

계층제어 방법에 의한 컴퓨터통합생산의 분석

吳 炳 周

韓國電子通信研究所 自動化技術研究部

I. 서 론

최근 공장에서의 자동화는 유연하고 확장이 용이하며 짧은 주기(short life cycle) 생산품들이 다양해져 저렴한 투자를 구현할 수 있게 되었으며 궁극적으로 컴퓨터통합생산(CIM: computer integrated manufacturing)으로 발전하게 되었다. 이러한 컴퓨터통합생산에 대해서는 다양한 정의가 가능하나 대체로 "컴퓨터 제어에 의해 자재, 생산장비, 정보들의 최적한 이동으로 업무를 수평적, 수직적으로 통합하는 것"^[1]이라 할 수 있다. 이 경우 CIM을 이루는 것은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 하나는 기능적 요소, 즉 공장에서 특정한 기능을 수행하는 요소와 다른 하나는 통합적 요소, 즉 기능적 요소들을 통합하여 시스템을 형성시키는 요소이다. 이때 기능적 요소 중 중요한 부분이 제어계측 기능이며 이들을 통합하여 시스템을 이룰때 중요하게 고려되어야 하는 것이 CIM 전체의 제어시스템적인 접근이다.

지금까지 많은 기술자들이 CIM을 컴퓨터와 통신 기능을 결합한 정보의 흐름^[2,3]이라는 관점에서 중요시해 왔으나 이면의 제어시스템적인 면은 단편적으로 고려되어 왔다. 또한 이러한 접근도 각 계층단위 또는 cell 이하의 계층에서 주로 관심을 가졌으며 CIM 전체를 수직적 수평적으로 통합된 유기적인 제어시스템 관점에서의 분석은 적었다고 볼 수 있다.

CIM 자체가 수주부터 생산, 출하, 판매 등에 걸쳐 지시하고 작업하며 그 결과를 출력하고 피이드백시키는 대규모 제어시스템으로 간주할 수 있기 때문이다. CIM은 분산구조와 계층구조를 동시에 갖고 있는데 여기 응용되는 개념은 어느 하나의 제어이론적인 접근이 아닌 센서, 액츄에이터를 포함하는 단일장비의 실시간 피이드백 제어에서부터 최고 경영

자의 의사결정 등 시스템 제어 요소까지 포함하고 있다. 즉 각 단위 기기 및 장비들 내부의 제어, 여러 장비들의 관리 및 제어, 공정흐름의 제어, 전체시스템의 관리제어 등으로 계층구조로 통합되어 가면서 안정성, 제어성, 관측성, 최적성 등 제어시스템 개념 및 방법을 응용하여 모델링과 분석, 설계, 시뮬레이션 설치 등의 과정을 밟는 것이다. 이때 계층적 통합은 단위 제어시스템들의 평면적인 결합이 아닌 상위 계층으로 올라갈수록 하위 계층을 제어, 관리하면서 더 큰 상위 제어시스템을 이뤄 나가는 것이다.

이러한 CIM의 제어개념은 대규모시스템(large scale system)이론에서 많이 논의 되어온 분산제어와 계층제어를 근간으로 하고 있으며 CIM은 분산 계층제어 시스템으로 파악될 수 있다. 그러나 CIM 자체가 워낙 복잡하고 방대하며 아직도 계속 개발되고 있는 단계이므로 제어시스템방법의 적용도 이에 따라 더 연구되어야 할 것이다.

이 글에서는 지금까지 제안되어온 CIM모델^[2]을 소개하고 그 구조, 역할 및 기능을 검토하여 이에 대해 계층제어시스템의 개념을 응용하여 분석을 시도해 왔다. 이 글의 구성은 2장에서는 지금까지 제안되어온 CIM의 구조와 역할 및 기능을 소개하며, 3장에서는 CIM의 상위계층을 계층제어 관점에서 분석했으며, 4장에서는 CIM의 하위계층에 대해 지능제어 개념을 도입하였으며 5장에서 결론과 방향을 제시하였다.

II. CIM의 역할

1. CIM의 구성

CIM은 계획, 생산, 출하 등이 계층구조와 분산구조를 이루면서 모듈별로 통합되고 있는데 현장의 공정제어와 관련된 역할을 살펴보면 그림 1과 같다.

