

## 절삭 공구 자동 선정 프로그램 개발

김영진\*, 권순오\*\*

### Development of Automatic Cutting Tool Selection Program

Young-Jin Kim\* and Soon-Oh Kwon\*\*

#### ABSTRACT

The computer related techniques have been developed rapidly in the field of metal removal industry. The electronic catalog for mechanical elements is one of such developments realized in recent years. As the emergence of the electronic catalogs in the 90s, it breaks the restriction of the traditional catalog and becomes a helpful and efficient tool in the field. In this paper, we develop an electronic catalog for the cutting tools of the Korea Tungsten Co. Ltd. The catalog consists of three parts: a preprocessor for tool selection, a database for tool, and a postprocessor for search result. A preprocessor for tool selection is developed under a user-friendly consideration. A database for tool consists of milling, drilling, and reaming tools with a list of cutters, inserts, and components. A postprocessor for search result consists of weight, dimension, drawing, product order number etc. of the tools. It also suggests the optimized cutting condition of the selected tool using a neural network technique which is done by an independent research group.

**Key words :** Electronic catalog, Relational database, Cutting tool, User-friendly

#### 1. 서 론

본 소프트웨어는 컴퓨터 기억장소에 공구의 사양 및 형상을 데이터베이스화하고 소비자가 원하는 적정 공구를 손쉽게 찾을 수 있도록 함과 동시에 최적 절삭조건을 선정해 주는 역할을 하는 프로그램이다. 책자 카탈로그의 역할을 대신하기 때문에 '전자 카탈로그'라고 불리기도 한다. 세계적인 초경공구 생산 업체인 Kennametal, Sandvik 그리고 Valenite는 자사 제품에 대해 적정공구선정이 가능한 전자 카탈로그를 이미 상용화했다<sup>[1]</sup>. 본 소프트웨어는 대한중석(주)의 milling, drilling 공구에 대해 기존의 책자 카탈로그에 수록된 공구에 관한 모든 데이터(도면 포함)를 데이터베이스화하고 있으며, 책자 카탈로그에 비해 컴퓨터 메모리를 이용하기 때문에 많은 양의 데이터를 저장할 수 있고 신제품, 단종 제품 등 제품

에 관계된 여러 변화들을 손쉽게 갱신할 수 있는 장점과 공구에 대한 전문적 지식이 없는 사용자라도 재종, 용도 등 자신이 필요로 하는 몇 가지 사항들에 대한 선택만으로 공구를 자동 선택할 수 있는 사용자 편의의 장점도 가지고 있다.

본 소프트웨어는 크게 적정공구 선정 부분과 최적 절삭조건 선정 부분으로 구성되어 있다. 적정공구 선정 부분은 세 부분으로 나뉘어지는데 그 첫 번째는 사용자의 순차적 선택에 의한 검색 또는 제품번호 입력을 통한 직접 검색 방법 등으로 사용자가 원하는 용도의 공구를 선정해 주는 공구선택 전처리기이다. 두 번째는 컴퓨터 기억장치에 커터, 인서트, 컴포넌트에 대한 사양(치수, 중량, 리드각, 인선길이 등)과 도면 등을 데이터베이스화한 공구 데이터베이스이다. 세 번째는 공구선택 전처리기에 의하여 공구 데이터베이스를 검색한 후 그 결과를 보여주는 검색결과 후처리기이다. 최적절삭조건선정 부분은 검색된 공구에 대하여 그 재종과 피삭재를 선택하면 가장 적절한 절삭속도, 절삭깊이, 이송속도, 회전속

\*경희대학교 산업공학과, 산학협력기술연구원

\*\*대우정보통신 오리온정보시스템부

도, 동력을 선정해 주는 부분이다.

본 소프트웨어는 관계형 데이터베이스와 윈도우 프로그램을 이용하여 절삭공구에 대한 전문적 지식이 없는 사용자라도 쉽게 사용할 수 있도록 사용자 편의성에 주안점을 두고 개발되었다. 사용자 편의성은 검색과정을 한 눈에 볼 수 있는 트리뷰(treeview), 각 공구의 특징을 일목요연하게 설명하는 해설, 공구에 대한 도면정보 제공 등을 통해 구현되었다. 그리고 최적절삭조건선정 부분에서는 절삭속도·이송속도 그래프(V-f graph), 피삭재료준코드 설명 윈도우, 사용자 입력 및 재생산 기능 등을 구현하여 사용자의 활용성을 높이기 하였다.

