

# 통합환경하에서의 AGV 시스템 감시/제어

이 승 우, 송 준 엽

한국기계연구원 자동화연구부

## ABSTRACT

본 연구에서는 통합환경하에서 운영되는 AGV 시스템을 대상으로 차체 정보의 감시 및 제어가 가능하고, 상위시스템 및 자동화 단위시스템들과 필요 정보를 공유할 수 있는 AGV 운영시스템을 설계/개발하였다.

개발된 시스템의 특징으로는 AGV 차체의 Busy 여부, 이송품 적재 유무, 현재 위치 등과 같은 상태정보의 감시와 이동, 조향, 적재품 이체 등과 같은 제어 명령을 PC에서 자동 모드로 실행할 수 있다. 또한 상위시스템과의 연결을 위해 PLC를 이용하여 RS-485 통신 Network을 구축하여 상위시스템에서도 별도의 감시 및 제어가 가능하도록 하였으며, 이를 이용하여 시스템을 구성하는 다른 기기와의 정보교환도 가능하다.

## 1. 서 론

최근의 공장 자동화 추세는 자동화 기능을 집약한 단위 시스템을 분산배치하고, 이를 자동화된 물류시스템에 의해 연결시켜 통합시스템을 구축하는 네트워크형의 생산시스템 형태로 발전되고 있다.

이런 변화에 따라 다품종 소량 생산에 적합한 FMS로 대표되는 유연생산시스템이 개발되어 실제 생산현장에 적용되고 있다.

이러한 시스템을 구성하는 핵심 요소중의 하나는 구성요소들을 물리적으로 연결해 주는 반송장치이며, 그 대상은 하나의 가공장소에서 다음 가공장소로의 워크이동, 공정간의 이동, 각 공정에서 창고로의 이동 등 많은 기능을 포함하고 있다.

무인 반송장치의 종류로는 로봇, 컨베이어, AGV 등을 생각할 수 있으나, 생산라인내에서의 각종 작업물의 이동이 다양하고 복잡해지

기 때문에 이를 해결하기 위한 수단으로 무인 반송차(Automated Guided Vehicle, 이하 AGV) 시스템이 최적의 수단으로 선택되고 있다.

AGV가 생산현장에서 효율적으로 운영되기 위해서는 주행루트의 제어, 주변기기와의 연계, 상위시스템과의 정보교환 등이 이루어져야 하나 기존에는 단순 순차제어(From-To) 방식에 의해 통제되고 있다. 그러나, 생산시스템이 복잡화, 무인화되면서 시스템 통합화를 위해 구성 요소의 정보계를 확립하고, 그에 따른 통합차원에서의 시스템 감시/제어가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 통합환경하에서 운영되는 AGV 시스템이 가져야 하는 감시/제어 시스템을 설계하고, 이를 바탕으로 한국기계연구원 시범공장에서 운영되는 AGV를 대상으로 감시/제어 시스템을 구축하였다.

## 2. 통합환경에서의 AGV 감시/제어

FMS는 “가공물 반송장치에 의해서 서로 연결되고, 무작위 일정계획 기능을 갖는 컴퓨터에 의해 통제되는 두대 이상의 컴퓨터 수치제어기(CNC)의 집합”으로 정의할 수 있다. 즉, 이것은 가공을 담당하는 CNC뿐 아니라 이들을 연결하는 반송장치까지도 상위 컴퓨터에 의해 제어를 받아야하는 것을 의미한다.

그러나, 통합환경하에서 시스템을 구성하는 구성기기의 모든 감시/제어의 작업을 중앙 컴퓨터에서 한다는 것은 관리적 측면과 시스템 구성에 있어서도 비합리적이며, 컴퓨터의 업무처리 능력에 많은 부하가 발생된다. 따라서 통합환경에서는 이와 같은 문제점을 해결하고, 구성요소의 일부가 비정상(고장)이라도 시스템 전체에 미치는 파급효과를 최소화할 수 있도록 분산처리 시스템으로 구축해야 한다.

AGV 시스템의 주요기능은 주행(Driving), 이재>Loading/Unloading)작업 등으로 분류할 수 있다. 특히, 이재작업의 경우 구성기기의 반송높이, 정지신호, 작업완료 신호 등에 따라 AGV 이재장치의 제어 및 관련기기와의 제어가 행하여 진다. 표 1.이 AGV 시스템과 중앙 컴퓨터간의 대표적인 전송 정보내용이다. 이러한 정보들은 관련기기로 직접 전송이 되는 것이 아니라 통신망을 통해 중앙 컴퓨터로 보내지며 분산기(Dispatcher)를 통해 AGV 시스템을 포함한 관련기기의 컨트롤러로 보내져 제어된다.