표 1. ISO의 CIM 모델 제안표

순서	계 층	역 할	기 능
6	Enterprise	<ul style="list-style-type: none"> 사업수행과 관련된 목표 및 장기계획, 정보관리 	<ul style="list-style-type: none"> 기업경영 장기계획 회계 마케팅, 판매 생산계획
5	Facility/ Plant	<ul style="list-style-type: none"> 사업가능 수행 생산계획, 일정 공정전반의 계획 및 통제 등 	<ul style="list-style-type: none"> 생산설계 및 생산공학 생산관리(상위단계) 획득조달(상위단계) 자원관리(상위단계) 유지보수관리(상위단계) 비용, 창고관리(상위단계) 장기일정 공정계획
4	Section/ Area	<ul style="list-style-type: none"> 생산과 연결된 작업일정, 자원등을 획득하고 할당, 감독 	<ul style="list-style-type: none"> 생산관리 획득조달 유지보수 관리 데이터 획득 및 분석 작업분석 및 통제 최적화 시험 QC 등
3	Cell	<ul style="list-style-type: none"> 작업장에서 작업관련 순서, 일정, 부수작업 지시감독 	<ul style="list-style-type: none"> 기계조정 통신 작업순서통제 공정감시 및 제어 장비군들의 통제
2	Station	<ul style="list-style-type: none"> 작업장에서 장비군의 동작을 감독지시 	<ul style="list-style-type: none"> 각종 장비군 관리 소단위 작업 통제 장비 상태 감시
1	Equipment	<ul style="list-style-type: none"> 작업현장에서 작업기능수행 	<ul style="list-style-type: none"> 각종압력, 온도, 거리, 습도 등 측정 릴레이, 스위칭 데이터 입력, 획득 물체인식 작업수행

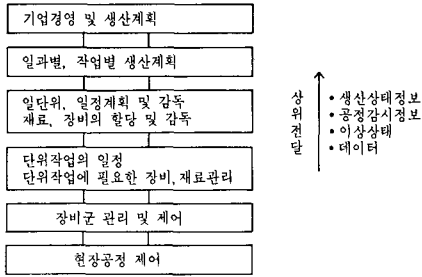


그림 1. CIM의 계층별 역할

그림 1에서 보듯이 CIM의 계층별 역할은 최고 경영층에서 결정된 장기생산계획은 다음 계층에서 작업별 단기계획을 세우고 그 다음 계층에서는 일정과 재료, 장비 등을 할당하고 감독하며 네번째 단계에서 특정작업에 대해 일정 및 현장관리를 하며 다섯번째 단계에서는 유사장비들을 관리, 제어하며 맨 아랫층에서는 장비자체의 제어와 각종 작업을 직접 수행하는 단계로 되어 있다.

2. CIM의 구조 및 기능

앞 절의 그림 1에서 보여준 계층별 역할에 대해서는 ISO(International Standards Organization)가 제시한 CIM의 기준모델인 표1에 6계층으로 나뉘어 계층순서별로 역할과 기능이 상세히 명시되고 있다.

그림2는 CIM의 계층구조와 통신망 연결상태를 나타낸 것이며 현재 개발되고 있는 제품들은 표 1의 모델을 기준으로 하여 NBS, GE, Fanuc, HP, DEC, Ferranti, Allen-Bradley 회사들에서 4-5개의 계층으로 된 실용적인 모델들이 제시되고 있다. 특히 GE, Fanuc회사가 제시한 소프트웨어와 하드웨어의 구조는 그림3에서 보듯이 피라미트-역피라미트 구조를 이루고 있다.

그림 3에서 CIM의 하드웨어는 상위계층으로 갈수록 소수의 대형 컴퓨터로 이뤄지고 하위계층으로 갈수록 다수의 소형 컴퓨터와 자체 제어기능을 가진 장비들로 구성되어 있다. CIM의 소프트웨어는 상위계층에서는 많은 대형 소프트웨어들이 한데 물려 전반적인 정보를 제공하며 하위계층으로 갈수록 단위 작업과 공정을 제어하는 소형의 소프트웨어로 구성되어 있다. 위와 같이 구성된 CIM이 어떤 방법으로 유기적인 정보의 흐름과 상호 제어기능을 하고 있는가는 CIM 자체의 성능향상과 기능수행을 위해 매

우 중요한 문제이다.

다음은 이러한 상호 제어기능을 계획, 일정, 감시 등과 관련된 area 이상의 상위계층과 작업현장의 기능수행과 관련된 cell 이하의 하위계층으로 나뉘어 제어기능을 기술한다.

