



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월30일
(11) 등록번호 10-1916411
(24) 등록일자 2018년11월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) G06F 15/16 (2018.01)
G06Q 10/04 (2012.01) H04L 29/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
G06F 15/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0142473
(22) 출원일자 2017년10월30일
심사청구일자 2017년10월30일
(56) 선행기술조사문헌
JP2007293489 A*
KR101652099 B1*
KR200434811 Y1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
김의직
강원도 춘천시 지석로 29, 514동 1103호 (석사동, 휴먼타운아파트)
이솔비
강원도 춘천시 후석로326번길 31, 303동 501호(후평동, 현대3차아파트)
권정혁
강원도 춘천시 스무숲1길 32-9, 202호 (석사동)
(74) 대리인
유민규

전체 청구항 수 : 총 7 항

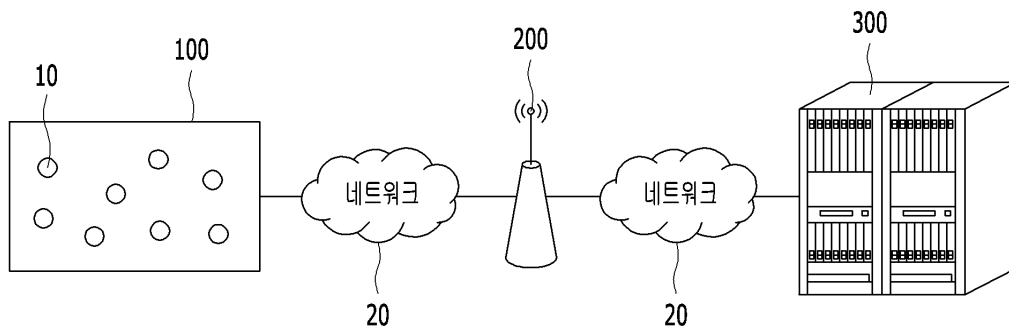
심사관 : 백양규

(54) 발명의 명칭 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템 및 방법

(57) 요약

산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템 및 방법이 개시되며, 본원의 일 실시예에 따른 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템은, 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 복수의 사물인터넷 센서를 포함하는 센싱 장치, 상기 센싱 장치로부터 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 사고 예측 장치로 전송하는 게이트웨이 및 상기 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축하는 사고 예측 장치를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06Q 10/04 (2013.01)

H04L 67/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NRF-2017R1D1A1B03031055

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인기초연구지원사업(기본연구)

연구과제명 산업환경 안전을 위한 사물인터넷 빅데이터 통합 프레임워크 개발

기 여 율 1/1

주관기관 한림대학교 산학협력단

연구기간 2017.06.01 ~ 2018.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템에 있어서,

공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 복수의 사물인터넷 센서를 포함하는 센싱 장치;

상기 센싱 장치로부터 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 사고 예측 장치로 전송하는 게이트웨이; 및

상기 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성하여, 사고 예측 모델을 구축하는 사고 예측 장치를 포함하되,

상기 사고 예측 장치는,

상기 사고 원인 정보를 상기 연관 규칙의 조건으로 하고, 상기 사고 유형 정보를 상기 연관 규칙의 결과로 하여 상기 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산하고,

상기 사고 예측 장치는,

상기 사고 원인 정보 및 상기 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 및 신뢰도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도 및 신뢰도에 대응하는 연관 규칙을 추출하되, 양의 상관관계를 가지는 향상도에 대응하는 연관 규칙을 추출하고,

상기 지지도는 특정 원인으로 특정 유형의 사고가 발생한 수 대비 전체 사고 수의 비율이고, 상기 신뢰도는, 특정 원인으로 특정 유형의 사고가 발생한 수 대비 특정 원인으로 발생한 사고 수의 비율이고, 상기 향상도는 특정 원인의 사고 중 특정 유형의 사고의 비율 대비 전체 사고 중 특정 유형의 사고의 비율인 것인, 사고 예측 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 사고 예측 장치는,

상기 사고 원인 정보를 이산화하는 전처리부;

상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성하는 규칙 생성부; 및

생성된 상기 연관 규칙을 디스플레이하는 출력부를 포함하는 것인 사고 예측 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 전처리부는,

연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고,

상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여하는 것인, 사고 예측 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제2항에 있어서,

상기 출력부는,

상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화 하는 것인, 사고 예측 시스템.

