

## PLC를 이용한 RMQC 모니터링 기법

김영호\*, 정동호\*\*, 배종일\*\*\*, 이동철\*\*\*  
 부경대학교 대학원\*, 상협개발\*\*, 부경대학교 전기공학과\*\*\*

### RMQC Monitoring Method via PLC

Y.H. Kim\*, D.J. Jung\*\*, J.I. Bae\*\*\*, D.C Lee\*\*\*,  
 Pukyong National University, Graduate School\*,  
 Sam Hyup Development Co.LTD.\*\*

Pukyong National University, Department of Electrical Engineering\*\*\*

**Abstract** - This paper is aimed to handle quick work for all the workers and to improve the productivity by adding more effective content in Crane Monitoring System.

The contributing proportion of the increase of port productivity is more increasing concerning not only the port industry, but also all the informations of container crane which is the representative equipment by the rapid increase of the volume of freight of port. The basic of rapid service is the improvement of the productivity, the information of operation as to the productivity of crane for the quick handling within yard and especially the informations of breakdown and to handle breakdown as soon as possible has a great effect on the increase of productivity.

시스템으로 표현하였다. 그림 1은 모니터링 시스템의 하드웨어 구성도를 나타내었다.

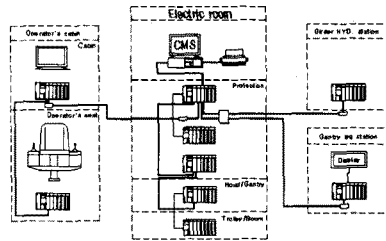


그림 1 시스템 구성

Fig. 1 The schematic diagram of system

## 1. 서 론

RMQC는 항만하역에서 필수적인 장비가 된지는 오래 전의 일이다. 크레인의 모니터링은 크레인 자체의 고장, 운전 상태를 나타내기 위한 내용이 많은 부분을 차지하고 있다. 빠른 동작을 요구하는 크레인 개발에 따라서 PLC라는 산업용 컴퓨터와 프로그램의 등장으로 크레인 뿐만이 아니라 모든 자동화 부분에서 PLC의 역할은 매우 중요한 부분을 차지하게 되었고 모니터링 역시 PLC의 정보를 응용하게 되었다. PLC에서의 정보는 매우 빠른 스캔 타임(Scan time)에 의해 만들어져야 하고 동작 상태에 가깝게 모니터링 되어야 한다.

이와 같은 시스템은 운전현황과 고속연산이 가능한 산업용 컴퓨터와 판독을 용이하게 하기 위하여 운전실, 전기실, 동작별 제어반에 핵심 제어기인 PLC(Programmable Logic Controller)와 디지털 드라이브 등과 정보를 주고받기 위하여 통신장비 등의 하드웨어로 구성되어 있다.

운전자에 의한 운전사항의 모든 자료들을 수집·저장하여 분석을 통하여 운전요원이나 관리요원이나 업무 효율을 높이고 주요 부품의 사용 시간을 기록·저장하여 필요한 유지보수 정보를 쉽게 얻을 수 있다.

## 2. 시스템 구성

시스템은 운전 및 정비 그리고 생산보고서와 기록을 운영요원에게 제공되도록 해야하고, 기타 관리적인 측면에서 모든 기능을 통합하고 제어장치, 데이터 저장·처리, 그래픽 디스플레이, 경보, 고장 등의 통신이 원활하게 이루어지도록 구성해야 한다. PLC를 이용한 제어시스템을 살펴보면 단독, 집중, 분산, 계층 시스템 등으로 나눌 수 있으며, 본 연구에는 계층시

## 3. 모니터링

RMQC 시스템 구성에서 PLC와 속도제어기는 상호 간에 정·부 루프를 통하여 통신하고 있으며, 전기실의 Main PLC로 데이터를 전송하여 운전실 및 전기실 컴퓨터로 정보를 전송한다.

PLC의 데이터 인식방식을 살펴보면 PLC의 CPU가 데이터를 연산하는 로직(Logic)의 영역에서는 on과 off 두 가지의 형태만 존재한다. 이와같이 on과 off로 표현된 수식을 BIN로 나타낸다.

프로그램 작성과 연산결과와의 모니터를 BIN 또는 BCD만으로 실행하면 매우 번거롭기 때문에 주변기기로 2진수를 10진수로 또는 반대로 변환기능 등을 갖게 하여 0과 1의 Bit Pattern을 해석하기 쉽게 DEC또는 HEX로 하는 것이 바람직하다. 모니터링은 PLC에서의 데이터를 전송을 받아 사용하려면 PLC내부 프로그램은 많은 스텝이 있다. 이 스텝은 주어진 시간 안에서 끊임 없이 스캔을 해야 하므로 BIN로 표현하면 PLC내부 스캔 타임이 떨어지기 때문에 크레인을 동작하는 응답특성이 저하되는 결과를 초래한다.

그러므로 가능한 워드(Word)단위로 목서 동작별 상태로 표현하는 것이 바람직하다.

