

개방형 AS/RS 운영시스템의 설계 및 적용기술



김 동 훈

(KIMM 자동화연구부)

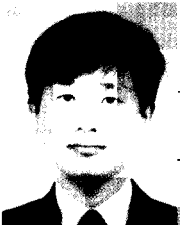
- '90 경북대학교 전자공학과(학사)
- '92 경북대학교 전자공학과(석사)
- '92-현재 한국기계연구원 선임연구원



송 준 엽

(KIMM 자동화연구부)

- '83 숭실대학교 산업공학과(학사)
- '85 숭실대학교 산업공학과(석사)
- '96 부산대학교 산업공학과(박사수료)
- '85-현재 한국기계연구원 선임연구원



이 승 우

(KIMM 자동화연구부)

- '89 인하대학교 산업공학과(학사)
- '91 인하대학교 산업공학과(석사)
- '91-현재 한국기계연구원 선임연구원

1. 서론

제조업에 있어서 연구·개발, 생산, 판매로 대표되는 업무를 정보시스템에 의해 통합하고, 하나의 경영전략에 따라 운영될 수 있는 시스템이 CIM(Computer Integrated Manufacturing)이라면, 이를 실현하기 위해서는 우선 현장의 자동화 라인 구축이 되어야 하며, 특히 각 공정연계를 위한 흐름장치가 필요함에 따라 물류장치의 설계 및 운용정보 체계가 이루어져야 한다.

최근의 추세를 보면 선진국에서는 FMS(Flexible Manufacturing System) 또는 FMC(Flexible Manufacturing Cell)가 기계 가공공장의 경우 보편화되어 있으며, 기능을 분산 배치하여 물류시스템을 중간매체로서 시스템을 구성하는 요소들을 물리적으로 연결하고, network를 통해 통합 운영함으로써 CIM으로 나아가고 있다^[3]. 따라서 물류시스템은 중간매체로서 공장자동화 및 FMS 라인을 구축하는 가장 중요한 요소 중의 한 분야로 인식되고 있으며, 최근의 이러한 추세에 맞추어 현 국내 산업계에서도 생산성 향상과 원가절감을 위해 물류시스템을 도입 운영함으로써 물류합리화를 이룩하려는 추세이다.

그 대표적인 것으로는 공간 활용률을 최대화하고 저장 및 관리를 자동화 하기 위한 자동창고(AS/RS: Automatic Storage/Retrieval System)와 구성요소들을 물리적으로 서로 연결하는 반송장치가 있다. 물류 이송을 위한 반송장치로는 AGV(AGV: Automated Guided

Vehicle), RGV(RGV : Rail Guided Vehicle), conveyor 등이 있다. 그러나 이러한 시스템은 각 기능의 제어를 위해 각각 특별한 규약의 제어코드나 통신코드를 가지고 있고, 보통 전용 controller를 사용함으로써 시스템의 통합운영 차원에서의 체계적인 정보의 구조를 갖기에는 많은 문제점들을 가지고 있다.

따라서 물류설비 및 기기의 상위 레벨에서의 물류시스템 통합정보 체계의 분석 및 설계기술이 요구됨에 따라 그 일환으로 본 고에서는 대표적인 물류시스템인 자동창고 시스템의 제어 프로토콜 해석과 cell level 컴퓨터와의 인터페이스에서 관리되어야 할 정보를 분석하여 정보흐름을 중심으로한 물류시스템용 통합정보체계를 설계한다. 여기서는 자동창고 시스템의 중요한 운용 정보들을 추출해 물류 cell level의 통합차원에서 필요로 하는 제어정보 및 감시정보를 설계하고, 시스템 스케줄링에서 고려되어야 할 중요한 상황정보를 정의한다. 제안된 통합정보체계는 물류시스템의 통제 및 관리를 통합 생산시스템의 운영차원에서 제시하고자 한다. 또한 이를 통하여 자동창고 및 이를 구성하는 설비의 원격제어 및 감시 사례를 소개한다.

