

데이터마이닝 기반 승강기 안전 관리 서비스 시스템 설계

김 윤 용*

The Design of Elevator Safety Management Service System based on Data Mining

Woon-Yong Kim*

요 약

IT융합과 같이 실세계 시스템과 연동되는 컴퓨팅환경의 발전과 더불어 시스템의 물리적 오류에 대한 분석 및 이를 활용한 예측 시스템의 요구가 점차 증가되고 있다. 이러한 물리적 오류는 자연적 현상 및 기계적 오류들과 밀접하게 연관되어지며 다양한 요소들에 의해 예측이 어렵다. 특히 승강기 시스템은 기기의 복잡성 때문에 다양한 문제를 발생 시키며 이들에 대한 효율적인 접근이 필요하다. 이에 본 논문에서는 승강기 시스템에서 이러한 기계적 오류 및 자연적 현상에서 발생 가능한 인자를 수집하고 이들의 분석을 통해 오류 발생을 예측할 수 있도록 데이터마이닝을 적용한 분석 관리 서비스 시스템을 제시하고자한다. 이를 통해 승강기에서 발생하는 오류를 미리 발견하고 경보해 줌으로써 만약의 사태에 대한 초기대응 및 인명구조에 적극적으로 대처할 수 있을 것이다.

ABSTRACT

The demands of analysis for the physical errors of systems and prediction system using this has increased steadily with computing environment growth linking real system just like IT Convergence. The physical errors are unpredictable because of relations of various elements such as natural phenomenon and mechanical errors. Especially, the elevator system occurs various problems because of the complexity of system so that we need to efficient approach for this. In this paper, we propose the analysis and management system for elevator based on data mining that predict the error to gather information about physical or natural phenomenon. This helps actively responding in early stage and saving lives through prediction of error and an early warning for just such an eventuality.

Key Words : Data Mining, Safety Management; IT Convergence; Elevator System;

* 교신저자 강원도립대학 디지털콘텐츠과 교수(wykim@gw.ac.kr)

접수일자 : 2010년 11월 7일, 수정일자 : 2010년 11월 30일, 심사완료일자 : 2010년 12월 10일

I. 서론

최근 기계, 전기, 전자, 의료 등 전통산업과 IT가 융합하는 모델이 점점 증가되고 있으며 이들의 효율적인 접근과 관리를 위한 모델들이 요구되고 있다. 이러한 기계 전자적인 시스템과 소프트웨어적인 결합은 소프트웨어적인 오류보다는 기계적 외부 요인에 의해 발생하는 상황들이 존재하며 이들을 위한 효율적인 접근과 분석 방법이 요구된다. 그러나 물리적인 오류는 그 원인을 분석하고 밝혀내는 것이 쉽지 않기 때문에 오류의 패턴을 인식하고 적절하게 대처할 수 있는 수단이 필요하다.

특히 승강기 안전사고는 2004년 25건 2005년 45건, 2006년 90건 2008년 153건등 최근 5년간 407건으로 사고 발생이 해마다 증가되고 있다. 사고 발생 원인으로 254건의 이용자 과실 및 관리 및 보수 부실 제조 불량 등으로 인한 사고가 발생되고 있다. 따라서 효율적인 오류발생에 대한 대처 방법 및 비상시 대처 기능의 수행이 필요하다.

기존의 승강기 시스템은 오류 발생 원인을 기계 전자적인 차원에서 발생시키고는 있으나 발생 원인에 대한 대처는 승강기 관리자의 능력에 의존하고 있다. 그러나 승강기 시스템 차원에서 발생하는 오류 및 물리적인 상태의 변화는 유사성을 이루고 있으며 이들 데이터의 수집을 통해 발생한 오류들의 유사성 및 연관성 그리고 패턴을 기반으로 오류가능성을 예측할 수 있도록 데이터마이닝 기법을 이용한다.

