

◆특집◆ 시스템 지능화

지식기반형 지능화 기계와 지식진화형 지능화 기계

김선호\*

Knowledge-Based Intelligent Machine and Knowledge-Evolutionary Intelligent Machine

Sun Ho Kim\*

**Key Words :** Intelligent(지능), Intelligent machine(지능기계), Knowledge-based intelligent machine(지식기반 지능화 기계), Knowledge-evolutionary Intelligent machine (지식진화형 지능화 기계)

1. 서론

동물과는 달리 인간만이 만들어 사용한 기계의 역사는 수 만년을 거슬러 올라간다고 할 수 있을 것이다. 그러나, 근세 기계의 발달 과정을 크게 나누다면, 인간의 에너지를 동력으로 사용한 시대, 증기 및 전기 등의 에너지를 이용한 시대, NC 를 개발하브로서 가능하게 한 Servo 제어시대, 그리고 PC 를 기반으로 하는 개방형 제어 시스템을 활용하는 시대로 구분이 가능하다. 기술자들은 기계의 서보제어가 가능함에 따라, 다음 단계로 지능화 기능을 부여하고자 노력해 왔다. 그러나, 많은 연구 노력에도 불구하고 그 연구의 효과는 미미했다. 그 이유를 분석해 보면, 패쇄적 CNC 가 갖는 문제점인 지식 수용의 불가능성, 보조적으로 사용된 PC 의 낮은 성능, 표현의 단순화와 단순한 지식 학습 메커니즘, 외부 시스템과의 데이터 교환 표준 미비 등이 지능화의 걸림돌이 되어왔다. 결론적으로 정리하자면 지능화의 기반이 정적(Static:

진화가 불가능한 정체된 지식을 저자는 이렇게 표현함)인 지식을 기반으로 했기 때문에 우리가 원했던 지능화 기계에 관한 연구가 성공하지 못했다고 생각한다.

1990 년대에 들어 와서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 많은 기술들이 개발되어 왔다. 관련 기술로는 다양한 소프트웨어의 사용을 가능하게 하는 개방형 CNC 기술<sup>(1,2,3)</sup>, 고성능의 PC, CAD 시스템과 데이터 교환을 용이하게 해 주는 STEP-NC (Standard for the Exchange of Product Model - Numerical Controller) 기술<sup>(4,5)</sup>, 외부 시스템과 대화를 가능하게 해주는 Internet, X-Internet 이 그것들이다. 이러한 기술들은 지식을 동적(Dynamic: 진화가 가능한 지식을 저자는 이렇게 표현함)으로 표현이 가능하게 해 줄 것이며 우리가 원했던 지능화 기계에 대한 기술을 한 차원 높일 것으로 기대된다.

본 논문에서는 기계의 역사를 간단히 설명하고, 지금까지 연구된 지능화 기술을 설명한 후, 문제점들을 정리했다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해서는 지식기반 지능화 기계기술에서 지식진화형 지능화 기계기술로 기술을 진화시켜야 하는 필요성과 이에 필요한 기술 내용을 정리하고자 했다

2. 공작기계의 탄생<sup>(6,7,8)</sup>

\* 한국기계연구원 자동화연구부  
Tel. 042-868-7146, Fax. 042-868-7150  
Email ksh675@kimm.re.kr

생산 시스템 특히, 가공시스템의 지능화, 자동화, 개방화 분야에 관심을 두고 연구활동을 하고 있다.

공작기계의 효시가 되는 선반(Turning machine)의 원리는 도자기를 만드는 돌림판의 원리를 원용한 기계가 될 것이며, 에너지를 이용하는 최초의 기계로는 활의 개념을 도입한 활형 선반이 될 것이다. 원리는 활의 탄성 에너지를 이용해 공작물을 회전시켜 가공을 하는 것이다. 이러한 원리를 Fig. 1 에 나타 내었다. 그 이후, 1452 년에서 1519 년 사이에는 폴(Pole) 선반이라 부르는 기계가 개발되었다. 이를 Fig. 2 에 나타내었다.

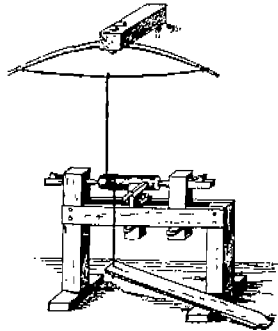


Fig. 1 Turning machine of bow type

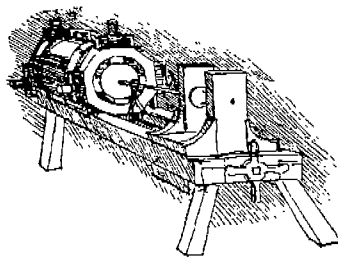


Fig. 2 Turning machine of Pole type

이러한 공작기계의 경우, 산업혁명 시대에 들어 와서도 큰 변화는 없었다. 1769 년 영국에서 James Watt 가 증기기관을 발명한 것으로부터 제 1 차 산업혁명이 시작되었다. 그러나 증기기관을 이론대로 제작하기 위해서는 그 심장부라 할 수 있는 Cylinder 의 내면과 Piston 의 외면을 정확한 치수로 가공하는 것이 절대조건이었다. Watt 가 발명한 증기기관의 실용화는 1775 년에 제조한 Jon Wilkinson 의 Horizontal Boring Machine 에 의해 기록되었다. Fig. 3 은 1775 년 제작된 증기기관을 나타낸 것이다.

