 데이터 관리모듈(143)은 시스템 관리자 또는 사용자가 원할 경우, 필터 조건을 지정하여 특정 기간, 특정 센서 또는 특정 냄새에 대한 데이터만을 추출하여 다운로드할 수 있는 기능도 포함되며, 외부 분석 소프트웨어와 연동 가능한 포맷(CSV, JSON, XML 등)으로 변환 출력이 가능하다.

【0259】 데이터베이스 모듈(144)의 구체적인 설명

【0260】 데이터베이스 모듈(144)은 전자코 시스템 전반에서 생성된 모든 데이터(센서값, 패턴분석결과, 경고이력, 통신로그 등)를 구조화하여 저장·관리하는 서버형 저장소이다. 이 모듈은 데이터 관리모듈(143)과 연동되어 백엔드에서 대용량 데이터를 처리하며, 장기적 분석과 학습용 자료로 활용된다.

【0261】 본 모듈은 관계형 데이터베이스(SQL 기반) 또는 비정형 데이터베이스(NoSQL 기반) 중 시스템 요구사항에 따라 선택되며, 실시간 검색과 다중 사용자 동시 접근이 가능하도록 클러스터 구성도 가능하다. 데이터를 주제별(냄새 종류, 시간대, 지역 등)로 인덱싱하여 검색 효율성을 높인다.

【0262】 데이터베이스 모듈(144)은 냄새 종류별 패턴 벡터, 농도 범위, 환경 조건별 측정 사례 등을 포함한 학습 데이터셋을 구축하고, 이를 인공지능 판단부(130)가 지속적으로 학습할 수 있는 기반으로 제공한다. 이를 통해 시스템은 시간이 지날수록 정밀도가 향상되는 자가학습 구조를 갖는다.

【0263】 또한, 사용자 계정 정보, 접근 권한, 장치 설정값 등 시스템 운영에 필요한 설정 정보도 데이터베이스 내에 통합 저장되며, 데이터 암호화 및 권한 기반 접근 제어 기능이 포함되어 보안성과 무결성을 강화한다. 외부 시스템과의 연동을 위한 RESTful API 또는 MQTT 등도 지원된다.

【0264】 데이터베이스 모듈(144)은 단순 저장소의 역할을 넘어서, 장치 간 연동, 클라우드 기반 백업, 대시보드형 시각화 툴 연계, 원격 진단 보고서 자동 생성 등 지능형 데이터 허브로 기능할 수 있으며, 산업 규모 또는 병원 규모의 센서 네트워크 시스템으로 확장될 수 있는 기반이 된다.

【0265】 운용자 연동 무선통신모듈(145)의 구체적인 설명

【0266】 운용자 연동 무선통신모듈(145)은 전자코 시스템의 데이터를 외부 기기 또는 클라우드 플랫폼과 실시간으로 송수신하기 위한 무선통신 장치로서, 측정 결과의 알림, 원격 제어, 클라우드 분석 등 다양한 기능을 가능하게 만든다. 이 모듈은 결과데이터 출력부(140)의 외부 인터페이스 역할을 수행한다.

【0267】 해당 모듈은 블루투스(BLE), Wi-Fi, ZigBee, LoRa, NB-IoT 등 다양한 무선 프로토콜을 지원하며, 사용 환경에 따라 통신 방식이 자동 전환되도록 구

성될 수 있다. 예를 들어 실내에서는 Wi-Fi를, 실외 장거리 전송이 필요한 경우에는 LoRa 또는 LTE-M을 선택적으로 사용할 수 있다.

【0268】 운용자 연동 무선통신모듈(145)은 사용자 스마트폰, 태블릿, PC 등의 연결을 통해 실시간 알람 수신, 원격 결과 확인, 냄새 데이터 이력 조회, 장치 설정 변경 등이 가능하게 한다. 이를 통해 사용자는 장치와 물리적으로 떨어진 곳에서도 전자코의 상태를 실시간 모니터링할 수 있다.

