

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2024-0057097
(43) 공개일자 2024년05월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) G06F 16/906 (2019.01)
G06F 17/18 (2006.01) G06Q 10/06 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
G06F 16/906 (2019.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0137398
(22) 출원일자 2022년10월24일
심사청구일자 2022년10월24일
- (71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
- (72) 발명자
한승우
인천광역시 연수구 신송로82번길 6, 402동 803호
(송도동, 송도풍림아이원4단지아파트)
- 김유진
경기도 용인시 수지구 수풍로 47, 102동 1803호(풍덕천동, 동문아파트)
- (74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

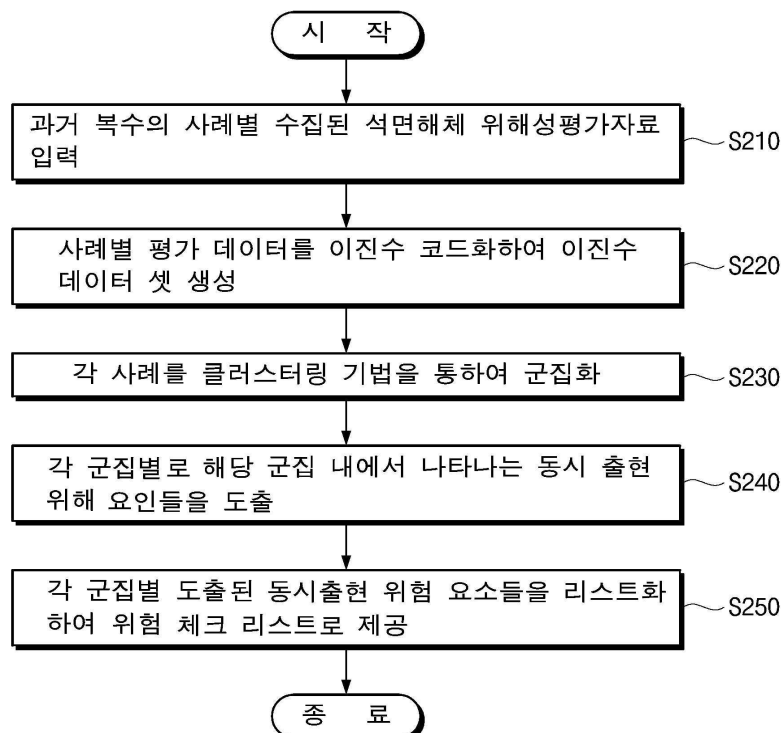
(54) 발명의 명칭 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치에 의해 수행되는 위험관리항목 도출 방법에 있어서, 과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성하는 단계와, 상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 상기 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류하는 단계, 및 분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출하는 단계를 포함한다.

본 발명에 따르면, 과거 석면 위해성평가자료를 기반으로 석면해체 및 제거 작업시 높은 발생 빈도를 수반하는 위함요인 항목들을 도출하여 석면해체 공사 전에 중요하게 여겨야 하는 체크리스트를 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

G06F 17/18 (2013.01)

G06Q 10/0635 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711163251
과제번호	2021R1A2C1007467
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	석면해체작업을 위한 빅데이터 기반 친환경 및 최적화 공정프로세스 모델 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치에 의해 수행되는 위험관리항목 도출 방법에 있어서,

과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를 기반으로 각 사례에 대한 위해요인별 평가점수를 이진수 데이터로 코드화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성하는 단계;

상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 상기 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류하는 단계; 및

분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출하는 단계를 포함하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

분류된 각 군집 별로 도출된 동시 출현 위해요인들을 석면해체공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공하는 단계를 더 포함하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 이진수 데이터 셋을 생성하는 단계는,

기 설정된 복수의 위해요인 각각을 복수의 평가 레벨에 따라 세분화하여 마련한 총 N개의 세부 평가레벨 항목 각각에 대해, 해당 사례의 위해성평가자료 내에 해당 평가레벨 항목이 언급된 경우는 1, 언급되지 않은 경우는 0을 할당하여, M개의 각 사례 별로 N개의 코드가 할당된 $M \times N$ 크기의 이진수 데이터 셋을 생성하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 분류하는 단계는,

상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터로부터 휴버트 지수 또는 D 지수를 연산하여 최적 군집 개수(C)를 결정하고 스펙트럴 클러스터링(Spectral Clustering) 기법을 통해 상기 복수의 사례를 C개의 군집으로 분류하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 해당 군집 상의 동시 출현 위해요인들을 도출하는 단계는,

Apriori 알고리즘을 이용하여 해당 군집 내에서 나타난 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 방법.