그 후, 현재 널리 사용되고 있는 구조를 가진

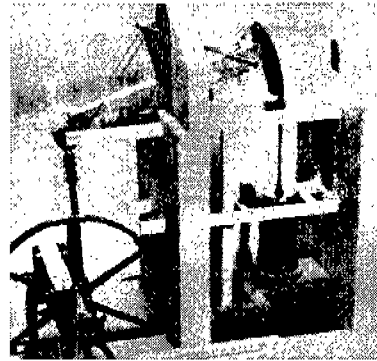


Fig. 3 Steam engine by Horizontal Boring Machine

선반은 Maudslay 에 의해 1792 년에 개발되었다.

### 3. 20 세기 공작기계의 탄생

20 세기에 들어와 자동차산업으로 대표되는 대량생산체제는 많은 종류의 공작기계를 탄생시켰다. 새로운 공작기계의 탄생을 가능하게 한 것은 NC 기술이었다. NC(Numerical Control)는 1949 년 미공군이 Parson 이라는 사람에게 프로펠러(Propeller)용 블레이드(Blade)의 윤곽을 검사하기 위한 판 게이지(Gauge)개발을 의뢰한 것이 계기가 되어 발명되었다. 이후, 신시나티 미라크론(Cincinnati Miracro)이라는 공작기계 업체가 NC 사업에 참여하게 되고, 1952 년 최초로 MIT(Massachusetts Institute of Technology)의 서보기구연구소(Servo-mechanism laboratory)에 의해 NC 공작기계가 탄생(Fig. 4) 되었다. 그림에 보이듯이 사람 키 보다 큰 NC 컨트롤러가 기계 뒤에 도열하고 있음으로 알 수 있듯이 NC 는 기계보다 큰 장치였다. 이러한 NC 의 개발은 가공공정의 개혁은 물론 기계의 제어기술에 커다란 변혁을 가져왔다. 제 2 의 산업혁명에 견줄 만한 기술의 혁명이었다. 이러한 NC 는 1970 년대에 들어서서는 마이크로 프로세서의 발전으로 컴퓨터가 내장된 NC 가 출현하게 되었고 본격적인 CNC 시대에 접어들게 되었다. 이렇게 개발된 NC 는 1960 년대까지는 하드와이어드(Hardwired) 구조로 그리고 1970 년 대부터 1990 년대 초까지는 소프트웨어드(Softwired) 구조로 발전했다. 물론, 그 배경에는 반도체 기술의 놀라운 성장이 있었다. NC 가 출현한 후, 40 년 동안 NC 벤더들은 생산

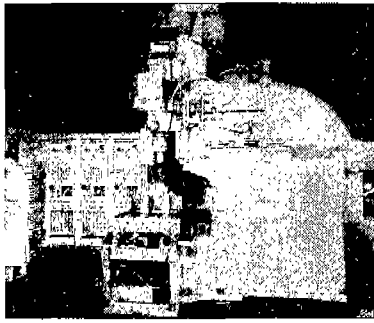


Fig. 4 NC machine tool of year 1952

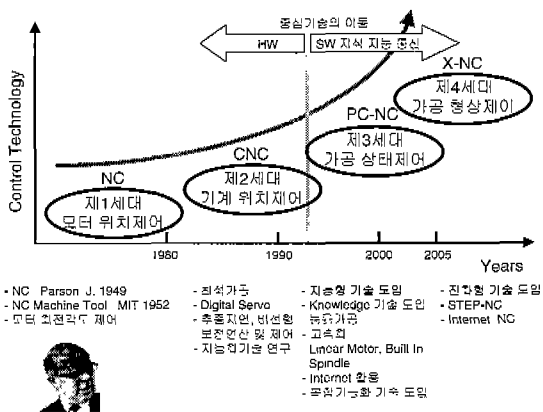


Fig. 5 History of NC development

시스템의 요구를 적극적으로 수용하면서, 생산 시스템의 중심에서 생산체제의 변화를 주도했다. 덕분에 70년대에는 대량 생산체제를 가능하게 했고, 80년대에는 FMS(Flexible manufacturing system) 및 다품종 생산체제를 가능하게 했다.

이러한 NC 공작기계의 50년 역사를 정리하면 Fig. 5와 같다. NC가 탄생한 1952년에서 1980년까지를 제 1세대로, 1980년에서 1990년대 중반을 제 2세대로, 그리고 1990년대 중반에서 2000년대 중반을 제 3세대라 정의한다. 각 세대별 특징을 정리하면 다음과 같다.