【0269】 이 모듈은 전자코 시스템을 클라우드 서버 또는 산업용 제어 시스템(SCADA, MES 등)과 연동할 수 있도록 API 연동 기능을 내장하고 있으며, 통신 암호화, 사용자 인증, 비인가 접근 차단 등의 보안기능도 함께 제공된다. 특히 다중 장치가 네트워크로 연결되는 경우, 장치별 식별코드를 통해 데이터 혼선을 방지한다.

【0270】 운용자 연동 무선통신모듈(145)은 응급상황 발생 시 관리자 또는 사용자의 지정 단말기로 즉시 경고 메시지를 전송하거나, SMS, 이메일, 앱 푸시 알람 등을 통해 연속 전파가 가능하도록 설계되어 있으며, 병원, 산업 현장, 물류창고 등 원격감시가 필요한 환경에서 매우 유용하게 활용될 수 있다.

【0271】 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 인공지능 기반 전자코는 종래 기술에서 한정된 가스만을 감지할 수 있었던 문제점을 해결하기 위해, 다양한 냄새 분자와 상호작용할 수 있는 다종의 센싱모듈을 포함한다. 센싱모듈에는 금속 산화물반도체 센서, 전도성 고분자 센서, 수정진동자 센서, 광학센서 등 서로 다른 감지 원리를 활용하는 센서가 포함되어 있어, 식품, 대기, 호흡기, 피부 등 다양한 환경에서 발생하는 복합적인 냄새를 효과적으로 감지할 수 있다.

【0272】 종래기술에서 문제가 되었던 센서 신호의 불안정성과 교차감응성에 대한 문제는, 본 발명에서 인공지능 판단부를 통해 개선된다. 인공지능 판단부는 센서 어레이로부터 수집된 전기적 신호를 고차원적 패턴으로 해석하며, 딥러닝 또는 머신러닝 알고리즘을 적용하여 각 신호의 특성을 학습하고 판별 정확도를 지속적으로 향상시킬 수 있다. 이를 통해 유사한 냄새 간의 오인식률을 현저히 낮추고, 정밀한 분류가 가능해진다.

【0273】 종래기술에서는 특정 냄새의 존재 여부만을 확인하는 수준에 머물러 냄새의 농도를 정량적으로 판별하기 어려웠으나, 본 발명은 센서 반응의 시간적·강도적 패턴을 분석하여 냄새의 농도를 수치로 산출한다. 냄새농도 산출모듈은 신호의 비선형성을 보정하고 기준 모델과 비교 분석하여 실제 농도를 정확히 추정할 수 있으며, 이를 기반으로 유해가스 농도 판단, 식품 부패도, 질병 진행단계 예측 등 정량 진단이 가능하다.

【0274】 본 발명은 냄새 감지 및 분석 결과를 단순 표시하는 것에 그치지 않고, 결과데이터 출력부를 통해 실시간 시각화, 경고 신호 발생, 장기 데이터 저장 및 무선 통신 기능까지 지원한다. 이를 통해 기존 시스템에서는 불가능했던 실시간 모니터링과 원격 진단이 가능하며, 사용자 스마트폰 또는 서버와 연동하여 다양한 응용 프로그램에 적용될 수 있는 확장성을 갖는다.

【0275】 특히, 의료 분야에서 종래기술이 갖는 한계를 극복하기 위해, 본 발명은 인체 호기나 피부에서 배출되는 냄새를 분석하여 건강 상태를 진단할 수 있는 기능을 제공한다. 예를 들어 당뇨 환자의 호흡에서 검출되는 아세톤, 노인 피부의

노린내, 암세포 특유의 휘발성 유기화합물 등을 감지하여 질병의 조기 진단 및 예후 판단이 가능하며, 비침습적이고 반복 가능한 검사 수단으로 임상적 유용성이 크다.

