

## 무인반송차와 그 응용

梁 在 奎

三星電子(株) 生産技術研究所 所長

### I. 序 論

무인반송차(이하 무인차로 약칭)는 FMS (flexible manufacturing system)를 구현하기 위한 물류관리시스템의 한 기기로 근래 그 역할이 크게 부상되고 있다.

부품의 공급, 지그류 및 공작물 운반, 제품의 입출고 등의 자동화를 이루기 위해 가장 유연성 있고 효율적인 운영을 할 수 있는 움직이는 로봇이라고도 말할 수 있다.

생산라인에 부품 공급장치로 무인차를 사용할 시 큰 베어시스템에 비해 공급위치마다 부품을 선별하여 공급할 수 있고 layout도 쉽게 변경할 수 있는 잇점이 있다.

특히 머시닝센터(machining center)와 자동창고가 결합된 FMS를 구성할 시 무인차, 자동창고, 머시닝센터간을 중앙제어시스템으로 운영하면 완전한 무인화를 실현할 수 있고 더 나아가서 CIMS (computer Integrated manufacturing system)까지 발휘할 수 있다.

이러한 자동창고를 무인차를 이용해 인체의 혈관과 같은 유기적인 결합으로 시스템을 운영한다면 효율을 극대화시킬 수 있을 것이다.

우선 무인차의 구성을 간단히 알아보자. 아래 그림은 당사가 개발한 무인차(모델명 MOV-401)이며 주요 부분으로 CPU, 조향장치, 구동장치, loading/unloading장치, 완충장치, battery교환장치, sensor부, panel부로 나눌 수 있고 그중 CPU부분은 다시 유도신호 감지제어부, 모터제어부, 주변장치제어부, 통신제어부로 나뉘어 진다.

무인차의 분류기준은 유도방식과 구동방식에 따르며 자세한 분류와 설명을 본론에 실었다. 그의 시스템운영을 위한 통신제어, 기타 여러 기능 및 장치 그리고 시스템 운영사례를 예로 들어 논하고자 하는 무인차의

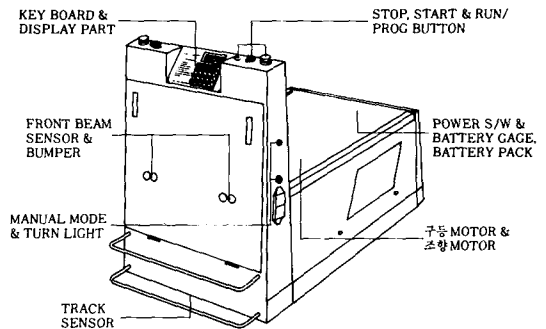


그림 1. 무인차의 각 부분 명칭

도입방법을 설명하겠으며 결론으로 이에 필요한 요구조건을 간략히 논하였다.

### II. 本 論

#### 1. 유도방식

무인차의 유도방식은 대략 7가지로 나눌 수 있으며 신뢰성, 내구성, 비용, 운영의 용이성 등을 고려하여 각각의 특성을 가지고 있다.

#### 1) 광학유도식

노면에 반사테이프를 부착하고 무인차의 beam sensor를 통해 이곳에 빛을 쏘아주면 노면과 반사테이프와의 빛 반사량이 서로 다르므로 이 경계면을 감지하여 경로를 추적해 가는 방식이다.

이 방식의 장점은 경로설치를 위한 부대비용이 적게 들고 layout변경이 쉽다. 그러나 반사테이프가 훼손될 염려가 많아 신뢰성이 문제가 되므로 특별한 관리가 요구된다. 따라서 주로 전자부품 및 경량물 운반에 많이 적용된다. 반사테이프는 알루미늄에 비닐이 코팅된 것

이 좋고 노면이 짙은 색일 경우 페인트로도 가능하고 폭은 60mm 정도이다.

광 검출방법으로 센서의 구조에 따라 크게 두가지로 나눌 수 있는데 경로용 반사테이프와 위치검출용 반사테이프를 이용하여 분기점에 도달했다는 정보를 받고 여기서 미리 정해 준 명령에 따라 선택하는 점광원식(그림 2, 3)과 경로검출용 센서를 여러개 두고 이 센서들에 의해 바로 분기점을 인식하도록 하여 정해진 명령에 따라 방향을 선택하도록 하는 선광원식(그림 4, 5)이 있고 이 두가지를 절충한 기타 방식이 있다. 점광원방식은 센서의 수가 적으므로 경제적이거나 분기점이 많을 경우 경로설치에 어려운 점이 많다.