### 3.1 제 1 세대 : 모터 위치제어 시대

제 1 세대 NC는 시대적 기술을 반영하여 진공관 방식의 NC 기술을 적용한 시대였다. 제 1 세대

NC에서의 주된 관심사는 피치 에러(Pitch error)나 백래시(Backlash)의 보정을 포함한 지령에서 서보 모터의 회전각도 위치를 정확하게 제어하는 것이었다.

### 3.2 제 2 세대 : 기계 위치제어 시대

제 2 세대는 CNC 시대를 의미한다. CPU의 경우, 초기 4 비트 CPU에서 64 비트까지 발전했다. 모터 제어의 경우, 아날로그 서보에서 디지털 서보로 발전했으며, 기계제어 측면에서는 추종지연이나 비선형성을 고려한 보정연산에 의해 기계 위치를 고정도로 제어할 수 있게 되었다. 제 2 세대는 기계 위치를 제어하는 기술이 확보되면서 지능화 기술에 관심을 가지게 된 시기라 할 수 있다.

### 3.3 제 3 세대 : 가공 상태제어 시대

제 3 세대는 PC를 기반으로 하는 CNC 시대로 정의가 가능하다. 주로 데이터 베이스나 연산기능에 의해 가공상태를 제어하면서 능률적인 가공을 수행하는 지능화 시스템이 연구되었다. 제 2 세대와 제 3 세대의 기술적 차이는 중심기술이 하드웨어에서 지식, 지능, 통신기술로 대표되는 소프트웨어 기술로 이동했다는 것이다.

### 3.4 제 4 세대 : 가공 형상제어 시대

제 4 세대는 제 3 세대에서 축적된 기술을 바탕으로 진화형 기술이 본격적으로 적용되는 세대로 정의가 가능하다.

## 4. 지식기반 지능화 기계 기술

지능화 기술은 제 2 세대에서 본격적으로 연구가 되기 시작했다. 연구가 이루어진 내용을 크게 구분하자면 고속화 가공기술 측면, 운영기술 측면, 구조적 측면, 그리고 공작기계의 구조 측면으로 나누어 볼 수 있다.

### 1. 고속화 가공기술 측면

- (1) 지식기반(Knowledge Base) 가공조건, 공구경로의 자동결정 기술 및 적응제어 기술
- (2) 가공상태 제어를 위한 센싱, 감지, 기준정보, 생성기술
- (3) 지식기반 상태 감시, 진단기술

(4) 지식베이스 의사결정, 추론 및 지식창조 기술

2. 운영기술 측면

- (1) 지식 및 논리처리를 통한 고장원인 분석, 진단, 복구지원 기술
- (2) 지식베이스 고장이력관리 및 관리 기술
- (3) 원격 서비스 기술

3. 구조적 측면

- (1) 지식베이스 기계요소의 노화, 열화 감시 및 진단 기술
- (2) Maintenance Support 기술

4. 공작기계의 기능 측면

- (1) 가공-측정 통합을 통한 수정가공 기술
- (2) e base Reverse Engineering 기술

이러한 지능화 기술과 관련된 대표적인 연구 결과를 정리하면 다음과 같다. Hatamura 는 지능화 머시닝 센터에 관한 연구를 수행했다. Fig. 6 은 Hatamura 가 현재 연구하고 있는 지능화 머시닝 센터의 메카니즘을 나타낸 것이다. 이 머시닝 센터는 온도, 음향, 영상, 토오크, 힘, 절삭력 등의 센서를 설치하고 다양한 기능을 수행하고 있다.<sup>(9)</sup>

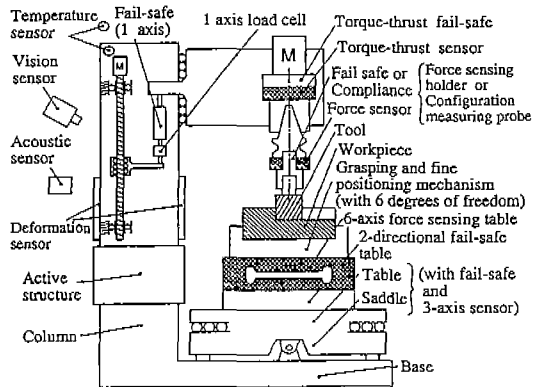


Fig. 6 Hardware structure of intelligent manufacturing

지능화 기술의 대표적인 연구로는 열변형보상에 관한 연구를 들 수 있다.<sup>(10)</sup> 컬럼과 헤드의 열변형을 60℃ 까지 열변형이 없는 슈퍼 인바(Super Invar) 합금으로 만든 변위 센서로 검출했다.