청구항 6

과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를 기반으로 각 사례에 대한 위해요인별 평가점수를 이진수 데이터로 코드화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성하는 데이터 처리부;

상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 상기 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군

집으로 분류하는 클러스터링부; 및

분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출하는 위해요인 도출부를 포함하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

분류된 각 군집 별로 도출된 동시 출현 위해요인들을 석면해체공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공하는 체크리스트 출력부를 더 포함하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 데이터 처리부는,

기 설정된 복수의 위해요인 각각을 복수의 평가 레벨에 따라 세분화하여 마련한 총 N개의 세부 평가레벨 항목 각각에 대해, 해당 사례의 위해성평가자료 내에 해당 평가레벨 항목이 언급된 경우는 1, 언급되지 않은 경우는 0을 할당하여, M개의 각 사례 별로 N개의 코드가 할당된 $M \times N$ 크기의 이진수 데이터 셋을 생성하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 클러스터링부는,

상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터로부터 휴버트 지수 또는 D 지수를 연산하여 최적 군집 개수(C)를 결정하고 스펙트럴 클러스터링(Spectral Clustering) 기법을 통해 상기 복수의 사례를 C개의 군집으로 분류하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 위해요인 도출부는,

Apriori 알고리즘을 이용하여 해당 군집 내에서 나타난 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 석면 해체 및 제거작업의 위해요소를 파악하여 효율적인 석면해체공사의 안전 관리를 가능하게 하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

석면해체 및 제거작업은 석면의 위해성으로 인하여 작업 환경이 일반 건축물해체보다 작업자의 건강에 악영향을 끼치며, 이에 따라 해체공사비용도 상승하는 것으로 나타난다. 특히 석면이 포함된 내장재의 경우 보호뿐만 아니라 내부 밀폐시스템 조건하에 작업을 실시함에 따라 작업효율이 급격하게 낮아지는 것으로 나타난다.

[0003]

석면 해체 과정에서 발생하는 비산먼지 및 석면 농도는 해체 제거 작업 6시간 후에 감소하지만, 이후에도 석면에 충분히 노출될 가능성이 있다. 또한, 슬레이트 제거사업의 경우 여러 기관에서 다발적으로 진행되며, 프로세스의 통일성이 없어 효율성이 떨어진다.

[0004]

따라서 석면 해체공사 이전에, 작업자를 위해 1) 어떤 문제적 결합이 있을 때 석면해체공사가 필요한지 확인하

고, 2) 어떤 문제적 결합이 많이 발생하는지 분석하며, 3) 중요도가 높은 문제가 무엇인지 분석할 수 있는 모델이 필요하다.

[0005] 하지만, 기존의 석면해체 및 제거작업 표준품셈의 경우 해체공사에서 나타나는 다양한 공종 및 재료 항목을 반영하지 못하고, 해당 항목에 기초하여 모델링 프로세스 및 해체공사 품셈으로 한정되었다.

[0006] 또한 현재 의무적으로 시행되는 석면해체공사의 감리 중, '석면위해성평가'의 경우, 단순히 해당 건축물의 석면해체가 필요한지, 불필요한지의 여부를 판단하는 지표이며, 작업자의 안전은 전혀 고려되지 않는 상황이다. 이에 따라 작업자의 안전관리를 할 수 있는 모델 작성이 필요하다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제2011-0063405호(2011.06.10 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 과거 석면 위해성평가자료를 기반으로 석면해체 및 제거 작업시 높은 발생 빈도를 수반하는 위험요인 항목들을 도출하여 석면해체 공사 전에 중요하게 여겨야 하는 체크리스트를 제공할 수 있는 석면 해체 및 제거 작업의 위험관리항목 도출 장치 및 그 방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치에 의해 수행되는 위험관리항목 도출 방법에 있어서, 과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를 기반으로 각 사례에 대한 위험요인별 평가점수를 이진수 데이터로 코드화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성하는 단계와, 상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 상기 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류하는 단계, 및 분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위험요인들을 도출하는 단계를 포함한다.

[0010] 또한, 상기 위험관리항목 도출 방법은, 분류된 각 군집 별로 도출된 동시 출현 위험요인들을 석면해체공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 이진수 데이터 셋을 생성하는 단계는, 기 설정된 복수의 위험요인 각각을 복수의 평가 레벨에 따라 세분화하여 마련한 총 N개의 세부 평가레벨 항목 각각에 대해, 해당 사례의 위해성평가자료 내에 해당 평가레벨 항목이 언급된 경우는 1, 언급되지 않은 경우는 0을 할당하여, M개의 각 사례 별로 N개의 코드가 할당된 $M \times N$ 크기의 이진수 데이터 셋을 생성할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 분류하는 단계는, 상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터로부터 휴버트 지수또는 D 지수를 연산하여 최적 군집 개수(C)를 결정하고 스펙트럴 클러스터링(Spectral Clustering) 기법을 통해 상기 복수의 사례를 C개의 군집으로 분류할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 해당 군집 상의 동시 출현 위험요인들을 도출하는 단계는, Apriori 알고리즘을 이용하여 해당 군집 내에서 나타난 빈발 항목 집합인 동시 출현 위험요인들을 도출할 수 있다.

[0014] 그리고, 본 발명은, 과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를 기반으로 각 사례에 대한 위험요인별 평가점수를 이진수 데이터로 코드화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성하는 데이터 처리부와, 상기 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 상기 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류하는 클러스터링부, 및 분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위험요인들을 도출하는 위험요인 도출부를 포함하는 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치를 제공한다.