청구항 7

센싱 장치, 게이트 웨이 및 사고 예측 장치를 포함하는 사고 예측 시스템을 통해 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 방법에 있어서,

상기 센싱 장치에서 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 단계;

상기 게이트 웨이에서 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 전송하는 단계;

상기 사고 예측 장치에서 상기 사고 원인 정보를 이산화하는 단계;

상기 사고 예측 장치에서 상기 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축하는 단계; 및

상기 사고 예측 장치에서 생성된 상기 사고 예측 모델을 디스플레이하는 단계를 포함하되,

상기 사고 예측 모델을 구축하는 단계는,

상기 사고 원인 정보를 연관 규칙의 조건으로 하고, 상기 사고 유형 정보를 연관 규칙의 결과로 하여 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산하고,

상기 사고 예측 모델을 구축하는 단계는,

상기 사고 원인 정보 및 상기 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 및 신뢰도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도 및 신뢰도에 대응하는 연관 규칙을 추출하되, 양의 상관관계를 가지는 향상도에 대응하는 연관 규칙을 추출하고,

상기 지지도는 특정 원인으로 특정 유형의 사고가 발생한 수 대비 전체 사고 수의 비율이고, 상기 신뢰도는, 특정 원인으로 특정 유형의 사고가 발생한 수 대비 특정 원인으로 발생한 사고 수의 비율이고, 상기 향상도는 특정 원인의 사고 중 특정 유형의 사고의 비율 대비 전체 사고 중 특정 유형의 사고의 비율인 것인, 사고 예측 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 사고 원인 정보를 이산화하는 단계는,

연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고,

상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여하는 것인, 사고 예측 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 디스플레이하는 단계는,

상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화 하는 것인, 사고 예측 방법.

청구항 12

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본원은 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근, 산업용 사물인터넷 (IIoT)은 제조업, 물류, 건설 산업과 같은 다양한 산업에서 널리 사용되고 있다. IIoT의 장치들은 매 시간 엄청난 양의 데이터를 생성하고, 생성된 데이터는 실시간으로 서버 또는 클라우드에 저장된다. 저장된 빅데이터를 분석하여 산업 현장의 안전과 관련된 통찰력 있는 결과를 도출하기 위한 시도들이 지속되고 있으며, 다양한 산업에 걸쳐 확산되고 있다.

[0003] 특히, 많은 건설 산업에서 중장비, 독성 물질 및 점화원과 같은 다양한 위험 요소로 인해 공사 현장의 사고율이 매년 증가하기 때문에 공사 현장 안전에 대한 빅데이터 분석은 중요한 과제 중 하나일 수 있다. 빅데이터 분석을 통해 공사현장에서 일어날 수 있는 사고의 발생을 예측하는 연구들이 시도되었으나, 종래의 연구는 오직 특정 사고의 발생에 초점을 맞추고 있기 때문에 특정 사고의 예측에 의한 예측 모델은 실제 공사 현장에서의 사고를 예방하는데 도움을 주지 못하는 문제점이 있다.

[0004] 종래의 연구 중 하나로, 건설 안전을 수립하고 장비와 작업자 간의 충돌을 예방하기 위해 실시간 사전 대응 (real-time proactive) RF 경고 및 알림 시스템이 제안된 바 있다. 상기 연구에서는 사용자 지정 신호 세기를 초과한 신호가 수신되면 주변에 있는 장치에 실시간으로 경고 신호를 전송한다. 따라서 작업자가 사전에 사고 위험을 인지함으로써 사고를 예방할 수 있다, 그러나, 상기 연구는 작업자와 장비간의 물리적 충돌 만을 고려하기 때문에 여러 위험에 대해서는 취약한 점이 있다. 또한, 작업자의 낙상 사고를 예측하는 모델도 연구된 바 있으나, 이 또한 낙상 사고에 대해서만 초점을 맞추고 있기 때문에, 다양한 사고를 분석하는 것에는 한계가 있다.

[0005] 종래의 연구 중 다른 하나로 다차원 데이터 분석 방법을 사용하여 공사 현장의 효과적인 안전 관리에 대한 연관 규칙을 생성하는 방법이 개시된 바 있다. 해당 연구에서 연관 규칙의 생성을 위해 연관 규칙 마이닝에 기반한 건설 사고 위험 평가를 수행한 바 있으나, 공사 현장의 환경적인 요인들에 의한 사고에 대해서는 고려하지 않아, 다양한 사고 분석 및 예측에 대한 한계점이 여전히 존재한다.

[0006] 본원의 배경이 되는 기술은 한국등록특허공보 제10-1652099호에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본원은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 다양한 사고 원인과 사고 유형간의 연관 분석을 통한 사고 예측 모델을 생성할 수 있는 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 다만, 본원의 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들도 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본원의 일 실시예에 따른 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템은, 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 복수의 사물인터넷 센서를 포함하는 센싱 장치, 상기 센싱 장치로부터 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 사고 예측 장치로 전송하는 게이트웨이 및 상기 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축하는 사고 예측 장치를 포함할 수 있다.