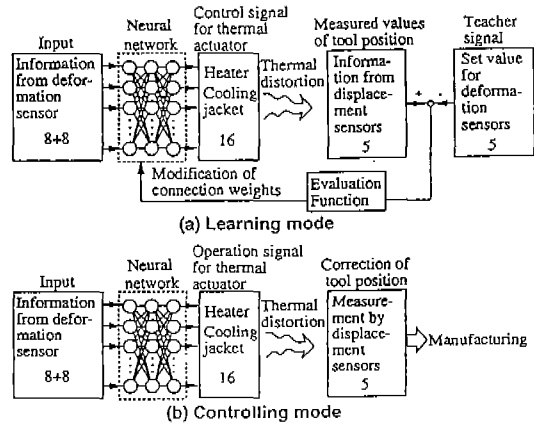


Fig. 7 Fundamental structure of thermal distortion control by the neural network method

열변형을 보상하기 위해 컬럼에 사용한 액티브 구조체의 신축에 의해 주축의 열변형을 보상하고자 했다. 이러한 열변형 보상 메커니즘에 의해 항온실 등이 필요하지 않게 된다. 아침에 스위치를 넣는 순간부터 기계의 주축 위치가 목표위치에서 ± 10μm 이내로 머물게 되어 ± 5℃ 정도의 온도 변화가 있는 환경에서도 충분히 고정도 가공이 확보될 수 있는 시스템을 개발했다.

공작기계 지능화를 위한 적응제어 기술로는 3 단계의 레벨을 설정하고 각 레벨에 적합한 적응제어를 수행한 연구가 수행되었다.<sup>(11)</sup> 이를 Fig. 8 에 나타 내었다. 그림에서 레벨 1의 루프는 가공상황에 대해 서보의 게인이나 보상 파라미터 등을 조정하는데 사용하는 루프이다. 레벨 2 루프는 적응제어에 사용되는 루프로서 가장 능률적인 가공을 수행하는데 사용되는 루프이다. 레벨 3 루프는

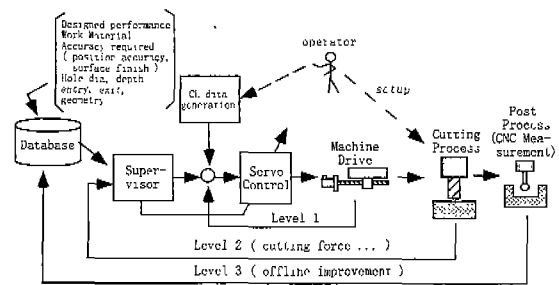


Fig. 8 Concept of intelligent numerical controller

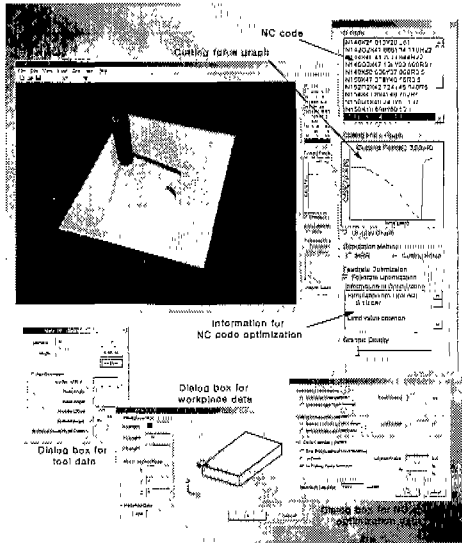


Fig. 9 Intelligent cutting simulator

가장조건 데이터 베이스를 수정하기 위한 오픈 라인 루프를 나타낸다.

적응제어의 한 방법으로 지능형 절삭 시뮬레이션에 대한 연구도 이루어 졌다.<sup>(12)</sup> 이것은 지능형 이송속도 스케줄링 소프트웨어 개발을 통해 NC 코드에 적합한 최적의 이송속도를 자동으로 부여 함으로서 절삭력을 일정하게 유지하여 공구파손을 방지하고 가공시간을 단축하는 것을 목표로 한다. 시뮬레이션 예를 Fig. 9 에 나타내었다.

가공을 지능화하기 위해서는 Mori 등은 예측이 불가능한 이상을 인지하고 그것을 회피하기 위한 작업을 자동화하고자 했다.<sup>(13)</sup> 즉, 인간이 가진 지식처리 기능을 제어계에 입력시켜 예측 불가능한 가공 트러블을 공작기계 자신이 해결하여 연속 자동운전이 가능하도록 했다. 이를 Fig. 10 에 나타내었는데 주된 기능으로는 가공 시뮬레이터, 지능형 센싱 장치, 지식처리 제어장치를 가지고 있다.

지능형 기술로서 사고방지(Fail Safe) 기능에 대한 연구도 이루어졌다.<sup>(9)</sup> 보통 NC 공작기계의 경우, 어떤 이유에서든지 기계가 과도하게 움직이거나 미숙련자에 의해 오동작이 되면 공구가 가공물에 충돌하여 공구와 가공물이 튀어 나가거나 추축이 휘게 된다. 만일, 테이블 밑과 컬럼 부분에 사

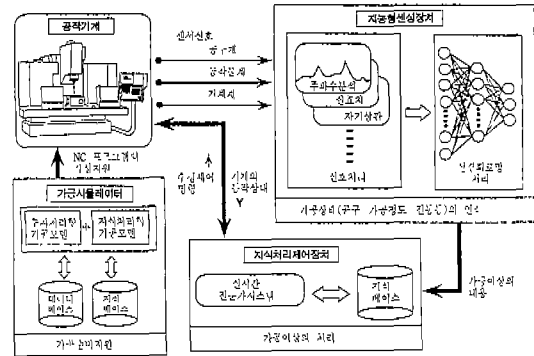


Fig. 10 Knowledge-based machining system

고방지 기구를 갖추고 있다면 공구와 가공물 충돌하려고 해도 테이블이 피해하므로 문제가 되지 않는다. 이러한 기능에 위해 과부하가 걸리게 되면 작업을 중지하고 기계를 원래의 위치에 자동으로 복귀 하도록 하는 기술이 개발되었다.

