

원료 Reclaimer 자동화 시스템 개발

The Development of Reclaimer Automatic System for Raw material

° 박형근, 문성룡

포항중제철주식회사 광양제철소 설비기술부 전기계측기술팀 (Tel:790-4199, Fax:790-7100)
제선부 원료공장 (Tel:790-6377, Fax:790-7100)

Abstracts, reclaimer in the raw material yard is being used to dig iron and coal so that they transfer to main blast furnace. A newly automatic system was developed and tested in the raw yard of Kwangyang iron making. The concept of the proposed system is based on the 3-dimensional detection of pile and auto-landing on the surface it

Keywords, Reclaimer, 3-dimension detection

1. 서론

원료공장은 제철산업의 첫공정으로써 연, 원료를 국내외 선박으로부터 Yard 에, 그리고 Yard 에서 고로, 소결 및 석회소성 공장으로 이송하기 위한 Unloader, Belt-Conveyor, Yard, Stacker 및 Reclaimer 등의 설비로 구성되어 있다. 대부분의 설비들은 자동 조업이 수행되고 있으나 이동기인 Unloader 및 Reclaimer는 현장 운전실에서 수동으로 작업하고 있다. 본고에서는 Yard 에 적치된 원료를 각 공장으로 불출하기 위해 사용되는 Reclaimer 이동기기의 자동화를 위해 그동안 검토, 개발 및 현장 Test 를 거친 연구내용과, 이를 기반으로 현장 적용을 위한 합리화 추진내용에 대한 자동화 기술이다.

2. 본론

2-1 현상 및 문제점

자동운전 System 미 도입으로 수동운전 작업을 수행하고, 근무 환경이 열악하며, 고소 단독 근무지역으로 위험요인이 상존하는 등 자동운전 수행에 의한 작업의 필요성이 대두되고 있다.

2-2 시스템 개발내용

2-2-1 Yard Pile 형상검출기술

2-2-1-1 형상검출 정의

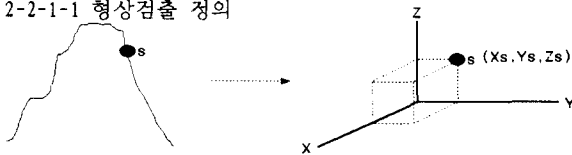


Fig 1 형상검출의 정의

Fig 1 는 Pile의 무수한 위치를 X,Y,Z좌표계로 표현하는 것이다

2-2-1-2 System 구성도

Scanning Unit 가 부착한 Laser 거리 측정기와 선회 방향으로 Laser 를 회전시키는 Stepping Motor 가 동작 함에 따라 발생 된 정보를 Vme System 에서 수집하여 표현함