[0015] 또한, 상기 위험관리항목 도출 장치는, 분류된 각 군집 별로 도출된 동시 출현 위험요인들을 석면해체공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공하는 체크리스트 출력부를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 과거 석면 위해성평가자료를 기반으로 석면해체 및 제거 작업시 높은 발생 빈도를 수반하는 위험요인 항목들을 도출하여 석면해체 공사 전에 중요하게 여겨야 하는 체크리스트를 제공할 수 있다.

[0017] 이에 따라, 석면해체공사에서 체크리스트를 통한 지속적인 관리로 위험사건이 발생하기 전 예방할 수 있도록 한다.

[0018] 더 나아가, 본 발명은 석면해체공사 이외에도 위해성 평가데이터를 통해 위험발생 예측이 필요한 타 분야에도 적용하여 작업자 혹은 노무자의 안전관리를 할 수 있도록 한다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1의 장치를 이용한 위험관리항목 도출 방법을 설명하는 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예를 위한 석면해체 위해성 평가자료의 항목을 설명한 도면이다.

도 4는 사례 데이터로부터 최적 군집 개수를 선정하는 그래픽 지표를 설명한 도면이다.

도 5는 본 발명의 실시예에서 사례 데이터가 5개의 군집으로 분류된 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에서 연관 규칙 분석시 서로 연관된 itemset이 많은 경우 범위를 좁히기 위해 지지도와 신뢰도를 조정하는 도면이다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따라 분류된 군집 1의 사례 데이터들로부터 분석된 동시 출현 위해요인을 보여주는 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따라 분류된 군집 3의 사례 데이터들로부터 분석된 동시 출현 위해요인을 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0021] 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. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

[0023] 도 1에 나타난 것과 같이, 본 발명의 실시예에 따른 석면 해체 및 제거작업의 위험관리항목 도출 장치(100)는 데이터 처리부(110), 클러스터링부(120), 위해요인 도출부(130)를 포함하며, 데이터 입력부(미도시) 및 출력부(140)를 더 포함할 수 있다. 여기서 각 부(110~140)의 동작 및 각 부 간의 데이터 흐름은 제어부(미도시)에 의해 제어될 수 있다.

[0024] 데이터 처리부(110)는 과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료를 기반으로 각 사례에 대한 위해요인별 평가점수를 이진수 데이터로 코드화하여 전체 사례에 대한 이진수 데이터 셋을 생성한다.

[0025] 여기서 각 사례별 수집된 석면해체 위해성 평가자료는 데이터 입력부(미도시)를 통해 입력된 후 데이터 처리부(110)로 전달될 수 있다. 데이터 처리부(110)는 입력된 각 사례별 석면해체 위해성 평가데이터를 설정 규칙을 통하여 이진수 코드화하여 매트릭스 형태의 이진수 데이터 셋을 생성할 수 있다. 그리고, 데이터 처리부(110)는 이진수 코드화된 데이터 셋을 클러스터링부(120)로 전달할 수 있다.

[0026] 클러스터링부(120)는 각 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류한다. 여기서, 클러스터링부(120)는 사례 별 코드화된 이진수 데이터로부터 휴버트 지수 또는 D 지수를 연산하여 최적 군집 개수(C)를 결정하고 스펙트럴 클러스터링(Spectral Clustering) 기법을 통해 복수의 사례를 C개의 군집으로 분류할 수 있다. 여기서 물론 C는 최소 2 이상의 값을 가질 수 있다.

[0027] 클러스터링부(120)는 클러스터링에 의해 각 사례를 C 개의 군집으로 분류한 결과를 위해요인 도출부(130)로 전

달할 수 있다.