2. 물류설비의 운영 추세

물류시스템에서 핵심이 되는 자동창고는 당초 보관기능의 중심에서 다품종 소량화, 고빈도라는 다양한 소비자의 요구에 따라 분류, picking 기능을 갖추고, 또한 스택크레인 중심에서 시스템 전체의 완전자동화가 불가피하게 되었다. 이러한 고기능화가 이루어지고 있는 가운데 자동창고에 사용되는 기기와 주변장치 또한 기능이 향상되고 다양해지고 있으며 각 기기를 효율적으로 통합 하는 기능도 보다 필요하게 됨에 따라 컴퓨터에 의한 물류정보의 일원화가 필요하게 되었다. 그리고 대표적인 가공물 반송 장치인 AGV 시스템은 변경시에 구성이 용이하고 다품종 소

량생산 체제에 적합하다는 장점으로 인해 자동화 물류라인 구축을 목적으로 도입되고 있는데, 물류의 통합차원에서의 운용을 위해서 상위 레벨과의 정보교환, 레이아웃 정보 및 반송명령 등은 외부의 제어부에서 전담하는 방식으로 전환되고 있다.

이와 같이, 자동창고 및 AGV등 최근의 물류시스템의 운영 추세가 시스템을 구성하는 개별 설비들이 자체 controller를 내장하고 있어 독립적인 시스템으로서의 운용이 가능하지만, 시스템이 점차 확장됨에 따라 관리를 전담하는 컴퓨터와의 연결이 필요하게 되었고, 이에 따른 운영정보의 체계적인 정립이 필요하게 되었다.

따라서 cell control level의 물류시스템 통합 운용에 따른 정보구조의 체계적인 분석 및 설계가 요구된다. 이러한 목적에 따라 cell level과 설비의 제어장치 사이의 data의 흐름을 분석하면 그림 1에 제시된 것처럼 크게 작업지시 및 작업완료, 각 설비의 상태정보, 이상상태 정보, 이동상태 정보의 교환으로 구분할 수 있다.

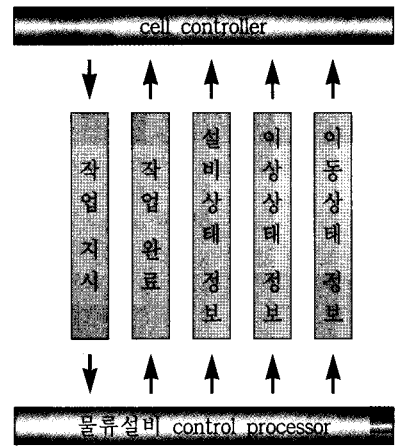


그림 1. cell level과 설비 제어장치 사이의 교류정보

3. 자동창고 시스템 제어감시 정보 분석

여기서는 shop floor형 control architecture 중 가장 보편화된 방식인 hierarchical control 방식

과 heterarchical control 방식의 장점을 복합한 multi-layer 및 multi level control 개념의 hybrid control architecture를 가지는 shop floor형 시스템의 하위 물류, 가공 및 조립 cell 가운데 물류 cell level 차원에서의 통제에 필요한 정보구조의 체계적인 분석 및 운용정보를 분석하였다.

자동창고와 구성 설비인 스택크레인, dolly, PLC 및 무인반송차 등의 cell controller와 설비의 제어장치 사이의 시스템 제어를 위해 필요한 정보인 제어정보는 표 1처럼 작업에 관한 지시정보 및 작업결과나 과정에서 요구하는 응답요구 정보로 나누어 진다. 또한, 효율적인 시스템 관리를 위해서는 시스템 운용에 영향을 미치는 중요한 요인들을 감시하여야 한다. 이를 위해서는 관리에 필요한 필수적인 감시정보의 설계가 이루어져야 하는데, 표 2처럼 설비의 현 상황 및 작업중에 일어나는 이상 상태 즉, 세부적으로 data에 의한 이상 발생, 기계적인 이상 발생, 그리고 화물이나 운송물의 사라짐 및 시간초과 등 이동중에 발생하는 이상상태로 분류 정의 할 수 있다.

