

승강기식 타워주차설비 고장 모니터링 시스템 개발

\* 이원태\*, 차정섭\*, 정영경\*, 김관호\*, 김박의\*\*  
한국전기연구소\*, (주)신신중공업\*\*

The development of fault monitoring system for lift type parking facility

W.T.Lee\*, J.S.Cha\*, Y.K.Jeong\*, K.H.Kim\*, B.U.Kim\*\*  
KERI,\* Shin Shin heavy Industries Co.\*\*

**Abstract** - This paper describes the fault monitoring system for lift type tower parking facilities. This system consists of tower parking facility control panel and monitoring computer, and offers real-time monitoring of parking status and fault detection, and status data acquisition of tower parking system using graphic user interface.

1. 서 론

자동차 보급의 확산으로 주차공간이 문제가 되면서 한정된 공간을 효과적으로 활용할 수 있는 타워주차설비가 많이 보급되고 있다. 이러한 주차설비의 현장 관리인은 대부분 비전문가이기 때문에 많은 부분이 자동화되어야 하고, 조작법이 간편해야 하며, 또한 고장 발생시 전문가의 신속한 조치가 요구된다. 이에 따라 도심지 주차난 해소를 위한 최적의 방식으로 인식되고 있는 타워주차설비의 고장 모니터링 시스템을 개발하였다.

본 시스템은 승강기식 타워주차장을 대상으로, 주차설비 관제기능을 갖는 주차장치 제어반과 모니터링 장치로 구성하였으며, 그래픽을 통한 주차상황의 실시간 모니터링, 입출고 현황 등의 종합적인 차량관리기능과 고장발생시 고장내용의 실시간 감시, 그리고 신속한 유지보수를 위한 운행내용의 데이터베이스 기능을 가지고 있다.

주차장치 제어반은 주차설비를 제어하기 위한 PLC(Programmable Logic Controller)와 각종 부가장치로 구성되어, 주차설비 운전을 통합관리하며 각종 센서와 리미트스위치를 이용하여 주차장치를 제어하고, 고장판정 알고리즘으로 고장을 판별하며, 직렬 포트를 통해 각종 운행정보와 고장 데이터를 상위계층인 모니터링 장치로 전송하여 감시할 수 있도록 지원한다.

모니터링 장치는 관제실에 설치되어 주차관제기능 수행과 더불어 제어반으로부터 주차설비의 운행 및 고장 데이터를 수집하여 저장·표시하는 기능을 수행한다. 그리고 비전문적인 주차 관리원도 쉽게 운용할 수 있도록 GUI(Graphic User Interface)를 통하여 주차상황 및 장애 내용을 표시하고, 향후 원격감시진단 시스템과 연계할 수 있도록 구성하였다. 이와 같은 시스템의 구성과 기능을 정리하면 표1과 같다.

표1. 고장 모니터링 시스템 기능 및 구성

구분	기능	구성
모니터링 장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운행 모니터링</li> <li>• 고장감시</li> <li>• 주차장치 제어</li> <li>• DB 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Windows NT</li> <li>• SQL Server</li> </ul>
주차장치 제어반	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주차설비 운행</li> <li>• 고장판단 및 알람기능</li> <li>• 통신기능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MasterK-1000S</li> </ul>

그리고 본 연구에서는 시스템 개발을 용이하게 하기 위하여 주차빌딩에 해당하는 주차설비 시뮬레이터를 제작하여 구성하였다.

2. 주차설비 시뮬레이터 구성

2.1 주차장치 제어반

주차설비 시뮬레이터의 통합 관제기능을 수행하는 주차장치 제어반은 신뢰성 있는 스크린스 제어방식을 제공하며, 또한 소프트웨어적으로 시스템을 동작시키는 프로그램 제어방식으로 요구조건이나 환경변화에 따라 시스템을 용이하게 변경할 수 있는 PLC를 사용하여 제작하였다. 이러한 제어반은 PLC와 이것의 제어를 받는 주변장치 및 조작반으로 구성되며, 주차설비 시뮬레이터의 관제기능과 함께 주차설비의 운행 및 고장정보를 수집한다. 이와 같은 제어반의 PLC Unit는 Master-K 1000S(LG) 기종을 사용하였으며, 자세한 구성은 표2에 나타내었다.

