

# GT를 이용한 Web 기반 절삭변수 검색시스템의 개발

이성열<sup>†</sup> · 박규섭

관동대학교 인터넷산업정보공학과

## The Development of the Web Based Cutting Parameter Selection System Using Group Technology

Sung-Youl Lee · Kyu-Sup Kwak

Department of Internet & Industrial Engineering, Kwandong University, YangYang, 215-800

This study presents the web based cutting parameter selection system using Group Technology (GT). The GT is basically applied to classify and code the work material and cutting process which are main factors to affect cutting parameter selection. The proposed system has been designed to electronically select proper cutting conditions based on the stored GT database. The existing approaches used in most small and medium sized companies are basically to use manufacturing engineer's experience or to find the recommended values from the manufacturing engineers handbook. These processes are often time consuming and inconsistent, especially when a new engineer is involved. Consequently, the proposed system could automatically and consistently generate the proper cutting conditions (feed, depth of cut, and cutting speed) as soon as relatively simple data input is given thanks to the classified GT database.

**Keywords:** 절삭변수, 전자 카탈로그, 그룹테크놀러지, 웹기반

### 1. 서론

생산 현장에서 부품을 제작하기 위해 담당자가 맨 처음 접하게 되는 자료는 부품 도면이다. 이 도면에 따른 준비사항은 사용할 공작기계, 절삭공구, 피삭재, 치공구 그리고 측정공구 등이다. 본 연구에서는 다양한 공작기계 중에서 CNC 선반의 절삭공정을 선택했으며 이것은 단위 설비로서 생산성이 우수하고 원격 제어가 가능하기 때문에 공장자동화 생산 설비로는 필수적이며, 범용 공작기계로는 작업이 난해한 곡면가공 등에 상대적으로 간편하고 품질이 우수하여 사용빈도가 높기 때문이다. CNC 선반을 사용하여 제품을 생산하기 위해서는 반드시 해당 부품가공을 위한 파트 프로그램(part program)이 필요하다. 이 파트 프로그램은 비교적 CNC 선반의 설비 수량이 많은 경우는 전문 CNC 프로그래머가 작성하고, 중·소 규모의 경우는 보통 공작기계 사용자가 작성한다. 이 파트 프로그램의

구성 내용 중에서 중요한 자료 중의 하나가 절삭공구의 선택과 적용할 절삭변수이다. 생산성과 경제성에 많은 영향을 주는 이 절삭변수의 결정은 일반적으로 프로그래머나 공작기계 운용자가 공구제작사의 카탈로그에 제시된 자료와 경험에 의한 가감치를 적용하여 초기값으로 사용하고 있다. 여기에서 참고 자료로 사용되고 있는 공구제작사별 공구 카탈로그를 현장에서 사용하는데는 몇 가지 문제점을 가지고 있다. 첫째 서로 다른 공구제작사별로 서로 다른 기준에 근거하여 공구를 구분하고, 또한 서로 다른 공구명칭을 사용하고 있는 실정이라서 사용자의 절삭환경에 적절한 절삭공구와 그에 따른 절삭변수를 상호간 비교·검토하기가 어려워 취사, 선택하기가 곤란하다. 둘째 자료 내용의 상이한 표현 또는 빈곤으로 도면에 제시된 요구 사항을 충분히 적용하기 곤란한 경우가 많다. 셋째 외국어로 제작된 자료들도 있어 현장 기사가 이해하기 어려운 경우도 자주 있다.

<sup>†</sup> 연락저자: 이성열 교수, 215-802 강원도 양양읍 임천리 산 7 관동대학교 인터넷산업정보공학과, Fax: 033-671-4144, e-mail: sylee@kwandong.ac.kr  
2002년 3월 접수, 1회 수정 후 2002년 5월 게재 확정.

이상의 문제로 인하여 자료의 이용에 많은 시간이 소요되거나 숙련자가 아니면 쉽게 필요한 자료를 찾을 수도 없는 실정으로 적절한 절삭공구와 절삭변수의 선택에는 한계가 있다. 특히 세계화 시대에 즈음하여 국제 경쟁력을 갖추는데는 우수한 품질과 제품의 생산 단가를 낮추는 것이 중요한 요소인데, 이러한 상황의 대응책으로 본 연구에서는 절삭품질을 향상시키면서 가공 소요시간을 단축하고 미숙련자도 쉽게 이용할 수 있는 다음과 같은 시스템의 구축을 제안한다.

- (1) 서로 다른 공구제작사의 자료를 상호 일관성 있게 비교할 수 있도록 GT(Group Technology)를 이용한 전자 카달로그식 검색시스템의 구성으로 적절한 절삭공구와 절삭변수를 손쉽게 취사 선택할 수 있도록 공통기준을 마련한다.
- (2) 자료를 이용하는 데 있어 순서적으로 입력변수를 선택하면 자동으로 필요한 요소가 출력되도록 간단하고 명료하게 시스템을 구성하여 사용자의 숙련도에 따른 영향을 최소화시켜 신규 기술인력이 빠른 시간 내에 시스템에 적용할 수 있게 한다.
- (3) 사내 또는 협업기업 상호간 절삭가공에 대한 정보의 공유를 통하여 경쟁력을 높일 수 있도록 자료 검색시스템을 Web으로 확장한다.

본 연구의 범위는 CNC 선반에서 사용되는 절삭공구 중 원통가공, 홈가공, 나사가공용 인서트 공구의 절삭변수 선정에 국한 하지만 같은 방법으로 다른 공정들도 쉽게 확대 적용할 수 있을 것이다.