데이터 마이닝(Data Mining)은 발생한 데이터 정보로부터 함축되거나 암시하고 있는 정보를 추출하는 기법으로 기존 단순 검색을 통해 얻어 내지 못하는 정보를 찾아 낼 수 있으며 연구되는 기법으로 일반화(Generalization) 연관

규칙(Association Rules), 분류(Classification), 클러스터링(Clustering)등 다양하게 존재한다 [1].

본 논문에서는 이러한 데이터 마이닝 기법을 이용하여 기존의 발생된 오류들을 분석하고 연관관계를 통해 오류 발생 가능성을 예측하여 미연에 예방할 수 있는 시스템을 구축하고자한다. 또한 비상 상황에 대한 빠른 대처를 위한 유무선 환경의 서비스 모델을 제시함으로써 보다 안정적인 승강기 유지 관리를 위한 서비스를 제공하고자한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기존 승강기 시스템 및 데이터 마이닝 기법에 대한 연구들을 보이고 3장에서 승강기 시스템에 적용되는 데이터 마이닝 기법에 대해 다룬다. 4절에서 데이터 마이닝 기법을 포함한 승강기 안전 관리 서비스 통합 모델 및 특징을 제시한다. 5장에서 결론 및 향후 연구에 대해 다룬다.

II. 관련 연구

2장에서는 승강기 시스템의 구조 및 발생 가능한 오류 등을 분석하고 데이터마이닝 및 모니터링 기술에 대해 살펴본다.

2.1 승강기 시스템 및 발생 오류

승강기 시스템은 제어반을 통해 운영을 제어하고 있으며 주요 발생하는 오류들은 이용자 과실, 관리 및 보수 부실, 제조 불량 및 노후 등으로 인한 문제들을 들 수 있다. 이러한 승강기 시스템 구성 요소는 전동기, 전자 브레이크, 트랙션 머신, 제어장치, 조속기, 자동 착상 장치, 완충기, 카, 전동 문 닫힘 장치, 균형추 등 다양한 기계 전자적인 요소들을 포함하

고 있으며 이들은 제어장치를 통해 승강기 시스템을 제어한다. 승강기 내부의 제어장치간의 통신은 현재 CAN(Controller Area Network) 통신을 주로 사용하고 있으며 카 내부와 홀을 통해 데이터정보를 주고받는다[2]. 개괄적인 승강기 구성요소들은 그림 1과 같다.



그림 1. 승강기 시스템 구성 요소
Fig. 1. The Elements of Elevator System

승강기는 그림 1에서 보여주는 것처럼 매우 다양한 장치들이 복잡하게 구성되어 있으며 이들 구성 요소들 간의 상태 정보는 CAN통신을 통해 제어반에 전달된다. 전달되는 정보는 승강기 이동, 문 열림/닫힘, 비상 정보, 카 호출 정보와 같은 기본적인 운행정보를 포함하여 다양한 시스템상의 오류 및 상태정보를 전달한다. 이러한 정보들은 운행에 심각한 문제를 포함하는 정보와 운행에 지장은 없으나 보수가 필요한 정보 기타 사용자 오류를 통해 발생하는 오류 등 다양하게 구성된다. 현재까지 이러한 정보들은 단지 수집된 자료들을 바

탕으로 문제점을 도출하고 활용하는 데이터로써의 역할만을 수행하고 있다. 그러나 이들 오류들은 서로간의 밀접한 연관관계를 가지며 기존의 유지 보수 과정에서 발생한 다양한 노하우와 연결할 때 더 효율적인 오류 예측 및 관리를 제공할 수 있을 것이다. 본 논문에서는 이러한 정보의 활용 및 분석을 위해 데이터마이닝 기법을 이용한다.

