

Stationary Layout Control 방식의 AGV시스템 개발

이승우 송준엽 박화영
한국기계연구원 자동화연구부

AGV System with a Stationary Layout Control Method

Seung-Woo Lee Joon-Yub Song Hwa-Young Park
Automation Engineering Dept. KIMM

ABSTRACT

We deals with stationary layout control system of AGV. It is a intelligent control system to be wholly charged control PC a layout information and guided command and to be controlled a vehicle driving, steering, safety of natural functions of AGV.

Fieldbus concentrator of stationary layout control system serves control command from control PC and status information of AGV. Telegram software monitors transmitted command and status information through IR(Infrared) modem. Epecially it is possible to easily network to use not an exclusive controller of AGV but personal computer(PC) when communicate and interface a different kind of controller.

1. 서 론

공장 자동화의 추세는 자동화 기능을 집약한 단위시스템을 분산, 배치하고 이를 자동화된 물류시스템에 의해 연결시켜 토탈시스템을 구축하는 네트워크형의 생산시스템 형태로 발전되고 있다. 이러한 개념이 생산현장에 확산되고, 생산라인 내에서의 각종 작업물의 이동이 다양하고 복잡해지기 때문에 이를 해결하기 위한 수단으로 무인반송차(Automated Guided Vehicle)가 도입되게 되었다.

무인반송차(AGV)가 도입, 운영되는 생산라인의 레이아웃 상에서 효율성 있게 운영되기 위해

서는 주행루트의 제어, 주변기기와의 연계, 상위레벨 시스템과의 정보교환 등이 이루어져야 하나 이제까지는 단순 순차제어(From-To Control) 방식에 의해 통제되어 왔다.

따라서 본 연구에서는 공장 자동화의 구성요소(가공기계, 자동창고, 로봇 등)를 물리적으로 결합하고, 단위기계 및 단위시스템 공정에서 일어나는 각종 정보를 상위레벨과의 인터페이스에 의한 네트워크 구축으로 전체를 시스템화하고 통합할 수 있는 Stationary Layout Control 방식의 AGV시스템의 설계 및 운영기술을 개발하였다.

2. AGV 제어시스템의 구성

기존의 AGV시스템의 제어방식은 AGV의 구동, 조향 및 통제를 위하여 전용 controller 혹은 PLC 등에 의해 순차제어되는 Mobile Layout Control 방식이 대부분이다. 그러나 이러한 제어 방식은 공장 자동화의 실현을 위한 주요한 기능 중의 하나인 이 기종 기기와의 인터페이스 및 network 시스템 구축에는 상당한 장애요인으로 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 이상과 같은 문제점을 해결하기 위해 Fig. 1처럼 상위레벨과의 정보교환, 레이아웃 정보 및 반송명령 등은 control PC에서 전담하고, AGV의 고유기능인 구동, 조향, 이 재 기능은 control PC의 order에 의해 차체에서 기능을 수행토록 하는 자율성 있는 Stationary Layout

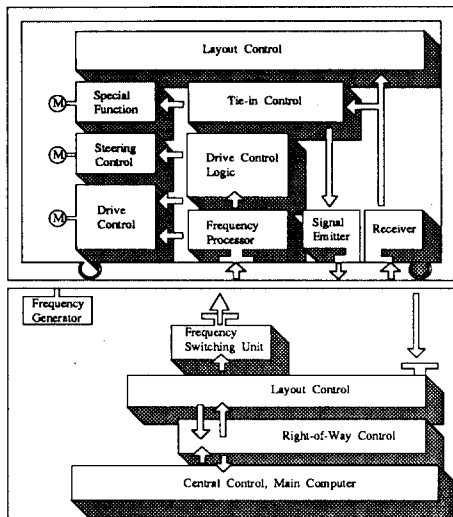


Fig. 1 Stationary layout control 방식의 AGV시스템

Control 방식의 제어시스템을 설계. 구성하였다. 또한 open된 통신 protocol에 의해 인터페이스 작업이 가능한 micro computer를 AGV controller로 채용하고, Fig. 2와 같은 PC fieldbus 방식을 이용한 Network & Interface 시스템을 구성함으로써 이 기종 주변기기와의 연결 및 정보교환 작업을 수월하게 할 수 있도록 기능설계에 주안점을 두었다.

본 제어시스템을 구성하는 주요 구성기기로는 Frequency generator, Fieldbus concentrator, Infrared communication 장치 등이 있다.