표 1. 통합환경에서의 AGV 시스템과 중앙 컴퓨터와의 감시/제어 정보내용

구분	내용	관련기기
입력 (To Server)	On-Position	구성요소
	On-Bringing	구성요소
	이송품 적재 유무	Host
	Loading, Unloading 작업 완료	구성요소
	작업명령 Queue 유무	Host
출력 (From Server)	From - To	Host
	Loading, Unloading 작업 구분	Host
	이송 품목	Host

또한 주행작업의 경우에는 출발지와 목적지의 인식좌표가 필요하다. 대부분의 AGV 시스템은 유도선을 따라 구성기기를 중심으로 설치되어 있는 컨트롤포인트(Control Point)를 이용해 AGV의 현재 위치를 파악한다. 물론 시스템에 따라 작업후에 AGV가 대기하는 위치가 다르지만 현 위치 및 이동 위치를 파악하기 위해서는 유도선상의 컨트롤포인트의 위치를 중앙 컴퓨터가 미리 알고 있어야 한다.

이는 중앙컴퓨터에서 각 구성기기로 부터 AGV의 호출신호를 받으면 관련 정보들을 이용해 필요정보만을 전송하며, 나머지 제어에 사용되는 일련의 모든 순서(Sequence)는 AGV 시스템 자체의 컨트롤러에서 담당한다.

통합환경하에서 AGV 시스템을 중심으로 시스템을 구성하는 기기와의 정보교환을 위해서는 RS-232C, RS-422, RS-485 등과 같은 시리얼 통신과 근거리통신망(LAN, Local Area Network)을 이용한 네트워크를 고려할 수 있다.

이러한 방법들은 각각 장·단점을 갖고 있으나 시스템의 확장성, 관리적 측면에서 고려한다면 근거리통신망을 이용한 통합화가 많은 장점을 갖고 있다고 사려된다. 즉, 네트워크를 구성하는 통신축에 접속하기 위해서는 각 기기가 사용하고 있는 전용 컨트롤러에서는 많은 어려움을 가지고 있어 본 연구에서는 각 기기 혹은 기기군별로 이를 감시하고 제어할 수 있는 범용 PC를 컨트롤러로 사용할 수 있도록 시스템을 구축하였다.

## 3. AGV 시스템의 기능 및 운영체제

앞절에서 언급한 통합환경에서의 AGV 운영 시스템 구축을 위해 현재 한국기계연구원에서 보유하고 있는 AGV를 대상으로 감시/제어 및 상위시스템과 인터페이스 가능한 시스템을 구축하였다.

대상 AGV 시스템은 AGV의 구동, 조향 및 통제를 위하여 전용 컨트롤러 혹은 PLC(Programmable Logic Controller)등에 의해 순차제어되는 Mobile Layout Control 방식이 아니라 상위 시스템과의 정보교환, 레이아웃

정보 및 반송명령 등은 제어 PC에서 전담하고, AGV 고유기능인 구동, 조향, 이재기능은 제어 PC의 명령에 의해 차체에서 기능을 수행하는 Stationary Layout Control(이하 SLC) 방식의 제어시스템을 갖고 있다. SLC 방식은 공장 자동화 실현을 위한 주요 기능중의 하나인 이기종기기와 인터페이스 및 네트워크 시스템 구축에 중요한 해결책을 제시하고 있다.

유도방식으로는 guide wire에서 발생하는 특정 주파수를 차체의 안테나가 감지하여 이동하는 전자파 유도방식이며, 최대 5개의 주파수 발생기를 사용하여 다양한 형태의 Route 레이아웃을 꾸밀 수 있다.

본 연구에서는 그림 1.에 제시된 것처럼 AGV 시스템 운영을 위한 컨트롤러로 Field Bus를 사용한 범용 PC를 사용하고, DI/DO(Digital Input/Output)을 이용하여 주요 모니터링 요소를 PLC로 전송할 수 있다.

또한, Open된 통신규약(Protocol)에 의해 근거리 통신망을 이용하여 상위시스템 및 다른 시스템 구성기와 필요정보를 공유할 수 있다. 특히, AGV의 상태정보를 실시간으로 감시하여 감시정보를 DI/DO를 통해 PLC에 전달하고 이를 RS-485 Multi-Drop 통신 방식을 이용하여 별도의 네트워크 환경을 구축할 수 있다. 이는 제어와 감시의 정보 통신을 별도로 사용하므로써 정보의 신뢰성 향상 및 실시간 감시 및 제어가 용이하도록 하였다.