## 2. 기존의 절삭변수 선정방법 고찰

기존의 절삭변수 선정방법은 다음과 같이 크게 네 가지로 요약될 수 있다.

### 2.1 공구 카달로그 책자를 이용한 선정

공구제작사의 카달로그 책자에서 사용자가 직접 수작업으로 추천된 절삭변수값을 찾아 이용하는 방법이다. 그러나 이 방법은 각 공구제작사별로 피삭재가 서로 다른 기준에 의해 분류되는 등 자료의 내용이 일관성없이 구성되어 있기 때문에 절삭공구의 재종과 성능을 비교, 검토하기가 어려우며 카달로그의 자료와 실제 가공 환경이 일치하지 않거나 사용 언어가 한글이 아닌 경우도 있어 필요한 자료를 찾는데 많은 시간이 소요되며, 부품 도면의 요구 사항에 적절한 적용도 어렵다. 특히 경험이 적은 현장 실무자가 사용하기에는 어려움이 많다.

### 2.2 인공 신경망을 이용한 선정

절삭공정에서 경제성과 생산성을 고려하여 유도된 최적화

수학적 모델링을 이용하여 구한 기초 절삭정보와 그 외의 가공조건을 신경망(Neural Network) 입력층(Input layer)의 뉴런(Neuron)값으로 하고 다음 단계의 학습과정을 통하여 출력층(Output layer)에서 절삭조건 학습 데이터가 출력된다. 여기에서 출력된 학습 데이터와 사용자가 선정한 임의의 기대치를 중심으로 만든 판별 데이터를 비교 수행하여 결과를 얻는 방법이다. 이 방법에 의한 절삭변수를 구하는 과정에서 우선 최적화 알고리즘에서와 같이 목적함수와 제약식을 구성할 때 변수의 구성 요소 문제와 판별 데이터를 정하기 위해서 담당자는 절삭이론에 대한 전문적인 능력을 소유해야 하고 가공조건에 적합한 수학적 모델링을 구성하는 데는 한계가 있다. 따라서 신경망의 입력조건을 다양화하기에는 한정적이며 또한 판별 데이터를 구성하는 데 신뢰성있는 기존의 자료를 전제 조건으로 하고 있기 때문에 신뢰성있는 기존 자료의 습득이 수월치 않아 현장 적용에는 역시 무리가 따른다(고성립 외 1, 2000; 이영해 외 1, 1995).

### 2.3 전자 카달로그에 의한 검색

어느 특정 공구제작사의 카달로그 책자 내용 중에서 필요한 부분을 데이터베이스 관리프로그램과 검색도구를 이용하여 절삭변수를 찾을 수 있도록 전자 카달로그로 제작한 것이다. (권순오 외 1, 1998)

기존의 이 선정 방법에서 이용된 검색시스템 도구로는 일반 애플리케이션 프로그램을 사용한 경우와 Web기반으로 확장한 두 가지의 경우로 나뉘질 수 있는데, 전자의 검색시스템 구성은 Visual Basic 등을 이용하였고, DB는 Access를 사용하였으며 절삭조건 선정부분은 신경회로망을 이용하였다. 후자의 경우 검색시스템 도구는 ASP와 java script 언어를 이용하여 Web page를 구성하였으며 절삭조건 선정부분은 역시 신경망을 이용하였고 SQL로 DB를 구성하였다(김영진 외 1, 2001).

그러나 이 선정 방법들은 책자로 되어 있는 자료에 비하면 신속한 검색을 가능하게 하는 것임에는 틀림이 없으나 자료의 내용이 특정 공구제작사에 국한되어 있어 여타의 다른 공구제작사 자료와 비교하여 취사 선택할 수 있는 여지가 없으므로 생산성과 경제성을 고려한 절삭공구의 적절한 적용에는 한계가 있고 다양한 절삭환경에 대한 이용이 불편하며, 절삭변수 선정에 신경회로망을 이용하므로 신빙성 있는 충분한 학습용 자료가 전제되어야 한다.

### 2.4 최적화 알고리즘을 이용한 선정

절삭비용 또는 절삭량(MRR)을 목적함수로 하고 공작기계, 요구되는 표면조도 등의 제약조건들을 근거로 다양한 최적화 기법을 이용하여 절삭변수를 선정하는 방법으로 최근에는 특히 유전 알고리즘을 이용한 접근 방법들이 활발하게 연구되고 있는 실정이다. 유전 알고리즘 적용은 생물의 진화 원리인 유

전학의 개념을 근거로 하여 창안된 최적 절삭변수 선정 방안으로 자연계의 유전학적 메카니즘을 컴퓨터의 기능을 이용하여 인위적으로 작동하도록 개발한 소프트웨어를 사용하여 선정하는 방법이다. 즉 특정한 절삭환경을 모델로 방정식화한 목적함수와 제약식을 만든다. 그리고 염색체에 해당하는 초기 개체 집단을 만들고 개체들을 랜덤하게 교배하여 적응도가 높은 개체를 선정한다. 여기에 우수 형질의 유전자를 이용한 돌연변이 교배를 인위적인 조작을 통하여 실시하고 적응도가 높은 최적해를 구하는 유전 알고리즘을 이용하여 절삭변수를 선정하는 방식이다. 하지만 이 방법은 주어진 함수의 구성요소가 특정 환경에 한정적일 수밖에 없어 다양한 가공조건에 적합한 함수들을 구축하기 위해서는 방대한 실험과 막대한 시간 및 비용이 필요하여 실제로 적용하기에는 많은 무리가 따른다(고태조 외 2, 1996; Jang and Seireg, 1992; 이성열 외 1, 2001a).