- [0010] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 사고 예측 장치는, 상기 사고 원인 정보를 이산화하는 전처리부, 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성하는 규칙 생성부 및 생성된 상기 연관 규칙을 디스플레이하는 출력부를 포함할 수 있다.
- [0011] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 전처리부는, 연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고, 상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여할 수 있다.
- [0012] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 규칙 생성부는, 상기 사고 원인 정보를 상기 연관 규칙의 조건으로 하고, 상기 사고 유형 정보를 상기 연관 규칙의 결과로 하여 상기 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산할 수 있다.
- [0013] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 규칙 생성부는, 상기 사고 원인 정보 및 상기 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도에 대응하는 연관 규칙을 추출할 수 있다.
- [0014] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 출력부는, 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화할 수 있다.
- [0015] 본원의 일 실시예에 따른 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 방법은, 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 단계, 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 전송하는 단계, 상기 사고 원인 정보를 이산화하는 단계, 상기 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축하는 단계 및 생성된 상기 사고 예측 모델을 디스플레이하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0016] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 사고 원인 정보를 이산화하는 단계는, 연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고, 상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여할 수 있다.
- [0017] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 사고 예측 모델을 구축하는 단계는, 상기 사고 원인 정보를 상기 연관 규칙의 조건으로 하고, 상기 사고 유형 정보를 상기 연관 규칙의 결과로 하여 상기 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산할 수 있다.
- [0018] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 사고 예측 모델을 구축하는 단계는, 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 의해 연산된 지지도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도에 대응하는 연관 규칙을 추출할 수 있다.
- [0019] 본원의 일 실시예에 따르면, 상기 디스플레이하는 단계는, 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화할 수 있다.
- [0020] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본원을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 전술한 본원의 과제 해결 수단에 의하면, 다양한 사고 원인과 사고 유형간의 연관 분석을 통한 사고 예측 모델을 생성할 수 있는 산업용 사물 인터넷에 기반한 공사 현장 안전을 위한 사고 예측 시스템 및 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 사고 예측 장치의 구성을 도시한 도면이다.
- 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 사고 원인 정보를 이산화한 예를 도시한 도면이다.
- 도 4는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 생성된 연관 규칙의 예를 도시한 도면이다.
- 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 연관 규칙의 매트릭스 플롯을 도시한 도면이다.
- 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 연관 규칙의 네트워크 그래프를 도시한 도면이다.
- 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본원이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본원의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본원은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본원을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0024] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0025] 본원 명세서 전체에서, 어떤 부재가 다른 부재 "상에", "상부에", "상단에", "하에", "하부에", "하단에" 위치하고 있다고 할 때, 이는 어떤 부재가 다른 부재에 접해 있는 경우뿐 아니라 두 부재 사이에 또 다른 부재가 존재하는 경우도 포함한다.
- [0026] 본원 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.
- [0027] 도 1은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 구성을 도시한 도면이다.
- [0028] 도 1을 참조하면, 사고 예측 시스템은, 센싱 장치(100), 게이트웨이(200) 및 사고 예측 장치(300)를 포함할 수 있다. 상기 센싱 장치(100)는 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지하는 복수의 사물인터넷 센서(10)를 포함할 수 있다. 예시적으로, 센싱 장치(100)는 상기 공사 현장에 한정하지 않고, 제조업, 물류업, 건설업과 같이 다양한 산업 환경에 적용될 수 있으며, 산업의 현장으로부터 사고 원인 정보를 감지할 수 있다. 상기 사고 원인 정보는 공사 현장에서 사물인터넷 센서(10)에 의해 측정될 수 있는 정보로, 측정대상으로는 예를 들어, 온도, 산소 농도, 독성물질 농도를 포함하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 또한 상기 사물인터넷 센서(10)는 예시적으로, 산업 현장에서 활용되는 IIoT(Industrial Internet of things) 센서일 수 있으며, 측정된 정보를 네트워크를 통해 외부로 전송할 수 있다.
- [0029] 게이트웨이(200)는 센싱 장치(100)로부터 사고 원인 정보를 수집하고, 수집된 사고 원인 정보를 사고 예측 장치(300)로 전송할 수 있다. 예시적으로, 게이트웨이(200)는 네트워크(20)를 통해 센싱 장치(100)와 사고 예측 장치(300)간 통신을 중개할 수 있으며, 상기 네트워크(20)는 단말 및 서버와 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 유, 무선의 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크의 일 예에는 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5G 네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access) 네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지는 않는다.
- [0030] 사고 예측 장치(300)는 사고 유형 정보 및 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축할 수 있다. 구체적으로, 사고 예측 장치(300)는 센싱 장치(100)로부터 게이트웨이(200)를 통해 전송된 사고 원인 정보를 이산화 할 수 있다. 사물인터넷 센서(10)에서 측정된 정보는 전술한 바와 같이 온도, 산소 농도 등이 포함되므로 연속형 값으로 나타난다. 사고 예측 장치(300)는 연속형 값인 사고 원인 정보를 범주형 값(예를 들어, 0 또는 1)으로 이산화하여 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당할 수 있다.
- [0031] 도 3은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 사고 원인 정보를 이산화한 예를 도시한 도면이다. 도 3을 통해서는 산소 농도를 예를 들어 사고 원인의 이산화를 설명한다. 도 3을 참조하면, 좌측 표는 사물인터넷 센서(10)에 의해 측정된 연속형 값인 산소 농도를 나타내고 우측 표는 사고 원인 정보(산소 농도)가 이산화되어 미리 설정된 위험도 범위에 따라 할당된 예를 나타낸다. 예시적으로, 미리 설정된 위험도 범위는 사고 원인 정보의 연속형 값의 범위에 기초하여 설정될 수 있다. 예를 들어, 도 3의 우측 표를 참조하면 미리 설정된 위험도 범위는 산소 농도가 0~12인 위험도 범위와 산소 농도가 12~18인 위험도 범위 및 산소 농도가 18이상인 위험도 범위로 구분될 수 있다. 도 3의 좌측 표를 참조하면, 첫번째 사고 원인 정보(산소 농도)는 21.4이므로, 사고 예측 장치(300)에 의해 이산화되어 산소 농도가 18이상인 위험도 범위에 할당되어 1로 표시될 수 있고, 다른 위험도 범위는 0으로 표시될 수 있다.
- [0032] 또한, 사고 예측 장치(300)는 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여할 수 있다. 다시 말해, 사고 예측 장치(300)는 이산화된 사고 원인 정보가 할당된 위험도 범위에 따라 위험 수준을 부여할 수 있다. 예시적으로, 사고