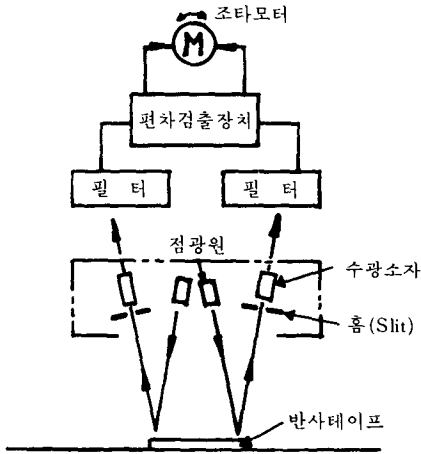


그림 2. 점광원식의 검출기 구조

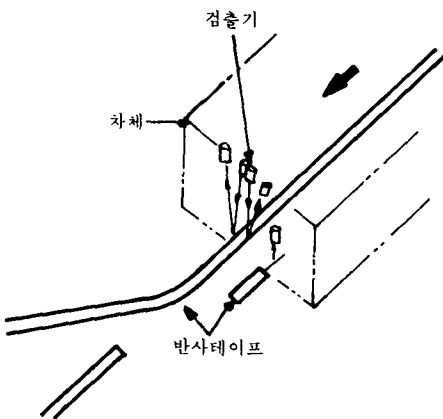


그림 3. 점광원식의 직진과 분기

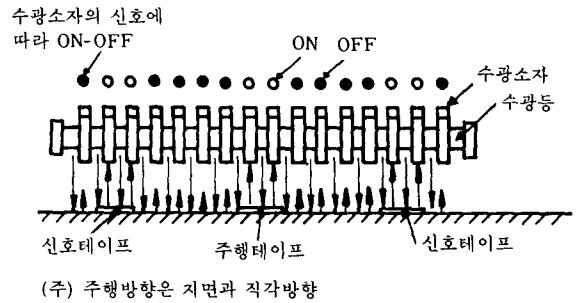
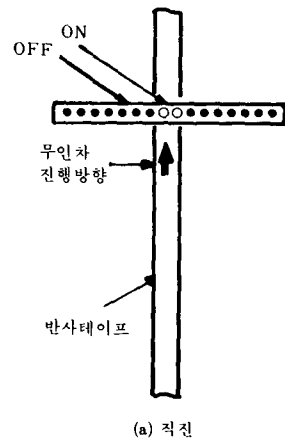
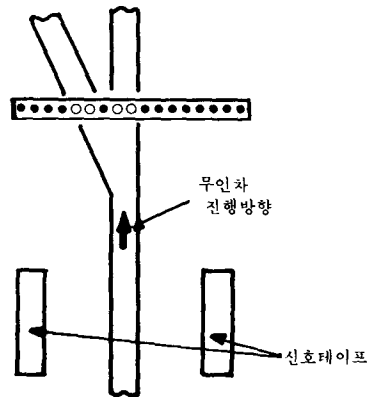


그림 4. 선광원식의 검출기 구조



(a) 직진



(b) 분기

그림 5. 선광원식의 직진과 분기

2) 전자기 유도식

주행 경로 노면에 전선을 심고 2~10KHz의 저주파 정전류를 흘려 자계를 발생시키면 무인차의 픽업코일에서 정해진 고주파수만 필터링하여 유도신호를 추적해 가는 방식이다. (그림 6)