절삭력 제어를 통해 공작기계를 지능화 하고자 하는 연구도 이루어졌다.<sup>(14)</sup> 테이블상에 6 축 힘 측정 테이블(Force Table)이라는 장치를 탑재했다. 이것은 공구에 작용하는 가공력의 3 성분과 모멘트의 3 성분(각각 X, Y, Z 방향의 힘과 모멘트)를 항상 동시에 감시 가능한 절삭력 센서이다. 이것을 이용하여 여러 가지 절삭력 제어를 이용한 지능화 가공이 가능하다. 즉, 절삭력이 일정하도록 제어하면 박판의 가공에서도 일정한 두께로 가공할 수 있고 드릴이나 밀링 가공에서도 축력과 토크를 일정하게 가공할 수 있으며, 공구의 이상을 검출하고 즉시 공구의 교환이나 절삭조건 변경 등 적절한 조치가 가능하다. 드릴 등의 회전공구의 파손검출, 파손예측, 방지도 가능하다.

최근에 연구되고 있는 대표적인 지능화 기술은 원격기술에 관한 것이다. 원격기술은 원격으로 공작기계를 감시하기 위한 기술, 그리고 원격을 통해 공작기계를 지능화하고자 하는 연구로 나누어 연구되어 왔다.<sup>(15,16)</sup>

원격감시 및 고장진단은 “원격지에서 통신을 통해 기계의 가동상황이나 진도를 확인하고 제어하고 고장발생시 고장을 진단하는 기술”로 정의가 가능하다. 이러한 기술은 통신 및 네트워크 기술을 생산시스템에 응용하면서 급속히 발전해 왔다. 초기에는 통신망으로 PSTN(Public Switched

Telephone Network), ISDN(Integrated Service Digital Network)이 이용되어 왔으나, 1980년대 후반 미국 GM을 중심으로 한 산업용 네트워크 기술이 제안되면서 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이 응용되기도 했다. 이후에 짧은 기간동안 Ethernet이 사용되기도 했으나 구성에 많은 어려움과 일반성, 대중성이 없어 최근에는 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 기반으로 하는 인터넷이 표준으로 정리되어 가는 실정이다.

생산장비간 통신에서의 객체지향적 개념을 도입한 MMS는 MAP의 최상위 응용계층에 위치하며, 상위 응용계층 메시지 및 서비스 표준으로 제안되었고, 그 후 ISO/IEC 9506 표준으로 채택되었다. MMS는 CIM 환경에서 프로그램 가능한 장치간의 메시지를 주고 받는 것을 지원하기 위해, 설계된 OSI 모델 제 7층(응용 프로그램층)에서의 응용 서비스 규격이다. 즉, MMS란 공장구내를 둘러싸고 있는 통신망에 있어서 Host와 접속된 제어 대상 또는 생산장비간에 통신을 유기적으로 실시하기 위해 서비스 및 프로토콜을 규정한 것이다. MMS 표준은 공통사항 2개와 장비에 대한 표준 4개로 구성되어 있다. MMS에서 제어대상 및 생산장비는 CNC, Robot, 그리고 PLC를 말한다. MMS 동반표준(Companion Standard)중 NC 장치에 대한 MMS의 역할은 다음과 같다.

- 1) NC 장치의 응용을 위한, 생산 메시지의 통신 서비스에 대한 정의,
- 2) 응용기능으로 NC 모델을 정의하고, 이러한 기능과 VMD(Virtual Manufacturing Device)와의 연결에 대한 정의,
- 3) NC의 특성객체에 대한 표준명칭 제공,
- 4) NC 응용 모델 및 계층(Class)에 대한 정의

생산자동화를 위한 통신기술의 표준인 MAP(Manufacturing Automation Protocol)이 등장하게 되었다. MAP 상위 응용 프로그램인 MMS(Manufacturing Message Specification)를 이용한 공작기계의 원격진단 시스템의 구축 예를 Fig. 11에 나타내었다.<sup>(17)</sup>

Fig. 12는 한국기계연구원에서 연구된 것으로서 원격감시 형식은 유사하나 공장 외 환경과의 접속은 Internet을 통해 불특정 다수에게 서비스가 가능하다는 특징을 가진다. 그림에 보이듯이 본 시스템은 MMS와 호환이 되지 않는 일반 CNC와