### 3. GT를 이용한 절삭변수 선정 방법

본 연구에서 제안하는 이 방법은 피삭재의 GT 분류와 그 분류에 따라 코드를 부여하고 이 그룹화된 분류코드를 기준으로 여러 공구제작사의 관련자료를 데이터베이스화한 후 절삭공구 관련 추가 정보를 토대로 하여 신속하게 절삭변수를 출력하고 비교 검토한 후 선정하는 방법이다. 본 논문에서는 공구를 별도로 구분하지 않고 전 공구재료를 일괄 취급하였으며 공구제작사에서 자사별로 사용하는 각 절삭공구의 재종에 따른 분류기호를 공구추가정보 부분에서 선정하여 절삭변수를 검색하도록 하였다. GT 분류는 계층적 구조의 부품 분류 코드 방식을 적용하였다(이성열 외 1, 2001b; 이성열, 1998).

#### 3.1 분류 및 코딩 체계

우리가 주변에서 볼 수 있는 제품의 종류는 무수히 많을 뿐만 아니라 이 제품을 만드는 데에는 수많은 종류의 금속재료가 사용되어지고 있다. 그러나 절삭가공에서 반드시 결정되어야 하는 절삭변수 선정에 핵심적인 영향을 미치는 피삭재에 대한 참고 자료의 내용과 구성 기준에 일관성이 없어 생산 현장에서는 신속히 자료를 이용할 수 없는 경우가 자주 발생한다. 즉, 부품의 설계도면에 기록된 재료명과 공구제작사들의 매뉴얼 정보가 서로 다른 기준으로 작성되어 있기 때문이다. 또한 현재 각국의 금속재료 공업규격에 사용되는 분류도 자국의 독자적인 기준에 의해 규격화되어 있어서 서로 다른 나라들의 규격을 비교하여 필요한 공구를 선정하기에는 어려움이 따른다.

<표 1>은 ICS(International Code System: ISO에서 제정) 코드로 분류된 일부 금속재료에 대한 4개국의 서로 다른 분류기호를 보여준다. 표에서와 같이 ICS로 부분적인 코드화가 시도되

표 1. 국가별 금속재료 공업규격 재료기호 예

ICS	KS	AISI	JIS	AFNOR
77.080.20	SM15C	1015	S15C	XC12
	SM45C	1045	S45C	XC42
77.080.10	GC100	No20B	FC100	Ft10D
	GC250	No35B	FC250	Ft25D

고 있으나 세부 재질에 대한 분류까지는 되어 있지 않은 아직은 미완성된 상태이다. 따라서 앞으로 피삭재의 국제 규격 그룹화 코드가 완성되고 각국에서 이를 이용하여 관련 자료를 구성한다면 각 공구제작사의 자료도 이에 맞춰 제작될 수 있을 것이며, 만일 이와 같은 일관성 있는 자료가 만들어져 활용된다면 현장에서 보다 판별이 용이하여 자료의 활용도를 높일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 절삭변수 선정에 이용할 목적으로 절삭공정과 피삭재의 분류코드를 조합한 6개 단위의 GT 분류코드 체계를 구성하였고 분류 속성은 <표 2>와 같다. 분류 및 코딩을 위한 GT 데이터베이스는 마이크로 소프트사의 Access 소프트웨어를 이용하여 구축하였다.

표 2. GT 코드의 분류 체계

코드단위	1	2	3	4	5	6
속성	공작기계 분류	절삭공정 분류	주성분 및 첨가원소 함량에 의한 분류	첨가물 함량	열처리 상태	표면 상태
	절삭공구관련		피삭재 관련			

#### 3.1.1 공작기계와 절삭공정의 GT 분류

절삭공구와 관련하여 2개 단위의 GT 코드를 이용하여 분류하였으며 이 중 첫번째 단위는 CNC 공작기계 종류에 따라 분류하였고 다음 단위는 해당 공작기계에서 수행 가능한 절삭공정을 대상으로 분류하였으며, 분류코드 단위별 분류 내용은 <표 3>과 같다.

<그림 1>은 관련 데이터베이스 테이블의 한 예를 보여준다.

#### 3.1.2 피삭재의 GT 분류

피삭재는 4개 단위의 숫자로 분류코드를 부여하였으며 이 중 앞의 2개 단위 분류기준은 국제규격인 ISO에서 초경 절삭

표 3. 절삭공구 분류체계

단위	분류 속성	설 명
1	공작기계	공작기계의 종류에 따라 분류
2	절삭공정	해당 공작기계에서 수행할 수 있는 절삭공정으로 분류

1	1 LATHE	1 turn	11
2	1 LATHE	2 groove	12
3	1 LATHE	3 thread	19
4	2 MACHINING CENTER	1 face_mill	21
5	2 MACHINING CENTER	2 endmill	22
6	2 MACHINING CENTER	3 drill	23
7	2 MACHINING CENTER	4 tap	24
8	3 GRINDER	1 A	31
9	3 GRINDER	2 WA	32
10	3 GRINDER	3 C	33
11	3 GRINDER	4 GC	34
12	3 GRINDER	5 D	35

그림 1. 공작기계와 절삭공정 데이터베이스.