예측 장치(300)는 사고 원인 정보가 할당된 위험도 범위에 따라 low, mid, high로 위험 수준을 범주형 값으로 부여할 수 있다. low, mid, high는 각각 정상 범위, 경미한 사고 위험 범위, 심각한 사고 위험 범위를 나타낸다. 도 3을 참조하면, 산소 농도가 0~12인 위험도 범위에는 high의 위험 수준이 부여될 수 있고, 산소 농도가 12~18인 위험도 범위에는 mid의 위험 수준이 부여될 수 있으며, 산소 농도가 18이상인 위험도 범위에는 low의 위험 수준이 부여될 수 있다.

[0033] 사고 예측 장치(300)는 사고 유형 정보 및 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성할 수 있다. 예시적으로, 사고 유형 정보는 사고 예측 장치(300)에 미리 저장될 수 있다. 사고 유형 정보는 사고의 유형에 대한 정보로 사고가 발생하면 1의 값을 갖고 사고가 발생하지 않으면 0의 값을 가질 수 있다. 상가 사고의 유형에는 예를 들어, 열사병(Heatstroke), 질식(Asphyxiation), 붕괴(Collapse), 화재(Fire)를 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0034] 사고 예측 장치(300)는 사고 원인 정보를 연관 규칙의 조건으로 하고, 사고 유형 정보를 연관 규칙의 결과로 하여 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산할 수 있다. 예시적으로, 상기 연관 규칙은 사고 원인을 조건으로 하고 사고 유형을 결과로 하는 IF-THEN 구조로 표현될 수 있고, 사고 원인 → 사고 유형으로 정의 및 표현될 수 있다. 즉, 어떠한 원인에 의해 사고가 발생한 경우, 해당 사고의 원인에 따라 사고 유형이 결정될 수 있다. 또한, 연관 규칙은 지지도(Support), 신뢰도(Confidence) 및 향상도(Lift)에 의해 조건과 결과 간의 관계가 설정될 수 있다.

[0035] 연관 규칙에서 상기 조건(사고 원인)은 IF-THEN 구조에서 LHS(Left-Hand Side)에 해당하며, 결과(사고 유형)는 RHS(Right-Hand Side)에 해당한다. 또한, 지지도, 신뢰도, 향상도는 아래와 같이 계산되며, X는 사고 원인(LHS), Y는 제 사고 유형(RHS)을 의미한다. 지지도는 전체 항목 집합에서 특정 사고가 발생하는 빈도를 나타낸다. 신뢰도는 특정 사고 유형에 대한 사고 발생의 비율이다. 향상도는 사고 유형과 사고 원인이 독립적이라면 예상되는 지지도 비율을 나타낸다. 보다 구체적으로, 아래와 같이 계산될 수 있다.

[0036] ① 지지도 (support, $s(X \rightarrow Y)$)

[0037] = X가 원인으로 Y 유형의 사고가 발생한 수 / 전체 사고 수

[0038] ② 신뢰도 (Confidence, $c(X \rightarrow Y)$)

[0039] = X가 원인으로 Y 유형의 사고가 발생한 수 / X가 원인으로 발생한 사고 수

[0040] ③ 향상도 (Lift, $Lift(X \rightarrow Y)$)

[0041] = X가 원인인 사고 중 Y유형의 사고의 비율 / 전체 사고 중 Y 유형의 사고의 비율

[0042] 예시적으로, 지지도는 발생된 사고 중 X와 Y를 모두 포함한 사고의 비율을 의미하며, 신뢰도는 X를 포함하는 사고 중 Y를 포함하는 사고의 비율을 의미한다. 또한, 향상도는 어떠한 사고가 발생 했을 때, 발생된 사고 중 Y를 포함한 사고 비율 대비 X를 포함하는 사고 중 Y를 포함하는 사고의 비율을 의미한다.

[0043] 구체적으로, $(X \rightarrow Y) IF \rightarrow THEN$ 규칙에 있어서, 지지도는 X와 Y가 얼마나 많은 사고의 원인이고 사고의 유형인지를 측정해 준다. 만약 지지도 값이 매우 작다면 해당 연관 규칙을 따르는 사고의 수가 매우 적다는 의미를 내포하게 된다. 즉, 지지도 측정을 통해 특정 사고 원인이 특정사고에서만 원인이 된 것인지 아니면 많은 사고의 원인이 된 것인지를 측정할 수 있다.

