

설계도면의 치수표시 자동화를 위한 전문가 시스템의 적용

최문희*, 이근호**, 조대호**

Application of Expert System to Automatic Dimension Marking on Design Drawing

Moon Hee Choi, Keun Ho Lee and Tae Ho Cho

Abstract

GDS (Grating automatic Drawing System), which is an automatic design system of a metal product called grating, is a system that produces various detailed drawings on the basis of information within a Plan Drawing that represents layout of the grating such as locations, shapes, directions, etc. However, automatically produced drawings by GDS do not fully satisfy the standard of the general dimension marking method used among the layout designers. The lack of this standard quality mainly results from the fact that overlapping among dimension markings appear frequently. To solve the overlapping problem we applied the rule-based expert system. The rules are designed based on the expertise of skilled layout designers within the grating production lines.

Key Words: GDS, expert system, prevent overlapping, automatic design system

* 성균관대학교 컴퓨터공학과

** 성균관대학교 정보통신공학부

1. 서론

현대 사회가 생산 중심사회에서 정보화 사회로 급속히 발전함에 따라 제조업을 중심으로 한 생산업체에서는 기업 경쟁력 강화를 위하여 생산업체의 특성에 적합한 생산 시스템의 개발에 많은 노력을 기울이고 있다[1]. 설계 작업의 복잡도의 증가는 설계 작업도의 증가, 설계 기간의 장기화, 설계 오차의 증가 등을 초래하여 전문가라 할지라도 설계 작업을 쉽게 수행할 수 없게 되었다. 이러한 설계의 어려움을 해결하기 위하여 설계 도구로서 컴퓨터가 보편화되어 가는 1970년대 초반부터 설계 시스템에 관한 연구가 미국 일본을 중심으로 활발하게 진행되어 왔다[2].

오늘날 CAD시스템은 설계자의 생산성을 높이고 설계의 질을 높여주는 시스템으로서 진보적인 제조업 환경의 중대한 역할을 해왔다[3]. 현재 여러 회사들은 각 회사의 작업 특성에 맞게 CAD사용과 수작업을 병행하고 있는 실정이며 보다 효과적인 생산을 위한 설계 자동화 시스템을 개발하고 있다[4].

실제 그레이팅(Grating)을 생산하는 한 업체에서는 설계과정에서 AutoCAD 기반의 설계 자동화 시스템인 GDS(Grating automatic Drawing System)를 통하여 보다 효과적인 생산 시스템의 개발에 노력하고 있다.

그러나 현 GDS는 자동화 과정에서 설계 전문가들의 일반적인 치수기입 요령을 부분적으로 만족시키지 못하고 있으며 치수 표시 간의 겹침 현상을 발생시키고 있다. 이는 설계자가 도면을 반복적으로 수정해야하는 작업으로 생산성을 저하시키는 원인이 된다. 또한 치수 기입 요령의 경우 설계자 치수 기입 방식에 따라 잦은 변경 요구와 추가 기입 방식의 요구로 인하여 유지보수(Maintenance)의 비용(Cost)을 증가시키는 원인이 되고 있다.

설계라는 과정은 설계 변수들 간의 관계, 설계 요구 조건 및 각종 제한 조건 등을 고려하여 해당 목표에 도달하기 위해서 설계 변수

등을 조정해 가는 창조적인 활동이다. 그러므로 설계 전문가들은 해당 분야의 전문지식을 기억하고 있고, 논리적 추론능력에 따라 결론을 도출하며, 설득력 있는 설명능력이 있는 사람으로 많은 경험적 지식과 노하우(Know how)를 지니고 있다[5]. 설계 과정에서는 이러한 설계 전문가의 판단, 경험 등의 활동이 가미되는 것이 필수적이다. 그러나 이러한 경험적인 설계 지식은 그 내용이 방대하고 상호연관 관계가 복잡하기 때문에 기존의 프로그램으로 표현하기가 어렵다. 기존의 일반적인 프로그램에서는 알고리즘이 순차적(Procedural)으로 정해져 있고 정해진 경로를 통해서만 진행하고 있기 때문이다. 그러나 그레이팅 설계 치수 등과 같은 미확정된 예측치와 경험적인 정보를 통한 문제 해결 방법은 기존의 순차적인 절차에 의한 방법으로는 해결하기 어려운 점이 많다.

Rogers[6]는 행렬구조로 나타나는 복잡한 치수 겹침 처리를 위해 유전자 알고리즘을 이용하여 최적화 하였으며 Ronald[7]는 한정된 맵(Map)에서의 시각관리를 위해 알고리즘을 개발하여 겹침을 방지 하였다.

그러나 본 논문에서 초점을 맞추고 있는 도면 치수 자동 표시 문제는 단순히 치수 겹침을 피하는 최적화적인 문제가 아닌 전문가의 치수 기입 요령을 만족해야 한다. 따라서 그 대안으로 지식베이스와 추론기구가 분리되어 있고, 추론기구가 상황에 따라 적절히 지식베이스에서 추론을 진행하여 주어진 문제를 해결하는 전문가 시스템[5,8]을 GDS에 적용함으로써 설계의 효율을 향상시킬 것이다.