공구의 재종으로 분류한 P, M, K를 이용하여 가공하는 금속재료를 근거로 하여 그 순서에 따라 주성분과 함유원소 및 조직의 상태로 구분하여 분류코드를 부여하였으며, 나머지 2개 단위 중 첫번째는 열처리 상태에 따른 분류이고 다음 단위는 절삭가공 전 피삭재의 표면 상태로 가공된 표면 또는 가공되지 않은 상태로서 후피이며 매끈한 경우와 거친 경우, 연속가공 혹은 단속가공, 편심량의 정도 등 절삭가공시 공구에 미치는 충격의 정도와 절삭표면의 가공정도, 즉 정삭, 중삭, 황삭 등 절삭상태를 절삭변수에 적용하기 위한 피삭재 표면의 상태에 따른 분류이다. 마지막으로 위와 같이 피삭재의 표면상태와 적용형태를 혼합하여 하나의 코드로 구성하여 단순화시켰다. 그러나 앞으로 신소재의 개발에 따라 그 종류가 증가되어지면 분류 단위의 확장이 필요하게 될 것이다.

<표 4>는 피삭재의 GT 분류체계를 보여준다. 단위별 데이터베이스 테이블은 <그림 2, 3, 4>와 같다. 특히 <그림 3>의 테이블에서 선택되어지는 분류번호는 절삭가공 전 피삭재의 열처리 상태에 따른 것으로 강(steel)은 1, 2, 3, 5에서 선택되고, 스테인리스강의 경우는 3, 4, 5에서, 내열강은 1, 7, 8에서, 주철은 7, 8에서 알루미늄은 6, 7, 8에서 주로 선택되어지며 각 피삭재의 기타의 경우는 9가 선택되도록 구성하였다.

3.1.3 GT 코드의 역할

각 공구제작사에서 제공하는 절삭공구와 피삭재에 따른 절삭변수의 자료 구성이 현재는 공구제작사 중심으로 구성되어 있어 일관성이 없으며 분류코드화되어 있지 않아 숙련자가 아니면 성능의 비교 검토가 어렵기 때문에 관련 전문가가 제공

표 4. 피삭재의 GT 분류체계

단위	분류 속성	피삭재 특성
3	대분류	탄소강, 합금강 등 주성분 중심
4	소분류	첨가원소, 조직 등으로 구분
5	열처리상태	열처리된 상태별로 구분
6	표면 및 적용형태	소재의 표면상태와 적용형태

1	1 탄소강	1 C<0.10-0.25%	11
2	1 탄소강	2 C<0.25-0.55%	12
3	1 탄소강	3 C<0.55-0.80%	13
4	2 합금강	1 제합금강(합금원소 < 5%)	21
5	2 합금강	2 고합금강(합금원소 > 5%)	22
6	2 주강	3 비합금	23
7	2 주강	4 제합금(합금원소 < 5%)	24
8	2 주강	5 고합금(합금원소 > 5%)	25
9	2 주강	6 12-14% Mn	26
10	3 스테인리스강	1 페라이트/마텐자이트	31
11	3 스테인리스강	2 오스테나이트	32
12	3 스테인리스강	3 수평 오스테나이트	33
13	3 스테인리스강	4 오스테나이트/페라이트	34
14	4 스테인리스 주강	1 페라이트/마텐자이트	41
15	4 스테인리스 주강	2 오스테나이트	42
16	4 스테인리스 주강	3 수평 오스테나이트	43
17	4 스테인리스 주강	4 오스테나이트/페라이트	44
18	5 내열 합금강	1 철 기지(iron base)	51
19	5 내열 합금강	2 니켈 기지(nickel base)	52
20	5 내열 합금강	3 코발트 기지(cobalt base)	53
21	6 티타늄강	1 상용적 순도(99.5% Ti)	61
22	6 티타늄강	2 a 위상 a and a+b 합금	62
23	6 티타늄강	3 a+b 합금, b 합금	63
24	7 가단주철	1 페라이트	71
25	7 가단주철	2 마텐자이트	72
26	7 회주철	3 제인장강도(HB 180)	73
27	7 회주철	4 고인장강도(HB 260)	74
28	7 구상흑연주철	5 페라이트	75
29	7 구상흑연주철	6 마텐자이트	76
30	7 구상흑연주철	7 마텐자이트	77
31	7 회주철	8 주	78
32	8 알루미늄강	1 알루미늄강	81

그림 2. 피삭재분류 샘플 데이터베이스(단위 3, 4).

1	1 annealed
2	2 tempered
3	3 hardened
4	4 PH hardened
5	5 non-hardened
6	6 non-aged
7	7 aged
8	8 cast and aged
9	9 etc

그림 3. 열처리 상태 샘플 데이터베이스(단위 5).

1	1 가공된 표면	정삭/완성가공
2	2 가공된 표면	중삭/모방가공 혹은 절삭량이 적을때
3	3 가공된 표면	황삭/절삭량이 많을때
4	4 후피는 존재하나 매끈하며 편심이 적음, 약한 단속가공	정삭/완성가공
5	5 후피는 존재하나 매끈하며 편심이 적음, 약한 단속가공	중삭/모방가공 혹은 절삭량이 적을때
6	6 후피는 존재하나 매끈하며 편심이 적음, 약한 단속가공	황삭/절삭량이 많을때
7	7 거친 표면이거나 편심이 크며 강한 단속가공	정삭/완성가공
8	8 거친 표면이거나 편심이 크며 강한 단속가공	중삭/모방가공 혹은 절삭량이 적을때
9	9 거친 표면이거나 편심이 크며 강한 단속가공	황삭/절삭량이 많을때

그림 4. 피삭재의 표면 및 적용상태 샘플 데이터베이스(단위 6).