#### 4. AGV 시스템 운영 프로그램

AGV 시스템 운영 프로그램을 개발하기 위해서는 일련의 코드화된 감시 및 제어정보의 체계화가 필요하다.

감시정보의 경우, AGV는 표 2.와 같은 감시 정보를 기준으로 AGV의 상태가 변할때마다 그 상태값을 16진수 형태로 제어 PC로 전송한다.

제어 PC에서는 전송된 16진수 값을 4bit binary로 분해하여 현재의 AGV 상태정보를 인식한다. 상태정보는 항상 다음과 같은 형식으로 전송되며 인식방법의 예를 그림 2.에 나타내었다.

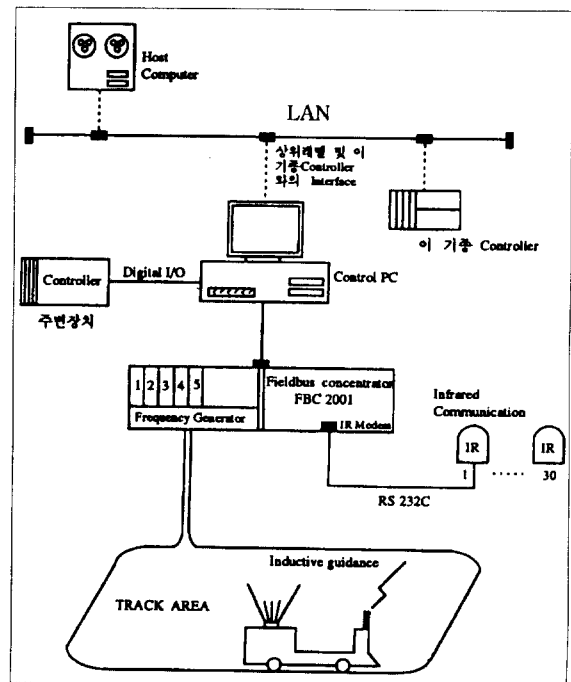


그림 1. AGV 시스템의 Network & Interface

01 01 67 00 01 21 00 2A 00 2F 2A

2				1			
0	0	1	0	0	0	0	1
3_7	3_6	3_5	3_4	3_3	3_2	3_1	3_0

그림 2. AGV 감시정보의 인식

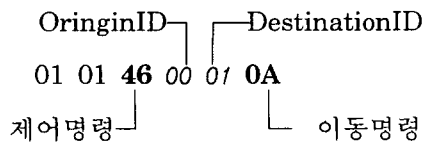
실질적인 상태정보는 그림 2.의 밑줄친 부분이며, 그외 값들은 감시정보의 단락을 의미하는 부분이다. 특히, 표 2.에 음영으로 표시한 부분은 상위시스템 혹은 다른 구성기와 교환해야할 필요정보들이다.

이와 같은 정보들을 이용하여 상위시스템 혹은 다른 구성기기로 부터 AGV의 작업 요청을 받으면 AGV는 상위시스템으로 부터 근거리통신망(LAN)을 이용하여 From-To(OriginID - DestinationID)정보만을 받고, 실제적인 작업은 제어 PC에서 행하게 된다.

본 연구에서 사용중인 AGV에서는 제어코드 "F"와 주행명령 "0A"라는 코드를 가지고, 제어 PC는 3964R 통신규약과 제어코드를 이용해 그림 3.과 같은 전송형태를 만들며, 제어정보의 코드 분류표를 표 3.에 나타내었다.

표 2. AGV 감시 정보

Bit_Address	내 용
3_7	AGV has finished the job.
3_6	AGV is charging.
3_5	AGV is not sleep.
3_4	AGV is in handling position.
3_3	Reserve
3_2	AGV has left the position. (on position = 0)
3_1	AGV is free now.
3_0	AGV has got a job
2_7	Feet Down
2_6	Feet Up
2_5	Right side to something handle
2_4	Left side to something handle
2_3	AGV has a load
2_2	Telescope on right position
2_1	Telescope on middle position
2_0	Telescope on left position
1_7	Lifting position 4
1_6	Lifting position 3
1_5	Lifting position 2
1_4	Lifting position 1
1_3	Reserve
1_2	Reserve
1_1	Backword Driving
1_0	Forward Driving
0_7	Reserve
0_6	AGV is new in system.
0_5	AGV is searching a nail.
0_4	Reserve
0_3	Reserve
0_2	Reserve
0_1	Manual Mode
0_0	Automatic Mode



**Nail 코드 00에서 01로  
이동하라는 명령을 할 경우**

그림 3. AGV 제어정보 전송형태

이러한 AGV의 감시 및 제어 정보들을 이용하여 Windows 환경에서 구현되는 운용 프로그램을 개발하였다.

