

논문 2010-47IE-2-8

# 쇼트볼 이송을 위한 호이스트 자동제어 장치 개발

(Development of A Hoist Control Equipment for Shot Ball Transfer)

최 종 준\*, 최 영 규\*\*

(Jong Jun Choi and Young Kiu Choi)

## 요 약

본 논문은 PLC를 이용하여 자동으로 제어되는 쇼트볼 이송 호이스트에 대해 연구하였다. 대형 선박 표면에 페인트를 다시 칠할 때 기존의 페인트를 제거하는데 이때 찌꺼기들을 완전히 제거하기 위해서 사용하는 것이 쇼트볼이다. 고철에서 쇳물을 만들고 냉각 시켜서 작은 쇼트볼을 만든 후 호이스트와 연결 된 전자석을 이용하여 호퍼로 이동하게 된다. 현재 쇼트 볼을 호퍼에 옮기는 과정을 살펴보면 조작기를 사용하여 사람이 수동으로 호이스트를 조작하고 있어서 쇼트볼을 이동하는데 비효율적이며 기기를 작동하는데 대충 감으로 작업을 하고 있다. 그래서 수동으로 조작되고 있는 호이스트를 정확하게 위치제어를 하고 효율적인 작업을 할 수 있도록 무인 자동화 장치를 개발하였다.

## Abstract

The purpose of this paper is to build on automatic system for the shot ball transfer hoist. The shot ball is used to remove completely paint or leftovers before spreading the new paint on a large vessels surface. The shot ball is made of melted iron through cooling process, and it is transferred to hopper by electromagnet of hoist. Currently, the transfer process of the shot ball is performed by manual operation, and the transfer process is inefficient. So we have developed an automatic system to replace the manual system. The developed automation systems have efficient and accurate position control performance.

**Keywords :** shot ball, hoist, automation

## I. 서 론

대형 선박 표면에 페인트를 다시 칠할 때 기존의 페인트를 제거하는데 이때 찌꺼기들을 완전히 제거하기 위해서 사용하는 것이 쇼트볼이다.

현재 쇼트볼 제작을 하는 회사는 소규모 업체로 시스템의 자동화도 미약한 실정이다. 또한 호이스트를 사용하여 모든 작업 과정을 자동화하여 운영하는 시스템은

전무한 상태이다. 현재 쇼트 볼을 호퍼에 옮기는 과정을 살펴보면 조작기를 사용하여 사람이 수동으로 호이스트를 동작하고 있어서 쇼트볼을 이동하는데 비효율적이며 항상 한 사람이 참여하여 쇼트볼을 풀에서 호퍼로 이동하고 있고 그 작업과정 또한 기기를 대충 감으로 작업하고 있는 실정이다. 그래서 쇼트볼 이송 전 과정을 정확한 위치제어를 통한 효율적인 작업을 할 수 있도록 무인 자동화 장치를 개발하였다.

현재 운반기계산업은 주로 대형화물, 중량물, 사람 등을 운반하거나 하역하는 기계설비 또는 공장자동화(FA)와 관련된 산업으로, 건축물 승강설비나 산업용 로봇, NC공작기계, 산업용컴퓨터 및 PC 등을 기본요소로 하는 공장자동화기계 및 물류시스템 등을 제조함으로써 각종 산업과 생활환경 전반에 걸쳐 상호 연관성이 높은 산업

\* 정회원, 한국폴리텍VII대학 동부산캠퍼스 전기제어과  
(Department of Electrical Engineering, Dongpusan Campus of Korea Polytechnic VII)

\*\* 정회원, 부산대학교 전자전기공학부  
(Department of Electronic and Electrical Engineering, Pusan National University)

접수일자: 2010년4월13일, 수정완료일: 2010년6월7일

으로 발전하고 있다.

엘리베이터, 에스컬레이터는 대기업이 그 생산을 주도하여 자본집약적인 면을 보여주고 있고, 컨베이어, 호이스트(리프트), 크레인 등은 중소기업이 주류를 이루는 노동집약적인 특성을 나타내고 있다.