자료를 검토한 후 GT분류를 해야하지만, 추후 공구제작사의 자료가 제작사에서 직접 분류코드화되어 제공되어지면, 그 분

류코드를 적절하게 사용할 수 있게 될 것이다. 따라서 본 연구에서는 기존의 공구제작사 제공 자료를 분석하여 GT분류코드를 부여하고 이 코드를 이용하여 시스템을 구성하였다. 즉, 전술한 6개 단위의 통합코드 체계를 이용하여 절삭공구, 피삭재 등을 분류하고, 이 분류코드에 의해 공구제작사별로 추천된 절삭변수의 값을 검색할 수 있게 된다.

3.2 시스템 이용 방법

절삭변수 탐색 초기화면은 <그림 5>의 검색 초기화면과 같이 '절삭변수 검색'이란 제목 및 사용자 ID와 비밀번호 입력부로 되어 있으며, 검색은 <그림 7>에서 보여 주는 것과 같이 화면 상단에 주 메뉴로서 3가지 검색 방법인 「분류 및 코딩」, 「GT코드 검색」과 「부품번호 검색」으로 구성되어 있다. 「분류 및 코딩」은 <그림 7>에서 보여 주는 것과 같이 상단 부분에 공작기계, 절삭공정, 피삭재 분류 등의 사용자 절삭조건의 입력부분과 중간부분에는 분류코드 디스플레이와 부품번호 / 공구번호 DB 저장을 위한 부분과 하단 부분의 공구제작사, 공구재종, 표면조도를 고려한 인선반경 선택부분과 탐색결과인 이송속도, 절삭깊이, 절삭속도 등 절삭변수의 출력부분으로 구성되어 있다(대한중석초경, 2001; 한국야금, 1993; SANDVIK Coromant, 2000).

본 연구 자료에서는 서론에서 언급한 바와 같이 CNC 선반용 인서트 절삭공구를 중심으로 구성하였으며 선반의 주 절삭공정인 원통가공, 홈가공, 나사가공용 인서트 자료의 DB와 검색 시스템을 이용한 절삭변수 출력을 그 목적으로 하고 있다. 각 공정에 따른 추가 공구정보가 서로 다르고, 출력되어지는 절삭변수도 다르기 때문에 구성 화면 중에서 하단의 추가 공구 정보 입력란과 절삭변수 출력 항목이 공정별로 조금씩 다르게 구성되어 있다. 본 시스템 구성은 세 가지 공정을 다루었지만 여기서는 원통가공에 따른 내용만을 보여주고 있다.

시스템을 이용한 절삭변수 선정방법의 절차를 순서대로 살펴보면 <그림 6>의 흐름도와 같다.

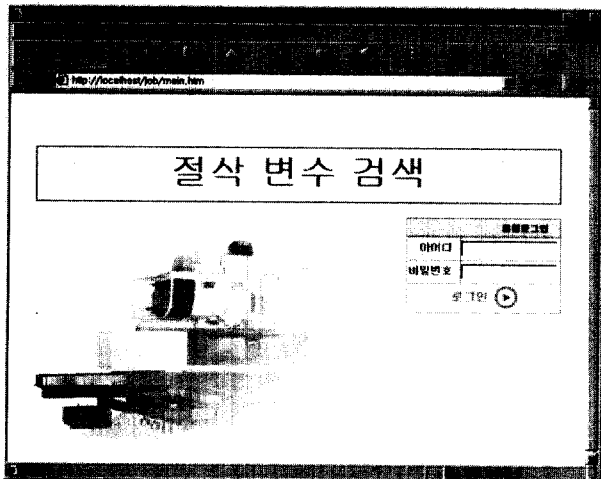


그림 5. 검색 초기화면.

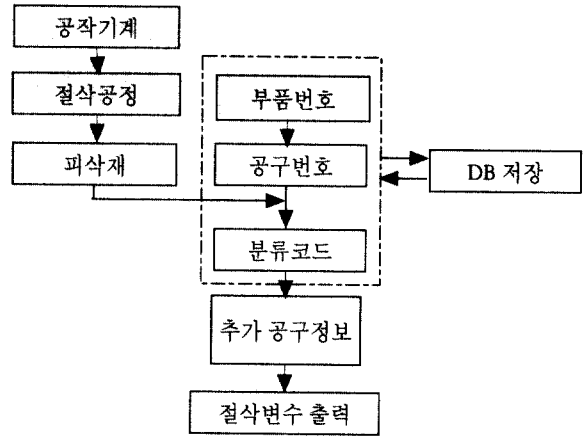


그림 6. 절삭변수 선정절차 흐름도.

3.2.1 「분류 및 코딩」에 의한 검색

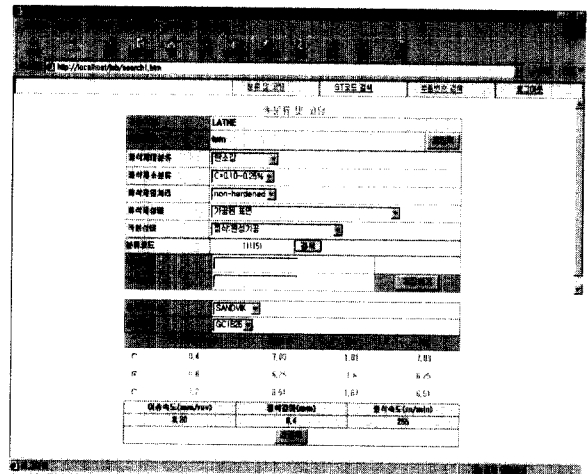


그림 7. 「분류 및 코딩」 검색화면.