2.2 데이터 마이닝 및 모니터링

데이터 마이닝은 과거 발생한 데이터를 이용해 패턴을 분석하고 새로운 데이터 발생 시 상관관계를 발견함으로써, 의미 있는 정보를 추출하기 위한 방법으로 활용된다[3]. 데이터 마이닝기법으로 분류, 군집합, 연관규칙을 통한 알고리즘들이 있다. 분류 기법으로 C4.5알고리즘[4]은 ID3 알고리즘에서 표현할 수 없는 수치적 데이터를 표현할 수 있도록 확장하고 있으며 트리형태의 결과를 만든다. 군집화를 위한 알고리즘으로 EM/K-means알고리즘[5]은 통계적 기법을 사용하며 클러스터에 포함된 레코드들에 대한 빈도수를 속성별로 나타낼 수 있다. 마지막을 연관규칙의 대표적인 알고리즘으로 Apriori[6]는 생성된 연관규칙이 전체 항목에서 차지하는 비율을 말하는 지지도와 연관규칙의 강도를 이용하여 전체 부를 만족하는 항목이 결론 부까지 만족하는 비율을 통해 신뢰도를 바탕으로 연관규칙을 추출하는데 활용된다. 본 논문에서는 기존 데이터를 바탕으로 연관 규칙 탐사 방법을 통해 지지도(support)와 신뢰도(confidence)라는 통계적 척도를 적절하게 이용하여 데이터 사이의 연관성을 발견한다[7].

모니터링은 시스템이 동작하는 과정에서 시스템간의 유효성을 위반 여부를 감시하며, 데

이터마이닝을 분석과정을 통해 얻은 상황 정보를 바탕으로 시스템의 유효한 동작을 지지하거나 해당 담당자에 전달하는 역할을 수행한다. 본 논문에서는 기존 데이터 분석을 통해 얻은 데이터 마이닝 결과를 담당자에 신속히 전달하여 사고를 사전에 대처할 수 있는 구조를 제시할 뿐만 아니라 사고 발생 시 상황정보를 정확히 인식하며 대처 방안을 도출할 수 있도록 구성한다. 또한 유무선 통합 환경으로 모니터링 시스템을 구축함으로써 보다 신속한 상황제어를 할 수 있는 모델을 구성한다.

III. 승강기 안전관리를 위한 데이터마이닝 기법

승강기 안전관리 및 오류 분석을 위한 데이터마이닝 기법으로 연관규칙을 통한 분석방법을 이용한다. 이러한 연관규칙은 승강기에서 발생하는 다양한 사건유형들 간의 관계를 통해 연관 규칙의 지지도(support)와 신뢰도(confidence)를 발견하는데 있다.

3.1 연관규칙의 지지도 및 신뢰도

연관 규칙을 찾는 과정은 먼저 전체 데이터에서 후보 아이템항목 집합을 검색하고, 이 후보 아이템 항목 집합으로부터 미리 제시된 최소 지지도 값을 넘는 빈발 항목 집합을 검색한다. 이렇게 검색된 아이템 집합으로부터 최소 신뢰도 값을 넘는 연관 규칙을 찾아낸다. 지지도(support)는 다음 같은 수식으로 표현된다.

$$S(Ex) = \frac{|Ex \cap Ey|}{|n|} \quad (1)$$

S : 지지도, Ex, Ey : 사건 중 아이템
 n : 전체 트랜잭션의 수

지지도(S)는 전체 사건 중에서 특정 아이템 Ex 와 다른 아이템 Ey 가 동시에 포함하는 사건의 값으로 표현된다. 또한 신뢰도를 나타내는 수식은 다음과 같다.

$$C(Ex \rightarrow Ey) = \frac{|Ex \cap Ey|}{|Ex|} \quad (2)$$

C : 신뢰도, Ex, Ey : 사건 중 특정 아이템

신뢰도(C)는 특정 아이템 Ex 을 포함하는 사건 중 Ey 가 포함된 사건이 어느 정도인가를 평가한다.