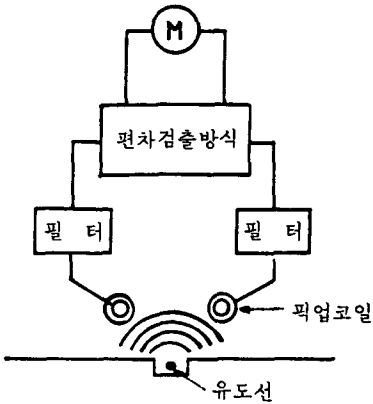


그림 6. 전자기 유도선의 원리

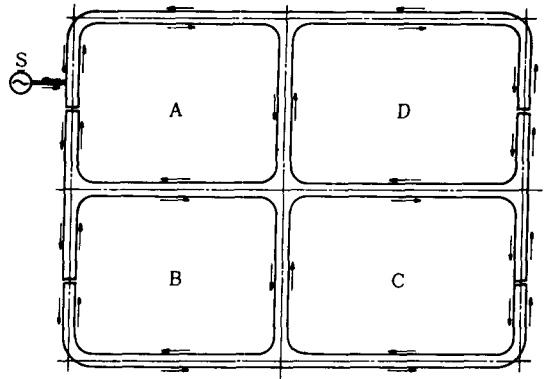


그림 7. 2선 평행식 결선법

가장 많이 사용되고 실효성이 높은 유도방식이며 중량물 운송에도 적합하고 내구성이 강하여 신뢰성이 높다.

단점으로는 유도선을 깔기 위한 케이블공사가 복잡하여 설치비용이 많이 들고 유도파가 발생되므로 주위의 타 기기에 외란원이 될 수 있으며 layout변경이 광학식에 비해 어렵다.

분기점 제어방식에는 지상제어식과 차상제어식이 있는데 지상제어식은 여러 개의 전류 loop를 만들고 주행경로가 정해지면 지상제어단에서 각 분기점의 접속을 정해주어 단일전류가 형성되도록 한다. 이 방식은 한 대의 무인차를 운행할 경우에 유효하다. 차상제어식은 2~3개의 주파수를 각 경로마다 다르게 하여 무인차에서 특정 주파수를 감지하여 정해진 경로를 추적해가는 방식이다.

그의 2선 평행식 결선법(그림 7)이 있는데 이는 위의 단일선 제어방법을 비교적 간단한 구조로 개선한 방법으로 단일 주파수를 갖는 하나의 loop로 전체 경로를 구성하는 방법이다.

3) 레이저 유도식

레이저 스캐너를 설치하고 레이저 광선을 아래, 위로 일정 각도로 흔들면서 쏘아주면 이 광선을 무인차가 받아 추적해 가는 방식이다. 분기점에 도달하였을 때는 spinturn을 하여 주어진 방향으로 독립운전을 한 후 스캐너의 빛을 찾아 주행을 개시한다.

이 방식은 노면에 경로를 정해 주기 위한 장치가 필요없고 유도 장애를 일으키지 않으며 청결도가 높다. 스캐너 하나의 동작거리가 약 100m정도이고 원거리에는 스캐너를 증설하여야 한다. 굴곡이 심한 곳에는 스

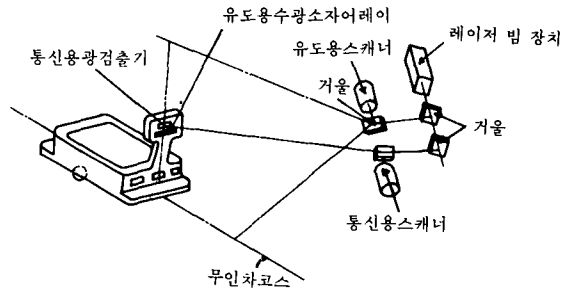


그림 8. 레이저 유도식의 구조

캐너를 많이 설치하여야 하므로 부적합하고 외란광에 대한 대책이 필요하다.

4) 금속 감지식

광학유도식과 유사한 방법이며 반사테이프의 훼손에 의한 신뢰성 저하를 개선하기 위한 것으로 금속감지센서를 광센서 대신 사용하고 테이프로는 박막 강철테이프를 노면에 부착한다.

5) 마아크(mark) 추적식

영상카메라로 마아크의 정보를 인식하여 경로를 추적하는 방식이다. 경로설비가 따로 없고 일정 간격으로 마아크를 설치하여 주행정보를 준다.

현재 인식 처리시간과 코오스 변경시 조향장치의 제어 등 기술적인 문제와 원가문제가 해결되면 실용이 가능하다.

영상처리를 위한 카메라의 구조는 그림 9와 같은 스테레오미터를 이용하여 원시야 정보와 근시야 정보, 두 정보를 동시에 처리하도록 되어 있다. 마아크는 바코드(bar code)로 구성하여 진행각도 뿐만 아니라 현 위치 정보와 주행 명령 정보를 줄 수 있다.