호이스트는 산업용으로 물류 이동에 사용을 하는데 호이스트를 크게 분리하면 수동식과 전동식, 에어식 등으로 나누는데 수동식은 사람의 힘으로 감속기부의 동력을 발생시켜 적은 힘으로 높은 하중을 들어올린다. 전동식은 체인호이스트와 와이어호이스트로 나눌 수 있는데 체인호이스트는 모터에서 동력이 발생하여 감속기부로 전달 후 감속된 회전이 체인을 감아올리는 활차(load sheave)를 회전시키는 방식이다. 에어호이스트는 콤프레사에서 발생된 압축공기를 정, 역밸브를 이용하여 팬을 회전하여 동력을 발생하여 활차나 드럼을 회전시키는 방식이 있다. 이번 연구 결과 호이스트 자동화를 통하여 소규모 공장에서 시간과 노동의 절감과 자동화 기술을 산업현장에 접목한 시스템을 개발하였다.

## II. 이송장치 시스템 설계

### 1. 현재 사용되는 호이스트

현재 사용되고 있는 호이스트는 다양하게 개발이 되어 있는데 크게 구분을 지으면 다음의 표 1과 같다.

표 1. 호이스트 예  
Table 1. Example of the hoist.

번호	장치명	사용장소
1	Electric chain hoist	저용량
2	Electric wire hoist	고용량
3	Air hoist	방폭지역
4	Creep hoist	2속도 상승, 하강

### 2. 이송장치 전체 블록도

기존에 사용하던 이송장치는 제어함, 전자석, 릴레이를 수동조작으로 Pool에서 호퍼로 쇼트볼을 이동시키는데 많은 시간과 노동의 비효율을 초래하고 있다. 수동조작기 제어함을 PLC로 대체하여 무인자동 시스템을 개발하여 Pool에 쌓여있는 쇼트볼을 자동으로 이송하도록 시스템을 설계하였다.

그림 1에서 보는 것처럼 제어함 내에는 전원, PLC, 릴레이가 내장되어 있고 PLC 입, 출력 설정에 따라 호이스

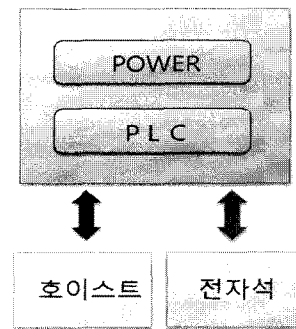


그림 1. 이송 제어 시스템 블록도  
Fig. 1. A block diagram of the transfer control system.

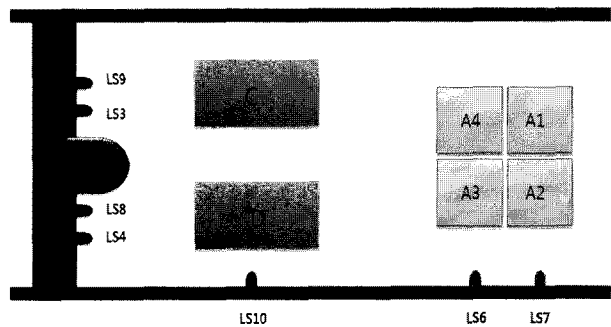


그림 2. 이송장치 간략화도  
Fig. 2. A block diagram of the transfer control equipments.

트, 전자석으로 신호가 서로 인터페이스 된다. 호이스트 동작을 위해서 1마력 삼상 모터 2대가 사용되었고 전자석 상, 하 위치를 검출하기 위해서 엔코더를 내장하였다.

그림 2에 나타난 것은 이송장치 자동화 블록선도로 C, D는 쇼트볼을 이동하여 크기로 분류하는 호퍼이고 A1, A2, A3, A4는 용광로에서 뽑아 나온 쇠물을 급냉각 시켜서 작은 쇠알갱이인 쇼트볼이 물속에 잠겨있는 Pool을 나타낸다. 이 시스템에서 사용하고 있는 모터는 1마력의 삼상 모터 두 대를 사용하여 호이스트 동, 서, 남, 북 운전을 하도록 설계를 하였다. Pool에 쌓여있는 쇼트볼을 A1, A2, A3, A4의 네 구역으로 나누었다. 호이스트가 이동하여 먼저 A1구역의 쇼트볼을 전자석에 붙이고 A2, A3, A4, A1으로 시계방향으로 돌며 10번 쇼트볼을 전자석에 붙이도록 하였다. 이렇게 작업하는 것은 A1, A2 구역에 쇼트볼이 많이 쌓여있기 때문이다. 쇼트볼을 붙인 채 C의 호퍼로 이동하게 되고 다시 위와 같이 동작하여 호퍼 D에 옮기도록 설계를 하였다. 구역설정은 다음의 표 2와 같다.