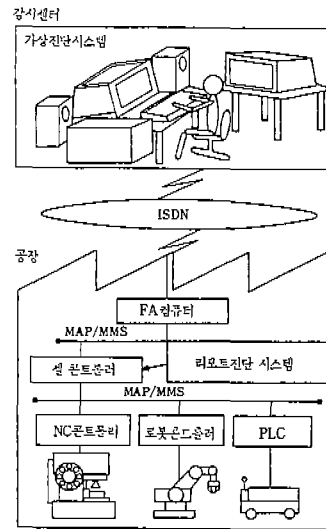


Fig. 11 Remote diagnosis system using MMS

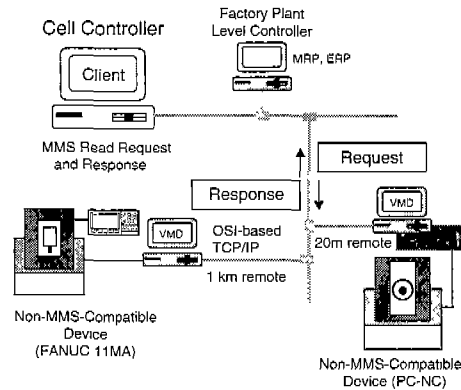


Fig. 12 Open manufacturing system using MMS service

PC-NC가 VMD Gateway를 통해 연결이 되어있다.<sup>(15)</sup>

이러한 네트워크 기술을 바탕으로 원격지에 있는 공작기계를 지능적으로 고장을 진단하는 시스템이 개발되었다.<sup>(18)</sup> 개발된 지능형 고장진단 시스템(FDS: Fault Diagnosis System)은 고장진단 방법과 메이커별 생산특성을 일반화하기 위해 SF(Switching Function), SSF(Step Switching Function)라는 진단 모델을 개발하여 지능적으로 고장을 진단하게 된다. 여기서, SF Model은 고장의 원인이 된 결과가 발생하기까지의 입출력 신호의 관련성

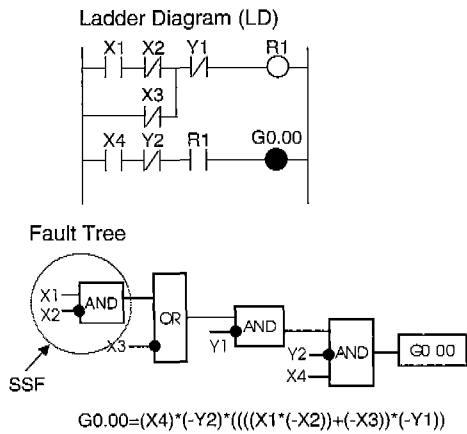


Fig. 13 Structure of Step switching Function

을 표현하는 모델이며, SSF Model은 고장이 발생한 원인을 만족시키는 조건들을 단계적으로 표현하여 고장이 발생한 스텝을 찾기 위한 모델을 의미한다. Ladder Diagram으로부터 SSF 모델을 구한 예를 Fig. 13에 나타내었다.

### 5. 지식형 지능화의 문제점

제 2 세대 NC 시대부터 지금까지 연구되어 온 지식기반 지능화 기계 기술은 많은 연구와 노력에도 불구하고 성공적이지 못했다. 그 대표적인 이유를 정리하면 다음과 같다.

#### (1) 폐쇄 구조 컨트롤러의 사용

이 시대에 사용된 폐쇄 구조의 CNC Controller는 다양한 지식의 수용이 불가능했다. 지능화 기능의 수행은 외부의 PC를 이용하는 것이 일반적이었다. 이는 지능화 기술의 적용성에 많은 불편이 있어 보편화에 실패했다.

PC를 기반으로 하는 개방형 CNC의 경우에는 이러한 문제를 쉽게 해결할 수 있으며, 다양한 소프트웨어를 쉽게 적용할 수 있다.

#### (2) PC의 낮은 성능

지능화를 위해 부가적으로 사용된 PC의 낮은 처리속도 때문에 복잡한 신호처리에 적합하지 않았다. 신호처리가 단순해지면서 정확성이 저하되

고, 실시간 처리에 어려움이 있었다.

PC를 기반으로 하는 개방형 CNC의 경우, 고성능의 PC를 메인 시스템으로 사용할 수 있다. 또한, NC Kernel의 경우에는 RTOS(Real Time OS) 상에서 작동되기 때문에 복잡한 신호처리를 해도 CNC의 기능에는 영향을 주지 않는다.

#### (3) 단순한 지식들

지식이 단순하고, 정적(Static)이어서 새로이 등장하는 신소재, 신공구 등의 환경에는 대응하지 못했다. 즉, 새로운 지식이 등장할 때 마다 새로운 학습을 필요로 했다.

개방형 CNC의 경우, 네트워크를 이용해 다양한 지식을 다양한 정보 제공자로부터 얻을 수 있어 지식의 진화가 가능하다.

#### (4) 데이터 교환을 위한 표준의 부재

외부 시스템과의 데이터 교환 표준이 없다. 따라서, CNC의 환경에 맞추어 독자적으로 시스템을 구성하는 경우가 많았다.

STEP-NC는 이러한 문제를 해결해 줄 수 있는 좋은 대안이 될 수 있을 것이다.