III. CIM 상위계층의 제어

1. CIM 상위계층의 역할 및 기능

앞에서의 CIM의 역할과 기능은 본질적으로 계층 제어의 개념을 따르고 있다. 이러한 CIM의 전체를

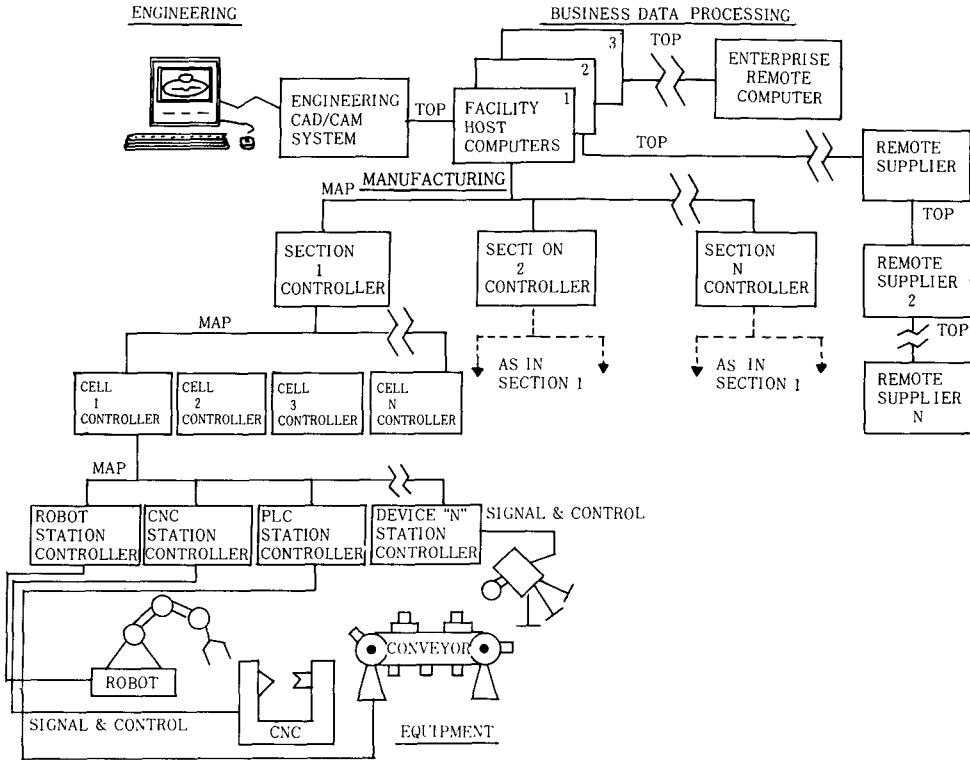
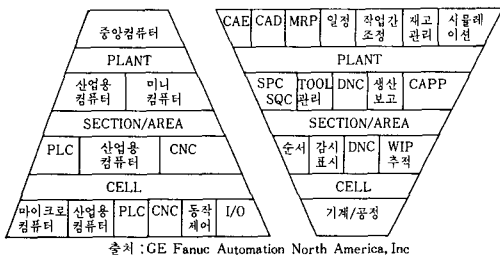


그림 2. CIM의 제어계층과 통신망



(a) 하드웨어 (b) 소프트웨어

그림 3. CIM의 하드웨어와 소프트웨어 구성 예

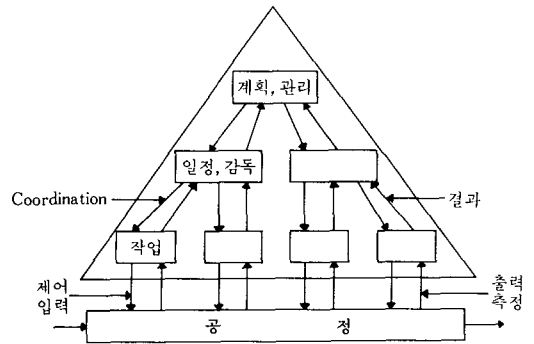


그림 4. CIM의 피라미트 계층

역할분담의 입장에서 두 단계로 분리가 가능한 데윗 단계는 계획과 관리, 감독이며 아랫단계는 현장작업에 관련된 계층이다.

이를 계층구조(4)로 나타내면 그림 4와 같은 피라미트 구조를 이루게 된다.