<그림 7> 화면 상단 주 메뉴의 「분류 및 코딩」을 클릭하면 <그림 7>의 중심부에 보여 주는 것처럼 입력 및 출력부가 나타나며, 그 검색 절차 흐름은 <그림 6>에서 [공작기계] → [절삭공정] → [피삭재] → [분류코드] → [추가 공구정보] → [절삭변수 출력]의 6단계로 구성된다.

검색 절차 흐름도에서 세부적인 검색순서는 다음과 같이 3 단계로 이루어진다.

1) GT 분류 및 코딩

[공작기계]선택→[절삭공정]선택→[피삭재 대분류]선택→[피삭재 소분류]선택→[피삭재 열처리]선택→[피삭재상태]선택→[적용형태]선택→[검색]클릭→[분류코드]출력

2) 추가정보

[공구제작사]선택→[공구재종]선택→[인선반경] 선택

3) 출력

[이송속도][절삭깊이][절삭속도]출력

또 분류코드가 생성될 때 부품번호 및 공구번호를 입력하고 DB에 저장하여 [부품번호 검색]에서 활용할 수 있다. 저장 순서는 [분류코드]생성 → [부품번호]입력 → [공구번호]입력 → [저장하기] 클릭으로 되어 있다.

인선반경(TNR: Tool Nose Radius) 선택의 경우, 정상에서는 도면에서 요구하는 표면조도에 만족할 수 있는 인선반경을 선택해야 한다. 즉, 시스템이 자동으로 해당 공구제작사의 공구재종별로 DB에 저장된 인선반경과 이송속도를 이용하여 식 (1)과 (2)에 의해 표면조도 값을 구한 후, 이들 값 중 도면에 주어진 표면조도 값보다 적은 값 중 하나를 선택할 수 있다(서남섭, 2000).

$$R_{max} = \frac{f^2}{8r} \times 1000 \quad (1)$$

$$R_a = \frac{0.0321 f^2}{r} \times 1000 \quad (2)$$

- $f$  : 이송량 (mm/rev)
- $r$  : 절삭공구 인선반경 (mm)
- $R_{max}$  : 최대높이 조도 ( $\mu m$ )
- $R_a$  : 중심선 평균조도 ( $\mu m$ )

중삭과 황삭의 경우는 표면조도에 대한 고려없이 해당 공구제작사의 공구재종별로 인선반경이 출력되는데 일반적으로 공구수명을 고려하여 인선반경의 값이 큰 것을 선택하여 사용한다.

3.2.2 「GT 코드 검색」에 의한 검색

GT코드를 이미 알고 있을 경우, 주 메뉴에서 [GT 코드 검색]을 선택하면 <그림 8>과 같은 검색 화면이 나타난다. GT코드에 의한 검색 절차는 분류번호의 코딩 과정이 생략되므로 <그림 7>에서 [분류코드]→[추가 공구정보]→[절삭변수 출력]의 3단계만 거치게 되어 절차가 비교적 단순화되어지며 세부적

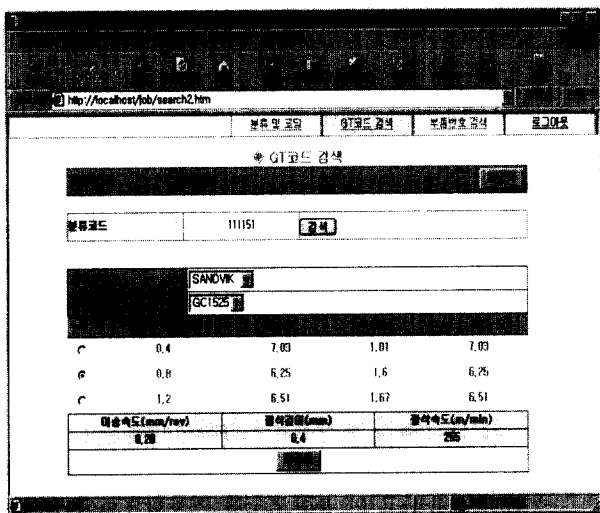


그림 8. GT코드 검색.

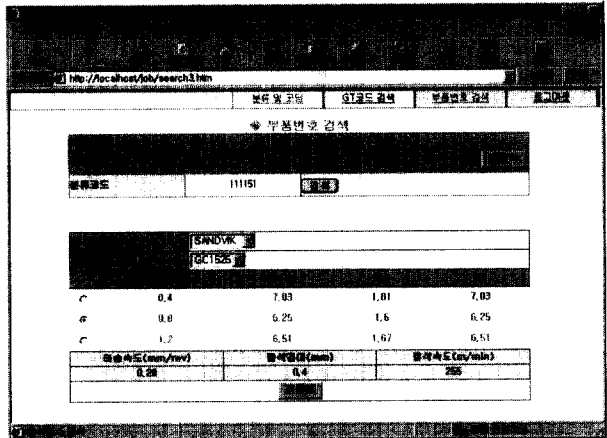


그림 9. 부품번호 검색.

인 항목의 검색 순서는 다음과 같다.

[분류코드]입력→[검색]→[공구제작사]선택→[공구재종]선택→[인선반경]선택→[이송속도][절삭깊이][절삭속도]출력

3.2.3 「부품번호 검색」을 이용한 검색

사전에 부품번호와 공구번호를 알고 있을 경우는 주 메뉴에서 [부품번호 검색]을 선택하면 <그림 9>와 같은 검색화면이 나타난다.