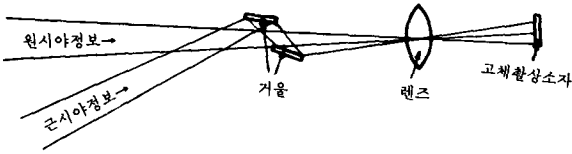


그림 9. 스테레오 밀러의 원리

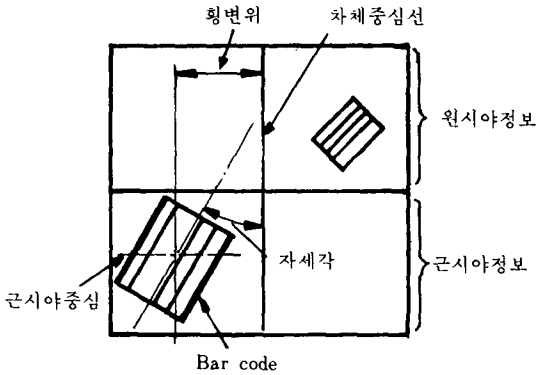


그림 10. Bar code에 의한 인식화상

6) 자이로 항법식

자이로를 이용하여 이것으로부터 발생하는 위치좌표 정보를 받아 특정 추적 경로를 구성하지 않고도 주행 좌표 정보를 입력시켜 이 좌표를 찾아 주행하도록 하는 방식이다. 좌표의 정확도를 개선한다면 실용 가능하다.

7) 궤도식

중량물 운반을 위한 고정된 레일을 깔고 그 위에서 무인차가 움직이도록 하는 방식으로 경로선택이 힘들고 부대설비 비용도 많이 드나 정확한 위치 정도를 갖고 있어 일정 경로만 주행하는 경우 중량물이고 정밀한 정지 위치 정도를 요구하는 곳에 사용한다.

2. 구동모터와 조향장치

무인차의 주행을 위한 구동방식에는 1개의 구동용 모

터와 1개의 조향용 모터를 사용한 1축 구동방식과 2개의 구동모터를 갖고 두 모터의 속도차를 이용하여 조향제어하는 2축 구동방식이 있다.

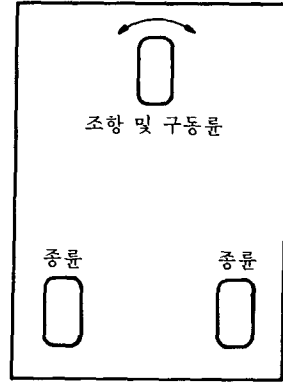


그림 12. 1축 구동방식

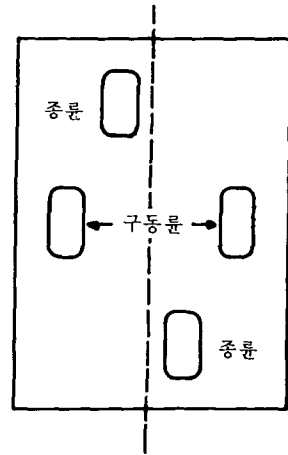


그림 13. 2축 구동방식

1축 구동방식은 비교적 제어회로가 간단하여 순차 제어로도 가능하나 운전의 자유도에 있어 2축 구동형

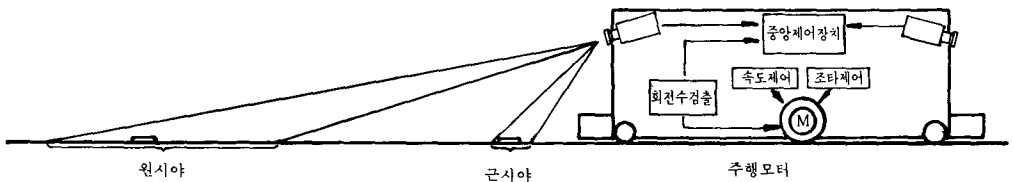


그림 11. 마아크 추적식의 원리

보다 뒤지며 전후진이 가능하도록 하기 위해서는 기구 구조가 비교적 복잡해 진다.

2축 구동방식은 모터의 타코 제너레이터에서 발생되는 속도정보를 받아 폐회로 속도제어를 하여야 하므로 제어회로가 복잡하고 큰 출력을 내기 위해서는 고출력 반도체 소자를 사용하여야 하므로 가격이 비싸다. 그러나 전후진이 자유로우며 기구 구조도 간단해 진다. 그 밖에 spinturn기능이 가능해 지고 회전반경도 적어진다.