위 구조에서 장점은 조정과 결정을 하며 일정감독

단계에서 세부적인 수행일정을 결정하고 감독지시하며 작업계층에서는 현장에서 직접 공정작업을 수행한다. 이때 정보의 흐름은 대부분 수직으로 이뤄지며 상위 계층일 수록 이산시간 정보와 느린 응답시간이 되며 하위 계층일 수록 연속시간정보와 빠른 응답

시간을 요구하게 된다. 이 계층구조는 제어입장에서 다음의 네단계로 구분할 수 있다. 즉

- Enterprise 시스템
- Plant 제어시스템
- Area/Cell 제어시스템
- 장비 제어시스템

이러한 네 계층의 제어시스템으로 계층구조를 이루며 각 계층에는 분산제어 형태를 취하고 있다.

각 계층의 제어역할은 상위 두개를 살펴보면

- Enterprise 시스템은
 - 정보관리
 - 생산관리
 - Computer Aided Engineering
- Plant 제어시스템은
 - 일정관리
 - 자원할당
 - 품질관리
 - File Server
 - Area/Cell 데이터베이스
 - 에너지 관리

들의 기능을 수행하고 있다.

이러한 상위계층의 제어는 시스템 차원에서 분석되어야 하며 OR 분야에서 발전되어온 최적화 기법의 적용으로 최적의 일정, 자원 등의 제어변수들을 산출하여 그 결과를 아랫계층으로 지시, 전달시켜야 한다. Area/cell 이하 계층에서는 위로부터 받은 set point들을 PID 피드백제어 등 공정제어 시스템의 도입으로 작업을 수행하여 그 결과를 윗층으로 보내게 한다.

이러한 단계를 기존의 제어용어를 이용하여 도식으로 정리하면 그림 5로 나타낼 수 있다.^[4]

CIM의 전체구조가 그림5와 같은 유기체의 형태를 이루도록 제어기법을 적용해야 하며 이 장에서는 area 이상의 단계 즉 optimization, 계획, 수행의 단계에서 적용될 수 있는 coordination 방법에 대해 간략히 기술한다. 이러한 방법에는 model-coordination 방법, goal-coordination 방법^[4] 등이 있다.

2. CIM 상위 계층의 최적화와 Coordination

그림 5에서 모두가 CIM 상위 계층의 제어기능 중 생산과 수송에 관련하여 주어진 계획을 달성하기 위해 내외 여건을 고려하면서 비용과 시간을 절약하고 어떻게상하 coordination을 이루는 가에 관한 예를 하나 든다.^[5]

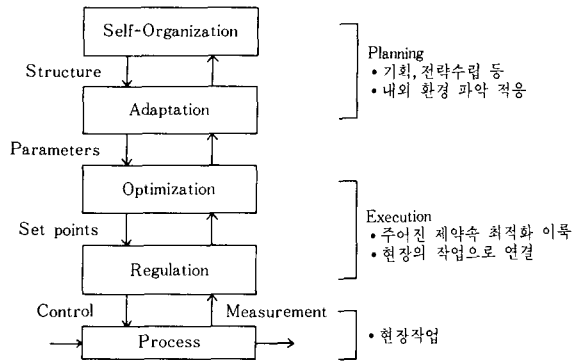


그림 5. 계층제어의 흐름

Section/Area 1 : 제품생산계획

n개의 생산 area가 있으며 각 area는 m개의 제품을 다른 수량으로 생산해 낼 수 있는 공장(plant)이 있다. 이때 각 생산작업은 어떤 수준 $x_i \geq 0$ 으로 동작하며 기본동작시 i번째 작업은 c_i 비용이 들고 j번째 제품의 a_{ji} 갯수를 생산하여 m개 제품의 출하량이 b_1, \dots, b_m 이면 최소비용으로 생산하려 할 때 이는

$$\begin{aligned} \min \quad & cx \\ \text{subject to} \quad & Ax = b, x \geq 0 \end{aligned}$$

의 선형 프로그래밍 문제로 압축된다.

Section/Area 2 : 제품수송

위 제품의 d_1, \dots, d_l 개의 수량이 l개의 창고 cell에서 k개의 창고 cell로 $\epsilon_1, \dots, \epsilon_k$ 개의 수량으로 옮길때 창고 i에서 창고 j로 제품을 옮기는 비용은 f_{ij} 이다. 이때 출발지 $i=1, \dots, l$ 도착지 $j=1, \dots, k$ 사이 수송량 y_{ij} 를 조절하여 전체 수송비용을 최소화 하려면 이는

$$\begin{aligned} \min \quad & Fy \\ \text{subject to} \quad & \sum_j y = d \\ & \sum_i y = b, y \geq 0 \end{aligned}$$

의 역시 같은 형태의 문제가 된다.