【0276】 또한, 기존 전자코 시스템이 각 응용 분야에 맞추어 별도의 하드웨어를 요구하는 반면, 본 발명은 모듈화된 흡입부 구조를 통해 식품, 환경, 인체 등 다양한 대상에 적용 가능한 통합형 구조를 제공한다. 포집모듈의 교체만으로 분석 대상과 목적에 맞는 감지 환경을 구현할 수 있어, 하나의 장치로 다목적 활용이 가능하고 유지관리의 효율성도 높다.

【0277】 이와 같이 본 발명은 종래의 단순한 감지 중심의 전자코 시스템이 갖는 한계점을 인공지능 기반의 정량·정성 분석기능, 실시간 결과처리, 응용 유연성의 확장 등을 통해 실질적으로 해결하며, 산업·과학·의료 등 다양한 분야에서 높은 실용성과 기술적 우위를 제공할 수 있는 효과를 갖는다.

【0278】 이상의 본 발명의 상세한 설명에서는 그에 따른 특별한 실시예에 대해서만 기술하였다. 하지만 본 발명은 상세한 설명에서 언급되는 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

【0279】 즉, 본 발명은 상술한 특징의 실시예 및 설명에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능하며, 그와

같은 변형은 본 발명의 보호 범위 내에 있게 된다.

【부호의 설명】

【0280】 100: 인공지능 기반 전자코

110: 냄새분자 흡입부

111: 식품 주위공기 포집모듈

112: 대기 포집모듈

113: 호흡기 날숨 포집모듈

114: 피부 생성가스 포집모듈

115: 흡기필터링모듈

116: 배기필터링모듈

120: 냄새분자 센싱부

121: 식품냄새 센싱모듈

122: 대기냄새 센싱모듈

123: 호기냄새 센싱모듈

124: 피부냄새 센싱모듈

130: 인공지능 판단부

131: 신호패턴 분석모듈

132: 냄새종류 판단모듈

133: 냄새농도 산출모듈

140: 결과데이터 출력부

141: 디스플레이 모듈

142: 위험상황 판단모듈

143: 데이터 관리모듈

144: 데이터베이스 모듈

145: 운전자 연동 무선통신모듈

【청구범위】**【청구항 1】**

모니터링 대상으로부터 발생하는 가스 또는 모니터링 대상 주위의 공기를 흡입하는 냄새분자 흡입부(110);

상기 냄새분자 흡입부에 의해 전달되는 공기에 부유하는 냄새 분자와 상호작용하여 물리적 변화 및 화학적 변화를 검출하는 다수의 센싱모듈을 탑재하는 냄새분자 센싱부(120);

상기 냄새분자 센싱부(120)로부터 전달된 전기적 신호의 신호 패턴을 인공지능 알고리즘을 통해 분석하고, 분석된 결과를 바탕으로 냄새 종류 및 냄새 농도를 산출한 후, 산출된 데이터를 결과데이터 출력부(140)에 전달하는 인공지능 판단부(130); 및

상기 인공지능 판단부(130)로부터 전달된 결과데이터가 기설정된 위험설정범위에 해당할 경우 경고신호를 출력하고, 전달된 결과데이터를 기설정된 포맷에 따라 디스플레이에 출력하는 결과데이터 출력부(140);

를 포함하는 것을 특징으로 하는 인공지능 기반 전자코.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 냄새분자 흡입부(110)는,

식품의 품질관리, 식품의 신선도 판별, 식품의 원산지 감별 및 식품의 향미 분석을 위해 모니터링 대상 식품의 주위를 감싸는 형태로 설치되고, 모니터링 대상 식품의 주위의 공기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈(115)에 전달하는 식품 주위공기 포집모듈(111);

대기 오염 물질 감지, 유해 가스 누출 감시 및 수질 오염 분석을 위해 모니터링 대상에 노출되는 형태로 설치되고, 모니터링 대상에 부유하는 공기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈(115)에 전달하는 대기 포집모듈(112);

모니터링 대상 인체의 호흡기에 착용되고, 인체로의 호흡기로부터 배출되는 호기를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈(115)에 전달하는 호흡기 날숨 포집모듈(113); 및

모니터링 대상 인체의 피부에 부착되고, 인체의 피부로부터 배출되는 냄새를 기설정된 유량 및 유속에 따라 흡입하여 흡기필터링모듈(115)에 전달하는 피부 생성가스 포집모듈(114);

을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공지능 기반 전자코.