## 2. 소프트웨어 개발에 이용된 도구

데이터베이스를 작성하는데는 관계형 데이터베이스를 지원하는 Microsoft Access 7.0 한글 버전이 사용되었다. 절삭공구의 도면은 AutoCAD R14와 CADRA가 사용되었으며 인서트의 입체감을 보이기 위하여 렌더링된 도면도 이용되었다. 어플리케이션 프로그램(application program) 개발에는 Microsoft VisualBasic 5.0 전문가 버전이 사용되었다<sup>[6,7]</sup>. 이 개발 프로그램은 사용자의 편의성을 도모하는 윈도우 전용 프로그램으로써 이 소프트웨어에서 요구되는 다양한 기능을 쉽게 구현할 수 있었다. 본 소프트웨어는 Windows95가 작동되는 펜티엄급 PC에서 수행되며 CD로 보급되었다.

## 3. 밀링, 드릴링 공구 선정을 위한 소프트웨어 개발

### 3.1 공구 데이터베이스 작성

데이터베이스는 대한중석(주) 절삭공구의 제품 주문번호(Order Number), 공구에 대한 기하학적 치수 그리고 공구의 도면을 기본으로 관계형 데이터베이스를 이용하여 개발되었다. 관계형 데이터베이스는 데이터를 계층구조가 아닌 단순한 표(관계)로 표현하는 형식의 데이터베이스를 말한다<sup>[2,3]</sup>. 관계형 데이터베이스에서 데이터는 열(Column)과 행(Row)으로 이루어져 있다. 테이블의 맨 위에는 각 열의 이름들이 있고 그 테이블은 또한 유일한 테이블 이름을 가지고 있다. 관계형 데이터베이스(relational database, RDB)는 관계모델에 의한 데이터베이스로서 수학에서의 관계개념을 응용한 것이다. 밀링 공구에 대한 데이터베이스의 구성은 다음과 같다<sup>[5,8]</sup>.

① 관계형 데이터베이스를 이용하여 밀링공구를 정면밀링 커터, 엔드밀 커터, 인서트, 컴포넌트 파일 등으로 작성하였다.

② 밀링 커터는 재종, 용도, 리드각, 공구직경에 따라 다양한 형식을 가지기 때문에 여러 개의 테이블로 분리하여 작성하였다. 따라서 커터 전체를 하나의 테이블로 만드는 것보다 여러 개의 테이블로 나눈으로써 데이터 컨트롤이 용이하고 데이터를 수정하거나 첨가할 때 편의성을 기할 수 있었다.

③ 각 커터와 결합될 수 있는 인서트와 컴포넌트를 따로 분류해 각각의 파일로 구분하여 작성하였다.

④ 인서트 테이블의 경우 도면에 대한 파일을 데이터로 저장할 수 있도록 해당되는 필드(field)를 추가하여 작성하였다<sup>[5]</sup>.

⑤ 커터, 인서트, 컴포넌트의 사양은 제품마다 약간의 차이를 보이기 때문에 이것을 하나의 테이블로 묶는 것은 무리가 있다. 그러나 물리적으로 분리된 각각의 커터, 인서트, 컴포넌트는 논리적 관계를 이용해 쉽게 결합될 수 있다.

드릴링 공구의 경우는 밀링공구의 데이터베이스 구조와 약간의 차이를 보인다. 밀링공구에서 데이터베이스는 커터, 인서트, 컴포넌트로 구성되었지만 드릴링의 경우는 커터에 대한 데이터베이스 파일만으로 구성된다. 드릴링 공구도 용도와 형태에 따라 몇 개의 테이블로 구성된다.