이때 plant 계층에서는 앞의 제품생산계획과 함께 최소비용을 들이고자 할때 앞에서 고려하지 않은 상태변수 $S_{1,2}$ 와 생산과 수송의 상호관계 변수를 w라고 하면 위의 두 문제를 일반화 시켜

$$\begin{aligned} \min \quad & J = \min J_1 + \min J_2 \\ \text{subject to} \quad & h^1(x, s_1, w) = 0 \\ & h^2(y, s_2, w) = 0 \end{aligned}$$

의 문제로 압축시킬 수 있다.

이때 위 목표를 달성하기 위한 CIM 구조상에서의 정보의 교환과 역할은 그림 6 과 같이 표시될 수 있다.

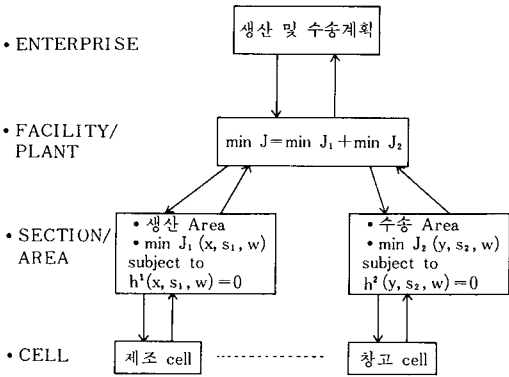


그림 6. CIM 상위계층의 생산·수송계획 및 할당

그림 6 과 같이 생산 및 수송계획이 plant 계층에서 계획 일정과 필요정보를 파악하여 이를 section/area 계층에서 각 cell 단위로 생산, 수송일정을 할당하며 최소비용과 그에 따른 환경을 구축한다. 이렇게 하여 cell로 지시된 생산량과 계획은 cell이 다른 기능과 함께 기계고장, 비가동 등의 여건을 고려하여 세부일정을 세운다. 이것의 자세한 내용은 다음 장의 마지막 부분에서 다룬다.

IV. CIM 하위계층의 제어

1. CIM 하위계층의 역할 및 기능

CIM의 구조상 하위계층은 위로부터 cell, station, equipment의 순위로 계층을 이루고 있다. 이러한 하위계층은 작업현장에서 작업대상과 직접 접하여 조작 및 제어를 하는 계층이다. 따라서 제어개념의 도입에 있어서도 상위계층과 다른 형태의 제어기술을 요한다. 이들 각 계층의 제어는 하나의 작업대상에 대해 밀접하게 연결돼 있어 각 계층은 할당된 동작은 독립적으로 수행하나 일정 등 입출력 관계는 수직적 계층 관계를 형성하여 주어진 목표를 달성하도록 시스템이 구성되어 있다.

여기서 cell 제어기의 역할은 아래층의 station간의 event들을 지시, 감시, 조정하고 상위 혹은 하위층

으로 필요한 정보를 전달, 피이드백시키는 역할을 한다.

이때 cell 제어기⁶⁾는

- Area 계층으로부터 생산 일정을 받고
- Equipment program을 결정해서
- Equipment program을 down load 시키며
- Equipment의 초기동작을 촉발시킨다.

이런 일들의 규모는 cell 제어기의 복잡성, queue의 크기 등에 따라 다르며 tool의 관리, 생산, 자원관리, queue관리 등이 있으며 자세한 내용은 아래와 같다.

- Supervisory Control/Monitoring

- 모드 선택
- Configuration 관리
- 정보 관리
- 부품 관리
- 성능 관리
- 품질과 도구관리

- Station coordination

- 전원 통제
- Supervisory control/monitoring interface
- Device handler
- 모드/사이클 제어
- 순서 제어
- 정보 표시 제어
- 오류 회복
- Changeover

- 통신

- Map

등의 역할과 기능을 수행한다.

이러한 cell은 모듈화를 이룸으로써, 설치 교환, 보강에 유리하게 된다. 상위 제어기에 비해서 event에 대해 보다 빠른 시간응답, 보다 강화된 요건, 빠른 정보처리를 요하되 일반적으로 사용자와의 접촉은 보다 적다.

Station 제어기는 equipment 단위별로 제어하는 군 제어기라 할 수 있다. 이에는 PLC군 제어기, 로봇군 제어기, CNC군 제어기, 센서류 관리 등으로 나눌 수 있다. 이 station 제어기는 cell 제어기와는 수직 관계를 형성하면서 각 equipment들의 독립적인 동작을 상호 조정한다.