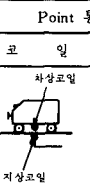
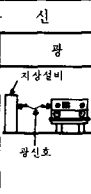
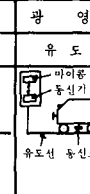
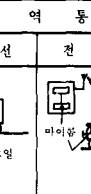
3. 통신제어

무인차를 시스템화하려면 중앙제어국에서 각 무인차에게 호출 신호, 주행 명령 data, 무인차끼리의 충돌을 방지하기 위한 교통제어 신호등을 보내기 위한 통신장치가 필요하다.

통신방식은 유도방식에 따라 적용여부가 정해지나 주로 유도코일, 광신호, 유도선, 전파등의 매체에 의해 전송되고 변조방식으로는 FSK변조 또는 PCM변조등을 사용한다.

표 1은 각 통신방식의 특성을 설명한 것이다.

표 1. 통신 방식의 특성

	Point 통신		광 영 역 통신	
	코 일	광	유 도 선	전 파
개략도				
개요	특정위치에 코일을 설치하고 차량의 코일과 통신을 행함.	특정위치에 광통신기를 설치하고 통신을 행함.	유도선을 통하여 통신데이터를 전송함.	공중무선통신기를 통해 통신을 행함.
정확성	적합	적합	부적합	적합
전자기식	적합	적합	적합	적용가능
레이저식	적합	적합	부적합	적용가능

4. 기타기능 및 장치

무인차에는 안정성과 유연성을 높이기 위한 여러 기능과 장치가 필요하다. 다음 몇 가지 사항에 대해서 설명해 보겠다.

1) 장애물 감지기능

주행시 경로 앞에 장애물을 감지하여 정지 또는 저속운행을 하거나 경적을 울리도록 하는 기능을 말하며 센서로는 적외선 반사형 센서 또는 초음파 센서를 사용한다.

2) 충돌 감지기능

무인차의 안전을 위해 전후에 범퍼를 설치하고 여기에 충격이 가해지면 모든 구동장치를 해제하고 정지하는 기능을 말한다.

3) 밧데리전압 체크기능

무인차에 내장되어 주전원을 공급해 주는 밧데리의 방전상태를 체크하여 허용치 이하로 내려 갔을 때는 home station에 도착하여 정지한 후 경보표시를 하거나 밧데리 충전장소로 자동유도 되도록 하는 기능을 말한다.

4) 자동이재장치

물건을 싣고 내리는 것을 자동으로 할 수 있도록 제어하는 장치로 지상의 자동이재장치와 서로 신호를 주고 받아 이 작업을 수행하도록 하는 장치이다.

5) 변속기능

무인차의 주행속도를 필요에 따라 바꾸어 줄 수 있게 하는 기능이다. 경우에 따라 커브길에서는 자동적으로 감속되도록 하는 자동변속기능이 필요하기도 하다.

6) 밧데리 충전장치

밧데리를 충전할 시 충전기를 무인차 내부에 두고 수시로 충전장소에 가서 자동충전 시키는 방법과 충전기를 외부에 두고 스페어 밧데리를 충전해 두어 무인차의 밧데리가 방전이 되었을때 자동 또는 수동으로 이미 충전된 밧데리와 교체해 주는 방법이 있다.

전자의 방법은 편리하기는 하지만 무인차의 가동시간이 많을 시 완전충전을 시키지 못한 채 운행되어 밧데리의 수명이 짧아지거나 가동율이 떨어지는 경우가 많다.

7) Station 지정기능

Home station에서 출발하여 목적지의 station을 찾을 수 있도록 mark를 설치하여 감지할 수 있도록 한다.

Mark에는 단순 mark와 barcode mark가 있고 mark의 소재로는 반사테이프, 석, 유도코일등을 사용한다.

8) CPU

무인차는 밧데리를 주전원으로 사용하므로 타 기기에 비해 전원이 불안정한편 이라 CPU의 에러가 발생할 확률이 높다. 따라서 자기진단장치를 구성해 CPU 또는 기타 제어회로에 이상이 있을시 처리할 수 있는 기능을 말한다.