- [0028] 위해요인 도출부(130)는 분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들을 연관 규칙 분석 기법을 통해 분석하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출한다.
- [0029] 여기서, 위해요인 도출부(130)는 대표적인 연관 규칙 분석 기법 중 하나인 Apriori 알고리즘을 이용하여 해당 군집 내에서 나타난 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출할 수 있다. 이에 각각의 군집 별로 동시 출현 위해요인들이 도출될 수 있다.
- [0030] 이러한 각 군집 별 동시 출현 위해요인 집합의 도출 결과는 출력부(140)로 전달될 수 있다.
- [0031] 그러면, 출력부(140)는 분류된 각 군집 별로 도출된 동시 출현 위해요인들을 석면해체 공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공할 수 있다.
- [0032] 여기서, 출력부(140)는 각 군집 별 동시 출현 위해요인들을 정리한 위험 체크 리스트를 이미지, 텍스트, 그래프, 테이블 중 적어도 하나의 형태로 가공하여 네트워크 연결된 사용자 단말 또는 디스플레이 수단을 통해 제공할 수 있다.
- [0033] 이에 따라, 군집 1에 대응하여 도출된 동시 출현 위해요인 집합, 군집 2에 대응하여 도출된 동시 출현 위해요인 집합, ..., 군집 C에 대응하여 도출된 동시 출현 위해요인 집합을 위험 체크 리스트로 확인할 수 있다.
- [0034] 이러한 점으로부터, 과거 현장 수집 데이터로부터 석면 해체 공사 현장에서 주로 발생하는 문제적 요인 결합(조합)을 확인할 수 있을 뿐만 아니라, 석면 해체 공사 이전에 임의 현장에서 특정 문제적 요인 결합(조합)이 동시 검출되는 경우에 석면 해체/제거 공사의 위험도가 높음을 사전에 예상할 수 있다.
- [0035] 도 2는 도 1의 장치를 이용한 위험관리항목 도출 방법을 설명하는 도면이다.
- [0036] 먼저, 데이터 처리부(110)는 과거 복수의 사례별 수집된 석면해체 위해성평가자료 데이터를 입력받는다(S210).
- [0037] 그리고, 데이터 처리부(110)는 입력된 각 사례별 석면해체 위해성평가 데이터를 이진수 데이터로 코드화하여 이진수 데이터 셋을 생성한다(S220).
- [0038] 일반적으로 석면 위해성평가자료는 해당 건축물의 석면노출 위험도를 평가하고, 석면 해체공사의 필요성 여부를 판단하는데 사용되는 자료이다. 본 발명의 실시예에서는 "서울 열린데이터 광장"에서 제공하는 공공데이터인 "서울시 공공건축물 석면시료 정보"를 사용한다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따르면 과거의 각 현장 사례 별로 수집된 석면 위해성평가자료를 바탕으로 실제로 어떠한 위해요소들의 발생 빈도가 높은지, 그리고 공사 대상이 되는 임의 현장에서 특정의 위해요소들의 조합이 발견되었을 때 석면 해체 공사의 위험도가 높음을 예상할 수 있다.
- [0040] 도 3은 본 발명의 실시예를 위한 석면해체 위해성 평가자료의 항목을 설명한 도면이다.
- [0041] 석면 위해성 평가자료는 총 11가지 위해요인(손상상태, 비산성, 석면함유량, 진동, 기류, 누수, 유지보수형태, 유지보수빈도, 사용인원수, 구역사용빈도, 평균사용시간)에 대해 세 개의 세부 레벨(예: 없음, 중간, 높음) 또는 네 개의 세부 레벨(예: 없음, 낮음, 중간, 높음)로 점수를 평가하여 기록한 것이다.
- [0042] 각 사례 별로 구축되는 위해성 평가자료는 11가지 위해요인 별로 0, 1, 2 중 어느 하나의 점수가 부여되거나 0, 1, 2, 3 중 어느 하나의 점수가 부여된 데이터 형태를 갖는다. 각 위해요인 항목에 대한 평가점수를 통해 환산된 총점이 11점 이하인 경우에는 위해성 낮음, 12점부터 19점까지는 위해성 중간, 20점부터는 위해성 높음으로 분류될 수 있다. 여기서 본 발명의 실시예의 경우 위해성이 중간 또는 그 이상인 데이터를 대상으로 동시 출현 위해요인 분석과 위험관리항목 리스트 도출을 수행할 수 있다.
- [0043] 본 발명의 실시예에서는 11가지 위해요인 항목에 대한 세부 평가레벨에 인덱스(H1~H38)가 부여되어 있다.
- [0044] 예를 들어, '손상상태' 항목의 경우, 네 개의 평가레벨(H1~H4)로 세분화되고, '진동' 항목의 경우 세 개의 평가레벨(H13~H15)로 세분화되어 있다. 이러한 방법으로 각 사례별 위해성 평가자료에는 총 38가지의 평가레벨(H1~H38)이 존재한다. 이때 H#는 각각의 인덱스를 나타낸다.
- [0045] 이때, 해당 현장 사례에서 11가지 위해요인 항목 별로 해당 평가레벨이 언급된 경우에는 1, 언급되지 않은 경우는 0을 할당하고, 이를 각 사례 별로 통합하면, 전체 사례에 대한 매트릭스 형태의 이진수 데이터 셋이 마련될 수 있다.