[0044] 신뢰도는 해당 규칙이 정답일 확률을 의미하며, 발생된 사고에서 X가 원인인 사고 중, Y의 사고 유형인 사고의 비율을 의미한다. 만약 특정 조건과 결과 간의 신뢰도가 매우 낮다면 해당 규칙이 정답이 아닐 확률이 높다는 것을 의미하며, 일반적인 경우에는 잘 발생하지 않는 규칙임을 알 수 있다. 지지도와 신뢰도가 모두 높은 연관성 규칙일지라도 유의미한 규칙이라 단정할 수는 없다. 왜냐하면 지지도와 신뢰도가 높은 연관 규칙 중에는 우연에 의해 연관성이 높은 것처럼 보이는 규칙들이 있기 때문이다. 따라서 연관 규칙의 유용성을 측정하기 위해 향상도가 사용된다.

[0045] 향상도는 'X가 원인인 사고 중 Y유형의 사고의 확률이 X를 고려하지 않은 경우 Y유형의 사고의 확률에 비해 얼마나 향상되는가'에 대한 정보를 제공해준다. 만약 향상도가 1이면 X가 원인인 사고 중에서 Y를 찾은 것과, 모든 사고에서 Y를 찾은 확률이 동일하기 때문에 사고 원인과 사고 유형 X, Y는 서로 상관관계가 없을 가능성이 높다. 반면, 향상도가 1 이상이면 사고 원인과 사고 유형은 서로 밀접한 상관관계를 (양의 상관관계) 가질 가능성이 높으며, 1 이하이면 서로 상반된 상관관계를 (음의 상관관계) 가질 가능성이 높다. 예를 들어, 산소, 질식

은 밀접한 관계가 있는 양의 상관관계를 가질 확률이 높으며, 습기, 질식은 서로 상반된 관계가 있는 음의 상관관계를 가질 확률이 높다.

- [0046] 연관 규칙을 생성함에 있어서, 모든 사고 원인과 모든 사고 유형을 고려할 수 있으나, 상당한 연산이 필요하게 된다. 또한 사고 원인 또는 사고 유형 중 어느 하나가 증가하더라도 전체 연관 규칙의 수는 기하급수적으로 증가하기 때문에 모든 사고 원인과 모든 사고 유형을 고려하여 연관 규칙을 생성하는 것은 비효율적인 측면이 있다. 따라서 본원의 일 실시예에 따르면, 사고 예측 장치(300)는 Apriori알고리즘을 사용하여 연관 규칙 생성에 고려되는 사고 원인과 사고 유형의 수를 적절히 조절할 수 있다.
- [0047] Apriori알고리즘은 1)한 항목집합이 빈발(frequent)하다면 이 항목집합의 모든 부분집합 역시 빈발항목집합이다. 2) 한 항목집합이 비빈발(infrequent)하다면 이 항목집합을 포함하는 모든 집합은 비빈발 항목집합이다. 의 두 가지 알고리즘을 포함할 수 있다. 항목집합은 사고 원인과 사고 유형의 조합에 의해 생성되는 집합이므로, Apriori알고리즘을 적용하면 비교적 비빈발한 집합을 줄여 연산 횟수를 감소시킬 수 있다.
- [0048] 예시적으로, 사고 예측 장치(300)는 상기 사고 원인 정보 및 상기 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도에 대응하는 연관 규칙을 추출할 수 있다. 다시 말해, 사고 예측 장치(300)는 최소 지지도를 설정하여 최소 지지도 이상의 연관 규칙을 사고 예측을 위한 연관 규칙으로 추출할 수 있으며, 최소 신뢰도 이상의 연관 규칙 또한 사고 예측을 위한 연관 규칙으로 추출될 수 있다.
- [0049] 도 4는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 생성된 연관 규칙의 예를 도시한 도면이다.
- [0050] 도 4는 미리 설정된 임계값 즉, 최소 지지도가 0.2 이고 최소 신뢰도가 0.8로 설정된 경우에 생성된 연관 규칙을 나타낸다. 도 4의 예에 사용된 사고 원인은 산소 농도, 황화수소 농도, 습도, 화염 크기, 건설 진동 및 온도를 포함하고, 사고 유형에는 화재, 질식, 붕괴 및 열사병을 포함한다. 따라서 총 10개의 항목에 기초하여 연관 규칙이 생성될 수 있다. 도 4를 참조하면, 최소 지지도 및 최소 신뢰도에 의해 15 개의 연관 규칙이 생성될 수 있다. 생성된 연관 규칙은 사고 유형과 원인 사이의 관계를 나타내며, 예시적으로, 산소 농도와 황화수소 농도의 위험도가 mid 또는 high일 경우, 질식이 발생할 수 있다고 예측할 수 있다. 다른 예로, 건설 진동의 위험도가 mid 이상인 경우 붕괴 사고가 발생하는 경향을 보이기 때문에 진동의 정도에 따른 사고를 예측할 수 있다. 또한 열사병은 온도가 높을 때 발생한다고 예측할 수 있다. 한편, 상술한 연관 규칙에 따르면, 사고 발생은 하나의 항목에만 영향을 받지 않고 여러 항목에 의해 영향을 받을 수 도 있다.
- [0051] 또한, 사고 예측 장치(300)는 생성된 상기 연관 규칙을 디스플레이할 수 있다. 예시적으로, 사고 예측 장치(300)는 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화할 수 있다. 예시적으로, 사고 예측 장치(300)는 오픈 소스 R에 의해 지원되는 arulesViz 패키지를 사용하여 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화 할 수 있다.
- [0052] 도 5는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 연관 규칙의 매트릭스 플롯을 도시한 도면이다. 도 5를 참조하면, 사고 예측 장치(300)는 연관 규칙의 사고 원인(LHS)과 사고 유형(RHS)을 기준으로 각 사고 원인과 사고 유형 간 연관성을 매트릭스 플롯(Matrix Plot)형태로 나타낼 수 있다. X축은 사고 원인(LHS)을 나타내고 Y축은 사고 유형(RHS)을 나타낸다. 도 5에서 수평으로 정렬된 연관 규칙은 동일한 사고 유형을 나타낸다. 각 연관 규칙을 나타내는 직사각형의 색은 지지도를 나타내며, 지지도 값이 높을수록 사각형의 색상이 진하게 표시될 수 있다. 따라서, 도 5의 매트릭스 플롯을 통해 직사각형의 색상으로 연관 규칙의 지지도를 용이하게 식별할 수 있고, 어떤 사고 유형이 가장 많이 분포되어 있는지 직관적으로 파악할 수 있다.
- [0053] 도 6은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 연관 규칙의 네트워크 그래프를 도시한 도면이다. 도 6을 참조하면, 네트워크 그래프에서의 연관 규칙은 사고 원인으로부터 원을 가리키는 화살표, 원 및 사고 유형을 나타내는 원의 화살표 ({사고 원인} → 원 → {사고 유형})의 세 가지 구성 요소로 나타난다. 원의 크기와 색상은 연관 규칙의 지지도 및 향상도를 나타내며, 원의 큰 크기가 클수록 높은 지지도를 의미하고, 색상이 진할수록 높은 향상도를 나타낸다. 또한, 연관 규칙 간의 관계는 화살표의 머리와 꼬리의 집중이나 분산으로 파악할 수 있다.
- [0054] 전술한 바와 같이, 사고 예측 시스템에 의해 사고 원인과 사고 유형에 따른 연관 규칙 즉 사고 예측 모델을 생성하고, 도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이 도식화함으로써, 공사 현장의 사고 예방을 위한 작업자 경보 서비스에 사용될 수 있을 것이다.
- [0055] 도 2는 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 시스템의 사고 예측 장치의 구성을 도시한 도면이다.