그림14는 광신호 통신제어가 가능하고 전자기 유도식 2축 구동형 무인차의 제어회로 block도 이다. 그리고 표 2는 본 연구소에서 개발된 무인차의 제원이다.

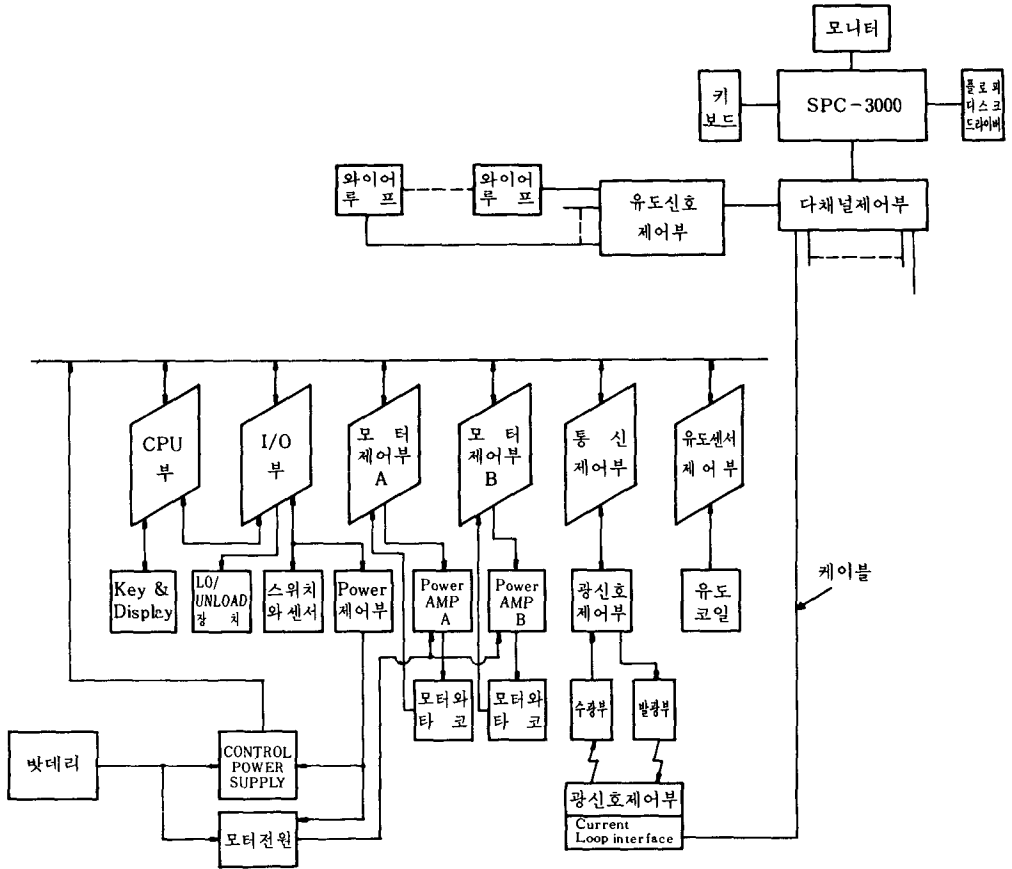


그림14. 무인차 시스템의 Block도

5. 무인차 도입방법과 적용사례

도입단계에서는 무인차의 특성에 대한 확실한 이해가 필요하고 어떤 종류의 무인차가 가장 적합할 것인가를 잘 파악하여야 한다.

지금까지의 설명을 바탕으로 어떤 종류의 무인차를 어떻게 도입할 것인가에 대해서 실례를 들어 설명해보겠다.

1) 전자제품 조립 line의 부품 공급장치

전자제품의 부품은 비교적 무겁지 않아 100kg~300kg 정도의 적재 하중이면 무난하다. 무인차의 적재하중 결정시 한 부품의 소요시간과 무인차의 반복 운전주기를 계산하여 실고 가야 할 부품 한개의 무게와 실고 갈 수량을 곱하면 된다.

조립 line의 환경이 비교적 청결한 편이므로 광학식 유도방식도 좋고 전자기 유도방식도 가능하다.