4. 시스템 통합용 자동창고 운용정보 설계

표 1. 자동창고 시스템 제어요소

지시정보	응답요구 정보
작업지시	작업완료 data 송신요구
작업 재기동	작업이상 data 송신요구
작업 data 변경	machine 상태 송신요구
작업강제완료	stacker crane 상태 송신요구
작업지시취소	conveyor 상태 송신요구
일단정지	AGV 상태 송신요구
일단정지해제	acknowledge

물류의 운용에 있어서 물류설비의 제어를 효율적으로 하기 위해서는 설비의 제어 프로토콜 및 통신 format, data의 흐름 등 정보체계에 관한 분석 및 설계가 이루어져야 한다. 대부분의 자동창고 시스템(그림 2 참조)은 firmware된 controller를 통하여 제어기능을 수행하여 물류설비 기능의 분산 배치시 cell level의 운용에 있어서 inventory 차원의 운용 컴퓨터의 부하를 줄여, 보다 효율적인 자동창고 업무를 수행할 수 있도록 되어 있다.

물류정보의 일원화에 의한 자동창고의 제어 및 감시를 위해서는 제어 프로토콜의 분석 및 기능 설계에 대한 연구작업이 필요하다. 이를 위해, 자동창고의 효율적인 운용에 필요한 정보 및 기능을 표 3과 같이 설계하였다. 운용 컴퓨터에서 지시할 내용은 기능별 특성을 고려해서 크게 작업지시, machine, tracking, status에 관한 명령으로 구분하였다. 여기서, 작업지시는 작업 data에 관련된 command로 효율적인 기능을 위해 새로운 작업지시, 작업변경 및 재기동, 작업취소 및 강제완료, 완료작업요구, 이상작업요구 등 5가지 형태로 정의 하였다. machine은 창고를 구성하는 각각의 machine들의 상태를 요구하는 command이며, tracking은 운용 컴퓨터에서 필요시 화물의 현재 위치를 알고자 할 때 사용되고, status는 RCP의 상태요구 및 제어를 목적으로 구성한 command이며 기능별로 구분하여 설계하였다.

이와 같이 자동창고의 적용 연구를 바탕으로 본 연구에서는 고려된 시스템에 대해서 물류의 통합운용 차원에서 가져야 할 정보의 체계를 설

표 2. 자동창고 시스템 감시요소

data 이상정보	machine 이상정보	tracking 정보	기기상태
공품목 error	화물포크 이상	시간초과	idle 상태
이중격납	화물붕괴	화물사라짐	화물입/출고중
error 위치정보	시간초과	power off로 인한 error	반송시스템
작업번호	주행승강 밀림		driving 상태
location 정보	모터과부하		send mail - box line

