용접기호 생성 시스템에 관한 연구

Research on the generation system of welding symbol

박주용, 강상수

한국해양대학교

1. 서론

최근 조선, 플랜트 산업을 비롯한 강 구조물 산업분야에서는 생산성 향상과 경쟁력 제고, 공장 작업 환경개선 등의 관점에서 설계 · 생산통합시스템 구축, 생산 자동화 기술개발 등의 연구가 활발하다. 이렇듯 생산기술의 중요성이 부각되는 시점에서 생산 기술과 관련된 시스템을 구축하기 위한 관련 기술들의 체계화와 효율적인 정보처리가 절실히 요구된다. [1]

강 구조물 산업분야에서는 많은 용접관련정보가 축적되어 있으며, 이들의 효율적인 사용을 위해서는 체계적인 전산화가 요구된다. 특히 설계과정에 포함되는 용접기호는 용접시공정보를 바탕으로 생성되는데 설계자가 용접시공정보에 관한 지식을 갖춘 경우가 드물어 용접 전문 기술자로부터 도움을 받거나 용접시공관련 책자를 참조하는 경우가 대부분이다. 따라서 이런 과정을 통한 용접기호 작성은 많은 시간과 노력이 필요할 뿐만 아니라 오작이 생기는 경우가 발생하기도 하여 후속공정에 지장을 초래하기도 한다.

본 연구에서는 컴퓨터에 의한 정보처리 시스템을 활용하여 용접기호를 자동으로 작성하는 소프트웨어를 개발하였다. 용접기호를 생성하기 위한 지식과 생성된 요소기호들의 적절한 제어를 위해서 본 시스템에서는 전문가 시스템 기법을 활용하였고, 그 지식들의 효율적인 저장 및 데이터 처리를 위해서 데이터베이스를 활용하였다.

2. 용접기호(Welding Symbol)

본 시스템에서 적용하는 용접기호의 구성은 공통적으로 해석되어지는 것들을 적용하고 있다. 그 구성은 Fig. 1과 같다. [2]

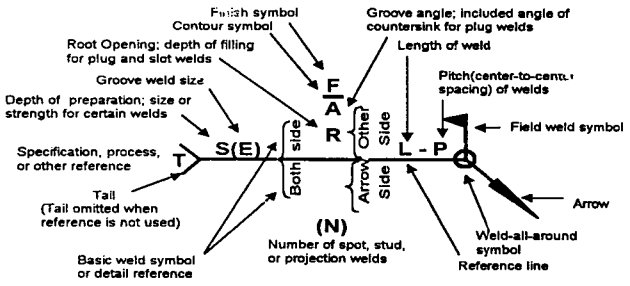


Fig. 1 Standard location of elements of a welding symbol

용접기호는 화살표(Arrow), 기선(Reference line), 꼬리(Tail), 기본용접부 기호(Basic weld symbol), 홈의 형상치수 및 기타 치수, 보조 기호(Supplementary symbol), 다듬질 기호(Finish symbol), 용접법(welding process), 기타 지시사항(Specification) 및 참고 사항(Other Reference)으로 구성된다. [2]

용접부 기호는 용접의 종류를 표시하는 기호로 각 용접종류에 해당하는 기호는 Table 1과 같다. [2]

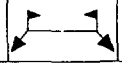
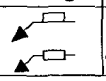
Table 1. Basic weld symbols

Groove							Fillet	Plug or Slot	Stud	Spot or Projection	Seam	Back or Backing	Flange	
Square	V	Bevel	U	J	Flare-V	Flare-Bevel							Edge	Corner

보조기호는 기본 용접부 기호외에 현장에 지시할 부가적인 사항, 즉 용접부의 표면형상 및 다듬질 방법의 첨가, 그리고 기타 지시사항을 나타내는 기호로 Table 2에 표시하였다. [2][3]

꼬리부분에는 기선상에 기재하지는 못하지만 현장에 반드시 전달해야 할 중요한 용접시공정보를 추가해야 할 경우에 사용하게 되는데 용접법이라든지 그외 참조사항을 기입하게 된다. [3]

Table 2. Supplementary symbols

Weld all around	Field Weld	Melt through	Consumable insert (Square)	Backing or Spacer (Rectangle)	Contour			Finish					
					Even	Con-vex	Con-cave	Chip-ping	Grin-ding	Ham-mering	Mach-ining	Roll-ing	None
								C	G	H	M	R	F

3 용접기호 생성 시스템의 설계와 구성

본 시스템의 구성은 Fig. 3에 나타난 것과 같이 지식베이스, 추론기관, 데이터베이스, 응용프로그램으로 구성되어 있다.