- [0046] 즉, 데이터 처리부(110)는 기 설정된 복수의 위해요인(예: 11개의 위해요인) 각각을 복수의 평가 레벨에 따라 세분화하여 마련한 총 N개의 세부 평가레벨 항목(예: N=38) 각각에 대해, 해당 사례의 위해성평가자료 내에 해당 평가레벨 항목이 언급된 경우는 1, 언급되지 않은 경우는 0을 할당하여, M개(예: 1000개)의 각 사례 별로 N개의 코드가 할당된 $M \times N$ 크기의 이진수 데이터 셋을 생성할 수 있다.
- [0047] 이러한 데이터 처리 방식에 따라, 행과 열이 각각 사례와 위해요인 평가결과로 이루어진 이진수 아이템 셋이 만들어진다.
- [0048] 예를 들어, 사례 1에 대한 석면 위해성 평가자료를 분석한 결과, '손상상태'는 0점(H1에 대응), 비산성은 2점(H7에 대응), ..., 평균사용시간은 0점(H36에 대응)인 경우, 사례 1은 총 38개의 원소로 이루어지며 1과 0의 조합으로 이루어진 이진수 데이터 [1 0 0 0 0 0 1 ... 1 0 0]로 표현된다.
- [0049] 이를 전체 1000개의 사례 별로 결합하면, 총 38개의 열로 이루어지고 총 1000개의 행으로 이루어진 1000×38 크기의 매트릭스가 얻어진다. 여기서 각 행을 취하면 각 사례 별 이진수 데이터를 얻을 수 있다.
- [0050] 이와 같이, 데이터 처리부(110)는 입력된 각 사례별 석면해제 위해성 평가데이터를 설정 규칙을 통하여 이진수 코드화하여 매트릭스 형태의 이진수 데이터 셋을 생성할 수 있다.
- [0051] 다음으로, 클러스터링부(120)는 사례 별 코드화된 이진수 데이터를 기반으로 복수의 사례를 클러스터링 기법을 통해 설정 개수의 군집으로 분류한다(S230).
- [0052] 군집화를 진행하기 위하여, 우선 클러스터링부(120)는 휴버트 지수(Hubert statistic) 또는 D 지수(Dindex Value)라는 그래픽 지표를 사용하여, 사례 별 코드화된 이진수 데이터(사례 데이터)로부터 최적 군집 개수(C)를 결정할 수 있다. 아울러 클러스터링부(120)는 스펙트럴 클러스터링 기법을 통해 복수의 사례를 C개의 군집으로 분류할 수 있다.
- [0053] 도 4는 사례 데이터로부터 최적 군집 개수를 선정하는 그래픽 지표를 설명한 도면이다. 도 4의 상단 그림은 휴버트 지수, 하단 그림은 D 지수에 의한 결과를 보여준다. 각각의 지수에서 측정값의 유의한 증가에 해당하는 최고점에서의 군집 개수가 최적 군집 개수로 결정될 수 있다.
- [0054] 두 지수 모두에서 본 발명의 실시예에 따른 사례 데이터로부터 최적 군집 개수는 5개로 결정된 것을 알 수 있다. 사례 데이터의 평균제곱합(Some of square means)을 살펴보았을 때 군집이 5개를 넘어가면서 그룹 내 평균제곱이 별로 낮아지지 않는 것이 확인되고, 이는 군집 간 격차가 줄어든다는 것을 의미하므로 군집의 개수는 5개로 결정할 수 있다.
- [0055] 스펙트럴 클러스터링은 그래프 노드를 그룹화하여 동일한 클러스터의 노드 간 연결성은 최대화하고, 다른 클러스터의 노드간 연결성은 최소화하도록 하는 클러스터링 기법이다. 이에 따라 전체적인 최적 솔루션에 수렴함에 따라 데이터의 최적 군집이 생성된다. 그 방법으로는 애트리뷰트(attributes) 간 거리를 계산한 이후 대각행렬을 취하고, Laplacian 행렬을 취한다. 최종적으로는 고유벡터(eigenvectors)를 갖는 각 군집을 만든다. 스펙트럴 클러스터링 기법은 공지된 기법에 해당하므로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.
- [0056] 본 발명의 실시예에 따라 이진수로 코드화된 사례 데이터에 스펙트럴 클러스터링을 적용한 결과, 복수의 사례는 총 5가지의 군집으로 분류되었다.
- [0057] 도 5는 본 발명의 실시예에서 사례 데이터가 5개의 군집으로 분류된 결과를 예시적으로 보여주는 도면이다. 도 5는 각 사례 데이터가 총 5개의 군집(V1~V5)으로 분류된 결과를 보여준다. 각 사례 데이터는 고유 값으로 표현되어 있다. 또한 클러스터링 결과, 각 군집의 크기(데이터 개수)는 775, 137, 2558, 213, 10으로 도출되었다.
- [0058] 다음으로, 위해요인 도출부(130)는 분류된 각 군집을 대상으로 해당 군집에 속한 사례별 데이터들에 대해 연관 규칙 분석을 적용하여 해당 군집 내에서 나타나는 빈발 항목 집합인 동시 출현 위해요인들을 도출한다(S240).
- [0059] 연관 규칙 분석 기법은 데이터베이스 내에서 높은 빈도를 갖는 항목 데이터 조합(빈발 항목 집합)을 탐색하는 기법으로, 본 발명의 실시예는 대표적인 연관 규칙 분석 기법인 Apriori 알고리즘을 사용한다.
- [0060] Apriori 알고리즘은 기 공지된 기법으로, 이에 대해 간단히 설명을 하면 다음과 같다. 먼저, 하나의 위해요인만을 찾는 itemset을 생성한 후, 각 itemset의 지지도인 support(s)를 생성한다. 여기서 최소한계치를 넘지 않는 support 값을 갖는 경우, 빈도가 높은 itemset이 아닌 것으로 판정한다. 이 과정을 통해 빈도가 높은 itemset을 선별하고 해당 itemset에 위해요인을 추가한다. 이후 비어있지 않은 각 부분집합의 신뢰도인 confidence(c)를 계산하고 최소한계치를 넘지 않는 경우 신뢰도가 높은 itemset이 아닌 것으로 판정한다. 이 과정을 통해 강한

연관성을 갖는 서로 다른 위험원인간 연관성을 생성하고, lift값을 통해 판단한다.