【청구항 3】

제2항에 있어서,

상기 냄새분자 센싱부(120)는,

금속 산화물 반도체 센서(MOS), 전도성 고분자 센서, 수정 진동자 센서(QCM), 광학 센서 및 바이오 센서를 포함하는 군에서 하나 이상 선택되는 센서를 구비하는 것을 특징으로 하는 인공지능 기반 전자코.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 인공지능 판단부(130)는,

상기 냄새분자 센싱부(120)로부터 전달된 복수 센서의 전기적 출력 데이터를 수집하고, 수집된 전기적 출력 데이터를 정규화, 분석하여 특징 벡터(feature vector)를 추출하는 신호패턴 분석모듈(131);

신호패턴 분석모듈(131)로부터 전달된 특징 벡터를 입력으로 받아, 이를 학습된 냄새 데이터베이스와 비교하여 어떤 냄새에 해당하는지를 판별하는 냄새종류 판단모듈(132); 및

신호패턴 분석모듈(131) 및 냄새종류 판단모듈(132)로부터 전달된 분석 데이터를 바탕으로, 해당 냄새에 대한 정량적 농도를 산출하는 냄새농도 산출모듈(133);

을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공지능 기반 전자코.

【청구항 5】

제4항에 있어서,

상기 결과데이터 출력부(140)는,

전자코의 분석 결과를 사용자에게 실시간으로 제공하고, 냄새의 종류, 농도, 판별 확률, 경고상태를 포함하는 정보를 직관적으로 표현하는 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 탑재하는 디스플레이 모듈(141);

냄새분자 센싱 결과 및 인공지능 판단부(130)의 분석 데이터를 바탕으로, 사용 환경에 따라 설정된 위험 기준과 비교하여 경고 여부를 판단하는 위험상황 판단 모듈(142); 및

획득한 데이터를 외부 기기 또는 클라우드 플랫폼과 실시간으로 송수신하기 위한 무선통신 장치로서, 측정 결과의 알림, 원격 제어, 클라우드 분석을 포함하는 다양한 기능을 가능하게 하고, 결과데이터 출력부(140)의 외부 인터페이스 역할을 수행하는 운용자 연동 무선통신모듈(145);

을 포함하는 것을 특징으로 하는 인공지능 기반 전자코.