지식베이스는 전문가 및 참고문헌의 지식을 담고 있는 부분으로 규칙과 사실로 구성되어 있다. 규칙은 어떤 결정을 내리기 위해 사실을 이용한다. 본 시스템에서는 규칙을 구성하기 위해서 전문가 시스템의 지식 표현방법의 하나인 생성규칙(production rule)방법을 사용하였다. 이 방법의 형식은 Table 3에서와 같은 "IF (조건부) THEN (행동부)"의 구조를 가지며, 여러 조건들(Cndition1, Cndition2, …)로 구성될 때에는 이들 조건들을 논리합(AND)과 논리곱(OR)으로 연결시킨다. 이러한 생성규칙에 의한 지식표현은 각각의 규칙이 다른 규칙과 아무 관련없는 독립적인 규칙(Independent rule)이다. 따라서 새로운 규칙을 첨가하거나 기존의 규칙을 제거 또는 수정하기가 매우 편리하다. [4]

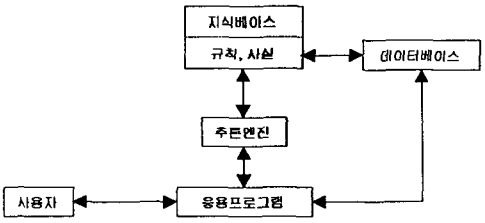


Fig. 3 Structure of the generation system of a welding symbol

Table 3. Rules in the database

rule_no	if	then	selected	priority
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
71	chksymside(i)="Other" AND chktype(i)="Bevel" AND …	b1.move(136,170) AND b2.move(230,155) AND …	F	1
72	chksymside(i)="Other" AND chktype(i)="V" AND …	b1.move(136,170) AND b2.move(220,158) AND …	F	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
86	chksymside(i)="Other" AND chkweld(i)="fillet" AND …	b1.move(136,170) AND b4.move(264,170) AND …	F	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

추론엔진은 지식베이스에 담겨져 있는 규칙과 사실을 적절히 사용하여 전문가의 추론능력을 구현한 프로그램이다. 본 시스템에서의 추론엔진은 Fig. 1의 기준에 맞는 용접기호를 생성시키기 위해서 사용하는데 추론엔진이 작동하면 Table 3과 같은 구조를 가지는 테이블을 데이터 베이스에서 불러와서 조건부를 판별하여 참인 것을 검색한다. 이 때 조건부의 참, 거짓을 판별하기 위해서 다른 테이블에 담겨져 있는 사실을 이용한다. 참인 규칙은 규칙들의 우선순위에 의해서 트리거(Trigger)되어 시행(Fire)이 된다. 이 과정을 살펴보면, 우선 추론엔진이 작동하고 IF 부분이 'T'이 되는 rule을 검색하여 rule 번호를 변수에 저장하고 selected 속성을 'T'으로 세팅하게 된다. 그리고 then_action 함수가 호출되고 변수에 저장된 rule 번호를 이용하여 해당 rule의 "행동부"를

실행하게 된다.

본 시스템에서의 데이터베이스는 전문가 시스템에서 사용되는 규칙이나 사실을 저장하는 부분으로, 지식베이스에 포함되는 정보가 방대하여 전문가 시스템만으로는 이러한 대량의 정보들을 효율적으로 관리하기가 용이하지 않으므로 이를 보완하기 위해서 데이터 베이스를 활용하였다.