이 station 제어기의 상세한 역할은

- 장비 제어

- 프로그램 선택
- 모드 선택

- 사이클 제어
- 동작 제어
- 고장 통제 예고
- 공정 제어
 - 부품의 동작 수행
- 공정 감시
 - 공정감시
 - 변수감시 (cycle time, 공압, 온도 등)

직접 작업을 수행하는 기기 혹은 장비들은 CIM의 제일 아랫 계층에 속하게 되는데 이러한 것들에는 로봇, CNC, 컨베이어, PLC, 카메라, 센서류 등이 있다.

2. CIM 하위계층의 계층제어

CIM의 하위계층은 area/section 계층에서 주어진 파라미터와 목표를 달성하기 위하여 실제 작업현장에서 제어가 가능하도록 각 작업내용과 event 별로 재 일정을 세운다. 이러한 과정은 상위계층에서와 비슷하며 계층 분산의 혼합형태를 취하고 있다. 이때 제어의 흐름은 그림7과 같이 되는데 여기서의 일정은 작업자체에 관한 것이며 cell 계층에서는 이산시간 제어가 되며 process에서는 연속적인 제어를 수행하게 된다.

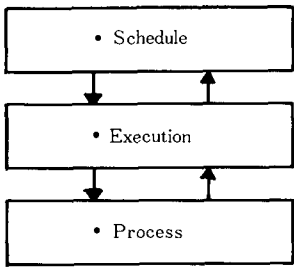


그림 7. CIM 하위계층 제어의 흐름

이 schedule은 cell 제어층에 대응되며 지능적인 제어를 요하고 cell과 station에는 소위 intelligent discrete event 제어방법⁷⁾이 도입된다. 이 단계는 area/section 층에서 지시된 작업이 작업 현장의 기계상태, 자재, 환경 등의 여러 요인이 이산시간 event가 되어 작용하기 때문에 이러한 요인들을 고려한 후 최적의 실시간 공정 제어를 지령하기 위해 이런 제어 개념을 도입하는 것이다.

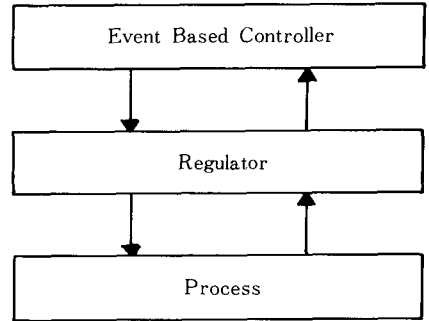


그림 8. Cell 이하의 event controller 구조

그림 7에서 주어진 역할과 대응되는 제어구조는 그림 8과 같다.

이러한 event based controller (EBC)가 적용되는 discrete event system의 예를들면 물탱크에 물의 수위를 유지할 때 이 수위유지를 조절하는 것은 regulator 혹은 PID 제어기이지만 시간-수위 (time-level) 일정을 정해주는 것은 EBC의 역할이다. 즉 EBC는 수위 scheduling을 지시하고 정해진 시간대역 (time-window) 안에 응답 받기를 기대한다. 이러한 EBC에서는 센서의 정확도보다 timer의 정확도가 더 중요할 수도 있다.

이 EBC의 계층을 좀더 자세히 그리면 그림9가 되는데 planner에서는 area/section 계층에서 지시된 목표를 이루기 위한 작동의 순서를 결정하며 DESM (discrete event system model)은 인공지능기술을 이용하여 세세한 시스템의 제어동작 순서까지 실행할 수

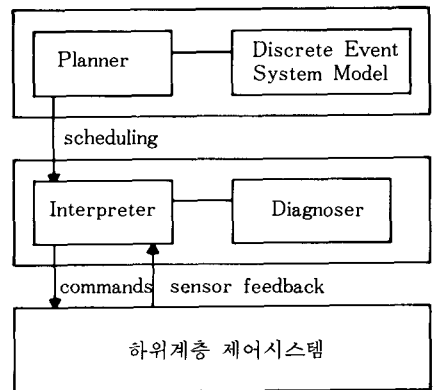


그림 9. Event controller의 지능제어 구조

있도록 지식기반을 갖춰야 한다. 중간에 위치한 interpreter 층은 planner로 부터 작동순서, 기대응답, 기대시간대를 스케줄링 한 후에 필요한 정보를 하위층 제어기로 보내고 그 결과를 피이드백 되도록 한다.