【요약서】**【요약】**

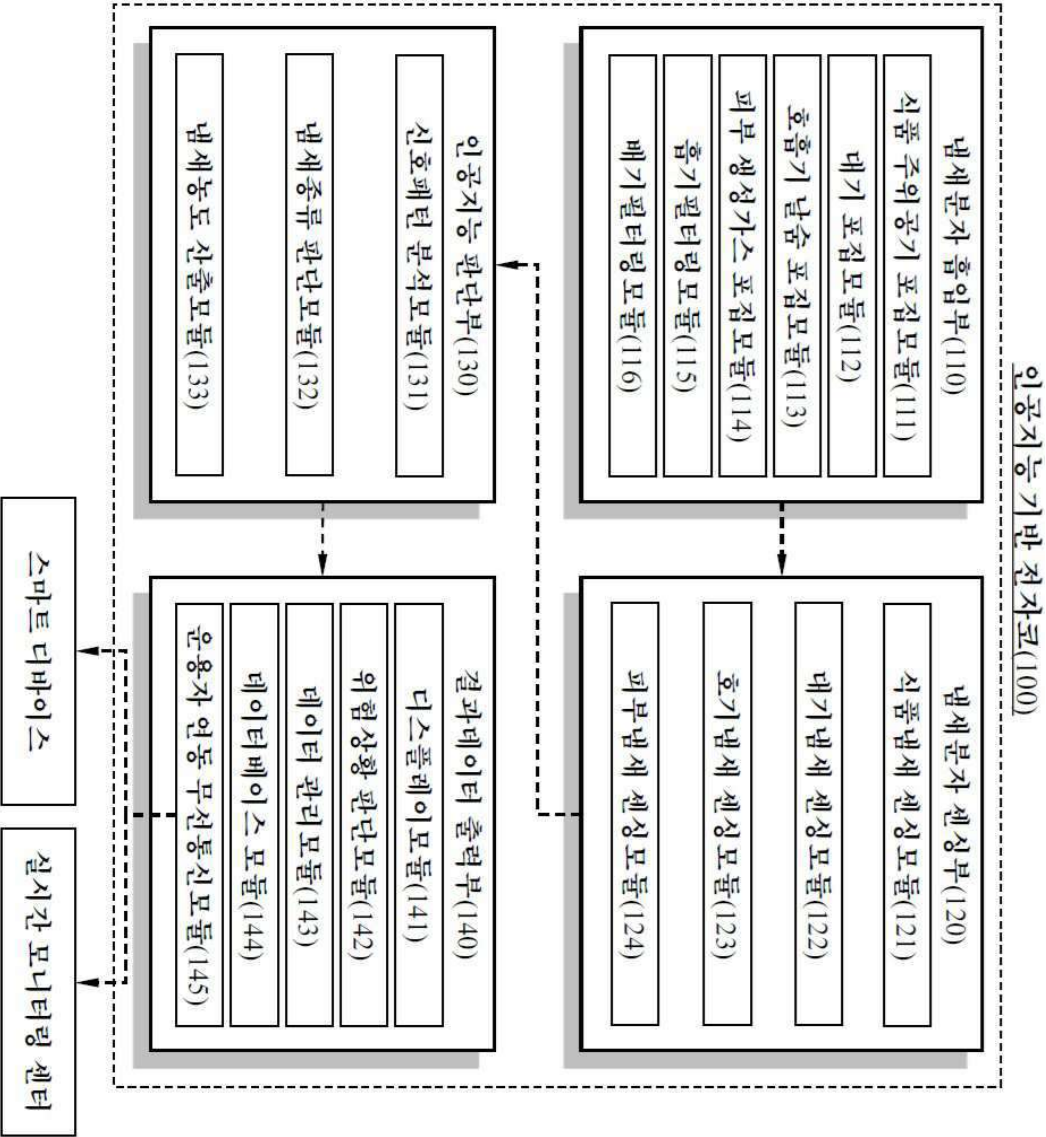
인공지능 기반 전자코가 개시된다. 본 발명의 실시예에 따른 인공지능 기반 전자코는, 모니터링 대상으로부터 발생하는 가스 또는 모니터링 대상 주위의 공기를 흡입하는 냄새분자 흡입부; 다수의 센싱모듈로부터 획득한 전기적 신호를 인공지능 판단부에 전달하는 냄새분자 센싱부; 상기 냄새분자 센싱부로부터 전달된 전기적 신호의 신호 패턴을 인공지능 알고리즘을 통해 분석하고, 분석된 결과를 바탕으로 냄새 종류 및 냄새 농도를 산출한 후, 산출된 데이터를 결과데이터 출력부에 전달하는 인공지능 판단부; 및 상기 인공지능 판단부로부터 전달된 결과데이터가 기설정된 위험설정범위에 해당할 경우 경고신호를 출력하는 결과데이터 출력부;를 포함하는 것을 구성의 요지로 한다.