표 3. 제어정보 코드 분류표

제어명령	내 용
K	제어 PC의 Starts Up
F	0A Driving
	14 Going in position on next ID
	15 Going in position on this ID
	33 Feet Up
	34 Feet Down
	35 TS left bringing
	36 TS left getting
	37 TS right bringing
	38 TS right getting
	39 TS from middle to left
	3A TS from middle to right
	3B Lift Up position2
	3C Lift Up position3
	3D Lift Up position4
3E Lift down position1	
3F Lift down position2	
40 Lift down position3	
R	Reading Mail Box
A	FG On/Off

운용 프로그램은 크게 감시와 제어 두개의 작업환경으로 구성된다. 감시의 경우 AGV의 현재 상태를 24개의 감시요소를 나누어 이를 시각 처리하였다. 일단, AGV 제어용 PC에 보고된 감시 정보들은 분석되어 주기적(약 500 msec 이내)으로 근거리통신망을 이용하여 상위시스템에 전송된다. 또한 이러한 정보들은 DI/DO를 이용하여 PLC의 출력(상태정보)접점의 상태(On/ Off)를 변화시킨다.

반대로 제어의 경우에는 관련기기로 부터의 AGV 작업요청을 상위시스템에서 판단하여 필요정보(From-To)를 근거리통신망을 경유하여 AGV 콘트롤러에 전송하면 AGV 시스템은 이런 정보들을 이용하여 주행 및 이재작업을 행하게 된다. 물론 관련기기의 이재작업에 필요한 정보(반송높이, 반송길이) 등은 AGV 콘트롤러에도 가지도록 하였다.

이와는 별도로 상위시스템의 제어 정보에 의존하지 않고 AGV 시스템 단독으로 운전이 가능하도록 별도의 제어 루틴(Routine)을 이

용해 제어가 가능하다.

AGV 운용 프로그램의 Main 화면이 그림 4.이다.

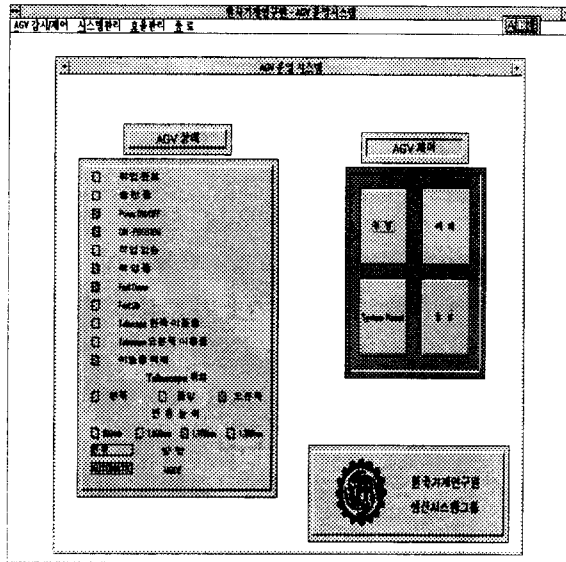


그림 4. AGV 시스템 운영 프로그램

## 5. 결 론

본 연구에서는 통합환경하에서 시스템을 구성하는 요소들이 주고 받아야 할 필요정보를 분석하고, AGV 시스템을 대상으로 필요정보에 대한 체계화 작업을 수행하였다. 이를 바탕으로 상위시스템과 근거리통신망으로 연결된 AGV 시스템에 적용하여 통합환경에서 운용할 수 있는 운용 프로그램을 개발하였다. 개발된 운용 프로그램은 상위시스템과의 On-Line 연계 및 별도의 운전이 가능하다.

향후 이러한 기법을 바탕으로 통합운영하에서 운영되는 복수대의 AGV 관리와 자동화 단위 시스템들의 실적/가동정보 등을 상위시스템에서 관리할 수 있는 실시간 FMS 운영시스템 개발과 연계시킨 연구를 진행시킬 예정이다.

## 참 고 문 헌

[1] Richard K. Miller, CMfgE, "Automated Guided Vehicle and Automated Manufacturing", SME, 1987.

[2] H.Klug, "Control Structure in complex AGVS", Conference of AGV, 1983.

[3] P.Gunsser, E.Wagner, "Control Techniques in automatic guided vehicle systems examples of applications and various control concepts", Conference of AGV, 1983.

[4] "Technical report of 3964R communication protocol", BERGHOF GMBH.

[5] 송준엽, 이승우, "AGV를 이용한 물류시스템의 운영기술 개발", 한국기계연구원, 1992.

[6] 이승우, 송준엽, "Stationary Layout Control 방식의 AGV 시스템 개발", 한국자동제어학술회의, 1992.