2.1 Frequency generator

본 연구에서 대상으로 하는 AGV는 guide wire에서 발생하는 특정 주파수를 무인 반송차의 안테나가 감지하여 이동하는 전자유도식 시스템으로 유도선에 주파수를 발생시키는 것이 Frequency generator이다. Frequency generator에서 발생시킬 수 있는 주파수 범위는 5~20 KHz로서 이 영역내에서 서로 다른 8개의 주파수를 선택하여 사용 가능하다.

또한 생산라인의 확장시에는 Frequency generator (FG) panel의 증설에 의해 확장라인의 물류시스템으로 응용 가능하다.

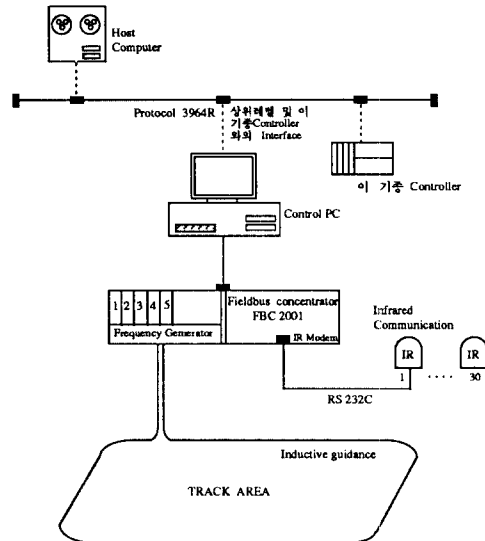


Fig. 2 Fieldbus방식을 이용한 Network시스템

2.2 Infrared communication 장치

본 AGV 시스템은 임의의 비동기, 직렬의 바이트 전류들의 전선없는 통신 및 전달을 위해 적외선 데이터 전달방식을 채용하였다. 이 전달방식은 2개의 적외선 relay에 의해 케이블에서의 전기신호를 Infrared impulse로 변환시켜 무선에 의한 데이터 전송방식으로 Fig. 3처럼 전압공급 유니트, 수위조절 유니트, IR(Infrared) modem, IR transmit & receive 유니트로 구성되어 있다.

수위 조절부는 외부기기와의 통신을 위한 RS-232C, RS-422, Current loop와 같은 비동기적 표준 통신사양으로 IR relay를 조절하는 역할을 담당한다. 또한 IR modem은 조절된 신호들을 전기 impulse로 전환시키고, 전환된 전기 impulse를 IR 발신/수신 유니트에서 IR 관련 impulse로 전환하여 정보를 주사하는 역할을 한다.

2.3 Fieldbus concentrator

Fieldbus concentrator는 Fig. 2에 제시된 것처럼 AGV 시스템의 차체 processor와 control computer 사이에서 구동명령 혹은 상태정보 등

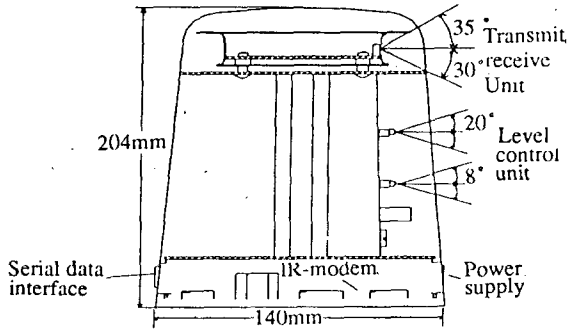


Fig. 3 Infrared(IR) communication 장치

을 교환하는 장치로서 power supply 모듈, computer card(KZ-R) 및 expansion card(KZ-E)로 구성되어 있다.

Fieldbus concentrator는 control PC와 3964R protocol에 의해 통신을 하며, 다음과 같은 주요기능을 수행한다.

- 1) Control PC에서 AGV에 보내지는 제어정보 처리
- 2) AGV에서 control PC로 보고되는 AGV의 상태정보 처리
- 3) 수신 혹은 송신된 정보의 FIFO(First In First Out) 처리
- 4) AGV의 cold Start후 control PC의 정보 copy
- 5) 복수대의 AGV 시스템 운영시 각 시스템에 해당되는 정보의 분류 및 송/수신

3. AGV 운영소프트웨어 개발

3.1 통신 (protocol)

프로토콜은 통신시스템에서 상호 분리되어 있는 통신 실체를 불완전한 매체를 통하여 확실한 통신을 달성하게 해 주는 일련의 절차나 규범의 집합, 즉 상호 데이터 교환을 위한 순서 및 규정으로서 본 AGV시스템에서도 상위레벨과의 인터페이스 시 정보교환을 위한 프로토콜, control PC와 Fieldbus concentrator간의 프로토콜, Fieldbus

concentrator와 IR device간의 프로토콜 등이 필요하다.