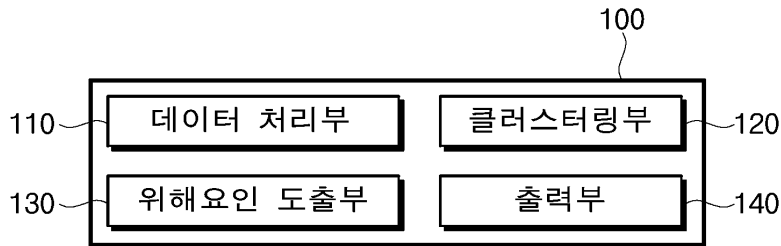
- [0061] 도 6은 본 발명의 실시예에서 연관 규칙 분석시 서로 연관된 itemset이 많은 경우 범위를 좁히기 위해 지지도와 신뢰도를 조정하는 도면이다. Support는 support가 높은 순으로 상위20개 itemset을 나열하여 minsup(최소 support값)을 설정했다. 그 결과 사례데이터를 사용한 이 모델에서는 minsup은 0.6, mincon(최소 confidence값)은 0.75로 설정하였다.
- [0062] 본 발명의 실시예에서는 이러한 Apriori 알고리즘을 통해 군집 내 요인들의 동시출현 여부를 확인한다.
- [0063] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 분류된 군집 1의 사례 데이터들로부터 분석된 동시 출현 위해요인을 보여주는 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 분류된 군집 3의 사례 데이터들로부터 분석된 동시 출현 위해요인을 보여주는 도면이다.
- [0064] 각 군집에서 분석된 동시 출현 위해요인들은 해당 군집 내에서 동시에 평가되는 빈도가 높은 항목에 해당하며, 해당 요인들이 동시 출현하는 경우 위험 발생률도 증가하는 것으로 해석 가능하다.
- [0065] 도 7에서 군집 1의 사례 데이터의 경우 구역의 사용빈도-주 3회이상(H35), 유지보수형태-보통교란(H24), 유지보수빈도-1년에 1회(H27)이 동시 출현 위해요인으로 분석되었고, 도 8에서 군집 3의 사례 데이터의 경우 손상상태-작은상태(H21), 유지보수빈도-1년에 1회(H27)이 동시 출현 위해요인으로 분석되었다.
- [0066] 위와 같은 동시 출현 위해요인들은 다른 위해요인보다 동시에 나타날 확률이 높으며, 따라서 석면함유건축물 유지관리시 해당 위험요인을 우선적으로 고려할 필요가 있다. 예를 들어, 구역의 사용빈도가 주 3회 이상, 유지보수형태가 보통교란일 경우, 유지보수빈도가 1년에 1회일 경우가 동시에 나타나면 위험 상황이 발생할 확률이 증가하며, 손상상태가 작은손상일 경우, 유지보수빈도가 1년 1회일 경우 위험상황이 발생할 확률이 증가한다.
- [0067] 출력부(140)는 이와 같이 각 군집 별로 분석된 동시출현 위해요인들을 석면해체공사를 위한 위험 체크 리스트로 리스트화하여 제공할 수 있다(S250).
- [0068] 이상과 같이 본 발명에 따르면, 과거 석면 위해성평가자료를 기반으로 석면해체 및 제거 작업시 높은 발생 빈도를 수반하는 위험요인 항목들을 도출하여 석면해체 공사 전에 중요하게 여겨야 하는 체크리스트를 제공할 수 있다.
- [0069] 이에 따라, 석면해체공사에서 체크리스트를 통한 지속적인 관리로 위험사건이 발생하기 전 예방할 수 있도록 한다.
- [0070] 더 나아가, 본 발명은 석면해체공사 이외에도 위해성 평가데이터를 통해 위험발생 예측이 필요한 타 분야에도 적용하여 작업자 혹은 노무자의 안전관리를 할 수 있도록 한다.
- [0071] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