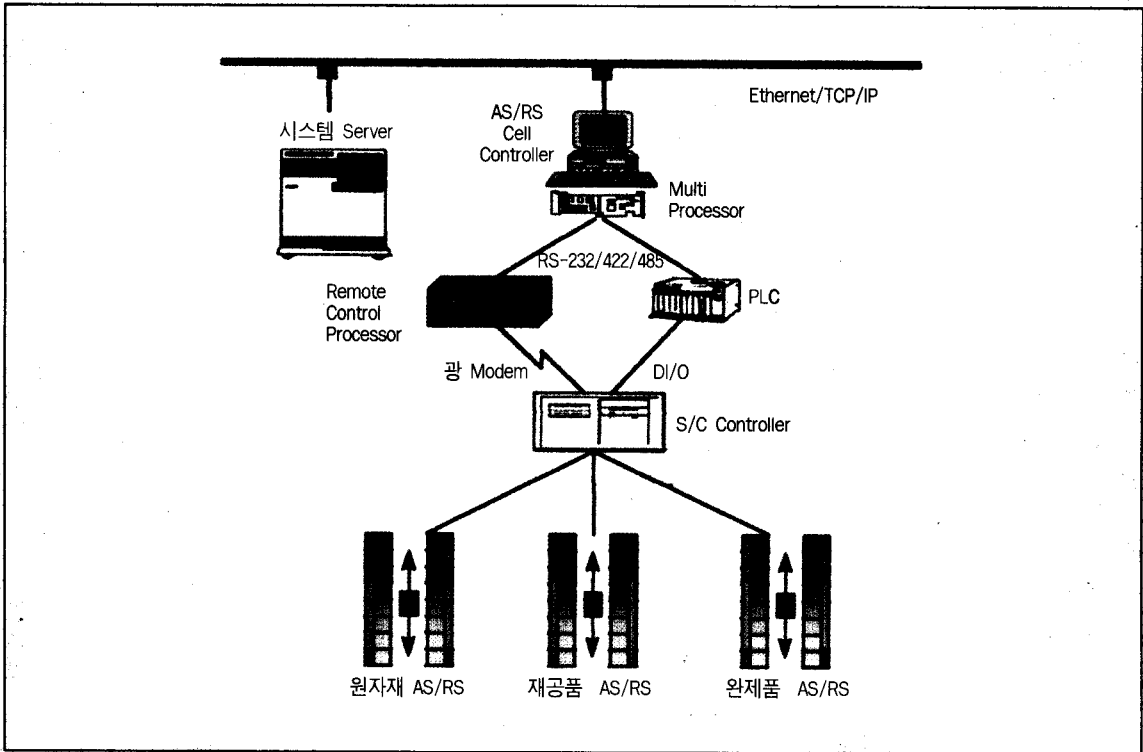


그림 2. 자동창고 시스템 제어 및 운영체계

표 3. 자동창고 운용에 필요한 기능설계

구분	내용	비고
code #n1	작업지시	n1 - n5 (작업지시 정보)
code #n2	작업 재기동 및 작업 data 변경	
code #n3	작업 강제완료 및 작업지시 취소	
code #n4	작업완료 data 송신요구	
code #n5	작업이상 data 송신요구	
code #n6	machine 상태 송신요구	n6 - n9 (기기상태 정보)
code #n7	stacker crane 상태 송신요구	
code #n8	AGV 상태 송신요구	
code #n9	conveyor 상태 송신요구	n10 - n13 (tracking 정보)
code #n10	site 상태 송신요구	
code #n11	tracking data 송신요구	
code #n12	confirm luggage number	
code #n13	luggage status	n14 - n19 (status 요구정보)
code #n14	일단정지	
code #n15	일단정지해제	
code #n16	RCP work area read	
code #n17	RCP status 요구	
code #n18	power fail clear	
code #n19	acknowledge	

표 4. 자동창고 시스템 통합정보 설계

구분	기	상	비
지시 code	제어코드 선택 작업지시 인터럽트 코드 사용 계속작업 지시 작업완료 지시 호출작업 번호 확인 작업번호 변경 지시 강제완료 작업 재기동 및 취소 일단정지 및 해제	물류설비별 코드 select 분류코드별 지시 설비별 우선순위 보고 작업상황 변경 유무 조회 이상 및 완료 여부 조회 긴급한 작업여부 조회 작업별 우선순위 결정 중간 결과 기록 전 단계 작업계속 여부 에러 발생시 일시 정지	- 지시 code별 format 구성 - command간 연계구조 정의 - 인터럽트에 의한 작업순위 변경
감시 code	진행작업 요구 tracking data 요구 idle machine코드 요구 현 기기 status 요구 수행중인 인터럽트요구 물류이송 여부 요구 작업이상 data 요구	현재 진행작업정보 요구 현 물품의 이동상황 확인 enable된 물류설비 확인 진행중인 작업관련 기기 작업별 인터럽트 확인 이송 가능한 작업 확인 이상 data 송신	- 지시 code별 format 구성 - command간 연계구조 정의 - 작업진행 상태 및 기기별 현황 정보

계하였다. 이러한 목적으로 설계된 정보체계는 체계적인 운용을 위하여 data의 전송 절차(그림 6의 하단 참조)를 가지며, 표 4에 제시하였 듯이 통합 운용에 필요한 상황적인 정보 개념을 가지도록 구성되었다.