표2. PLC Unit 구성

명칭	설	명	비고
CPU	컴퓨터의 CPU와 같이 자체 메모리에 운용프로그램을 내장하고 I/O Card를 통해 제어		메모리 3K Word
Input Card	센서상태, 입출고 차량번호 및 수동 조작시 조작 판넬의 버튼을 입력받는다		64점
Output Card	Inverter를 제어하여 모터를 작동시키고, 고장 발생시 비상 램프 작동		32점
C-Net Card	통신인터페이스 카드로 PLC간 통신 및 컴퓨터와 통신에 사용		RS-232C RS-422
A/D Card	아날로그 입력 값을 디지털 값으로 변환		8채널
Inverter	주차장치의 모터 제어		

2.2 주차설비 시뮬레이터

주차설비 시뮬레이터는 승강기식 타워주차설비를 모델로 주차장치 제어반에 직접 연결되어 모형 자동차를 이용해 실제 상황을 시뮬레이션할 수 있도록 제작하였다. 그리고 센서와 리미트 스위치(L/S)를 부착하여 출입문 상태, 파렛트 위치, 주차 현황 및 이상 유무 등 각종 상태정보를 제어반이 수집하여 시뮬레이터의 제어를 가능하게 하였다. 센서와 L/S는 차량 입출고시 가장 안전이 요구되는 Home Position부와 리프트부에 차량의 안전과 정확한 주차 제어를 위해 집중적으로 설치하였으며, 이와 같이 사용된 센서의 종류와 용도를 표3에, 그리고 Home Position부와 리프트부의 센서 및 L/S의 위치를 그림1에 나타내었다. 그리고 본 연구에서 제작한 제어반과 시뮬레이터는 그림2와 같다.

표3. 센서 및 리미트 스위치의 종류와 용도

종 류	용 도	위 치
광센서	차량 유무, 과전진, 과후진, 파레트 좌우측 벗어남 감지	Home Position
포토센서	리프트 상하 제어	리프트
근접센서	파레트 횡행 감속 및 정지	리프트
리미트 스위치	Door 상하, 리프트 상하감지, 각종 파레트 유무감지	출입문, 각종

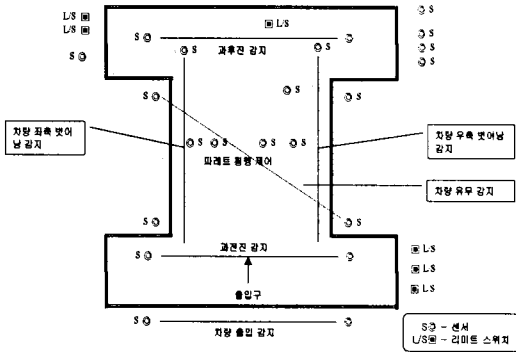


그림1. Home Position부와 리프트부의 센서 및 리미트 스위치

### 2.3 장치기능 및 동작방식

#### 2.3.1 장치 기능

주차설비의 고유기능은 차량을 신속하고 안전하게 주차기에 입고출고 하는 것으로, 이러한 고유기능과 더불어 이상 발생시 신속한 조치를 취할 수 있는 유지보수성이 보장되어야 한다. 주차장치 제어반과 시물레이터는 이러한 내용을 바탕으로 제작되었으며, 다음과 같은 기능을 구현하였다.