2-2-1-3 개발원리

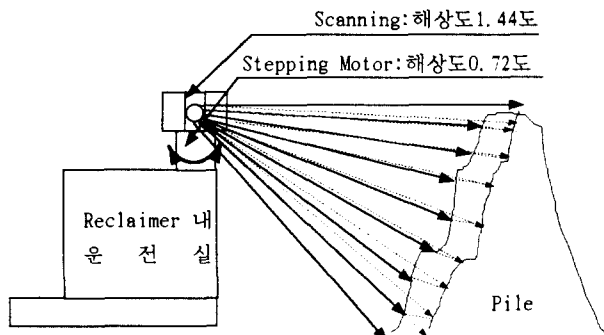
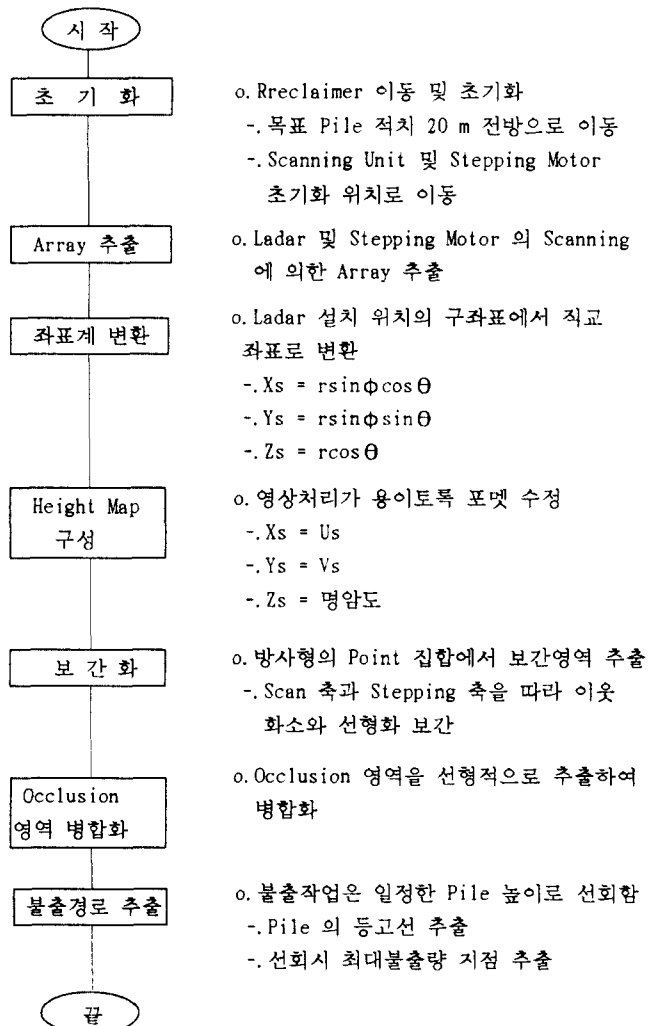


Fig 2 개발원리

Fig-2 는 양쪽의 모든 영역의 Pile 을 검출할수 있도록 Reclaimer 에서 봄과 수평하면서 버킷을 향하는 각도를 0 도로 두고 X,Y 좌표상 1,3 분면을 Scan 할 경우에는 0 도에서 시작하여 72 도 까지 오른쪽으로 Scan 하게되며, 2,4 분면의 경우 -27 도에서 시작하여 -99 도까지 좌측으로 Scan 하게 된다. 또한 회전거울의 출발 각도는 운전실 위치에서 하위 수직을 0 도로 두고 55 도에서 135 도 까지 Scan 함에 따라 Reclaimer 중심에서 20 m 떨어진 곳에서 Scan 하므로 목표 Pile을 충분히 포함 시킬수 있다.

2-2-2 형상검출 알고리즘



2-3 기존설비개선

2-3-1 중앙전기실과 Reclaimer 전기실간의 Plc 무선통신구축

Reel Cable 이 Yard 지면에 놓이게 됨에따라 주위의 낙파에 의한 기록으로 Cable 이 뒤롤린 상태에서 이동기기가 움직임에 따라 Reel 에 감기거나 또는 풀리는 반복작업으로 피로누적에 따른 단선(특히, I-TV화상 전송 Cable 은 동축으로 구성됨에 조기단선)되며, Reel 구동장치 오동작으로 인한 절손(Cable 장력을 Limit Switch 로 감지하여 Motor 동작)과 Cable 단선시 단선된 지점확인이 어렵고 수리가 불가함에 따라 이상발생시 마다 Cable 교체로 정비 비용이 과다하게 발생하는 문제점을 검토와 경제성을 고려할때 무선 Ethernet 방식으로 구축하는게 타당하여 설치 하였다.

2-3-2 주행위치제어

2-3-2-1 현상

기존 System 에서는 수동 작업함에 제어가 불가하여 Reclaimer 기계장치를 관장하는 System 을 개조로 Test 한 결과 목표 위치 대비 오차 발생이 Table 1 과 같이 크게 나타났다.