5. 자동창고 시스템의 제어 및 감시

이상과 같이 설계된 정보체계를 unit rack type 자동창고 및 이를 구성하는 설비에 적용하기 위해서 제어시스템(그림 3 참조)을 구성하고 정보의 코드화 작업 및 원격 제어와 모니터링이 가능한 운용 소프트웨어를 개발하였다. 작업자의 manual 조작없이 컴퓨터에서의 remote 제어 및 모니터링 작업시 작업자의 용이한 환경을 위하여 시스템 제어 및 감시 화면 구성을 그림 4와 같이 pull down 메뉴방식과 한글처리를 행하였다. 아울러, 모니터링을 위한 pop up윈도우를 구성하여 제어가 이루어진 후의 실제 결과의 코드 값 뿐만 아니라 현 설비 및 시스템 상태 해석과 화물 및 지시 작업들의 진행과정을 용이하게 확

인할 수 있도록 구성하였다.

특히, 시스템 적용 연구를 위하여 제어 및 통신 등 운용정보의 코드화 작업이 필요함에 따라 시스템 제어 및 감시작업에 따른 통신데이터 전송상태 및 모니터링 결과값을 정보처리, 분석할 수 있도록 command와 answer의 용도에 따라 그림 5처럼 코드의 길이가 유연성 있도록 전송 파라미터를 구성하여 각 운용 command의 코드화 작업을 행하였다. 이러한 가공된 정보들은 그림 6과 같은 규정된 형식과 절차를 가지고 cell

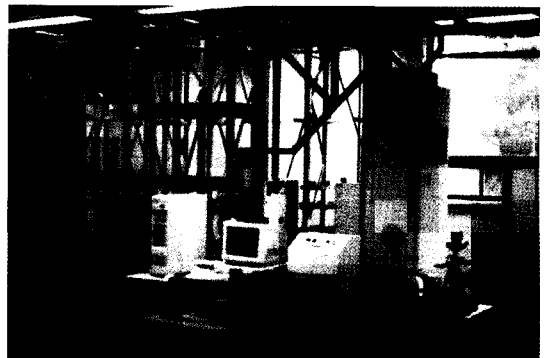
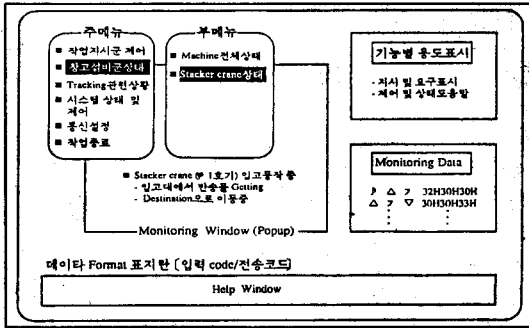
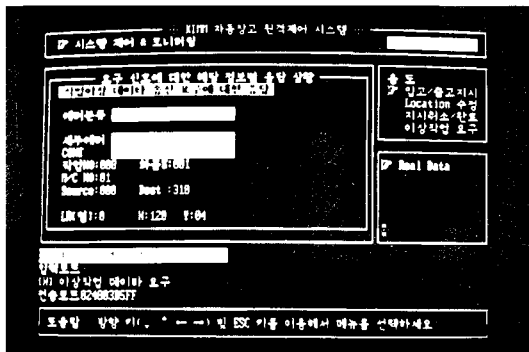