3.2 데이터 분석 항목

승강기 시스템의 오류 분석을 위한 분석 항목들은 다음과 같은 경우를 대상으로 고려한다.

승강기 시스템에서 발생 가능한 데이터 분석항목은 표1에서 보여 주는 것처럼 다양한 오류를 발생시키며 이들은 서로 밀접한 연관 관계를 형성할 수 있다. 승강기 유지보수 과정에서 발생한 데이터는 승강기 기준으로 데이터베이스에 저장되며 이후 발생한 데이터들은 다른 승강기에서 발생되고 유지 보수한 데이터베이스 정보들과 함께 분석되어 향후 발생 가능한 오류를 예측하고 비상상황에 따른 대처 방법을 얻을 수 있다.

표 1. 데이터 분석 항목
Fig. 1. The Elements of Data Analysis

항목명	상 세 설 명
A1	설치년수
A2	정원수
A3	화물/인승
B1	인버터오류
B2	인버터 통신오류
B3	긴급상황에 따른 비상호출
B4	엘리베이터 미끄럼으로 인한 LU,LD신호 오류
B5	Up Limit Switch신호 입력
B6	시간안에 다른 층 도달 못함
B7	Hole Door로부터 스위치 입력 신호 없음
B8	자동 운행 중 HOLE DOOR 입력 없음
B9	Leveling이 정상 동작하지 않음
B10	ENCODER PULSE 값이 안 들어옴
B11	최고 SPEED 틀림
B12	SPEED PORT 설정 오류
B13	SPEED 설정 오류
B14	감속거리가 없거나 잘못됨
B15	엘리베이터 층 잘못 인식
B16	브레이크 마그네트 에러
B17	브레이크 에러
B18	충고추정 에러
B19	화재/침수
B20	OPEN/CLOSE END 신호 오류
...	...

IV. 데이터마이닝 기반 승강기 안전관리 시스템 모델

데이터 마이닝 기반 승강기 안전 관리를 위한 시스템 모델을 위한 구조는 그림 2와 같다.



그림 2. 승강기 안전 관리 시스템
Fig. 2. The Elevator Safety Management System

승강기 안전관리 서비스 제공을 위한 시스템 구조는 그림 2와 같이 승강기 시스템 부와 모니터링 및 데이터 마이닝 서버 부 그리고 승강기 상태의 정보 확인 및 원격 제어를 위한 스마트폰 부로 구성된다. 먼저 승강기 시스템 부는 기존 승강기시스템에 정보 수집기를 추가하여 승강기에서 발생하는 오류 및 운행 정보 사항을 실시간으로 모니터링 서버에 전달한다. 모니터링 서버는 해당 승강기에 해당하는 상태 정보를 데이터마이닝 서버에 전달하고 전달된 데이터를 바탕으로 기존 데이터와의 연관관계를 도출한다. 도출된 결과를 바탕으로 위급상황인지 점검 대상인지 등의 분석결과를 무선 통신을 통해 스마트폰에 전달한다. 스마트폰 부에서는 데이터 마이닝을 통해 분석된 정보를 바탕으로 해당 승강기의 상태를 점검하고 필요한 대처 활동을 수행한다. 각각의 부분별 동작 과정은 다음과 같다.

4.1 승강기 안전관리 대처 흐름

승강기 안전관리를 위한 대처 흐름은 승강기 시스템과 모니터링 데이터 마이닝 서버 그리고 승강기 원격제어를 위한 스마트폰 간의 유기적인 활동을 통해 구성된다. 이들 승강기 안전관리에 적용되는 시스템간의 관계 및 흐름

름 도는 그림 3과 같다.