이음의 종류를 Butt, T, Lap, Corner, Edge 등의 5가지로 분류하였고, 적용하고 있는 용접법은 EGW, FCAW, MIG welding, CO_2 welding, MAG welding, GTAW, PAW, SMAW, SAW, GW, FW, RPW, RSEW, RSW, UW, FRW, DFW, ESW로 제한하였다. 그리고 용접의 종류로는 Groove weld, Fillet weld, Plug weld, Slot weld, Spot weld, Projection weld, Seam weld, Back or Backing weld, Flange weld로 분류하였으며, Groove weld의 경우는 Bevel, V, J, U, Flare Bevel, Flare V로 더욱 세분시켰다. Flange weld의 경우에도 Edge 와 Corner 타입으로 세분하였다. 이들 이음의 종류와 용접법 및 용접종류들 사이의 관계를 지어 놓은 것이 Table 4에 나타나 있으며 Fig. 4는 Table 4의 관계를 관계형 데이터베이스 관리시스템(Relational Database Management System)의 테이블 연결 기능을 적용하여 구현한 상태를 보여주고 있다.

Table 4 Relationship between welding processes ,weld types and joint types
(Butt: ○, T: □, Lap: △, Corner:◇, Edge:☆)

Process \ weld	Groove							Flange		Fillet	Plug	Slot	Spot	Projection	Seam
	Square	V	Bevel	U	J	Flare V	Flare J	Corner	Edge						
EGW	○,□,△,◇,☆									○,□,△,◇,☆					
FCAW	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,◇,☆	◇	☆	○,□,△,◇,☆	△,☆	△,☆			
MIG	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,◇,☆	◇	☆	○,□,△,◇,☆	△,☆	△,☆			
CO_2	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,◇,☆	◇	☆	○,□,△,◇,☆	△,☆	△,☆	○,△,☆		○,△,☆
MAG	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,△,◇,☆	○,◇,☆	○,□,◇,☆	◇	☆	○,□,△,◇,☆	△,☆	△,☆			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

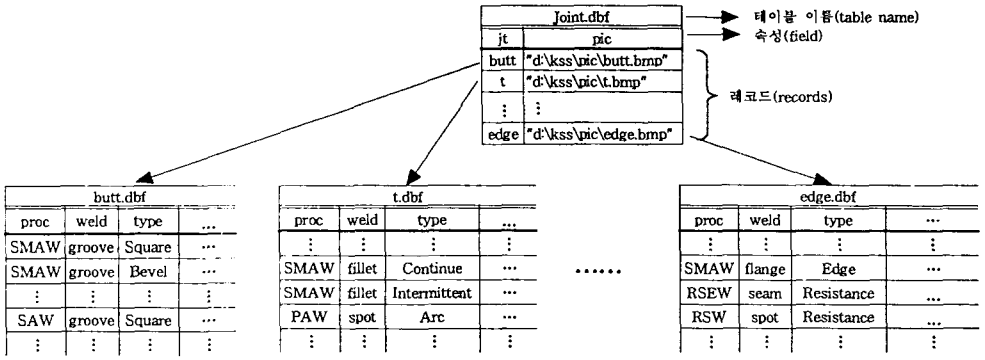


Fig. 4 Implementation of relationship in Table 4 using table relationship of RDBMS

사용자는 Fig. 5와 같은 화면을 통해 Event-driven방식에 따라 시스템과 상호 작용을 하게 되는데 Table 4에 나타낸 관계에 의해 시스템은 사용자가 선택을 할 수 있도록 아이템을 제시하게 되고 사용자는 그 아이템에서 적절한 정보를 선택하게 된다. 응용프로그램의 전체적인 흐름은 Fig. 6과 같다.