- [0056] 도 2를 참조하면 사고 예측 장치(300)는 전처리부(310), 규칙 생성부(320) 및 출력부(330)를 포함할 수 있다. 전처리부(310)는 센싱 장치(100)로부터 게이트웨이(200)를 통해 전송된 사고 원인 정보를 이산화 할 수 있다. 예시적으로, 전처리부(310)는 연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고, 상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여할 수 있다.
- [0057] 규칙 생성부(320)는 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성할 수 있다. 규칙 생성부(320)는 사고 원인 정보를 연관 규칙의 조건으로 하고, 사고 유형 정보를 연관 규칙의 결과로 하여 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산할 수 있다. 또한, 규칙 생성부(320)는 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도에 대응하는 연관 규칙을 추출할 수 있다.
- [0058] 출력부(330)는 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화할 수 있다.
- [0059] 도 7은 본원의 일 실시예에 따른 사고 예측 방법의 흐름을 도시한 도면이다.
- [0060] 도 7에 도시된 사고 예측 방법은 앞선 도 1 내지 도 6을 통해 설명된 사고 예측 시스템에 의하여 수행될 수 있다. 따라서 이하 생략된 내용이라고 하더라도 도 1 내지 도 7을 통해 사고 예측 시스템에 대하여 설명된 내용은 도 7에도 동일하게 적용될 수 있다.
- [0061] 도 7을 참조하면, 단계 S710에서 센싱 장치(100)는 공사 현장의 환경 변화를 통해 사고 원인 정보를 감지할 수 있다. 센싱 장치(100)는 복수의 사물인터넷 센서(10)를 통해 사고 원인 정보를 감지할 수 있다.
- [0062] 단계 S720에서 게이트웨이(200)는 상기 사고 원인 정보를 수집하고, 상기 사고 원인 정보를 전송할 수 있다. 예시적으로, 게이트웨이(200)는 센싱 장치(100)로부터 사고 원인 정보를 수집하고 수집된 사고 원인 정보를 사고 예측 장치(300)로 전송할 수 있다.
- [0063] 단계 S730에서 사고 예측 장치(300)는 사고 원인 정보를 이산화할 수 있다. 상기 사고 예측 장치(300)는 연속형 값인 상기 사고 원인 정보를 이산화하고, 미리 설정된 위험도 범위에 따라 이산화 값을 할당하고, 상기 위험도 범위 각각에 위험 수준을 부여할 수 있다.
- [0064] 단계 S740에서 사고 예측 장치(300)는 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 사고 예측 모델을 구축할 수 있다. 예시적으로, 사고 예측 장치(300)는 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보를 이용한 연관 분석 알고리즘에 기초하여 연관 규칙을 생성할 수 있다. 사고 예측 장치(300)는 사고 원인 정보를 연관 규칙의 조건으로 하고, 사고 유형 정보를 연관 규칙의 결과로 하여 연관 규칙의 지지도, 신뢰도 및 향상도를 연산할 수 있다. 또한, 사고 예측 장치(300)는 사고 원인 정보 및 사고 유형 정보에 의해 연산된 지지도 중 미리 설정된 임계값 이상의 지지도에 대응하는 연관 규칙을 추출할 수 있다.
- [0065] 단계 S750에서 사고 예측 장치(300)는 생성된 상기 사고 예측 모델을 디스플레이할 수 있다. 예시적으로, 사고 예측 장치(300)는 상기 사고 유형 정보 및 상기 사고 원인 정보에 따른 연관 규칙 및 상기 연관 규칙의 지지도 및 신뢰도를 도식화할 수 있다.
- [0066] 전술한 본원의 설명은 예시를 위한 것이며, 본원이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본원의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0067] 본원의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본원의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