그림15는 창고로부터 부품을 line으로 운반해 주는

시스템으로 line에는 이재장치와 호출표시판이 있어 호출기의 버튼을 누르면 창고의 호출표시판에 램프가 점등되어 어느 위치에 무슨 부품이 필요하다는 것을 알고 무인차에 원하는 부품을 실어 그 장소로 무인차가 보내지도록 신호를 준다.

이와같은 구성으로 line의 유동인원이 줄어 들었고 부품을 공급하기 위해 대차로 끌고 다니는 것이 없어져 성인효과 및 line의 청결도를 높일 수 있었다. 사용된 무인차는 본 연구소의 전자기 유도형 2축 구동형 무인차였다.

2) 지그 회수장치(파렛트 이송장치)

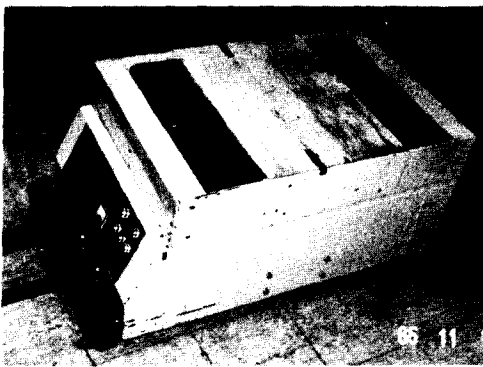
라인에서 제품조립을 위해 사용되는 파렛트를 라인 끝에서 회수하여 무인차로 라인의 처음으로 다시 투입하는 장치로 비교적 단순한 구조이나 큰 효과를 볼 수 있다.

무인차 도입전에는 파렛트를 투입하는 작업과 회수

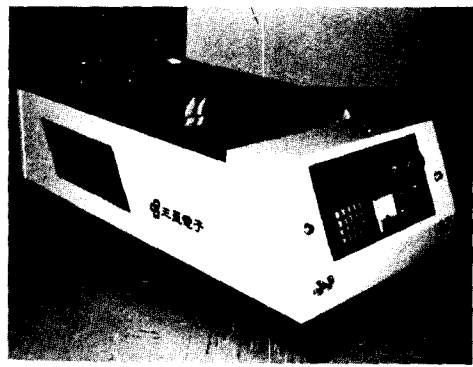
표 2. 무인차의 제원

구분	모델명	MOV-502	MOV-511
최대 적재 하중		200, 300kg	150kg
유도 방식		광학식, 전자기식	광학식
배터리 용량		24V 64AH 2개	24V 45AH 2개
모터 출력		90, 150 W D. C. 2개	80W D. C. (조향용) 120W D. C. (구동용)
(Servo Motor)			조향모터 Steering 방식
조향 방식		2축속도차방식	
주행 속도		2.7km/hour	2.5km/hour
정지 오차		± 5mm	± 10mm
최소 회전 반경		600mm	660mm
외형 치수		1300 <sup>h</sup> × 660 <sup>w</sup> × 510 <sup>d</sup>	1200 <sup>h</sup> × 600 <sup>w</sup> × 400 <sup>d</sup>
모터 제어 방식		PWM에 의한 TR구동	PWM에 의한 TR구동
C P U		Z-80A (4MHz)	Z-80A (2MHz)
프로그램가능경로수		10개	10개
Option		자동이재장치 광신호통신제어	자동이재장치
기타 기능		10단계 변속, 자동속도조절기능, Spinturn기능, 전후진기능	3 단계 변속, 전진형

※ PWM : Pulse Width Modulation



<MOV-502>



<MOV-511>

하기 위한 작업 그리고 이것을 운반하는 작업을 위해 최소 3명이 필요하였고 파렛트 1장의 무게가 8~12kg 정도이므로 작업자의 피로도 높아서 작업자들이 꺼려하는 공정이었다.

무인차의 도입후 난이한 작업공정을 완전 무인화로 처리함으로써 작업조건을 개선하였고 여기에 사용된 무인차는 역시 당 연구소의 200kg급 광학유도식 2축 구동형을 사용하여 한 번에 20장의 파렛트를 운반하였다.

3) 장치기기의 제품 운송장치

합섬사 제조공장의 세사기에서 만들어지는 제품을 박스에 담아 출하장으로 운반하는 시스템에 대한 예를 들겠다.