이 경우는 <그림 7>에서 [부품번호]→[공구번호]→[분류코드]→[추가 공구정보]→[절삭변수 출력]의 5단계로 절삭변수를 검색할 수 있으며, 그 세부적인 검색순서는 다음과 같다.

[부품번호]입력 → [공구번호]입력 → [검색] → [분류코드]출력 → [공구제작사]선택 → [공구재종]선택 → [인선반경]선택 → [이송속도][절삭깊이][절삭속도]출력

즉 「분류 및 코딩」 과정에서 만들어진 DB에 저장되어 있는 부품번호와 공구번호 정보를 이용하여 분류코드를 추출하고 그 이후는 「분류 및 코딩」이나 「GT코드 검색」에서와 같이 추가공구 정보를 입력하면 해당 절삭공정과 절삭공구의 절삭변수를 검색할 수 있다.

4. Web 기반으로의 확장

4.1 검색시스템의 구성

절삭변수 검색은 Web기반 운영시스템으로 제작하였으며 데이터베이스 관리시스템은 MS Office 97 pack에 있는 Access 응용프로그램을 사용하였다. Web페이지의 제작은 ASP(Active Server Page)를 사용하였는데 이는 HTML과 달리 DB와 직접 연동할 수 있고, 서버 사이드 스크립트여서 다양한 DB소프트웨어를 사용하는데 융통성이 있으며, Web 브라우저의 종류에 관

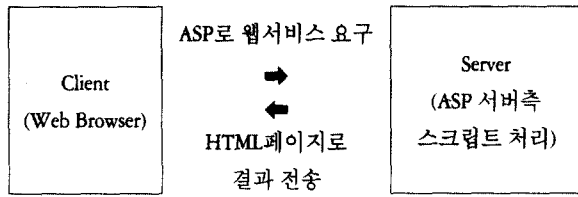


그림 10. ASP의 기본 구동원리.

제없이 작동할 수 있는 이점을 갖고 있다. 특히 본 검색시스템 속성상 간혹 DB자료의 수정이 불가피한데 이때 시스템의 수정없이 테이블의 내용만을 수정하는 것으로 가능하게 되어 있다. 다음의 <그림 10>은 기본적인 ASP의 구동원리를 보여준다.

<그림 5, 7, 8, 9>의 주수란에 보여지는 것처럼, 본 자료에 제시된 Web화면은 PWS(Personal Web Server)로 실행시킨 것이며 절삭변수 검색시스템의 검색 절차는 <그림 11>의 흐름도와 같다.

4.2 데이터베이스 관리시스템 (DBMS)

ASP 프로그래밍의 편리성과 추후 자료의 수정에 혼선을 적게하고 신속성을 도모하기 위하여 Access의 DB파일은 GT\_DB 하나로 통합하였고 그 안에 기능별로 내용을 분류하여 각각의 테이블 이름으로 DB를 구성하였다. 검색시스템 구성 파일의 관계는 <그림 12>와 같다.

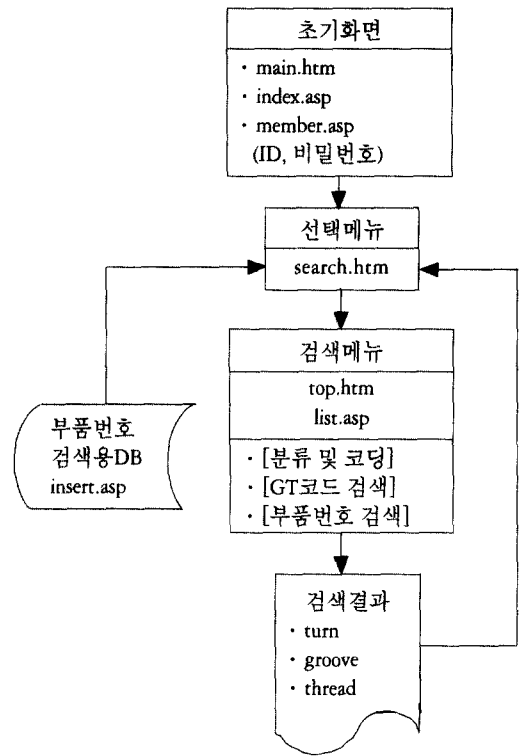


그림 12. 검색시스템 프로그램 흐름도.

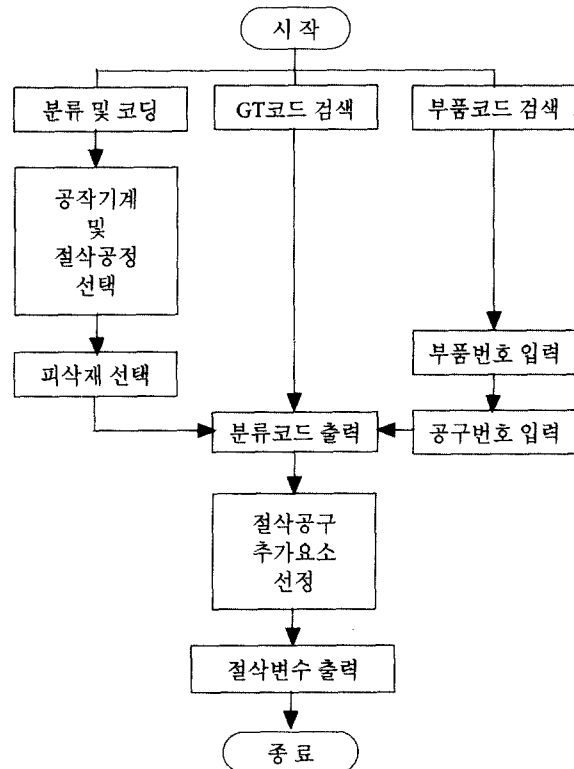


그림 11. 검색시스템 구성 흐름도.