Table 1 주행측 오차 조사(1) (단위:Cm)

구 분	High Speed(30m/M)		Low Speed(5m/M)		오 차
	B.C가동시	B.C비 가동시	B.C 가동시	B.C 비 가동시	
북 측 주행시	1차:565	1차:542	1차:25	1차:31	580
	2차:595	2차:575		2차:28	
남 측 주행시	1차:612	1차:580	1차:28	1차:20	640
	2차:667	2차:588		2차:30	

※ B.C : Belt Conveyor

2-3-2-2 개선

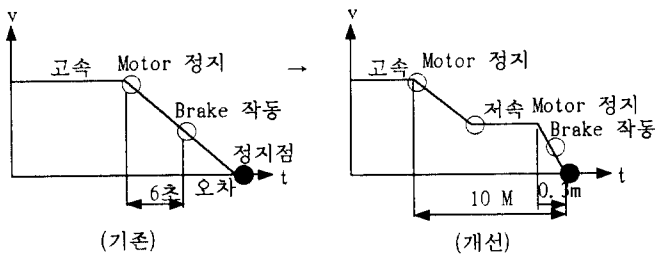


Fig 3 주행위치 개선도

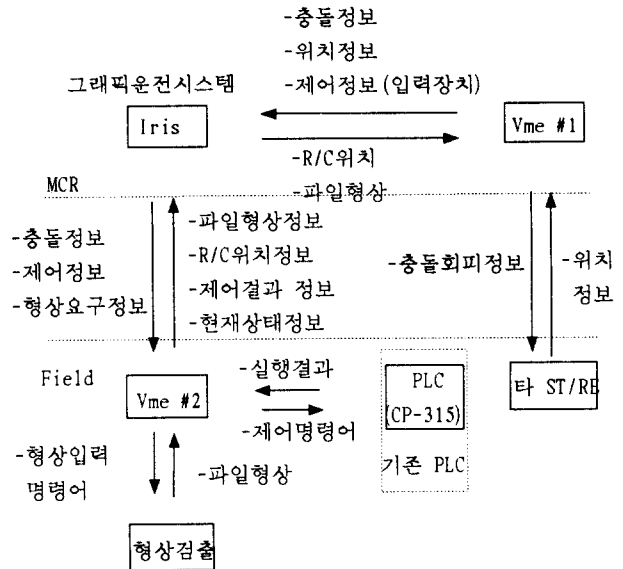
Fig 3 는 상기와 같은 문제점을 해결하기위해 Software 를 개조하여 정확도를 조사한 결과 Table 2 와 같이 자동화에 필요한 오차 범위안에 존재 하였다.

Table 2 주행측 오차 조사(2) (단위:Cm)

구 분	현 위치	목표 위치	도달 위치	오 차	운 행 범위	
주행	1 차	163.27	185.00	185.03	0.03	21.73
	2 차	184.97	170.00	170.03	0.03	14.97
	3 차	170.00	171.50	171.49	0.01	1.50
	4 차	187.07	187.70	187.74	0.04	0.63
	5 차	187.33	187.33	187.36	0.03	0.50