데이터 전송 방식의 문제로 인해서 데이터 전송후 디스플레이에서 발생하는 오류를 발생시키지 말아야 한다.

식(1)은 BIN에서 DEC로의 변환 과정을 표현한 것이다.

$$BIN = b^n + b^{n-1} + b^{n-2} + \dots + b^0 = DEC \quad (1)$$

10진법으로 표현하기 위한 식은 다음과 같다.

$$N = (a_n \dots a_3 a_2 a_1 a_0, a_{-1} a_{-2} a_{-3} \dots a_{-m})_{10} \quad (2)$$

- r : 수의 진수(radix)
- $a_n$  : 최상위 유효 디지털
- $a_1 a_0 a_{-1}$  : 디지털
- $a_{-m}$  : 최하위 유효 디지털

식(2)는 다음과 같이 정리된다.

$$N = \sum_{i=-m}^n a_i r^i \quad (3)$$

동작에 필요한 각종 BIN신호를 PLC내부 데이터 명령어에 의해 동작별 원인을 분석할 수 있도록 한다. 그리고, 계자전류, 전압 등과 같은 데이터들은 A/D 또는 D/A 변환기로 정보를 받아서 처리하고 있다.

본 연구에서는 다음과 같은 정보를 제공하고 있으며, 운전, 정비, 그리고 관리적인 측면에서 장비에 대한 모든 정보를 제공받을 수 있다.

정비, 고장, 경보, 생산성, 운전 상황에 대한 정보가 나타내어야 하며, 그 외 통신상태, 보조설비에 대한 것들이 정보로 나타내어야 한다.

### 3.1 운전 동작 정보

크레인 동작에 따른 분류에서 리미트 스위치(Limit switch)와 구동부와 관련된 사항을 표현 한다. 특히 운전 에 영향을 주는 브레이크, 속도제어기, 전동기의 속도 피드백(Feedback)용 TG(Tacho Generator)과 위치검출을 하는 엔코더(Encoder) 등의 정보는 정상상태를 유지해야 한다. 그러므로 각 모드상의 상태를 표시하여 이상유무를 확인할 수 있으며, 구동부의 동작값, 위치, 전동기의 운전상황을 실시간 그래프와 도표로 표현하고 속도제어에 관련하여 전기자 및 계자전류와 전압의 변화를 나타낸다. 그림 2는 수직운동의 예이다.

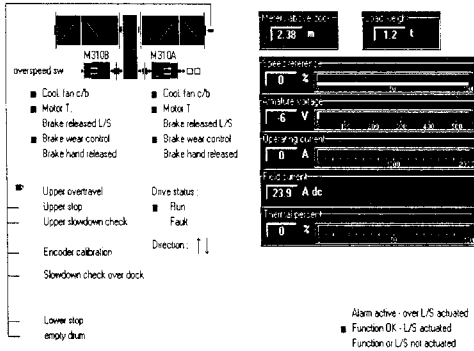


그림 2 수직운동 정보

Fig. 2 The information of horizontal

### 3.2 경보 및 고장

그림 3은 고장이 발생하는 시간을 차례대로 수집·관리하여 자료로 저장하며, 운전자의 확인과 정상회복시까지 화면상의 도표에 이를 유지하고, 각 고장은 시간, 상태, 발생부분 및 내용 등의 자료를 가지며 고장에 취해진 조치에 따라 색깔(적, 황, 청 등)을 달리하여 쉽게 구분이 될 수 있도록 하였다. 운영요원에게 도움을 줄 수 있도록 출력이 가능하며 기록 저장도 되는 것이 특징이며, 최단시간 수리완료가 되기 위한 정보가 필요하다.

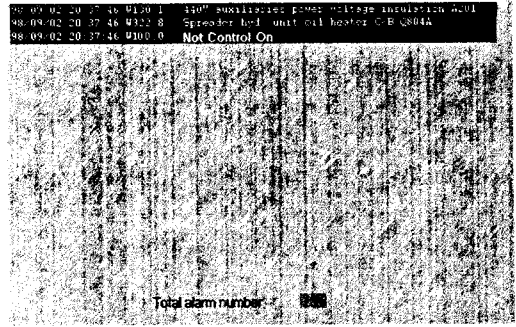


그림 3 고장 정보

Fig. 3 The information of fault

## 4. 시뮬레이션

모니터링 상에서 어떤 형태의 내용을 표현하기 위해서 PLC의 각 영역 안에서 스캔 타임에 의해 프로그램이 유지 또는 운영 등이 이루어지고 있다. 스캔 타임은 보통 20(m sec)에서 50(m sec) 정도로 한다. 데이터 표현에 있어서 워드값은 매우 중요하다.

$$N = 2^{16} = 65536 (-32768 \sim +32767)$$

$$N = 2^{32} = 4294967296 (-2147483648 \sim +2147483647)$$

PLC운전에서 연산 시간을 줄이기 위해서 사용 되는 상수도 마찬가지이다.

어떠한 운전상황에서 발생한 메시지는 내부 프로그램에서 PLC 동작 프로그램에서 먼저 정상운전에 필요한 조건들을 확인하는 과정에서 나타난다. 그림 4는 어떤 내부회로의 주행동작을 실행하기 위한 프로그램이다.