쇼트볼이 쌓여있는 Pool은 A1-A4 구역으로 적정량으로 유지하도록 구역을 회전하면서 옮기도록 설정하였는

표 2. 이송장치 구역설정

Table 2. Areas of the transfer control equipments.

구역	A1	A2	A3	A4	C	D
센서	LS3 LS7	LS4 LS7	LS4 LS6	LS3 LS6	LS9 LS10	LS8 LS10

이 구역 설정은 표 2에 나타난 것처럼 A1구역의 쇼트볼을 옮기기 위해서는 LS3, LS7이 설정되었을 때 호이스트가 위치이동을 하고 A1구역의 쇼트볼을 전자석으로 끌어당기게 된다. 다음은 A2구역으로 LS4, LS7이 설정되게 되고 호이스트가 이동하여 A2구역의 쇼트볼을 붙이게 된다. A3, A4도 같은 방식으로 동작하게 되고 A1구역부터 시작하여 10번 반복하도록 하였다. 호퍼 C, D의 선택은 표 2에서 보는 것처럼 LS8, LS9, LS10 을 통하여 구역을 설정하도록 하였다.

3. 호이스트 제어

그림 3은 호이스트 자동 컨트롤 판넬을 나타낸 것으로 기존에 사용하던 호이스트 판넬은 우측편의 C, S01, N01, E01, W01, U01, D01 부분이 각각 호이스트의 이동방향을 나타낸 것이다.

릴레이를 사용한 수동조작으로 가동하던 시스템을

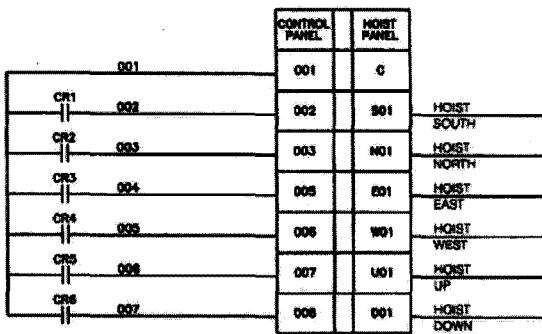


그림 3. 호이스트 자동 컨트롤 판넬  
Fig. 3. Automatic control panel of the hoist.

표 3. 호이스트 자동 장치 접점  
Table 3. Contacts of the automatic control hoist.

호이스트 이동방향	수동조작 판넬	자동조작 판넬
남쪽	S01	CR1
북쪽	N01	CR2
동쪽	E01	CR3
서쪽	W01	CR4
위쪽	U01	CR5
아래쪽	D01	CR6

PLC를 사용하여 자동화 하였는데 호이스트의 이동방향, 전판넬 부분, 새로운 입력접점의 구성은 다음의 표 3과 같다.

4. 전자석제어

그림 4는 쇼트볼을 Pool에서 자력으로 끌어당겨 붙이는 전자석 가동 판넬을 나타낸 것으로 접점은 D12R, D13R, D14R, D15R을 사용하여 전자석을 on, off, 하강, 정지의 동작을 할 수 있도록 구동하는 부분이다. 릴레이를 사용하여 수동으로 조작을 하였으나 PLC를 사용하여 컨트롤 판넬에 사용한 CR7, CR8, CR9, CR10의 접점을 사용하여 자동화 하였다.

전자석의 이동방향을 정하는 접점의 구성은 기존의 판넬에 접목하여 다음의 표 4와 같이 설정하였다.