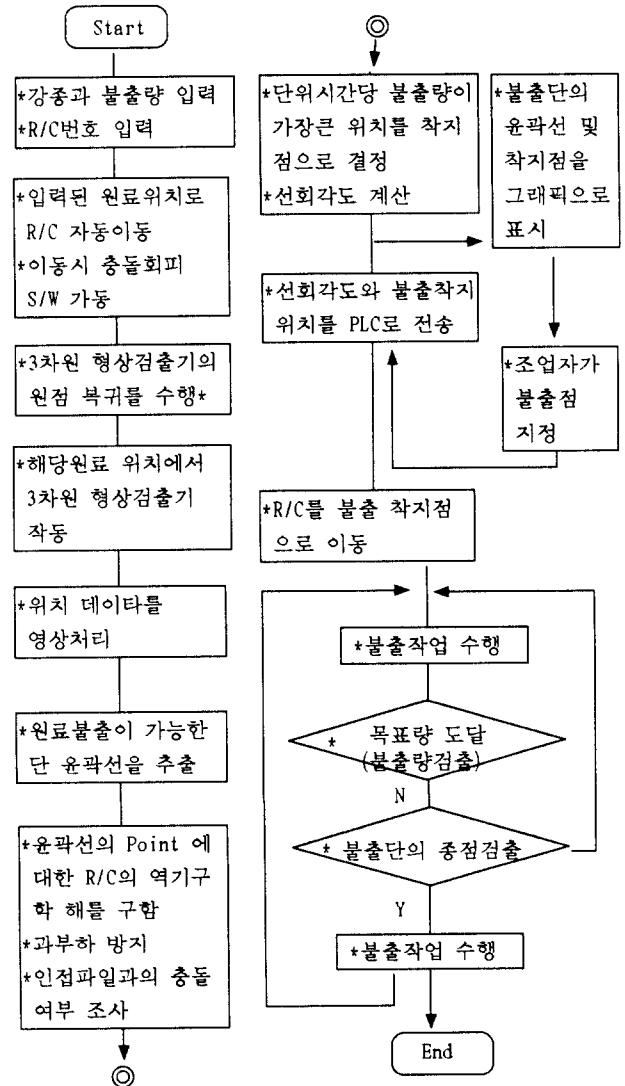
2-4 자동화 시스템

2-4-1 시스템 구성도



Reclaimer 자동화 수행을 위해 각 Hardware 사이의 데이터는 기본적으로 Ethernet 통신망을 이용하고, 총제적 관리는 그래픽 운전 시스템에서 이루어진다.

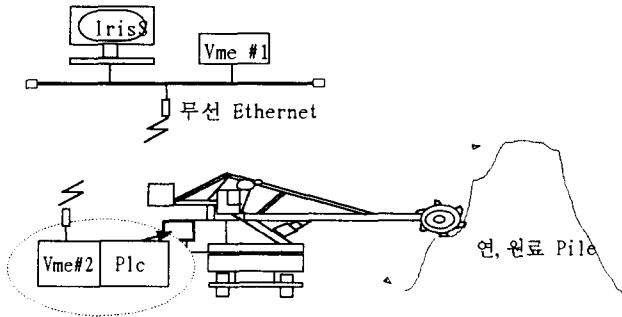
2-4-2 자동운전 불출 흐름도



2-5 자동운전 Test

2-5-1 기간 및 장소 : '95. 11. 15 ~ '96. 1. 12일, 광양제철소

2-5-2 System 구성도



2-5-3 기능별 역할

구 분	기 능
Vme #1	충돌방지 계산 및 제어
Vme #2	자동착지점 산정 및 불출제어, Pile 형상제어 및 제어정보송수신
Iris	자동운전제어 및 감시
Ladar Sensor	Yard Pile 형상 인식

2-5-4- Test 내용

운전자가 Iris Computer 에 기본 Data 를 입력하면 Reclaimer 가 해당 Pile 로 이동하여 Pile 형상을 인식하고 불출점을 계산하여 자동착지 및 불출작업을 수행한 결과 성공적이었음.



2-6 현행추진

2-6-1 운전방안

자동운전, 원격운전 및 현장에 기설치된 수동운전 으로 구분한다.

2-6-1-1 자동운전

초기 Pile 위치, 불출량 입력과 이동기기 상태 및 고장내용 등을 감시하고 자동 System 에서는 형상검출에 의한 Pile 을 인식하여 불출점 검출, 착지, 불출을 자동으로 동작하며 조업자가 입력한 목표 불출량에 도달시 작업이 자동 중지된다.

2-6-1-2 원격운전

I-TV 화면상의 Reclaimer 의 위치상태와 Laser Sensor 에서 검출한 Bucket 와 원료 Pile 과의 간격을 보면서 Joystic 입력장치를 이용하여 운전한다.

원격운전은 작업자가 필요에 따라 불출점을 임의로 선택할때, 또는 자동착지가 곤란한 Pile (Stack작업시 작업여건상 임의로 적치시 등) 불출작업시 사용한다.

원격운전 작업 방식으로는 착지 및 불출 등 모두 수동조작하는 완전원격운전, 착지는 수동 불출은 자동 운전하는 Semi 원격운전과 목표 근접위치까지 이동후 Laser Sensor 를 이용하여 자동 착지 수행 및 자동불출을 하는 원격 자동운전으로 구분되어진다.