Step 1에서는 이음의 종류를 선택한 다음 그 이음에 적용할 용접법을 결정하고 용접할 위치를 선정한다. Step 2에서는 Step 1에서 결정한 용접위치를 표시하고 이어서 용접부 기호의 위치를

결정한다. 그 후에 용접종류와 용접부의 표면형상("평탄한 면", "오목한 면", "볼록한 면") 및 다듬질 방법을 결정한다. Step 3에서는 Step 2에서 결정한 용접종류의 홈 형상에 대한 치수를 입력한다. Step 4에서는 Step 1, Step 2, Step 3에서 선택한 정보외의 것을 추가시키는 단계로 Weld All Around, Field Weld, Spacer, Backing Plate, Consumable Insert, Melt Through, Tail 등의 항목중에서 필요한 것을 선택한다. 마지막 단계로 Step 5에서는 지금까지의 각 단계에서 선택한 정보를 바탕으로 용접기호를 그린다. 이때 용접기호상에서의 각 요소기호들의 위치를 적절히 조정하기 위해서 추론엔진이 동작하게 된다.

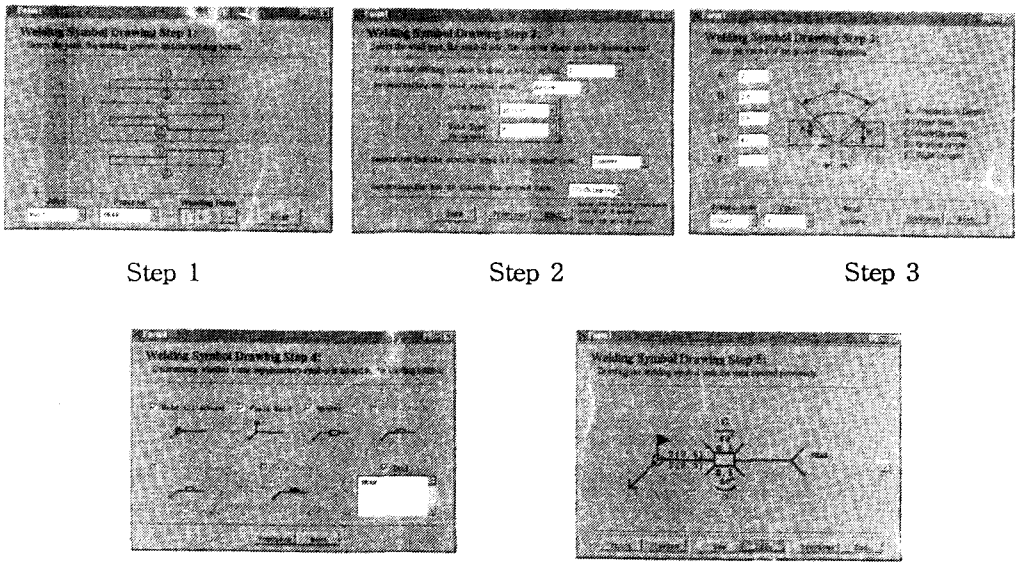
5 결론 및 향후 연구과제

용접기호를 생성하는 과정은 전문가의 지식이 포함되므로 처리해야 할 데이터의 양이 많고 주어지는 조건을 만족해야 하는 상황도 많다. 이러한 것들을 기존의 프로그램 방식으로 해결하기에는 상당히 힘든 부분이었는데 이것을 전문가 시스템 기법과 데이터베이스를 활용함으로 해서 효율적으로 처리할 수 있었고 설계자는 이 시스템을 활용하여 용접전문가의 도움없이 자동으로 용접기호를 생성할 수 있게 되었다.

본 시스템은 CAD시스템에 포함되면 효과가 훨씬 크기 때문에 현재 사용되고 있는 대표적인 CAD 시스템과의 인터페이스 프로그램 개발이 주된 향후 과제가 될 것으로 사료된다.