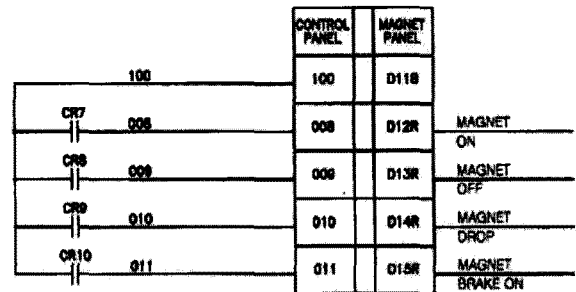


그림 4. 전자석 자동 컨트롤 판넬  
Fig. 4. Automatic control panel of the electromagnet.

표 4. 전자석 자동 장치 접점  
Table 4. Contacts of the automatic control electromagnet.

전자석	수동조작 판넬	자동조작 판넬
ON	D12R	CR7
OFF	D13R	CR8
하강	D14R	CR9
정지	D15R	CR10

III. 이송 장치 시스템 구현

1. PLC 입력 설정

그림 5는 PLC 입력 접점 구성을 나타낸 것으로 호이스트 이동, 전자석 동작, Pool, Hopper 이동에 관한 입력 접점을 표시하였다.

이 시스템에서는 멜섹 PLC를 사용하였으며 입력 64 점, 출력 16점을 사용하였다. 입력접점, 주소에 대한 설명은 표 5와 같다.

표 5. 자동 이송 장치 입력 접점

Table 5. Input contacts of the automatic control equipment.

접점	Address	Input description
RE1	X00	응급 정지
RE2	X01	Pool 선택
RE3	X02	Hoper 선택
RE4	X03	자동/수동 선택
RE5	X04	호이스트 북
RE6	X05	호이스트 남
RE7	X06	호이스트 서
RE8	X07	호이스트 동
RE9	X08	Spare
RE10	X09	전자석 On, Off
RE11	X0A	전자석 하강
RE12	X0B	전자석 정지
RE13	X0C	호이스트 상
RE14	X0D	호이스트 하
RE15	X0E	호이스트 상한 스위치
RE16	X0F	호이스트 하한 스위치

표 6. 자동 이송 장치 리미트스위치 접점

Table 6. Limit switch input contacts of the automatic control equipment.

접점	Address	Input description
LS3	X10	Pool A1,A4 L/M
LS4	X11	Pool A2,A3 L/M
LS5	X12	spare
LS6	X13	Pool A3,A4 L/M
LS7	X14	Pool A1,A2 L/M
LS8	X15	Hopper D L/M
LS9	X16	Hopper C L/M
LS10	X17	Hopper C,D drop L/M
RE15	X18	Auto start
RE16	X19	Auto stop
RE17	X1A	Hoist down drop L/M

으로 호이스트가 각각의 Pool, Hopper에 이동할 수 있도록 설정한 입력 접점을 표시하였다. 리미트스위치 접점 및 주소에 대한 설명은 표 6에 언급하였다.

3. PLC 출력 설정

그림 6은 PLC 출력 접점 구성을 나타낸 것으로 호이스트의 움직임, 전자석의 동작과 출력 신호에 표시를 나타내었다. 출력접점 및 주소에 대한 설명은 다음의 표 7과 같다.

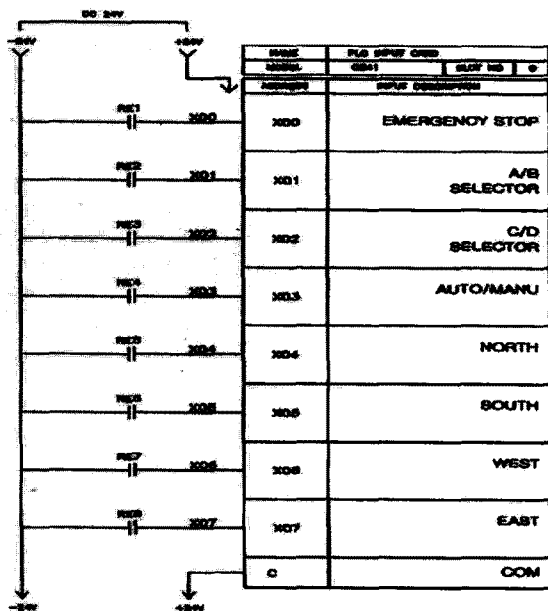


그림 5. PLC 입력  
Fig. 5. PLC input.