【대표도】

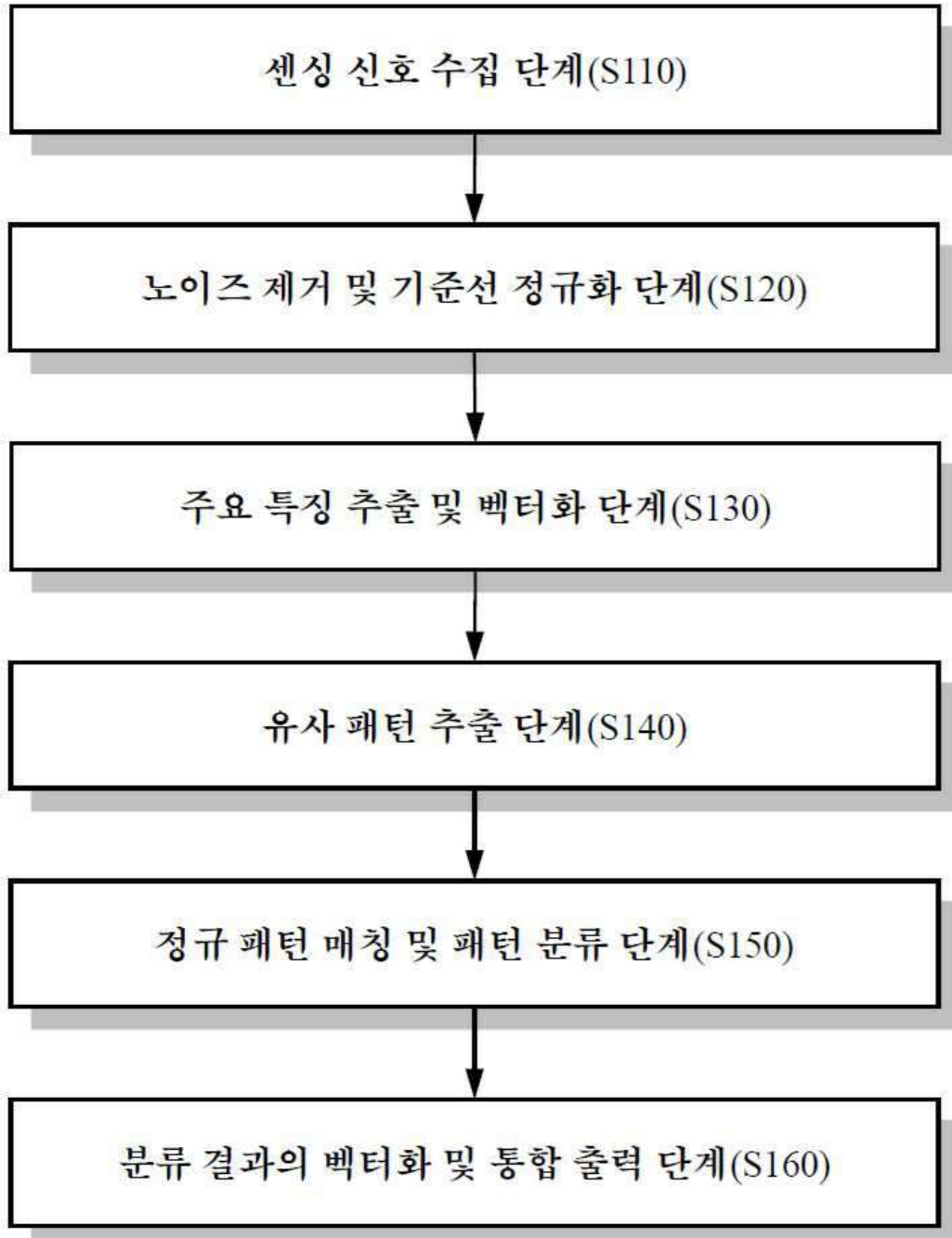
도 1

【도면】

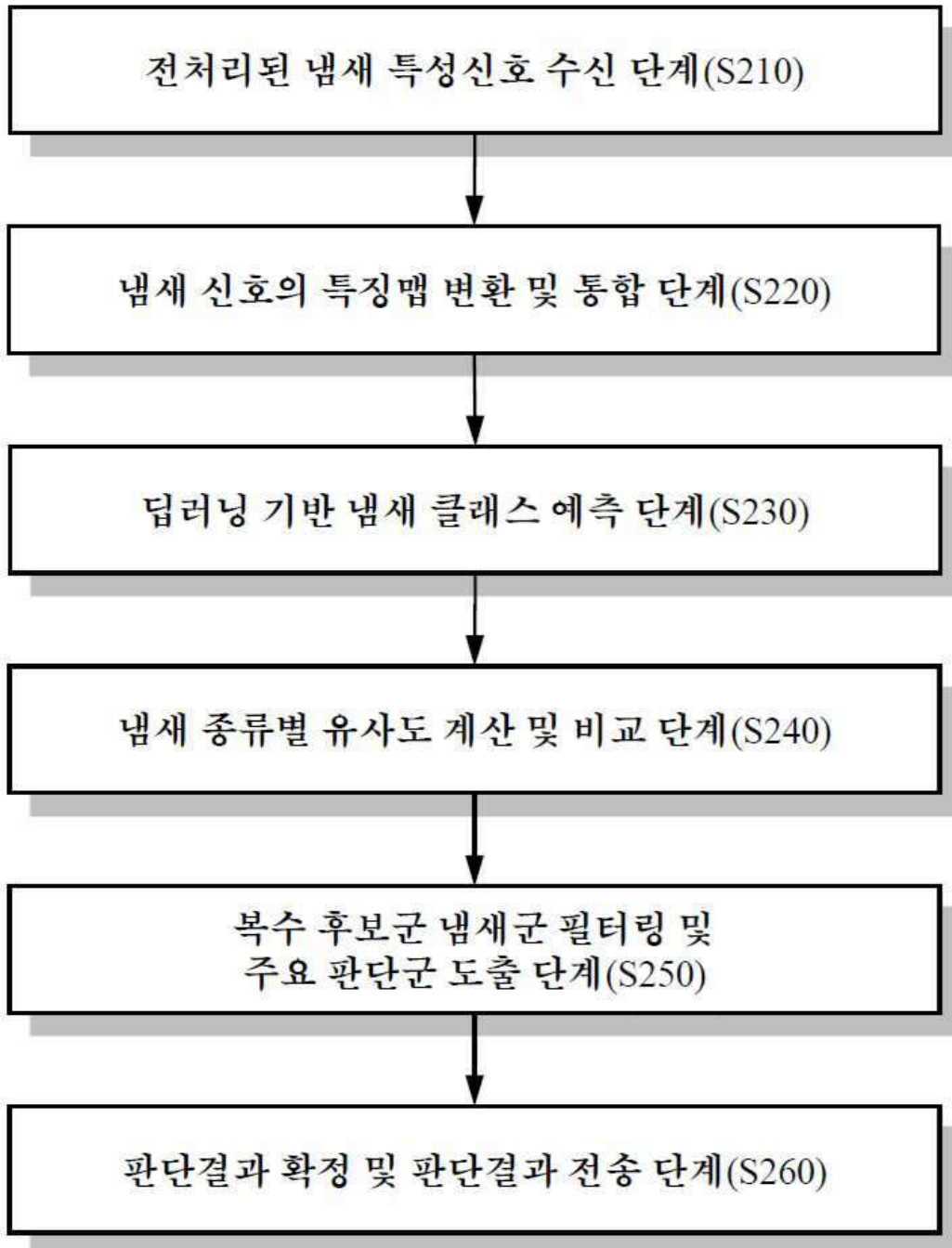
【도 1】



【도 2】

인공지능 판단부(130)의 신호패턴 분석방법(S100)

【도 3】

인공지능 판단부(130)의 냄새 종류 판단방법(S200)

【도 4】

인공지능 판단부(130)의 냄새 농도 판단방법(S300)