5. 결론

GT를 이용하여 절삭공구와 피삭재를 분류하고, 여기에서 얻어진 동일한 GT분류코드를 갖는 서로 다른 공구제작사의 공구들 중 각 공구제작사에서 절삭공구별로 절삭공정에 따라 제시한 절삭변수를 신속하게 검색하고, 이들 중 사용자의 현장 여건에 적합한 것을 선정하여 활용할 목적으로 GT 데이터베이스를 기반으로 한 전자카달로그식 절삭변수 탐색 시스템을 구축하였다. 아직 미완성의 국제 금속재료 분류코드인 ICS와 무관하게 독자적 기준으로 ISO제정 초경재질 P, M, K의 순서에 따라 적용되는 피삭재의 순서로 GT분류를 시도하였으나, 이것의 확산 적용은 관련자의 필요성 인식과 공동의 실천노력에 달려 있다고 사료된다. 또한 본 논문에서 제시하는 목표 중의 하나는 절삭가공분야의 획기적 발전을 위하여 분류번호의 국제표준이 조기 실현되기를 바라는 것이다. 만약 추후 ICS의 분류가 국제적 표준으로 자리를 잡는다면, ICS의 분류기준에 맞추어 국내의 공구제작사들의 공구를 재분류하여 이용한다면 절삭변수선정의 신뢰성 및 신속성에 큰 기여가 있을 것으로 기대된다.

개발된 시스템의 특징 및 장점을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 서로 다른 공구제작사별 공구 카달로그 자료를 GT를 이용하여 분류하고 이 분류코드를 이용함으로써 절삭변수 선정에 일관성 및 신속성을 갖게 되었다.

- (2) 절삭변수는 공구제작사 및 공구재종별로 자료를 비교 검토 후 경제성과 생산성을 고려하여 취사 선택할 수 있도록 하였다.
- (3) 분류코드와 이미 제작된 부품의 코드를 데이터베이스화 함으로써 교차검색을 가능하게 하였으며 코드 정보로부터 바로 해당 절삭변수를 검색함으로써 검색속도를 단축할 수 있었다.
- (4) 본 시스템은 사내 표준화 및 협력업체 간에 네트워크를 이용한 절삭변수 선정방법의 정보공유를 위하여 Web기반의 검색도구로 확장되어서 이로 인한 생산의 효율 및 일관성에 큰 기여가 예상된다.

**참고문헌**

Jang, D. Y. and Seireg, A. (1992), Machining Parameter Optimization for Specified Surface Conditions, *ASME Journal of Engineering for Industry*, 114, 254-257.  
 Kim, Y-J. and Kwon, S-O. (1998), Development of Automatic Cutting Tool

Selection Program, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 3(3), 177-182.  
 Kim, Y-J. and Yang, Y-M. (2001), Development of Web based Tool and Optimal Cutting Condition Selection Program, *Proceedings of the KORMS/KIIE Spring Joint Conference*.  
 Ko, T-J., Kim, H-S. and Kim, D-G. (1996), Optimization of Machining Process Using an Adaptive Modeling and Genetic Algorithms (I) - Simulation Study, *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, 3(11), 73-81.  
 KORLOY Ltd. (2001), *CUTTING TOOLS*, 1.0.  
 Lee, S-Y. and Kwak, K-S. (2001a), Turning Parameter Optimization Based on Evolutionary Computation, *Korean Management Science Review*, 18(2), 117-124.  
 Lee, S-Y. and Kwak, K-S. (2001b), Cutting Parameter Selection Using Group Technology, *Proceedings of the KIIE Fall Conference*.  
 Lee, S-Y. (1998), The Development of Integrated Production Management for Small-Medium Size Enterprise, *Journal of The Institute of Industrial Technology and Development, Kwandong University*, 14, 143-149.  
 Lee, Y-H. and Yang, B-H. (1995), Selection of Machining Parameters using Fuzzy Set and Neural Networks, *Proceedings of the KIIE Fall Conference*.  
 SANDVIK Coromant (2000), *Metal Working Products Turning Tools*.  
 Shin, D-O., Kim, Y-J. and Ko, S-L. (2000), Development of Tool and Optimal Cutting Condition Selection Program, *Journal of the KIIE*, 26(2), 165-170.  
 Suh, N-S. (2000), *MACHINING SCIENCE*, Dong-Myung Sa.  
 TaeguTec Ltd. (2001), *CUTTING TOOLS*. CT06/2001.



**이성열**  
 인하대학교 기계공학과 학사  
 University of Texas 산업공학과 공학석사  
 North Dakota State University 산업공학과 공학박사  
 현재: 관동대학교 인터넷산업정보공학과 교수  
 관심분야: CAPP, 로봇비전, 인공신경망/유전  
 자 알고리즘 응용



**박규섭**  
 전북대학교 기계공학과 학사  
 관동대학교 산업공학과 공학석사  
 현재: 태백기계공고 교사  
 관심분야: 공장자동화, NC 프로그래밍