본 연구에서는 통신 프로토콜로 독일 Berghof사에서 제정한 3964R 프로토콜을 채용하였다. 3964R 프로토콜은 시리얼 RS-232C를 이용한 비동기식 전 2중 통신으로 송수신 교체에 따른 시간적 loss가 없고, 데이터의 전송효율이 높으며, 한번에 전송할 수 있는 정보량이 최대 128 byte까지 가능하다. 본 연구에 채택된 3964R 프로토콜의 통신 format는 Fig. 4와 같다.

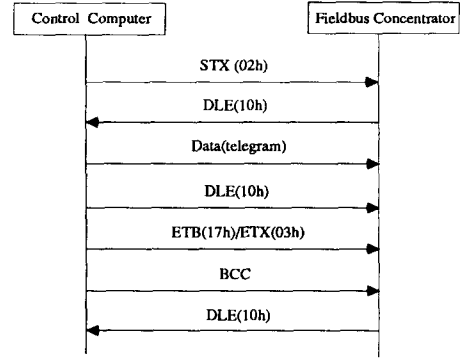


Fig. 4 AGV시스템의 통신 Format(3964R protocol)

3.2 Telegram 및 Telegram generator

본 연구의 제어방식은 각종 제어정보의 처리를 control PC에서 담당함으로써 효율적으로 AGV시스템을 운영하고, 통제할 수 있는 소프트웨어가 필요하다. 특히 control PC와 AGV 사이에는 작업을 수행하면서 많은 제어정보와 상태정보를 주고받는데 이러한 정보내용을 본 연구에서는 Telegram이라 정의하고, 그 운영소프트웨어, Telegram generator 개발에 활용한다.

Telegram은 Table 1에 제시된 것처럼 크게 control PC에서 AGV로 송신되는 작업명령, 주행, 정지, positioning, loading/unloading 작업과 AGV에서 control PC로 수신되는 상태정보로 구분되고, 각 정보마다 16진수 값으로 표기하도록 하였다.

Table 1 대표적인 Telegram 정보

Telegram	제어코드	내 용
제어정보	'K'	Cold Starts
	'F'	AGV driving
	'R'	Reading maile box
	'A'	Frequency Generator ON/OFF
상태정보	'a'	no status
	'b'	1 status byte
	'c'	2 status byte
	'd'	3 status byte
	'e'	4 status byte
	'f'	5 status byte
	'g'	6 status byte
	'o'	setup 후 telegram configuration
	'l'	error status AGV
	'y'	error status concentrator
	'r'	send mail box line
	'n'	concentrator reset
'x'	instruction without response	

특히 AGV가 작업을 수행하고 control PC로 보내진 작업에 대한 완료보고, 현 AGV 상태보고는 Telegram generator 상에서 Fig. 5처럼 표기하고, 이들 정보를 다시 4 bit의 binary 정보로 해석하여 추후 AGV시스템의 감시 및 진단에 활용한다. 상태정보 중 각 bit에 부여된 정보내용은 Table 2와 같다.

이상과 같은 Telegram은 AGV 운영을 위한 제어정보의 규약이라 할 수 있으며, 통합된 환경 하에서의 이러한 정보를 송수신하고, 통합제어할 수 있도록 GOTO, LABEL, LOOP 혹은 DELAY 기능 등을 추가하여 단순한 sequence 제어 뿐 아니라 상위레벨 혹은 이 기종 기기와의 인터페이스에 의한 통합관리가 가능토록 tree형 구조로 되어 있다. 또한 Microsoft- C 범용언어와 3964R 프로토콜 library를 링크하여 AGV의 제어 및 상태정보의 송수신이 가능하다.