그림 3. 적용 자동창고 및 제어시스템 구성사진



(a) 운영시스템 화면 구성



(b) Stacker Crane 상태 Monitoring 화면
그림 4. 자동창고 제어 및 감시화면

controller 및 단위기기와 통신이 이루어진다. 자동창고의 체계적인 제어 및 관리를 위해서는 여러가지 정보처리 및 기능정립이 이루어져야 한다. 이를 위해 입·출고, location 이동 등 새로운 작업지시 및 기존 작업지시변경, 작업취소 및 시스템 강제종료 등의 제어기능을 구현하였다. 이러한 기능은 앞에서 언급되었 듯이 cell level차원에서 상황적인 개념을 고려하여 설계된 운용정보 체계를 바탕으로 정립되었으며, 코드화된 형식을 갖는 인터페이스 정보 및 기능이 구성되어 운영시스템에서 시스템 설비 등 H/W 제어 및 통제가 이루어 진다. 자동창고의 시스템 감시, 즉 모니터링은 자동창고를 구성하는 핵심 설비인 스택크레인 상태 감시와 진행중인 입/출고 작업에 대하여 분류하여 분석할 수 있다. 입/출고 때 스택크레인의 감시항목은 표 5과 같으며, 입/출고 작업 지시후에 작업의 진행상태를

STX	----- start of text
COMMAND & ANSWER	----- command : ASCII 영문대문자 answer : ASCII 영문소문자
'A' (입고 작업지시) Command의 경우-	----- command와 answer의 종류에 따라 길이가 변함
ETX	----- end of text
BCCL	----- command부터 ETX까지의 합을 2의 보수로 변환한 값
BCCH	

No	NAME	TYPE	RANGE
00	STX	X(1)	02h
01	'A'	X(1)	41h
02	LUG2		
03	LUG1	9(3)	001-999
04	LUG0		
05	JOB0	9(1)	001-007
06	SST2		
07	SST1	9(3)	001-200
08	SST0		
09	AISL	9(1)	001-002
10	XCR2		
11	XCR1	9(3)	001-127
12	XCR0		
13	YCR1	9(2)	000-063
14	YCR0		
15	DST2		
16	DST1	9(3)	001-200
17	DST0		
18	AISL	9(1)	001-002
19	XCR2		
20	XCR1	9(3)	000-127
21	XCR0		
22	YCR1	9(2)	000-063
23	YCR0		
24	ETX	X(1)	03h