- 주차설비의 고유기능인 차량 입고출고 기능(자동, 수동, 반자동)
- 시스템의 이상 유무를 확인하는 고장판정 기능
- 이상 발생시 고장 알림 기능과 모니터링 장치와의 통신기능

여기에서 고장판정기능은 고속의 스캔방식으로 동작하는 PLC가 각 스캔 타임마다 시물레이터에 부착되어 있는 센서와 리미트 스위치의 이상 유무를 확인하여 이루어지며, 주차설비에 고장이 발생한 경우에는 주차 시물레이터의 작동을 정지시키고 제어반 자체에서 비상벨과 비상램프를 작동시켜 고장발생을 관리자에게 알린다.

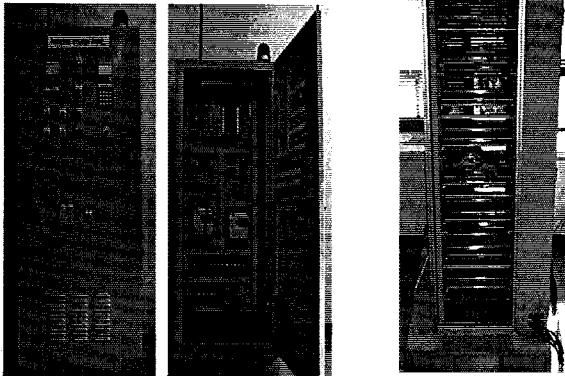


그림2. 제작된 주차설비 시물레이터

#### 2.3.2 동작 방식

주차설비 시물레이터의 모든 동작은 PLC 프로그램에 의해 제어된다. 시물레이터에 연결된 모든 전원입력은 PLC의 제어를 받는 인버터를 통하여, PLC는 시물레이터에 부착된 센서와 리미트 스위치의 입력을 받아 모든 동작을 제어하도록 제작하였다.

표4. 시물레이터 동작방식

구 분	동 작 방 식
출입문 제어	3개의 리미트 스위치와 모터에 의해 출입문 제어
리프트 상하 작동제어	상승·하강화이널 L/S, 2개의 포토센서, 1개의 모터를 이용하여 제어
파레트 횡행제어	4개의 근접센서와 모터에 의해 제어
차량위치 감지	- 5쌍의 광센서에 의해 위치감지 - 좌우벗어남·과전진·과후진·차량 유무감지센서를 통해 차량위치감지
차량출입 감지	한 쌍의 광센서를 이용하여 감지
파레트 유무감지	- 리프트 : 1쌍의 광센서 이용 - 각종별 차고 : 리미트 스위치 이용

그리고 주차설비에서 발생 가능한 모든 상황을 분석하여 실제 고장과 같은 효과를 발생시키는 임의 고장발생 스위치를 조작하여, 실제 고장이 발생했을 때 어떤 상황이 일어나는지 파악할 수 있도록 구성하여 실제 고장상황에 대처할 수 있도록 하였다. 그림3은 자동 운전시 PLC 프로그램의 흐름도이다.

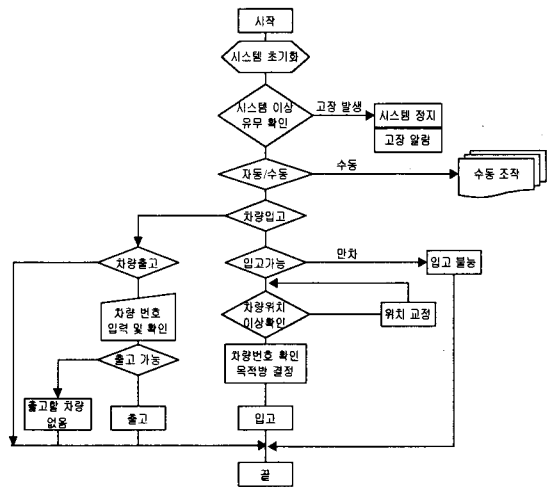


그림3. 자동 운전시 PLC 프로그램 흐름도

### 3. 모니터링 장치

#### 3.1 장치 구성

모니터링 장치는 주차현황 모니터·고장감시·제어반과의 통신기능을 수행한다. 감시내용은 임의고장 입력, 센서 및 리미트스위치의 이상 유무, 차량번호, 입고출고 버튼, 리프트 위치 및 동작상태, 출입문 상하 움직임 및 상태, PLC 상태 등이며, DB에 저장되는 내용은 주차설비 운행내용, 고장의 종류·원인 및 수리점검내용 등이다. 이와 같은 모니터링 장치는 PC 시스템을 기반으로, 표준화된 네트워킹 기능과 데이터베이스 서비스를 제공하는 Windows NT를 사용하였으며, 제어반과의 통신은 RS-232C 프로토콜을 사용하였다.