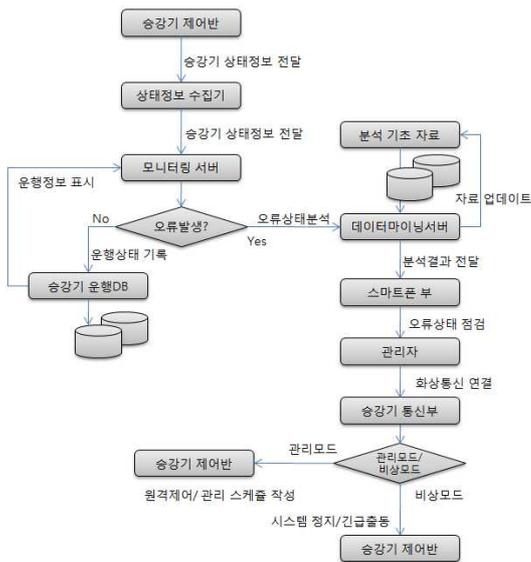


그림 3. 승강기 안전 관리 대처 흐름
Fig. 3. The Flow for Elevator Safety Management System

승강기 안전 관리 대처 흐름은 먼저 승강기 제어반에서 발생하는 운행 및 오류 신호를 상태 정보 수집기를 통해 수집한 후 승강기 상태 정보를 모니터링 서버에 전달한다. 전달된 상태 정보는 모니터링 서버를 통해 오류 여부를 판단하고 정상적인 상태 정보는 승강기 운행 DB에 기록 후 모니터링 서버를 통해 운행 정보를 표시한다. 만약 오류가 발생할 경우 오류 상태 정보를 데이터마이닝 서버에 전달하여 오류 상태 정보를 분석한다. 기존 분석 기초 자료를 기반으로 기존에 발생된 오류 정보 및 연관 성을 바탕으로 추가적인 오류의 예측 그리고 상황 정보를 대처할 수 있는 정보 등을 판단하여 분석결과를 스마트폰 부에 전달한다. 스마트폰 부에서 관리자는 오류 상태 정보를 점검 한 후 화상 통신을 통해 승강기 내부의 상태를 점검한다. 이때 내부 승객이 존재 시 승객에게 현재 상황 정보를 알리고 조

치 여부를 판단한다. 이때 승강기 시스템의 오류가 관리를 요하지만 긴급한 점검 대상이 아닐 경우 관리 모드 환경에서 스마트폰을 기반으로 원격제어를 실시하여 정상적인 운영을 할 수 있도록 한다. 만약 심각한 오류 및 비상 상황일 경우에는 시스템정지 및 안전 상태를 확인 후 긴급 출동을 통해 문제를 해결한다.

4.2 승강기 안전관리를 위한 데이터마이닝 구조

승강기 운행 및 오류 정보 분석을 위한 데이터마이닝 서버 시스템은 그림 4와 같다.

승강기의 데이터마이닝 분석 시스템은 연관 규칙 및 클러스터링 알고리즘으로부터 연관규칙을 생성하고 승강기 오류 분석에 대한 마이닝 결과를 도출한다. 자료들은 승강기 운행 정보와 승강기 오류 분석 정보를 이용해 분석되며 분석 기준 정보를 바탕으로 해석된다. 마이닝 결과는 알고리즘을 통해 생성된 모델이며 그 결과는 다시 승강기 오류 분석 정보에 추가되어 이후 발생될 사건에 대한 추가 정보로 활용될 수 있다. 또한 이 분석된 데이터마이닝 결과는 분석 자료와 함께 스마트폰 부에 전달되며 전달된 결과를 바탕으로 관리자는 해당 정보를 바탕으로 보다 효율적인 승강기 안전관리 서비스 및 비상 상황에 신속하게 대처할 수 있다.