2-6-1-3 현장 수동운전

현장 Reclaimer 내 운전실에서 운전자가 탑승하여 수동운전을 수행하기위해 기존 장치를 활용한다.

2-6-3 기능별 자동화 내용

구 분	현 재	자 동화	비 고
○R/C 운전	○R/C 운전실	○중앙운전실	
○착지 및 불출	○R/C Cab내에 운전원이 작업	○자동 System 에서 수행	○형상 검출
○불출량	○중앙운전실 운전원에 의한 불출량 접수후 계측기 활용	○중앙운전실 운전원 불출량 지시값에 의한 자동불출	○정량 불출 제어
○고장 관리	○ 중고장, 경고장으로만 표시	○고장별 상세내용 감시	○S/W 처리
○이동기기 위치 제어	○선회, 주행, 부양값에 의한 운전실내 위치 표시	○지시값에 의한 위치 제어 및 감시 ○주행제어 보정을 위한 Inverter 설치	○Encoder 설치 ○Inverter 설치
○감시 장치	○현장 수동 운전원에 의한 감시로 감시장치 필요 없음	○I-TV에 의한 감시	○무선 System 도입
○기 타	○전기실내 Relay제어 ○전기실과 이동기기간의 정보전송이 유선 ○ Plc : CP-315	○Plc I/O 처리 ○무선 Ethernet으로 Network화 ○Plc : 국산화 Plc 사용	

2-7 효과파악

2-7-1 실제효과

기존 원격수동 System 에서 완전 자동화 기술을 최초의 개발이고 타사와 비교하면 Table 3 과 같고, 또한 불규칙적인 형상 물질 수동작업시 자동화 응용에 가능하다

Table 3 타 제철소와 비교

구 분	광양제철소	타 제철소
착지 및 접근	Yard 형상 검출로 자동 제어가능	I-TV 를 보면서 수동 조작 에 따른 시간과다 소요
작업 과부하	불출계적 계산시 과 부하 고려하여 추출	운전자가 원격으로 Inching 조작
야간 작업	Ladar 센서의 3차원 정보를 이용함에 따라 주간과 동일조건 임	- 제한된 조명으로 현재 상태 파악이 어려워 숙련된 작업자 필요
효과 (인원)	기존 대비 50%	- 기존대비 30%
작업효율	고	저

2-7-2 기대효과

평양제철소 전 Reclaimer (17대) 자동화시 32명 인원 합리화 ('99년도 준공예정) 및 포항제철소 적용

3. 결론

Reclaimer 자동화를 위한 핵심 요소기술은 먼저 현장의 Yard 형태를 3 차원으로 형상을 검출하는 기술, 이를 기반으로 하여 불출작업 경로를 추출하고 최적의 불출단과 작업 착지점을 찾는 기술과 Reclaimer 가 착지점에 정확하게 도착하는 기술이다. 이번 자동화 추진 활동과 연구로 상기와 같은 요소기술을 개발 및 현장 Test 까지 완료되어 경쟁제철소의 자동화 보다 향상된 최신의 자동화 기술이다.

현재 추진중인 자동화 사업에 있어서는 개발한 최신 자동화 기술적용과 더불어 자동제어 시간을 단축을 위해 기존설비를 보완하고, 작업능률 향상을 위한 정량불출 및 설비고장 원격 감시기능 등을 도입하여 자동화의 효과를 높이고자 한다.

참고문헌

- 【1】 V. E. Theodoracatos, D. E. Calkins, " A 3-D Vision System model for automatic object surface" pp 75-99, 1993.
- 【2】 D. H. Ballard, C. M. Brown, "Computer Vision," Prentice Hall, 1982.
- 【3】 최진태, 안현식, 이관희, 신기태, "원료 불출 Reclaimer"
- 【4】 원료이동기기 자동화를 위한 Task Force Team 검토 내용 ('95년)