3.3 Layout 정보 생성용 S/W(STOTAB)

생산라인에 AGV를 도입. 운영 시 AGV의 작업내용, 주행루트 등 운영에 필요한 정보를 사전에 AGV가 인식할 수 있도록 하여야 한다. 특히 레

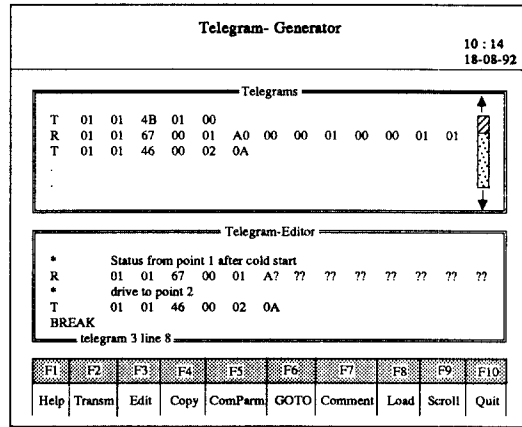


Fig. 5 Telegram generator에 의한 AGV의 운영

Table 2 Telegram의 각 bit에 부여된 상태정보

BIT 수	정 보 내 용
BIT_3_0	AGV has got a job(1) : No job (0)
BIT_3_1	AGV is free now(1) : No free (0)
BIT_3_2	AGV has left the position(1) : On position (0)
BIT_3_3	RESERVED
BIT_3_4	AGV is in handling position(1) : Not handling position (0)
BIT_3_5	AGV is not sleep(1) : Sleep (0)
BIT_3_6	AGV is charging (1) : No charging (0)
BIT_3_7	AGV has finished all job(1) : Not finished (0)
BIT_2_0	Telescope on left position
BIT_2_1	Telescope on middle position
BIT_2_2	Telescope on right position
BIT_2_3	AGV has a load (telescope)
BIT_2_4	Left side to something handle
BIT_2_5	Right side to something handle
BIT_2_6	FEET UP
BIT_2_7	FEET DOWN
BIT_1_0	Forward driving
BIT_1_1	Backward driving
BIT_1_2	RESERVED
BIT_1_3	RESERVED
BIT_1_4	Lifting position 1
BIT_1_5	Lifting position 2
BIT_1_6	Lifting position 3
BIT_1_7	Lifting position 4
BIT_0_0	Automatic Mode
BIT_0_1	Manual Mode
BIT_0_2	RESERVED
BIT_0_3	RESERVED
BIT_0_4	RESERVED
BIT_0_5	AGV is searching the mail
BIT_0_6	Program - download
BIT_0_7	RESERVED

이아웃 정보는 도입될 생산라인의 설치 및 확장 시 필수적인 정보로서 본 연구에서는 이러한 레이아웃 정보를 간단히 작성하고, 생성하여 AGV에 등록할 수 있는 레이아웃 정보 생성용 소프트웨어, STOTAB를 개발하였다.

STOTAB 소프트웨어는 Fig. 6처럼 레이아웃 정보 구성에 필요한 출발 ID, 도착 ID, ID간의 거리, 주행속도, 유도주파수 등을 포함한 station(ID)간의 관계 및 상관변수를 테이블 형식으로 작성하

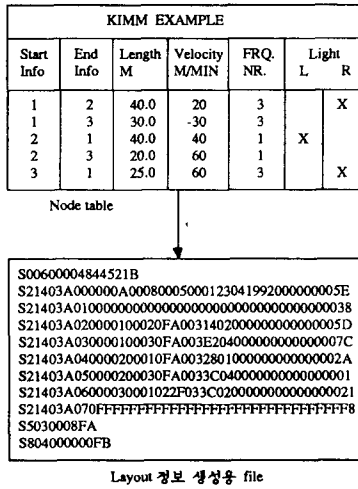


Fig. 6 STOTAB에 의한 Layout정보의 생성과정

여, AGV측에서 인식할 수 있는 ASCII 코드 형식의 파일로 생성시킨다. 또한 생성된 레이아웃 정보파일은 Fig. 7 처럼 AGV control processor의 control card에 있는 EEPROM으로 down-load되어 AGV 자체에서 구동, 조향 등의 기능수행 및 통제 정보로서 이용한다.

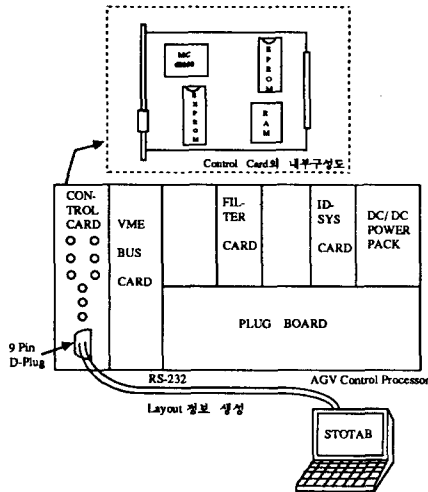


Fig. 7 STOTAB를 이용한 Layout정보의 down-load

4. 적용연구

본 연구에서 구성할 AGV 시스템을 한국기계연구원 자동화연구부에서 수행하고 있는 CIM Pilot Plant사업에 도입하는 적용연구를 실시하였다.