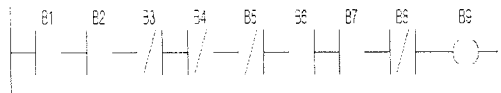


그림 4 PLC 내부 동작 프로그램

Fig. 4 The PLC internal operating program

그림 4는 어떤 동작을 수행하기 위한 내부 프로그램을 나타낸 것이다. B1부터 B8까지 정상적인 조건들 즉 운전 방향 선택, 운전 동작 설정, 동작전까지의 브레이크 개폐 상태, 관련 동작으로의 정지요구등이 만족 되면 B9로 출력이 나가야 하지만, B1에서의 에러 발생으로 출력이 나가지 않을 때를 의미한다. 일반적으로 한 개의 속도제어기로 호이스트 주행, 횡행, 붐 호이스트를 같이 하기 때문에 호이스트 동작에서 주행동작으로의 전환 과정에서 마스터 콘택트가 운전 동작으로 선택이 되지 않을 때, B9로의 출력은 나갈 수 없다. 이때, 주행동작은 이루어지지 않는다. 이 과정에서 PLC에서 프로그래밍된 어떤 출력값이 나와서 왜 주행동작이 불량한지를 운전자 및 운영요원에게 전송되어야 한다.

워드단위의 값으로 출력되어지고 난 다음에는 바로 각각의 하나의 비트 단위의 정확한 고장 위치 파악이 가능하도록 프로그래밍 되어야 한다.

그리고 입력과 출력이 모니터링 상에서 동작 및 출력 상태가 한눈에 파악이 되어야 하고 이러한 이유로 특정 동작상태에 대한 모든 경우의 수를 고려하여 메시지를 나타내게 하여 그 원인을 WX.X와 WX.O의 출력원인으

로 확인이 가능해야 한다.

각종 스위치류, 센서류들은 육안으로 확인되지만 고속 스위칭을 하는 반도체 소자들은 모니터링 하기엔 사실 아직은 많은 어려움이 따른다.

소자에 대한 모니터링은 PLC의 스캔 타임이 소자보다 빨라야하는 문제가 있기 때문에 소자 특성저하등에 따른 문제 발생은 아날로그 신호를 실시간으로 데이터 저장하여 분석을 통하여 원인 파악이 이루어져야 한다.

## 5. 결 론

앞으로는 분산 시스템이 아닌 하나의 메인 랙(Main Rack) 하나만 가지고 사용하게 되고 각각의 드라이브 시스템 역시 PLC의 기능 또한 혁신적인 개선을 가져오리라 생각된다. RMQC는 매우 열악한 기후 환경과 부하 변화가 매우 심하게 운전되는 시스템이다. RMQC 모든 동작이 모니터링 되어야 한다.

효율적인 항만운영이란 RMQC를 제외하고는 생각할 수 없다. 그러므로 효과적인 제어시스템 및 관리시스템이 적용되어야 하고, 이러한 일련의 사항들을 해소할 수 있으면 물류비 절감에 이바지할 수 있으므로 운전요원, 운영요원 그리고 관리요원이 한 눈에 야드에 설치된 항만 장비를 파악할 수 있도록 하는 시스템 구축이 시급한 문제로 대두된다. 전 하역장비를 한눈에 파악할 수 있는 네트워크 구축이 이루어진다면 Main control room과 Sub팀에서 문제 파악이 쉽고 빠르게 이루어져 생산성을 향상시키는데 기여할 것이며 더욱 더 운용 효율을 높일 수 있을 것이라 사료된다.

이와 같은 문제를 해소하기 위해 적극적인 연구가 이루어질 수 있도록 항만에 관련된 산학연이 더욱더 많은 연구가 되어야 한다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 배종일, 컨테이너 크레인 스프레더의 흔들림 제어에 관한 연구, 부경대학교 논문집, pp. 137~144, 1997.
- [2] 이만형, 홍금식, 손성철, "컨테이너 크레인의 모델링 및 제어에 관한 연구," KACC, pp. 609~612, 1995.
- [3] 정경채, "크레인의 진동 저감을 위한 제어기 개발용 시뮬레이터," 대한전기학회 논문지, Vol. B, pp. 1161~1163, 1996.
- [4] 이용운 외 8인, 컨테이너 크레인, 한국항만 부산연수원, 1997.
- [5] 이영진, 배종일, 이권순, "유전프로그래밍에 의한 겐트리 크레인의 최적제어에 관한 연구," 한국항만학회, 추계학술논문집, pp.167-174, 1998.
- [6] 윤지섭, 이재철, "무진동 크레인의 제어 알고리즘 설계," KACC, vol.1, pp.260-265, 1990.
- [7] 이태영, 퍼지이론을 적용한 Overhead Crane의 Anti-swing제어, 경북대학교 석사논문, 1994.
- [8] 홍경주, "크레인 진자계의 최적제어," 대한전기학회 춘계 논문집, pp. 832-837, 1995.