### 3.2 공구도면

어플리케이션으로 사용한 Microsoft VisualBasic 5.0에서는 그림 파일로 BMP, JPEG, GIF등 다양한 형식의 파일을 지원하지만 AutoCAD나 CADRA의 도면 형식은 지원되지 않는다. 그러나 전자 카탈로그에서는 도면의 수정을 그 목적으로 하는 것이 아니기 때문에 우선 기존의 CAD 도면을 이미지 파일로 변환하여 저장하고, 이것을 VisualBasic의 그림상자의 OLE 컨트롤을 이용하여 윈도우에 출력하도록 하였다. 커터의 도면은 데이터베이스 설계 단계에서 분류한 데이터 테이블과 1:1로 대응한다. 즉 테이블 단위로 도면이 분류될 수 있다. 따라서 사용자의 선택에 의하여 데이터 컨트롤에 데이터 테이블이 연결되는 순간 그림상자에 도면 파일을 연결하여 출력되도록 하였다. 반면 인서트 도면은 테이블 단위로 분류될 수 없다. 따라서 데이터베이스에 저장된 인서트 이미지 파일(비트맵 파일)을 OLE 컨트롤을 이용하여 연결하였다<sup>[5]</sup>.

**3.3 밀링, 드릴링 공구 선정을 위한 소프트웨어 구조**

본 소프트웨어의 적정공구선정 부분은 크게 공구 선택 전처리기, 공구 데이터베이스, 검색결과 후처리기로 구성된다. 공구선택 전처리기는 공구 데이터베이스의 검색을 위한 입력단계로서 사용자는 다음에 보이는 공구 결정조건을 연속적으로 선택하게 된다.

- 가공물의 형상에 따른 절삭공구의 분류
- 절삭공구의 크기 및 형상에 따른 분류
- 피삭재종에 따른 절삭공구의 분류
- 가공정밀도에 따른 절삭공구의 분류

위의 결정조건을 공구 데이터베이스에 수록된 밀링 및 드릴링 공구에 대하여 분류한 표가 Table 1에 나와 있다. 사용자의 선택결과에 대해 검색이 시작되며 이때에 SQL을 사용하여 공구 데이터베이스를 검색하게 된다. 일차적으로 선택결과에 해당하는 커터 테이블이 검색되고 곧바로 커터 데이터베이스와 연결된다. 본 프로그램에서는 해당하는 공구를 데이터베이스로부터 검색하기 위해 Microsoft Visual-Basic 내의 MS-SQL을 사용하였다<sup>1)</sup>.

공구선택 전처리기는 사용자 편의성에 주안점을 두고 개발되었다. 즉 사용자가 마우스를 이용하여 해당사항을 선택하면 소프트웨어는 사용자의 선택 내용에 따라 데이터 검색을 수행한다. 또한 리스트 컨트롤(list control)을 이용하여 공구의 형태를 선택하도록 하였다. 이 과정에서 사용자가 인시로 선택한 사항에 대해 설명(description)을 보여 줌으로써 사용자는 본인이 적절한 선택을 하고 있는지를 알 수 있다. 그리고 윈도우 프로그램의 최대장점인 시각적 효과를 최대한 이용하여 사용자 편의성을 도모하였다. 즉 공구선택 전처리기에서 트리형태의 트리뷰(treeview)를 이용하였다. 트리뷰는 개체의 계층적 리스트를 보여주는 컨트롤로서 본 프로그램에서는

사용자의 선택 경로에 따라 순차적으로 변하기 때문에 사용자는 자신의 선택경로를 한 눈에 볼 수 있고 선택경로가 바르게 이루어 졌는지 여부를 판단할 수 있다<sup>2)</sup>.

검색결과 후처리기에서는 사용자의 단계적 선택에 의해 최종 검색된 공구에 관한 제품번호, 날수, 치수, 중량, 도면 등이 화면에 출력된다. 제품의 사양을 화면에 출력하는데는 여러 가지 컨트롤을 이용할 수 있지만, 본 프로그램에서는 DBGrid를 이용하였다<sup>3)</sup>. DBGrid를 이용하면 데이터베이스 작성단계에서 사용했던 스프레드 시트(spread sheet) 형태의 테이블을 그대로 불러 올 수 있다. 제품사양이 모두 통일된 형태가 아니기 때문에 DBGrid를 이용하면 이런 다양한 경우에 대해 무관하게 화면을 설계할 수 있다. 그리고 사용자에게 공구사양 전체를 한눈에 볼 수 있는 편의성을 제공한다. 여기서 사용자는 본인이 선택한 커터, 인서트, 컴포넌트를 연결시켜 관계된 공구들을 볼 수 있다. 즉 특정 공구와 결합되는 인서트, 컴포넌트를 보고 싶을 때는 해당 버튼을 누르는 작업만으로도 쉽게 검색이 가능하다. 만약 제품 번호(code)에 대해 궁금할 경우 사용자는 사양버튼(specification button)을 누름으로써 자세한 공구사