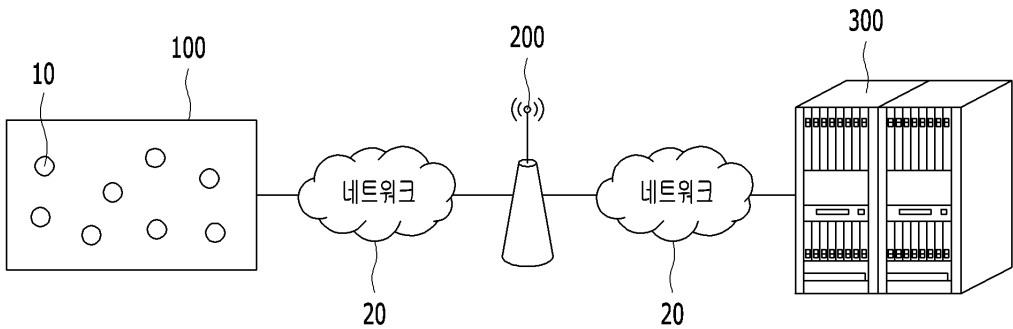
부호의 설명

- [0068] 10: 사물인터넷 센서
20: 네트워크
100: 센싱 장치

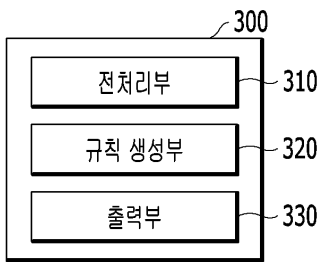
- 200: 게이트웨이
- 300: 사고 예측 장치
- 310: 전처리부
- 320: 규칙 생성부
- 330: 출력부

도면

도면1



도면2



도면3

No	Oxygen Concentration			
1	21.4			
2	15.9			
...	...			
n	6.1			

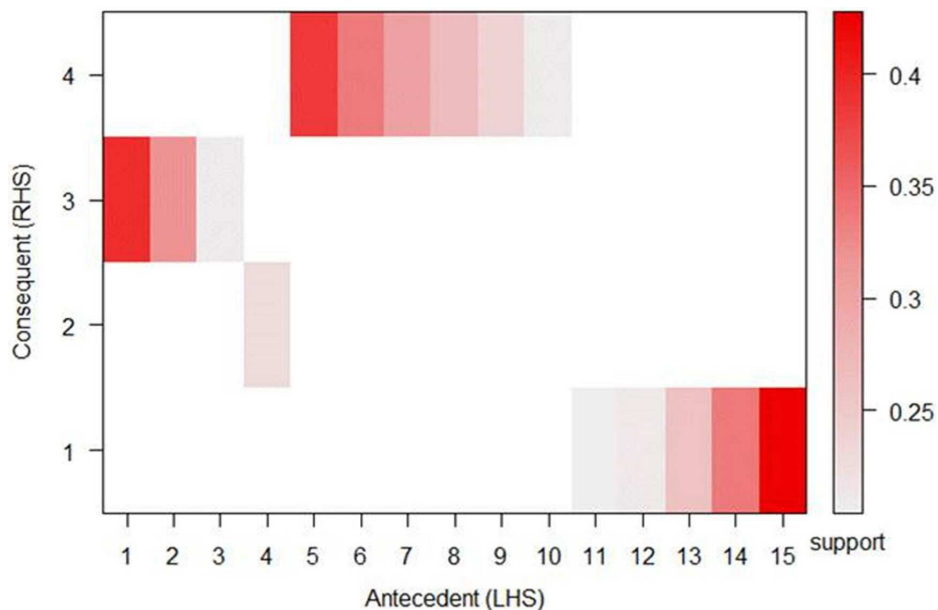
discretization

No	Oxygen Concentration 0~12	Oxygen Concentration 12~18	Oxygen Concentration over 18	Risk level
1	0	0	1	Low
2	0	1	0	Mid
...	...	...	...	...
n	1	0	1	High