2. 리미트스위치 설정

호이스트가 동작하여 Pool을 나타내는 A1, A2, A3, A4와 Hopper를 나타내는 C, D의 구역을 정하도록 리미트스위치 7개를 사용하여 설정하였다.

표 6은 PLC 입력 리미트스위치 접점 구성을 나타낸 것

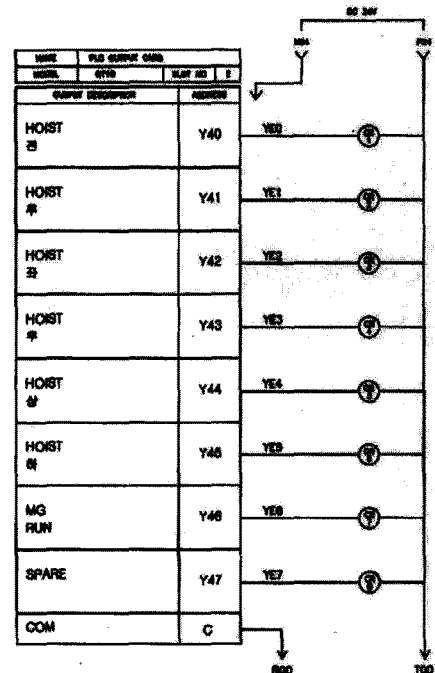


그림 6. PLC 출력  
Fig. 6. PLC output.

표 7. 자동 이송 장치 출력 접점  
Table 7. Output contacts of the automatic control equipment.

Address	Output description
Y40	호이스트 전진 이동
Y41	호이스트 후진 이동
Y42	호이스트 좌측 이동
Y43	호이스트 우측 이동
Y44	호이스트 상측 이동
Y45	호이스트 하측 이동
Y46	전자석 on
Y48	전자석 동작
Y4A	호이스트 Break open
Y4B	리모컨 전원
Y4C	엔코더 리셋
Y4D	원위치 표시램프

4. 모션 스텝 설정

PLC 입력, 출력 접점의 구성은 앞에서 언급을 하였고 내부메모리는 M, D, T를 사용하였는데 D 내부 메모리 사용은 다음의 표 8과 같이 사용하였다.

Pool의 선택은 내부메모리 D100을 사용하였고 Hopper의 선택은 D101, Pool section의 선택은 D102, Motion step은 D110을 사용하였다.

K1(상수값 1)이 D100에 인가되면 M11(A\_pool Action)이 동작하여 A Pool을 선택하고 K2가 D100에 인가되면 B Pool을 선택하는데 여기서는 A Pool만을 사용하고 A1, A2, A3, A4의 네 구역으로 나누었다.

D102는 Pool 네 구역을 A1부터 시작하여 시계방향으로 10번 돌면서 전자석이 쇼트볼을 붙이는 메모리로 사용하였다.

Motion step은 호이스트, 전자석의 동작상황을 내부 메모리 M으로 설정하여 각 접점의 동작이 이루어지는 상황을 알 수 있도록 설정하였는데 다음의 표 9와 같이 13가지 동작을 설정하였다.

표 8. D메모리 설정  
Table 8. Set-up of the D memory.

D100	A POOL 선택
D101	C, D HOPPER 선택
D102	CATCH POOL SECTION
D110	MOTION STEP

표 9. 모션 스텝 설정  
Table 9. Set-up of the motion step.

번호	MOTION STEP 설정	내부메모리
1	UNLOAD DOWN MOVE	M145
2	전자석 ON	M156
3	LOAD UP	M154
4	WATER CLEAR	T31
5	LOAD NORTH MOVE	M150
6	LOAD EAST MOVE	M152
7	LOAD WEST MOVE	M153
8	LOAD DOWN	M155
9	LOAD DROP	M166
10	UNLOAD UP	M164
11	UNLOAD EAST MOVE	M162
12	UNLOAD WEST MOVE	M163
13	UNLOAD SOUTH MOVE	M161

5. PLC 프로그램

PLC 프로그램은 래더 다이어그램으로 전체 854라인으로 프로그래밍 되었다. 프로그램 중 그림 7, 그림 8은 호이스트가 호퍼 C로 이동하는 것을 나타낸 것이다.