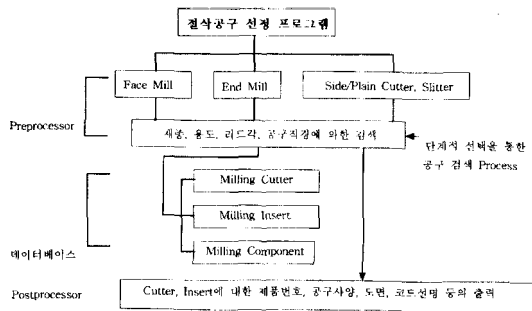


Fig. 1. Schematic diagram of tool selection program.

Table 1. Classification of cutting tools based on feature characteristics

공구종류	분류방법	가공물의 형상	공구의 크기 및 형상	피삭재종	가공정밀도
Face Milling Cutter		Facing Square Shoulder	Close Pitch Coarse Pitch	Cast Iron Aluminium	직경의 크기
End Milling Cutter		Square E/M Long Edge E/M Ball E/M Taper Ball E/M	Solid Brazed Indexable Coated Sharp Corner	Cast Iron Aluminium	Taper Angle 직경의 크기
Drilling/Rcaming		reaming tap hole bolt hole	Short, Medium Solid, Brazed	High: 강, 주철 Helical: 주철 Al Burnishing: 주철	직경의 크기

량을 참고할 수 있다<sup>7)</sup>. Fig. 1은 금형가공용 절삭공구 선정을 위한 소프트웨어의 구성도이다.

4. 최적절삭조건 선정용 소프트웨어 개발

4.1 최적절삭조건 선정 부분

금형가공에 있어 금형의 자유곡면 가공 후 발생하는 커스프(cusp)의 발생에 의한 가공면의 조도가 다음 공정 즉, 연마 및 폴리싱의 가공시간과 표면조도에 영향을 미치기 때문에 절삭가공조건 즉 이송량과 절삭깊이의 크기 결정은 매우 중요한 요소가 된다. 또한 가공시간의 단축을 위하여 절삭공구재질 및 형상에 따라서 적정조건이 주어질 때 효율적인 가공이 가능해진다. 기계가공에 있어 최적절삭조건은 가공비용(공구수명 연장, 피삭재절삭율 증가, 시간절약 그리고 재고감소)을 줄이고 또한 제품의 품질(좋은 표면 마무리, 정확한 치수공차)을 향상시킨다<sup>11)</sup>. 본 소프트웨어에서 절삭조건 선정 부분은 절삭성능실험을 통해 얻어진 절삭조건의 데이터베이스를 기반으로 신경망이론을 적용해 얻어진 웨이트(weight)와 바이어스(bias)를 이용한다<sup>12)</sup>. 밀링용 및 드릴용 공구의 최적절삭조건 결정을 위한 알고리즘을 모듈 단위로 프로그램 함으로써 특정공구와 특정 피삭재를 선택할 경우 최적절삭조건은 개별 단위로 실행되어 결과값을 출력되도록 구성되었다. 최적절삭조건 부분에서는 공구의 최적절삭조건 선정 알고리즘에 이용되는 웨이트와 바이어스를 파일로 관리하고 각각의

모듈이 실행될 때마다 파일 입력이 이루어지게 하였다. 이것을 통해 자주 변경될 수 있는 웨이트와 바이어스에 대한 갱신의 편의성을 제공할 수 있다. Fig. 2는 최적절삭조건 선정을 위한 프로그램의 구조를 보여주고 있다.

5. 금형가공을 위한 적정공구 및 최적절삭조건 선정 소프트웨어 실행화면

다음에 본 소프트웨어를 이용하여 공구를 선정하고 그 공구에 대한 최적절삭조건을 도출하는 과정이 단계적으로 요약되어 있다.