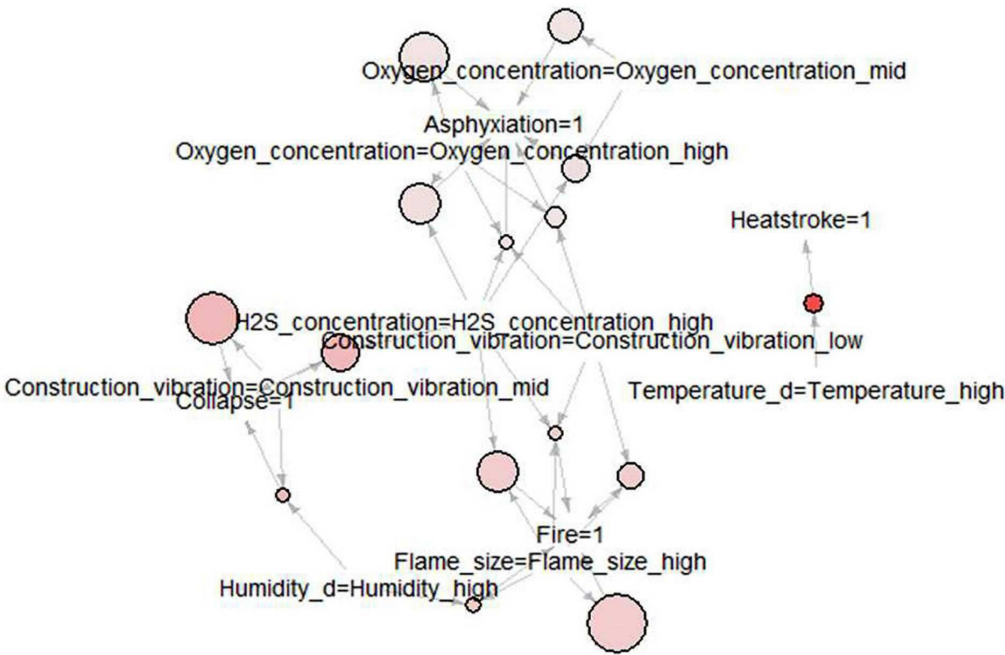
도면4

Left-hand Side	Right-hand Side	Support	Confidence	Lift
{Temperature_high}	{Heatstroke}	0.23	1.00	4.41
{Oxygen_concentration_mid}	{Asphyxiation}	0.30	0.91	1.33
{Construction_vibration_mid}	{Collapse}	0.39	1.00	2.55
{Oxygen_concentration_high}	{Asphyxiation}	0.38	0.90	1.32
{Flame_size_high}	{Fire}	0.43	1.00	1.97
{Oxygen_concentration_mid, H2S_concentration_high}	{Asphyxiation}	0.27	1.00	1.46
{Humidity_high, Construction_vibration_mid}	{Collapse}	0.21	1.00	2.55
{H2S_concentration_high, Construction_vibration_mid}	{Collapse}	0.32	1.00	2.55
{Oxygen_concentration_high, Construction_vibration_low}	{Asphyxiation}	0.24	0.92	1.34
{Oxygen_concentration_high, H2S_concentration_high}	{Asphyxiation}	0.34	1.00	1.46
{Humidity_high, Flame_size_high}	{Fire}	0.21	1.00	1.97
{Flame_size_high, Construction_vibration_low}	{Fire}	0.26	1.00	1.97
{H2S_concentration_high, Flame_size_high}	{Fire}	0.34	1.00	1.97
{Oxygen_concentration_high, H2S_concentration_high, Construction_vibration_low}	{Asphyxiation}	0.21	1.00	1.46
{H2S_concentration_high, Flame_size_high, Construction_vibration_low}	{Fire}	0.20	1.00	1.97

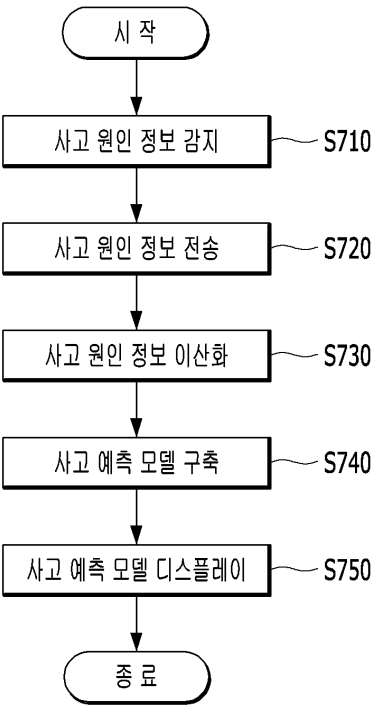
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】
【직권보정 1】
【보정항목】 청구범위
【보정세부항목】 청구항 제7항, 14째줄
【변경전】
상기 연관 규칙
【변경후】
연관 규칙