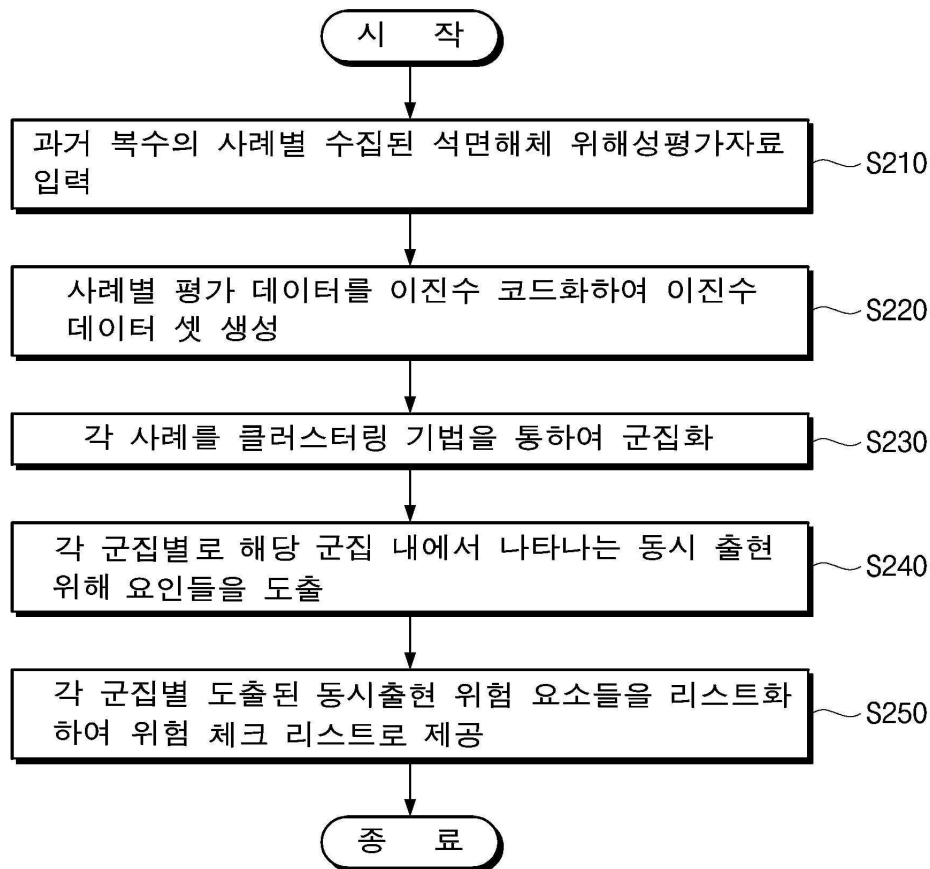
- [0072] 100: 위험관리항목 도출 장치 110: 데이터 처리부
- 120: 클러스터링부 130: 위해요인 도출부
- 140: 출력부

도면

도면1



도면2

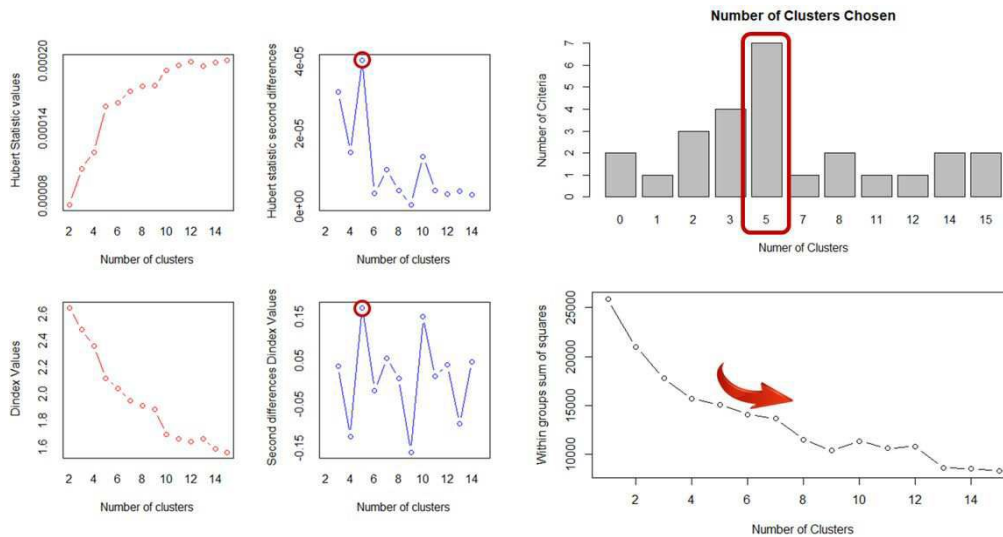


도면3

항목	평가	점수	요인
손상상태	손상없음	0	H1
손상상태	작은손상	1	H2
손상상태	부분손상	2	H3
손상상태	심한손상	3	H4
비산성	없음	0	H5
비산성	낮음	1	H6
비산성	중간	2	H7
비산성	높음	3	H8
석면함유량	없음	0	H9
석면함유량	20% 미만	1	H10
석면함유량	20% 이상 40% 미만	2	H11
석면함유량	40% 이상	3	H12
진동	없음	0	H13
진동	중간	1	H14
진동	높음	2	H15
기류	없음	0	H16
기류	중간	1	H17
기류	높음	2	H18
누수	없음	0	H19