1. 초기화면의 MillingCutters/EndMill/Drilling/ToolHolder중 MillingCutter을 선택하고, 다음창의 FaceMill을 선택한 후, 부메뉴 중 General Purpose를 선택하면 아래와 같은 적정공구 선정을 위한 사용자 선택 윈도우가 나타난다. 그 오른쪽에는 해당 항목

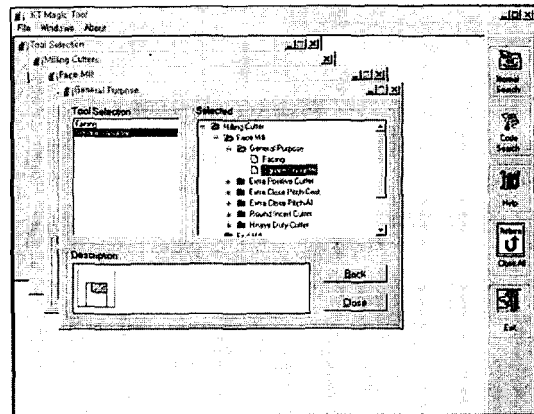


Fig. 3. Tool specification selection screen.

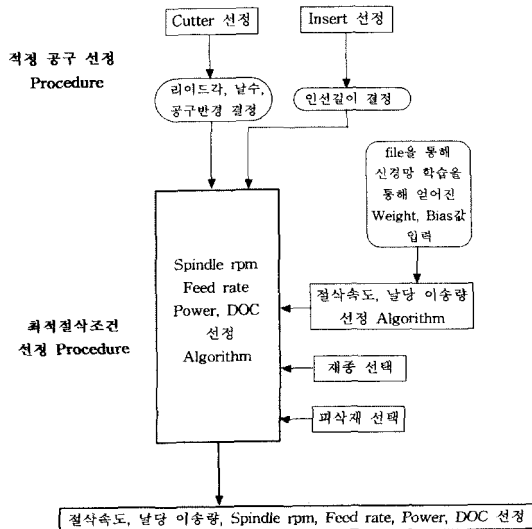


Fig. 2. Schematic diagram of electronic catalog.

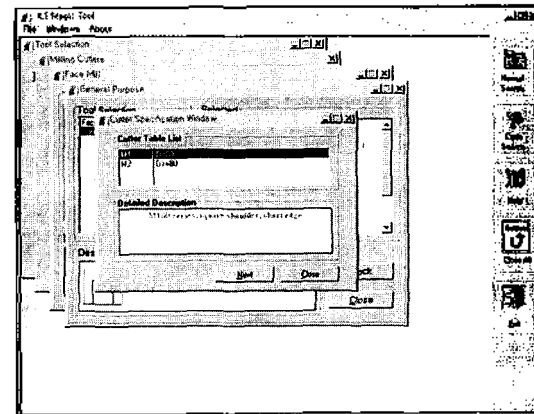


Fig. 4. Search result screen for cutter table.

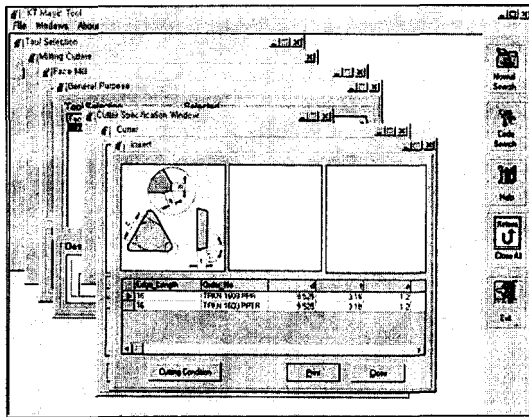


Fig. 5. Related insert window.

이 전체 DB에서 어디에 위치하는가를 보여주는 TreeView가 있다.

2. 위의 단계에서 Square Shoulder를 선택하면 이에 관련되는 Cutter의 DB가 검색되어 해당되는 데이터가 윈도우에 띄워지게 된다. 이 윈도우에는 검색된 Cutter의 재원과 관련되는 Insert 및 Component를 검색하는 버튼이 포함된다.

3. Cutter 윈도우에서 Cutter를 하나 선정하고 그에 관련되는 Insert를 검색하면 Insert 윈도우가 나타나게 된다. 이 윈도우에는 선택된 Cutter와 Insert의 조합에 대한 최적절삭조건을 구해주는 버튼이 포함된다.