이러한 피이드백 방식은 실제적인 모델에 바탕을 뒤야 하며 이때 시스템이 매우 복잡해지게 되나 이상적인 가정을 할 경우는 이를 최적화 시키는 계산식은 실시간 제어에는 안들어 맞을 수 있다.

위와 같은 cell의 event 제어는 현장 생산시스템에서 기계의 고장, 설치, 수요변화 등의 중요한 discrete event 들에 대응할 수 있어야 한다.

이런 점에 유의하여 시스템을 간략화된 표현과 스케줄링에 어느정도 heuristic한 방법과 제어개념의 도입으로 체계적으로 접근토록 해야 한다.

나아가 생산시스템에서 고려되어야 할 요인중 중요한 것은 생산작업과 기계의 고장, 수리이다. 생산작업은 거의 연속적으로 이뤄지므로 dynamic programming 기법을 이용하여 피이드백 제어를 푸는 방법을 시도할 수 있을 것이다.

이 생산시스템의 상태 (state)는 생산과 수요사이의 누적차 즉 공급초과 (surplus)이고 제어의 목표는 공급초과를 0이 되도록 상태의 함수로 생산율을 제어하는 것이다. 이 생산율 (제어변수)은 기계의 수리상태에 따른 선형의 inequality constraints에 의해 제약된다.

이런 제약들은 그때그때의 시스템의 수용능력을 나타내며 작업시는 어느 기계도 동작시간의 100% 이상 동작할 수 없으며 작동하지 않을때는 전혀 이용할 수 없다는 제약이다.

다음으로 이러한 생산현장의 공급초과를 0으로 하기 위해 기계의 고장 등을 고려하여 생산율이 어떻게 조절되는가를 그림과 함께 설명한다.^[8]

그림10은 생산목표와 기계동작에 따른 생산일정 그리고 실제 생산율의 누적을 시간축으로 나타낸 것이다.

이는 하나의 기계 (i)를 공유하는 부품중 한 부품 (j)에 대한 누적생산과 수요를 나타낸다. 이 부품 (j)에 대한 장기간 생산율 u_{ij} 이 정해지고 그 누적이 실선(—)으로 표시되었다. 부품 (j)는 기계 (i)가 어느 일정기간만 할당되므로 실선(—)을 그대로 따를 수는 없다. 따라서 할당된 기간에 부품 (j)의 생산율 u_{ij} 는 u_{ij} 보다 높아지게 되는데 이는 다른기간에는 다른 부품들에 대해 기계가 할당되고 이때 u_{ij} 는 0이

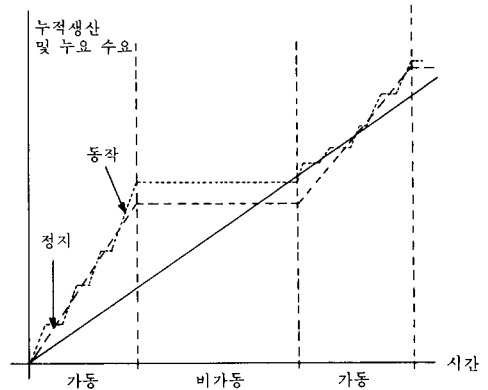


그림10. 생산목표와 기계가동에 따른 일정

되기 때문이다. u_{ij} 의 누적은 이음선(---)의 계단형태가 되고 u_{ij} 에 접근해간다. 그러나 이런 이음선(---)도 꼭 실현되지는 않는다. 기계는 고장나기도 하고 그때 생산율 u_{ij} (점선...)은 0이다. 결과적으로 기계가 다시 돌고 부품 (j)에 할당될 때 생산율 u_{ij} (...)는 u_{ij} (---)보다 높아야 한다. 이것 역시 계단 모양이며 이음선(---)에 가까워 지고 u_{ij} 가 실제 생산율이 된다. 그러나 이것도 좀더 상세히 관찰하면 부품이 끼워지는 동안은 생산율은 수직이고 잠시 대기하는 동안은 수평으로 미세한 계단형태가 실제의 생산율과 누적을 나타내게 된다. 이처럼 cell 제어기와 station 제어기 사이에서 공급 수요의 누적차를 0으로 하기 위한 scheduling을 예로 들었으며 station 제어기와 equipment 사이에서는 위 스케줄링이 어느 단위 제어군에 한정되는 일을 지시 감독하게 된다.