#### (5) 데이터 인터페이스의 어려움

외부 PC나 장치와 NC의 데이터 인터페이스가 PLC의 접점, RS232C 등으로 한정되어 있었다.

개방형 CNC의 경우에는 일반성 있는 네트워크를 쉽게 사용이 가능하다.

### 6. 지식진화형 지능화 기계로의 도전

지식이 단순하고 진화가 불가능한 지식기반 지능화 기술의 한계를 극복하기 위해서는 진화가 가능한 지식진화형 지능화 기술의 개발이 필요하다. 이러한 기술을 만족시키기 위한 지식진화형 CNC는

- 새로운 지식을 자율적으로 習得하고,
- 지식을 가진 다른 기계와 자율적으로 對話하고,
- 얻어진 지식을 스스로 理解하고,
- 행동을 위해 자율적으로 推論하고,
- 새로운 이벤트에 대해 스스로 創造하고,
- 다른 기계환경에 대응해 자율적으로 適應하는 능력을 가져야 할 것이다

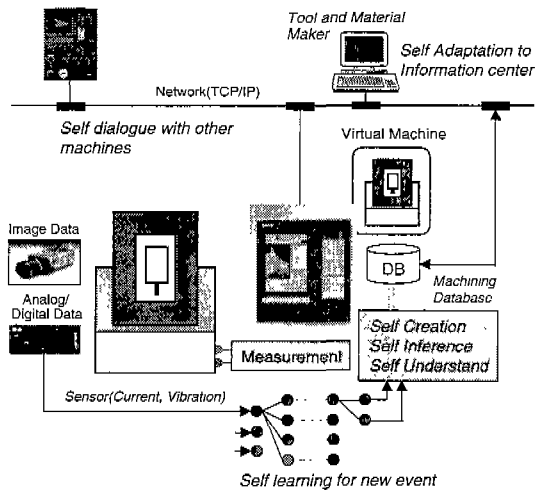


Fig. 14 Model of knowledge-cvolutionary intelligent machine

이러한 기술을 달성 할 수 있는 다섯 가지 기술적 내용을 다음에 정리했으며, 가상 모델을 Fig. 14에 나타내었다.

**(1) 자율적 지식습득 기술**

다중 센서 융합(Multi Sensor Fusion)을 통한 다양한 현상의 자율적 습득 기술. 오감 지능센서 개발 및 다양한 네트워크와의 인터페이스를 통해, 새로운 지식에 대해 자율적으로 지식을 습득 할 수 있는 능력을 가져야 한다.

**(2) 자율적 지식이해 기술**

단순지식이 아닌 물리적, 화학적, 음성학적 복합, 융합형 신호를 다양한 감각기술을 통해 이해 할 수 있는 복합 패턴(Pattern) 인식 및 식별능력을 가져야 한다.

**(3) 자율적인 지식추론 및 창조 기술**

전문가 시스템(Expert System)을 통해 생성된 새로운 지식을 바탕으로 새로운 지식을 추론할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. Fig. 14에 보이듯이 CNC는 새로운 그리고 앞선 지식을 가진 다른 시스템과의 대화를 통해 새로운 지식을 습득하고 이를 자신의 기계에 맞도록 추론을 해야 한다. 가령, 공구 메이커가 새로운 공구를 개발했거나 재료 메이커가 새로운 신소재를 개발했을 경우, 이러한

시스템에 네트워크를 통해 접속하여 새로운 지식을 습득하고 이를 이용해 새로운 지식을 추론할 수 있는 능력을 가져야 한다.

**(3) 자율적인 대화 기술**

네트워크와 표준언어를 통해 다른 지능기계가 가지고 있는 지식을 자율적으로 얻어 올 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 또한, STEP 데이터 모델은 CNC/CAD/CAE를 통합할 수 있는 기술을 제공하고 있다. 이러한 통합 및 대화기술은 차세대 X Internet에서는 충분히 가능한 일들이다.

**(5) 자율 적용 기술**

표준 인터페이스를 통해 다양한 기계에 자율적으로 접속이 운용될 수 있는 기술과 Plug & Play 방식의 이식성 있는 소프트웨어 기술, SERCOS, Field Bus 적응형 센서 및 액추에이터 개발, Global Manufacturing 환경에서 공장의 객체화 위한 정보 기술의 개발이 필요하다.<sup>(19,20)</sup>

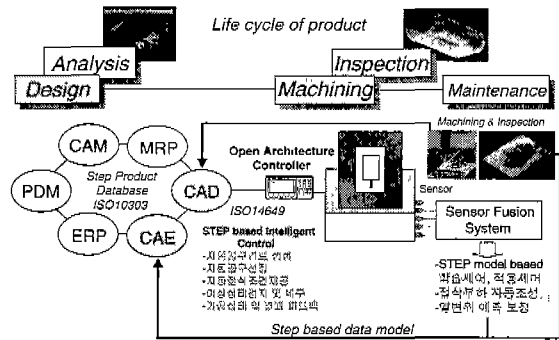


Fig. 15 New manufacturing system for next generation

이러한 기술들이 종합되어 구축될 수 있는 차세대 생산 시스템의 구조를 Fig. 15에 나타내었다. 제품생산의 라이프 사이클은 적절한 소재를 이용해서 설계하고 이를 해석하고 가공하고 검사하고 조립을 통해 제품이 완성된다. 그리고, 사용 중 고장이 발생했을 때는 적절한 수리를 통해 수명을 연장시키게 된다. 이러한 제품생산 라이프 사이클에서 가공분야만이 통합이 되고 있지 않은 실정이다. 새로운 지식을 습득, 이해, 창조할 수 있는 진화형 지능화 기계가 개발이 된다면 이는 제품생산