4. 앞 단계의 Related insert window에서 적정 Insert를 선정하고, 피삭재와 공구의 재종을 선정하게 되면 아래 그림과 같이 적정 절삭 조건을 그래프와 수치로 아래 부분에 표시한다. 위에는 이제까지 선정된 Cutter, Insert, 재종, 피삭재에 대한 정보를 블록으로 구분지어 보여준다. 또 피삭재나 재종을 바꾸

어 여러 가지 조건에 대한 적정절삭조건을 구할 수 있도록 Update 버튼을 만들었다.

### 6. 결론 및 향후 개발 과제

본 프로그램은 세계적 추세인 공구자동선정 소프트웨어 개발에 있어서 국내의 공구 생산업체(대한중석(주))의 절삭공구에 대해 최초로 개발되었다. 본 프로그램은 사용자가 밀링, 드릴링공구에 대한 전문적 지식이 없어도 쉽게 사용할 수 있도록 개발되었다. 즉 공구선택 전처리기, 공구 데이터베이스, 검색결과 후처리의 결합에 의한 자동검색 및 출력 그리고 제품 코드설명 및 도면의 출력 등 프로그램을 사용할 때 사용자가 필요로 하는 다양한 기능을 이용할 수 있게 하는데 그 주안점을 두었다. 그리고 최적절삭조건 선정 부분은 적정공구 선택이후 피삭재와 재종을 선택했을 때 최적절삭조건을 선정해 주는 부분으로서 공구사용자가 선택된 공구를 가지고 절삭을 수행할 때 기준값으로 이용할 수 있는 값이 된다.

이 프로그램은 1998년 4월에 KOEX에서 개최된 SIMTOS(Seoul International Machine Tool Show)에서 배포되었으며 좋은 반응을 얻은 바 있다. 선삭을 포함하여 본 프로그램의 개발이 완료된 후에는 인터넷에 올려 많은 소비자들이 쉽게 접할 수 있는 기회를 제공하여 기업홍보 효과 및 인터넷 상에서 주문 및 판매가 이루어질 수 있도록 하고자 한다. 이것은 전자상거래를 통한 기업경쟁력 강화의 중추적 역할을 담당할 것으로 본다.

### 참고문헌

1. Chen Yuedong, Albert Hui and R. Du "A fuzzy expert system for the design of machining operations", *Int. J. Mach. Tools Manufact.* 1995.
2. 석상기, 김기룡, 데이터베이스 시스템, 회중당, 1995.
3. 이석호, 데이터베이스론, 정익사, 1994.
4. 대한중석(주), 건국대학교, 경희대학교, 금형가공용 밀링, 드릴링, 연삭가공 기술에 관한 연구, 통상산업부 공기관 2차년도 중간 보고서, 1997.
5. Microsoft Access 개발자 안내서, (주)마이크로소프트, 1996.
6. Michael Amundsen and Curtis Smith, Database Programming with Visual Basic 4, SAMS, 1996.
7. Microsoft Visual Basic 5.0 Manual, Microsoft, 1997.
8. Carbide Tools Catalog, (주)대한중석, 1995.

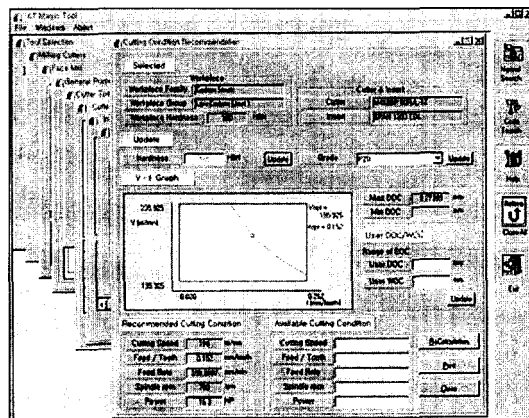


Fig. 6. Recommended cutting condition window.



**김 영 진**

1982년 서울대학교 공과대학 기계설계학과 학사  
 1984년 서울대학교 공과대학원 기계설계학과 석사  
 1991년 University of California at Berkeley 기계공학과 박사  
 1994년 ~ 현재 강희대학교 공과대학 산업공학과  
 관심분야 : System Integration (SI), 제품설계, 이상진단



**권 순 오**

1996년 경희대학교 산업공학과 학사  
 1998년 경희대학교 공과대학원 산업공학과 석사  
 1998년 ~ 현재 대우정보시스템 오리온정보시스템부  
 관심분야 : CAD/CAM, System Integration (SI)