누수	중간	1	H20
누수	높음	2	H21
유지보수형태	없음	0	H22
유지보수형태	낮은 교란	1	H23
유지보수형태	보통교란	2	H24
유지보수형태	높은교란	3	H25
유지보수빈도	없음	0	H26
유지보수빈도	1년에 1회	1	H27
유지보수빈도	한달에 1회 이하	2	H28
유지보수빈도	한달에 1회 초과	3	H29
사용인원수	없음	0	H30
사용인원수	10인 미만	1	H31
사용인원수	10인 이상	2	H32
구역의 사용빈도	부정기적	0	H33
구역의 사용빈도	주 3회 미만	1	H34
구역의 사용빈도	주 3회 이상	2	H35
평균 사용시간	1시간 이하	0	H36
평균 사용시간	1시간 이하 4시간 미만	1	H37
평균 사용시간	4시간 이상	2	H38

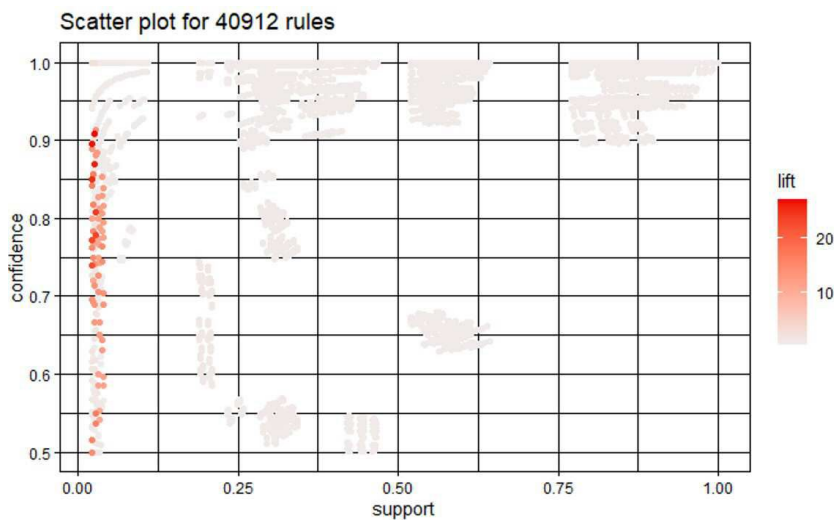
도면4



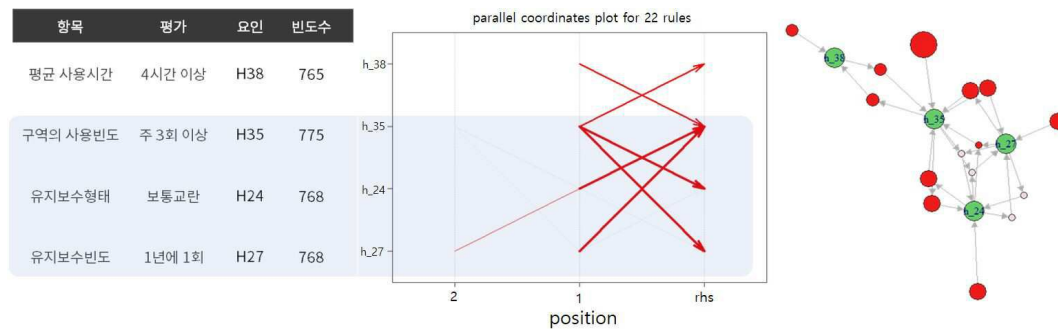
도면5

	V1	V2	V3	V4	V5
1	-8.828259e-03	-4.095559e-05	-8.851068e-08	2.165041e-07	0.0159486615
2	-2.604079e-02	-1.178202e-04	-2.546257e-07	6.228345e-07	0.0458807875
3	-3.817971e-03	-3.315057e-05	-7.164295e-08	1.752443e-07	0.0129092807
4	-5.463132e-03	-3.135730e-05	-6.776745e-08	1.657645e-07	0.0122109570
5	-4.549131e-03	-4.024326e-05	-8.697125e-08	2.127385e-07	0.0156712724
6	-5.461627e-03	-3.725802e-05	-8.051973e-08	1.969576e-07	0.0145067789
7	-3.955551e-03	-2.945505e-05	-6.365643e-08	1.557086e-07	0.0114701969
8	-3.957101e-03	-2.945505e-05	-6.365643e-08	1.557086e-07	0.0114701969
9	-4.227175e-03	-3.315057e-05	-7.164295e-08	1.752443e-07	0.0129092807
10	-5.640071e-03	-3.401177e-05	-7.350412e-08	1.797968e-07	0.0132446425
11	-2.482563e-03	-3.951810e-05	-8.540407e-08	2.089050e-07	0.0153888543
12	-9.017020e-03	-7.830097e-05	-1.692192e-07	4.139234e-07	0.0504914568
13	-5.717480e-03	-2.742116e-05	-5.926092e-08	1.468551e-07	0.0122109570
14	-4.616790e-03	-3.647356e-05	-7.682439e-08	1.868551e-07	0.0122109570
15	-5.916119e-03	-2.945505e-05	-6.365643e-08	1.557086e-07	0.0114701969
16	-6.993664e-03	-7.793075e-05	-1.692192e-07	4.139234e-07	0.0504914568
17	-2.566566e-03	-3.401177e-05	-7.350412e-08	1.797968e-07	0.0132446425

도면6



도면7



도면8