여기서는 제품이 출하될 시 한번에 많은 양이 나와 제품이 무게에 비해 부피가 크므로 견인차의 구조를 갖고 한대 또는 두대의 대차를 끌고 다니는 형태의 무인차가 필요하다. 1축 구동형으로 300~500kg급이면 충분하고 유도방식은 전자기 유도식이 바람직하다.

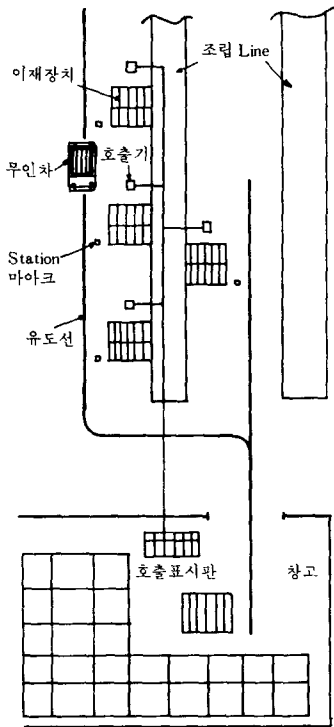


그림 15. 부품공급장치의 개략도

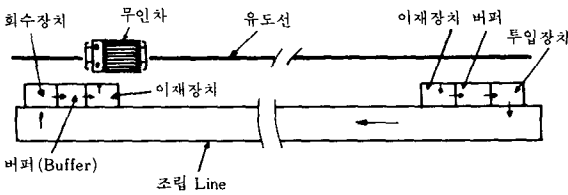


그림 16. 팔렛트 이송장치의 개략도

Station은 여러 대의 무인차를 사용하는 것을 고려하여 station 전용 대비로를 만들어 주어야 한다.

4) 공작기계의 가공물 운반장치

이 경우 적재하중이 크므로 1 ton급 이상이 된다. 따라서 유도방식도 전자기 유도방식이 되어야 하며 안

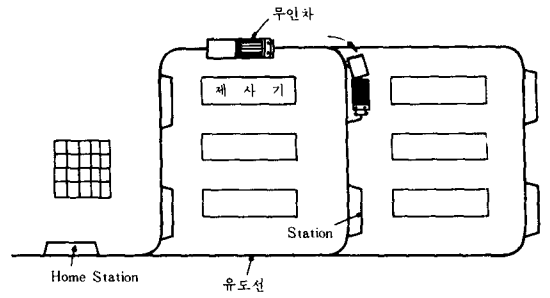


그림 17. 합성사 제조공장의 제품운반장치의 개략도

전성이 높도록 설계되어야 한다.

그리고 자동이재장치는 정밀하게 설계되어야 하고 정지오차도 1~5mm정도가 되어야 한다. 특히 자동창고 및 머시닝센터와 연결되어 운영될 때는 통신제어는 필수적으로 갖추어야 할 기능이다.

Ⅲ. 結 論

무인차의 응용기술은 생산시스템의 효율화와 유연성 있는 관리시스템의 요구가 높아짐에 따라 이에 편승하여 계속된 기술 고도화가 이루어지고 있다.

서론에서 논했듯이 자동창고, 생산설비, 생산관리가 서로 융합된 최상의 FMS에서 환관과 같은 역할을 수행하기 위해서는 중앙제어컴퓨터와 무인차간의 통신망이 원활히 이루어져야 하고 이를 통한 관리문제에 있어서도 잘 짜여진 소프트웨어가 뒷받침 되어져 있어야 한다.

무인차는 그 특성상 시스템과 시스템 사이를 연결해주는 역할을 하는 기기이므로 시스템을 생각하지 않은 무인차 도입은 실패할 경우가 많다. 따라서 도입단계에서 고려할 사항은 먼저 적용하고자 하는 곳의 환경과 주위 조건을 분석하고 어느 정도 규모의 시스템을 구성할 것인가를 설정한 뒤 최종적으로 이 시스템에 적합한 무인차의 type과 기능을 결정하여야 한다.

이와같은 순서로 도입을 추진하여야만 기대했던 시스템의 효율화와 유연성을 이룰 수 있을 것이다. \*

◆ 用 語 解 說 ◆

조속기(調速機)

기계의 회전속도를 일정하게 유지하기 위해 회전수의 변화를 감시하고 그 속도를 제어하는 기기로서 엔진이나 회전형 신호기 등에 사용된다.