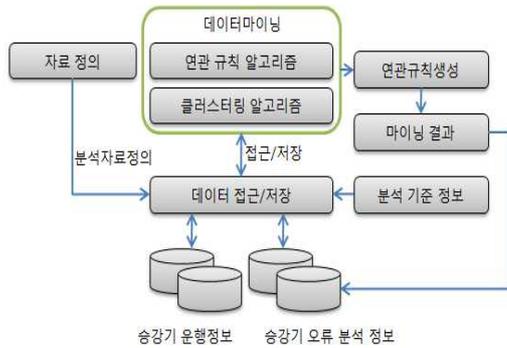


그림 4. 승강기 데이터마이닝 시스템
Fig. 3. The System of Elevator Data Mining

V. 결론

승강기 산업은 초고층화 및 복잡화 그리고 사용자 환경의 변화에 따라 다양한 변화를 추구하고 있으며 그 수요 역시 폭발적으로 증가하고 있다. 그러나 이러한 변화에도 불구하고 승강기의 안전사고는 지속적으로 증가하고 있으며 보다 효율적인 안전사고 대처 방법이 필요하다. 이에 본 논문에서는 승강기 시스템을 대상으로 모니터링을 위한 통합 환경을 제시하고 실시간 데이터 수집을 통해 시스템에서 발생 가능한 오류 및 상태 정보를 데이터 마이닝 함으로써, 데이터 오류의 가능성을 확인하고 보다 효과적인 접근 제어를 통해 안전한 엘리베이터 시스템에 필요한 제어 방법에 대해 제시하였다. 승강기는 다양한 부품들의 조합으로 구성되어 있으며 이들 부품들은 오류는 심각한 재난을 발생시킬 수 있는 요인을 가지고 있다. 또한 유지 보수 입장에서 오류 발생 원인들은 일정한 패턴을 유지하고 있으며 이들의 분석과 활용은 승강기 안전에 유용하게 활용될 수 있다. 기존의 데이터 입장에서 분석에서 원인과 연관성을 고려한 접근방식은 승강기 유지보수 측면에서 보다 적극적인 대처를 수행할 수 있으며 더불어 유지보수

비용을 효과적으로 절감할 수 있는 기회를 제공할 것이다.

참고 문헌

- [1] M.S. Chen, J. Han, and P.S Yu, "Data Mining : An Overview from a Database Perspective" IEEE Transaction on Knowledge and Data Engineering, 1997.
- [2] 김주찬, "CAN통신으로 구현한 승강기 제어시스템", 한국승강기공학회, 추계학술발표논문집, 2006
- [3] P.Tan, M. Steninbach and V. Kumar. "Introduction to Data Mining", Pearson Addison-Wesley, 2006
- [4] Frank, E. and I. Witten, "Generation accurate rule sets without global optimization." Proc Fifteenth International Conference on Machine Learning, Madison, 1998
- [5] Alfred O. Hero and Jeffrey A. Fessler, "Convergence in norm for alternation expectation-maximization type algorithms " The University of Michigan, Statistica 5, 1995
- [6] R. Agrawal and R. Srikant, "Fast Algorithm for Mining Association Rules in Large Databases," Proceeding of the 20th International Conference on Very Large Databases, 1994
- [7] 박종소, 유원경, 홍기형, "연관규칙 심사와 그 응용" 정보과학회지, 제16권, 1998
- [8] 장봉원, 이동욱, 김재훈, 조위덕, "유비쿼터스 모니터링 시스템에서의 연관분석을 활용한 다중 상황 적응적 데이터 감시 전략", 2008 한국 컴퓨터 종합 학술대회 논문집 Vol.35, No.1(B), 2008
- [9] J. Yoon, V. Raghavan, and V. Chakilam, "Bit:Cube: Clustering and Statistical Analysis for XML Documents" 13th International Conference on Scientific and Statistical Database Management, July, 2001

저자약력

김 운 용(Woon-Yong Kim) 정회원



1999년 2월 : 광운대학교
전자계산학과 (이학석사)
2003년 2월 : 광운대학교
컴퓨터과학과 (공학박사)
2006년 3월~현재 : 강원도립
대학 디지털콘텐츠과 교수

<관심분야> OOP, 분산 컴퓨팅, 웹2.0,
웹서비스, 임베디드 소프트웨어