그림 5. AS/RS 제어 및 감시 프로토콜

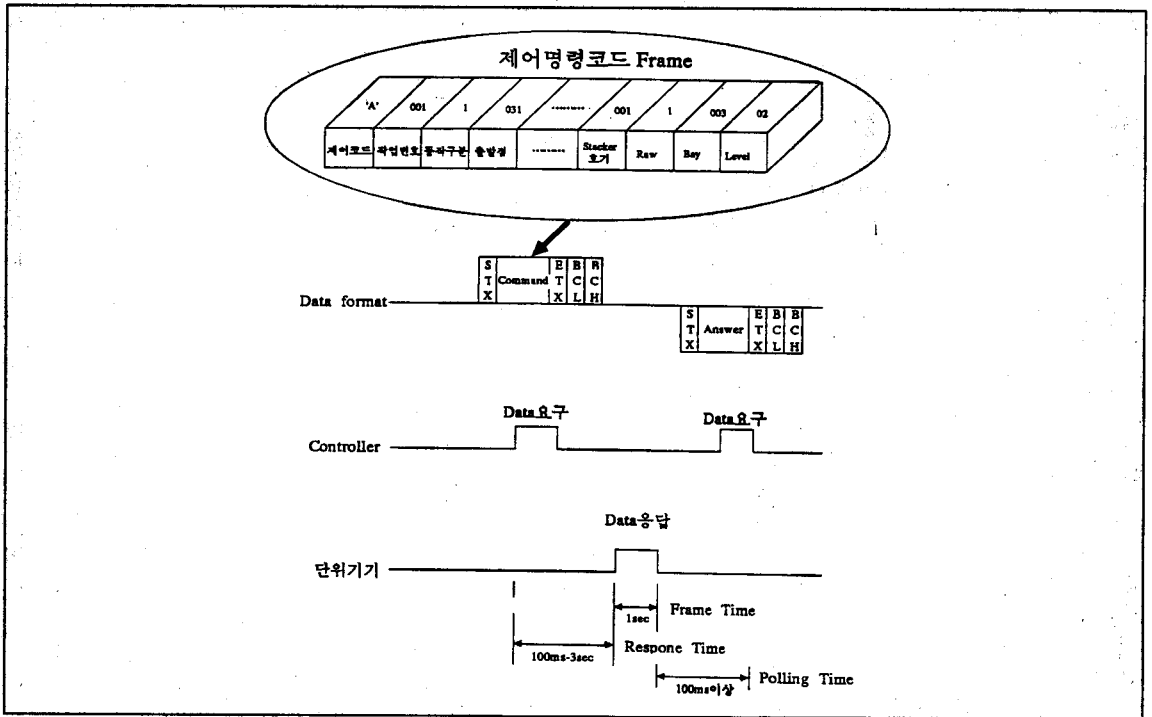


그림 6. Data의 전송절차 및 Format

표 5. 스택커 크레인 중심의 모니터링 내용

stacker crane 상태	상태 내용	상세 현황
S/C Idle	S/C 작업정지 상태	
입고 중	S/C이 입고동작을 하고 있음	입고대로 이동중
		입고대의 화물을 S/C이 getting
		화물을 가지고 지정된 위치로 이동
출고 중	S/C이 출고동작을 하고 있음	지정 location에 도착후 화물 입고
		지정된 rack location으로 이동
		rack에 있는 화물을 S/C로 옮김
		출고대로 이동
		출고대에 화물을 내려놓음
HOME	HOME으로 이동중인 상태	
Error발생	S/C 이상상태	공출고, 이중입고 error
		machine error 발생중
		통신장애 [통신단절]
		power off [전원 이상상태]
동작모드 감시	수동조작	
	반자동 조작	
	자동조작	
	원격동작 상태	

표 6과 같이 파악할 수 있다.

표 6. 작업진행상태 분석

작업진행상태	내 용
not exist	작업지시가 되지않은 상태
ready	작업지시후 아무런 실행이 안된 상태
wait	화물이 진행도중 조건이 일치될때 까지 잠시 기다림
working	작업중 또는 예약상태
good	작업완전 종료
warning	경고음과 함께 화물 정지
error	화물 이동중 error 발생 상태

6. 결론

자동화가 진행됨에 따라 물류시스템의 기능이 분산 배치되어 통합운영 및 제어가 이루어 지므로 자동창고 등 물류시스템의 효율적인 운용에 있어서 물류 cell level의 통합차원에서 필요로 하는 운용정보의 설계 및 분석이 요구되었다.

본 고에서는 물류시스템 통합 차원에서의 시스템 제어 및 감시를 위한 운용정보 체계의 분석 및 설계된 내용이 제안되었으며, 이를 자동창고 시스템에 적용하여 시스템 제어 및 감시체계를 구성하였고 보다 확장성있는 연구를 현재 수행 중이다.

물류에서 중요한 시스템 운영기술인 자동창고

와 AGV 시스템을 대상으로 제어 프로토콜 해석과 이의 효율적인 운용을 위한 정보흐름을 중심으로 정보체계를 설계하여 통합운용에 있어서 고려해야 할 사항들을 분석하고 있다. 향후 생산 시스템의 통합운영 차원에서 물류설비를 실시간으로 상태감시 할 수 있는 표준 통신 프로토콜 및 통합 정보의 체계화 작업을 수행하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] WERNER, "Flexible Manufacturing Systems in Practice", WERNER and KOLB, 1988.
- [2] Luggen, W. W., "Flexible Manufacturing Cells and Systems", Prentice-Hall, Inc., 1991.
- [3] Pinetel, J. R., "Communication Networks for Manufacturing", Prentice-Hall, Inc., 1990.
- [4] 김동훈, 송준엽, "시스템 통합용 AS/RS 운용정보체계 설계", 제 2회 G7 Workshop, 1994. 6
- [5] 김동훈, 송준엽, 박성갑 "물류 cell level에서의 자동창고 감시 및 제어시스템 개발", FASEC 기술세미나집, 1996. 11