참고 문헌

1) 엄동석, 박주용, 강변윤, "선박 설계/생산지원 용접정보 시스템의 모델링에 관한 연구", 대한조선용접학회지, 제 34권 제 1호, 1997. 2.
2) AWS, "Welding Handbook", 8th edition, vol. 1, pp. 1-30, pp. 125-212, pp. 575-589
3) 崔善哲, "容接解說", 성안당, pp. 37-101
4) 최종욱, 조용범, 최종욱 공저, "전문가 시스템", 집문당



Step 1 Step 2 Step 3

Step 4 Step 5

Fig. 5 Steps generating a welding symbol

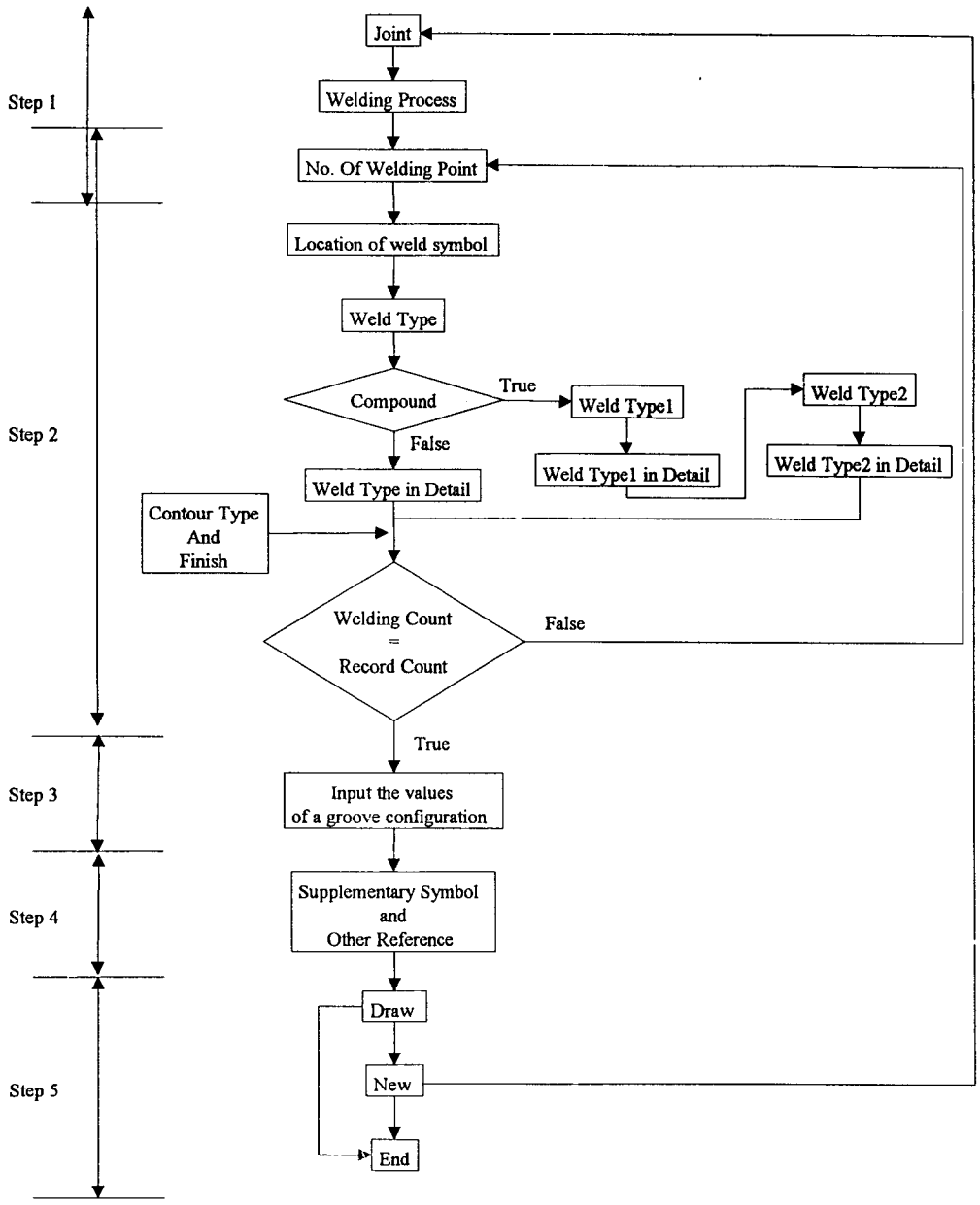


Fig. 6 Flow chart of the generation of a welding symbol