### 3.2 데이터 전송 방식

모니터링 장치는 주차장치 제어반과 직렬포트를 통해 감시 데이터를 수집한다. 모니터링 장치는 PLC의 메모리를 직접 액세스하여 정보를 수집하고 제어하며, 일정한 포맷으로 데이터를 송수신한다.

PLC는 자체 메모리에 주차설비의 각종 운행내용과 상태정보를 저장하고 있으며, PLC의 메모리 읽기 명령을 이용하여 정보를 수집한다. 모니터링 장치에서 읽기 명령을 전송하면 PLC는 이것을 분석하여 올바른 명령이면 ACK 신호와 데이터를 반환하고 그렇지 않으면 NAK 신호와 에러 코드를 반환한다. 그리고 차량의 입출고는 메모리 쓰기 명령을 이용하여 무접점 방식으로 이루어지며, 제어반에서 유접점의 버튼조작과 같은 효과를 낼 수 있도록 구현하였다.

표5. PLC 메모리 읽기 및 쓰기 형태와 기능

명령	기능	명령 형태 및 예
메모리 읽기	주차설비 운행현황 및 고장정보 수집 (모니터링 기능)	헤드 국번 명령 블록 길이 변수 테이블 ENQ 00 RSS 01 06 %MW100 EOT
메모리 쓰기	차량 입·출고 (제어 기능)	헤드 국번 명령 블록 길이 변수 데이터 테이블 ENQ 00 WSS 01 07 %PX0100 01 EOT

### 3.3 장치 기능

주차설비에는 입출고 되는 차량들의 위치나 출입문의 상태, 주차상황 등을 관리자가 알아야 할 필요가 있으며, 또한 보수점검을 위해 고장 발생시 정확히 어느 부분에 문제가 발생하였는지 알아야 한다. 이를 위해 모니터링 장치를 통해 실시간으로 현재의 주차설비 상황을 감시하고, 고장 발생시 정확한 원인을 추적할 수 있도록 구현하였다.

#### 3.3.1 고장감시 및 주차현황 모니터 기능

주차장치 제어반은 각종 정보를 자체 메모리에 저장하고 있지만 모니터링 장치로 직접 전달하지 않기 때문에 모니터링 장치는 수시로 읽기 명령을 보내서 데이터를 받아야 한다. 읽기 명령을 전송하는 방법에는 타이머를 이용하는 방법과 이벤트를 이용하는 방법이 있다. 읽기 명령을 실행하면 직렬 포트는 Data Receive 이벤트를 발생시키는데, 이 이벤트가 발생될 때마다 읽기 명령을 전송하면 수 밀리 초의 속도로 데이터를 수신할 수 있다. 이 방법은 속도면에서는 장점이 있으나 PLC의 스캔타임이나 모니터링 장치의 퍼포먼스를 감안할 때 좋은 방법이 되지 못한다. 여기서는 타이머를 이용하여 메모리 읽기 명령을 전송하며, 시간 간격을 0.2초로 설정하여 거의 실시간으로 데이터를 수집하도록 구현하였다.