의 라이프 사이클에서 중요한 역할을 하게 되어 생산 시스템의 지능화에도 많은 기여를 하게 될 것이다.

### 7. 결 론

본 논문에서는 공작기계의 간단한 역사를 설명하고 제 2 세대 CNC 탄생 이후, 이루어진 지능화 기술을 간략히 정리했다. 그리고 이러한 지능화 기술의 연구에서 오는 문제점을 정리하고 그 한계점을 정리했다. 이를 통해, 21 세기에는 지식 진화형 지능화 기술이 개발되어야 할 필요성을 제기하고, 필요한 기술들을 정리했다.

인간도 새로운 지식의 주입이 없으면 그 추론과 창조기능이 마비 되듯이 기계의 경우에도 동일한 비교가 가능하다. 따라서, 인간이 원하는 지능기계를 만들기 위해서는 인간의 사고 메커니즘과 동일한 생물적 지식 생성 메커니즘을 CNC 에도 부여할 필요가 있다.

### 참고문헌

1. 김선호, 박경택, 이태억, "개방형 구조를 갖는 CNC 의 연구 동향," 제어·자동화·시스템공학회지, 제 3 권, 제 5 호, pp. 17-30, 1997.
2. 김선호, 김동훈, 박경택, "생산장비 객체화와 개방형 가공 셀 구축 연구(I) -생산장비 객체화-," 한국정밀공학회지, 제 16 권 제 5 호, pp.91-97, 1999.
3. 김선호, 김동훈, 박경택, "생산장비 객체화와 개방형 가공 셀 구축 연구(II) -개방형 가공 셀 구축-," 한국정밀공학회지 제 17 권 제 10 호, pp.41-48, 2000.
4. 김선호, 김동훈, "STEP-NC 를 기반으로 하는 생산 시스템," 한국정밀공학회지, 제 17 권 제 5 호, pp.41-50, 2000.
5. 김선호, 유럽의 Contouring STEP-NC 연구현황, 제 3 회 STEP-NC 기술 세미나, 한국 CAD/CAM 학회, 포항공대, 2001. 9. 6.
6. 강철희, 공작기계의 첨단기술, 기술정보, pp.1-11, 2000
7. 일본공작기계공업회, 쉬운 공작기계 이야기 - 기초편, pp.1-5, 1995.
8. 일본공작기계공업회, 쉬운 공작기계 이야기 - NC 공작기계편, pp.2-8, 1995.
9. Hatamura, Y. et al.; A fundamental structure for intelligent manufacturing, Precision Engineering, Vol 15-4, pp. 266-273, 1993.
10. Hatamura Y. et al., "Development of an intelligent machining center incorporating active compensation for thermal distortion," Ann. CIRP, pp.549-552, 1993.
11. Kakino, K, INC(Intelligent Numerical Controller) Research Consortium Report, 1995.
12. Ko, J. H., Yun, W. S., and Cho, D. W., " Off-line feed rate scheduling based on cutting process simulation in pocket machining ", 2nd International Conference on Advances in Production Engineering, Warsaw, Poland, pp.153-169, 2001
13. Mori, K., "Intelligent machining system," J. of JSPE, Vol. 59, No 11, pp17-22, 1993.
14. Mitsubishi, M. et al., "Real-time machining state detection using multiaxis force sensing," Ann. CIRP, pp.505-508, 1992.
15. 김선호, "공작기계의 원격감시, 원격고장진단 및 원격조작 기술," 한국정밀공학회지, 제 18 권 제 10 호, pp.33-44, 2001.
16. 김선호, 인터넷을 기반으로 하는 공작기계의 원격감시 및 고장진단 기술, 2001 한국공작기계학회 추계 세미나, 창원대학교, 2001. 11. 30.
17. Kanda Y., "Intelligent diagnosis for machine system," J. of JSPE, Vol.59, No.11, pp.28-33,1993.
18. 김선호, 김동훈, 한기상, 김찬봉, "공작기계의 지능형 고장진단 및 원격 서비스 모델," 한국정밀공학회지, 제 19 권 제 4 호, 2002.
19. 김선호, 이후상, "차세대 제조 시스템(1)," 한국정밀공학회지, 제 17 권 제 1 호, pp.11-20, 2000.
20. 김선호, 이후상, "차세대 제조 시스템(2)," 한국정밀공학회지, 제 17 권 제 2 호, pp.11-18, 2000.