그림 7은 호이스트 이동 시간 확보 프로그램으로 X17(Drop L/M)로 LS10에 신호가 들어오고 M175(move\_5 load north), M122(load 1st east move), M31(C\_hopper action), M51(1 catch selection act), X16(Hopper C\_L/M)에 접점 신호가 가해지면 M152가 동작을 하고 T12(load east move)는 10초 동안 동작신호를 주게 되어서 호이스트 이동할 수 있는 시간을 확보한다.

그림 7에서 병렬로 연결된 X0E(up L/M), M174(move\_4 load up2), M122(load 1st east move), M102(auto running), M176(move\_6 load east)에 신호가 가해지면 같은 동작을 하도록 하였다.

그림 8은 호이스트가 이동하는 프로그램으로 동작은 T12(load east move)가 동작하면 M31(C\_hopper action), M51(1 catch selection act), M105(auto),

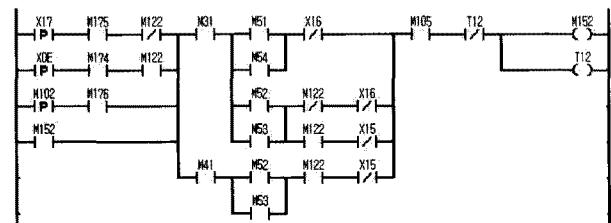


그림 7. 호이스트 오른쪽 이동 프로그램\_1  
Fig. 7. Right move program\_1 of hoist.

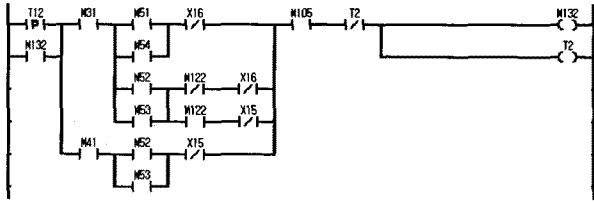


그림 8. 호이스트 오른쪽 이동 프로그램\_2  
Fig. 8. Right move program\_2 of hoist.

X16(Hopper C\_L/M)의 접점을 통해 20초(T2)간 호이스트가 이동한다.

X15(hopper D\_L/M), M41(D\_hopper action), M52(2 catch selection act), M53(3 catch selection act), M54(4 catch selection act), M152(load east move delay)를 나타낸다.

6. 이송 장치 시스템 구현 응용 사례

그림 9는 개선하기 전 수동 제어함의 사진이다. 쇼트볼을 호이스트로 이동하기 위해서 호이스트 동, 서, 남, 북 그리고 전자석 동작 등 하나의 동작마다 사람이 일일이 버튼을 눌러 수동으로 동작이 이루어졌다.

호이스트, 전자석 동작 등 각 작업마다 수동으로 버튼을 눌러서 작업을 하다 보니 너무 비효율적이고 필요시마다 꼭 사람이 따라 다녀야 했다.

그림 10은 이번 연구에서 개발한 제어함의 내부 사진이다.

수동제어함 내부의 복잡한 회로를 PLC로 대체하여 입, 출력 신호를 처리하였고 동작신호가 발생하면 PLC에 입, 출력 신호가 프로그램에 따라 동작을 하게 되고 시스템이 동작하게 된다.

쇼트볼 이송작업 전체를 자동화 함으로써 작업이 효과

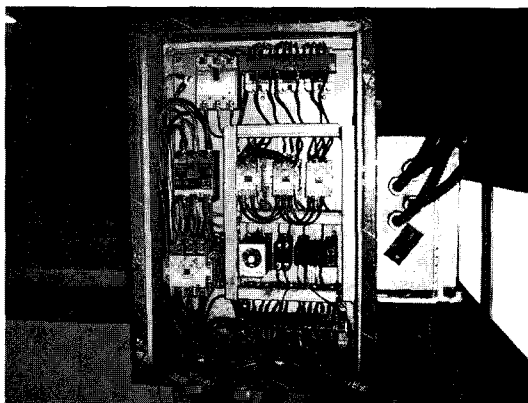


그림 9. 수동 제어함  
Fig. 9. Hand control unit.