#### PLC로부터 수집하는 데이터

입의 고장 입력, 센서 및 리미트 스위치의 상태, 차량 번호, 입출고 버튼 동작, 리프트 위치 및 동작 상태, 출입문 상태, PLC의 상태, 주차 현황

PLC는 16진수의 워드 데이터를 모니터링 장치로 전송한다. 차량번호를 제외한 나머지 데이터는 16진수 워드의 각 비트가 상태정보를 표현하기 때문에 워드를 비트 단위로 분석하여 정보를 추출하며, 이렇게 수집된 데이터를 이용하여 시뮬레이터의 동작을 모니터하고 고장 감시기능을 수행한다. 고장이 발생하면 시뮬레이터는 작동을 멈추므로 정확히 어디가 문제인지 확인하기 어렵다. 따라서 고장 모니터링을 GUI 방식으로 구현하여 디스플레이 화면에서 고장 위치를 쉽게 파악할 수 있도록 하였다.

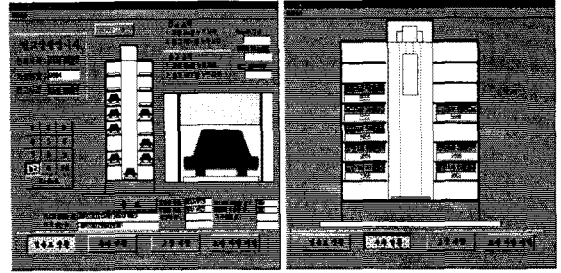


그림4. 구현된 입출고 및 주차현황 화면 예

#### 3.3.2 데이터베이스 구축

주차설비의 모든 운행내용과 고장내용은 DB에 저장되며, 이렇게 구축된 자료를 주차설비 수리 점검시 현장 작업자가 이용할 수 있게 하였다. 모니터링 장치의 DB는 주차현황을 저장하는 주차 테이블과 고장과 관련된 고장내용 테이블, 고장이력 테이블, 수리내역 테이블로 구성하였다. 각 테이블에서 'ID' 칼럼은 Primary Key이며 기본 Index로 사용된다. 고장이력 테이블의 '고장내용 ID' 칼럼은 고장내용 테이블의 'ID' 칼럼을 참조하는 Foreign Key이며, 수리내역 테이블의 '고장이력 ID' 칼럼은 고장이력 테이블의 'ID' 칼럼을 참조하는 Foreign Key이다. 이와 같은 모니터링 장치의 DB 테이블은 그림5와 같다.

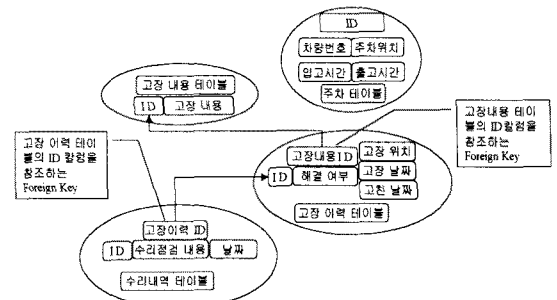


그림5. 모니터링 장치의 DB 테이블

## 4. 결 론

본 연구에서는 도심지 주차난 해소를 위해 현재 널리 보급되고 있는 승강기식 타워주차설비의 고장 모니터링 시스템을 개발하였다. 개발 시스템은 주차장치 제어반과 모니터링 장치로 구성되어, 그래픽을 통한 주차상황의 실시간 모니터링 및 입출고 현황 등의 종합적인 차량의 입출고 관리기능과 고장 발생시 고장내용의 실시간 감시, 그리고 신속한 유지보수를 위한 DB 기능을 가지고 있으며, 시뮬레이터에 의하여 성능을 확인하였다.

이러한 모니터링 시스템은 차량의 통합적인 입출고 관리뿐만 아니라 실시간 고장감시, 각종 운행내용의 분석을 통한 체계적인 유지보수로 빈번하게 발생되고 있는 타워주차설비의 고장에 신속히 대처하고, 또한 고장의 미연방지를 통하여 이용자에게 신뢰감을 줄 수 있을 것으로 기대된다

#### [참 고 문 헌]

- [1] K. Kawai, "Advanced safety feature for elevator", Elevator World, Dec.1995
- [2] 김정우 외, "승강기 공학", 세화, 1998
- [3] 위성동, "PLC & FA", 통일출판사, 1997