KIMM CIM Pilot Plant는 여러 가공기계, AS/RS 등으로 구성되어 있고, 이들을 AGV가 연결하는 네트워크형의 가공시스템으로 통합운영시 다음과 같은 문제점이 도출되었다.

- 1) 반송래벨의 차이에 의한 이재(loading/unloading)문제
- 2) 반송물 이재를 위한 AGV 위치정도 문제
- 3) 상위래벨 및 이 기종 controller 와의 통신 및 interface 문제

이러한 문제점들을 해결하기 위하여 반송 래벨 900 ~ 1,200mm 범위에서 유연성있게 대처할 수 있는 telescopic fork 방식의 이재장치를 설계, 제작하고, 통신 및 network 구성 문제를 해결하기 위해 범용 PC 를 제어 시스템으로 사용한 fieldbus 방식의 Stationary Layout Control 시스템을 채용하므로써 위와 같은 문제점을 해결하고 통합 환경하에서의 운영이 가능하게 되었다. Table 3 은 KIMM CIM Pilot Plant 에 필요한 AGV 제어 Telegram 이다.

Table 3 KIMM AGV시스템의 제어telegram

작업 번호	작업 내용
JOB 10	Driving
JOB 20	Going in position on next ID
JOB 21	Going in position on this ID
JOB 51	FEET_UP
JOB 52	FEET_DOWN
JOB 53	TS_LEFT_BRINGING
JOB 54	TS_LEFT_GETTING
JOB 55	TS_RIGHT_BRINGING
JOB 56	TS_RIGHT_GETTING
JOB 57	TS_FROM_MIDDLE_TO_LEFT
JOB 58	TS_FROM_MIDDLE_TO_RIGHT
JOB 59	LIFT_UP_POS2
JOB 60	LIFT_UP_POS3
JOB 61	LIFT_UP_POS4
JOB 62	LIFT_DOWN_POS1
JOB 63	LIFT_DOWN_POS2
JOB 64	LIFT_DOWN_POS3

5. 결론

본 연구에서는 공장 자동화의 구성요소를 물리적으로 결합하고, 단위기계 및 단위시스템 공정에서 일어나는 각종 정보체계를 네트워크로 구성하여 전체를 시스템화하고 통합할 수 있는 Stationary Layout Control 방식의 AGV제어시스템을 설계, 구성하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) PC Fieldbus 개념을 도입한 제어시스템 개발로 이 기종 기계 및 상위레벨과의 네트워크 구성으로 통합제어가 가능하다.
- 2) 생산라인의 확장 시에는 Frequency generator panel의 증설에 의해 확장라인의 물류시스템으로 응용 가능하다.
- 3) Tree 구조의 Telegram을 개발함으로써 MS-C 범용언어와 3964R 프로토콜 library를 링크에 의해 AGV의 운영기술 개발이 수월하다.
- 4) 제어시스템의 기능분담을 통해 지능형 AGV 시스템개발을 위한 기반기술을 마련하였다.
- 5) 적용연구를 통한 지속적인 AGV 운영기술의 보완 작업이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] "Technical report of 3964R communication protocol", BERGHOF GMBH
- [2] "Technical report of fieldbus concentrator and IR modem for infrared communication", EISENMANN (1991)
- [3] Anirudha Sen, "A study of free ranging automated guided vehicle systems", Imperial college, U. K.(1990)
- [4] Richard K. Miller, CMfgE, "Automated guided vehicle and automated manufacturing", SME(1987)
- [5] H. Klug, "Control structure in complex AGVS", Conference of AGV(1983)
- [6] P. Gunsser, E. Wagner, "Control techniques in automatic guided vehicle systems examples of applications and various control concepts", Conference of AGV(1983)
- [7] 송준엽, 이승우, "AGV를 이용한 물류시스템의 운영기술 개발", 한국기계연구원(1992)
- [8] 永井正武, "データ通信プロトコル入門", CQ出版社(1991)