제일 아래의 공정제어에 있어서는 지금까지 잘 알려져 온 전달함수나 상태방정식 등의 수학적 모델링이 응용되며 PID, self-tuning 제어 등 잘 알려진 실시간 피이드백 제어방법이 적용되는 계층이다. 또한 각종 센서를 통한 측정도 이 맨 아랫층의 역할이다. 이 맨 아랫 계층은 윗 계층에서 계획되고 세분화되어진 공정들의 마지막 세세한 부분들을 현장에서 제어하고 계측하며 작업을 수행하는 최일선 계층이다.

· V. 결 론

CIM은 구성면에서 크게 나눠 정보를 수집, 생산, 관리하고 저장하는 컴퓨터와 현장에서 공정을 제어하고 계층을 수행하는 공장정비와 이들 사이에 필요한

정보를 연결시켜주는 통신망으로 이뤄져 있다. 또한 이 세 요소가 하나로 통합되었을때 전체시스템 관점에서 성능을 예측, 분석하고 평가하는 일이었다. 여기서는 이러한 CIM을 하나의 계층시스템으로 이해하고 이에 계층제어 개념을 도입하여 생산계획부터 출하까지 계층구조로 목표의 지시, 파라미터의 전달, 아랫계층에서의 결과의 재전달 혹은 피이드백 등을 각 계층의 역할 및 기능별로 분석, 소개하였다. 또한 CIM 전체를 제어시스템으로 보고 각 계층의 제어와 계층간의 유기적인 정보전달, 피이드백을 계층제어 시스템의 방법으로 분석해 보고자 하였다.

그러나 CIM은 시스템 자체가 워낙 복잡하고 대규모의 계층 분산 구조를 이루고 있으며 아직까지 계속 개발, 실험 및 보완되고 있는 단계이므로 도입 환경에 따른 다양한 모델이 제안되고 있다. 실제 CIM의 계획은 top-down 방식으로 도입은 bottom-up 방식으로 취해나가는 방안이 제안되고 있다. 여기서 언급되지 못한 CIM의 정보체제 등 다른 요소들도 더욱 중요하나 다음 기회로 미루고자 한다.

이러한 대규모 CIM의 시스템 제어 차원에서는 시스템 고유의 안정성(stability), 제어성(controllability), 관측성(observability)을 분석하고 시뮬레이션을 통하여 시스템을 최적으로 동작하도록 설계 및 도입되어야 한다.

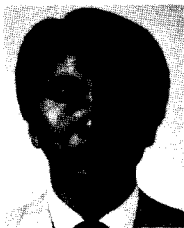
더불어 오늘날 각 부문에서 자동화가 진행되고 있는 바 이러한 시스템들이 컴퓨터 통신망, 제어기 등으로 구성되어 정보와 신호의 피이드백을 이루는 형태라면 이들은 근본적으로 CIM 개념의 확대 혹은 축소판으로 가정할 수 있으므로 앞에서 제기된 개념

및 방법의 도입으로 성능을 향상시킬 수 있도록 분석, 평가, 설계를 시도해 볼 수 있을 것이다.

参 考 文 献

- [1] A. Riehn, "Cell Level Integration Provides Migration Path to CIM," 17th International Symposium on Automotive Technology & Automation, 1987.
- [2] J.N. Daigle, et al., "Communications for manufacturing: An overview," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, 1988.
- [3] L.J. McGuffin, et al., "MAP/TOP in CIM distributed computing," *IEEE Network*, vol. 2, no. 3, 1988.
- [4] M. Jamshidi, *Large Scale Systems*, North Holland, 1984.
- [5] D.G. Luenberger. *Introduction to Linear and Nonlinear Programming*, Addison-Wesley, 1973.
- [6] L.J. Morel, Jr., "Cell Control Implementation in Discrete Parts Manufacturing," GM-Report, 1986.
- [7] B.P. Zeigler, "DEVS representation of dynamical systems: Event-bases intelligent control," *Proceedings of the IEEE*, vol. 77, no. 1, 1989.
- [8] S.B. Gershwin, "Hierarchical flow control: A framework for scheduling and planning discrete events in manufacturing systems," *Proceedings of the IEEE*, vol. 77, no. 1, 1989.

筆 者 紹 介



吳 炳 周

1953年 9月 8日生

1976年 부산대학교 전자공학과 졸업(학사)

1983年 미국 뉴멕시코大 전기과 졸업(석사)

1988년 미국 뉴멕시코大 전기과 졸업(박사)

1976年~1981年 국방과학연구소 근무

1988年 9月~현재 한국전자통신연구소 자동화기술연구부

주관심분야 : 로보트제어, 적응제어 이론 및 응용, Large Scale System 제어, 비행제어, 자동화기술, 신호처리 등임.