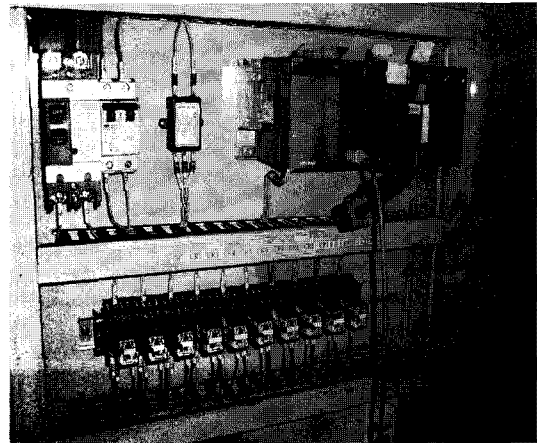


그림 10. 자동 제어함  
Fig. 10. Automation control unit.



그림 11. 완성된 자동 제어함 외관  
Fig. 11. Appearance of the automation control unit.

적으로 이루어졌고 쇼트볼 이송 정확성 100%, 효율성은 전에 비해 같은 시간에 5배의 성과가 있었다.

그림 11은 완성된 자동 제어함의 외관을 사진으로 찍은 것이다. 쇼트볼을 호퍼에 효과적으로 이송하는 자동화 장치 개발에 성공하여 현재 작업현장에서 사용하고 있는 사진이다.

이번 연구를 통해 호이스트 자동화에 대한 연구에 대해 조사해 보았는데 이러한 시스템을 산업현장에 접목한 연구사례가 국내, 해외에 찾을 수 없었다. 따라서 본 연구는 소규모 사업장에 호이스트 자동화 연구 및 접목을 한 처음 연구라고 하겠다. 이번 연구를 통하여 호이스트 공장 자동화를 통하여 소규모공장에 기술적으로 큰 도움을 주었고 이후로 이 시스템을 응용하여 대규모 사업장에도 활용할 수 있도록 다각도로 연구하도록 하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] 이광만, PLC제어 이론과 프로그래밍, 일진사, 2004.
- [2] 허 정, “FBSO Bridge crane 및 Hoist 기초설계 system 개발”, 울산대학원 논문집, pp. 1-20, 2008.
- [3] 김병석, “퍼지기반 SONN 알고리즘을 이용한 호이스트 안전진단 시스템 설계에 관한 연구”, 한국산업안전학회, 12월호, pp. 129-132, 1997.
- [4] 이동길, “오버헤드 호이스트 이송제어 시스템의 스케줄링 알고리즘”, 경남대연구논문집, 제23권, pp. 95-103, 2005.
- [5] 최종준, 박상호, 최영규, “농촌 자동화를 위한 원격 제어장치 개발”, 전자공학회 논문지, 제45권, 1E편, 제4호, pp. 19-25, 2008.
- [6] 능력개발교육원, GLOFA-PLC 제어 응용, 카피랜드, 2009.
- [7] www.100ton.com
- [8] www.koreahoist.co.kr

## 저 자 소 개



최 종 준(정회원)

1998년 한국기술교육대학교 전기공학과 학사 졸업.

2007년 안동대학교 정보통신공학과 석사 졸업.

2010년 부산대학교 전자전기공학과 박사과정 재학.

현재 한국폴리텍VII대학 동부산 캠퍼스 전기제어학과 조교수

<주관심분야 : 시스템 제어, 반도체>



최 영 규(정회원)

1980년 서울대 공대 전기공학과 학사 졸업.

1982년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사 졸업.

1987년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사 졸업.

1990년~1991년 CALTECH Visiting Scholar.

1998년~1999년 Univ. of Southwestern

Louisiana Visiting Professor.

현재 부산대 공대 전자전기공학부 교수

<주관심분야 : 시스템 제어>