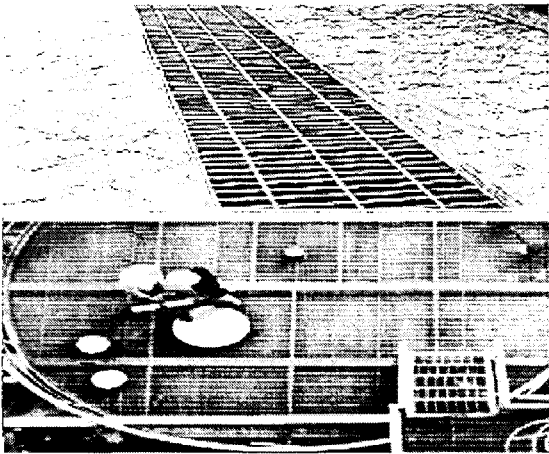
2. 연구배경

2.1 Domain: GDS

그레이팅은 <그림 1>의 예와 같이 산업 시설(발전소, 공장 등), 도로, 주택, 선박, 교량 등 각종 분야에서 바닥, 계단, 배수로 덮개

등으로 사용되는 격자 모양의 건축 및 토목용 철재 구조물이다[9].

중심이 되는 여러 오픈들의 위치와 모양, 수에 따라 복잡성이 결정된다



<그림 1> 그레이팅 형태와 사용되는 분야

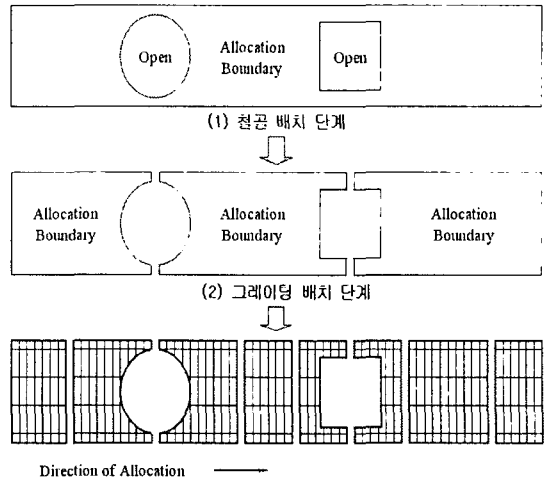
각종 그레이팅을 생산하는 한 S업체에서의 작업은 수주처의 건물 도면에 맞게 그레이팅을 설계하고, 설계된 도면을 바탕으로 그레이팅을 제조, 공정하는 과정으로 되어있다 [10,11].

GDS는 그레이팅 설계과정에서 설계자가 복잡하고 반복적으로 수행해야 하는 일련의 작업 단계들을 자동으로 수행해 주는 설계 자동화 시스템이다.

본 논문은 S업체의 그레이팅 설계과정에서 사용되는 그레이팅 자동 설계 시스템(GDS: Grating automatic Drawing System)의 도면 치수 자동화에 초점을 맞추고 있다.

그레이팅 설계 작업은 크게 철골(frame) 배치 단계, 그레이팅 배치 단계, 도면 자료 생성 단계로 이루어진다. <그림 2>와 같이 먼저 설계자가 수주처의 건물도면에 따라 그레이팅의 뼈대가 되는 철골과 여러 오픈(Open)들을 배치하면 그레이팅 배치 단계에서 배치된 오픈들을 중심으로 그레이팅 영역을 분할한다.

그레이팅의 분할의 중심이 되는 여러 오픈들은 건물도면에 따라 그 모양과 수가 다양하다. 따라서 개별 그레이팅의 모양은 분할의



<그림 2> 철골 배치 단계 및 그레이팅 배치 과정

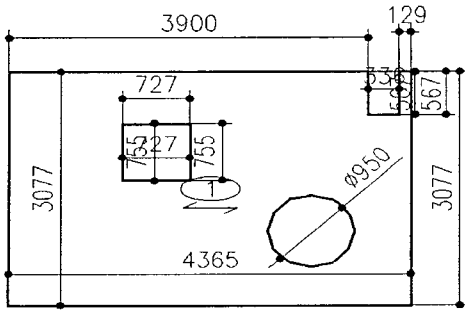
마지막 도면 자료 생성 단계에서는 배치된 설계 도면의 그레이팅들의 정보를 바탕으로 여러 세부 도면(단품도, 검사도, BM-List)을 생성한다. 도면들은 각 그레이팅에 대한 치수 정보와 제품 생산 활동에 필요한 여러 정보들을 포함한다. <표 1>은 도면 자료 생성 단계에서 만들어지는 도면들에 대한 내용설명이다.

<표 1> GDS를 통해 자동 생성된 도면의 종류

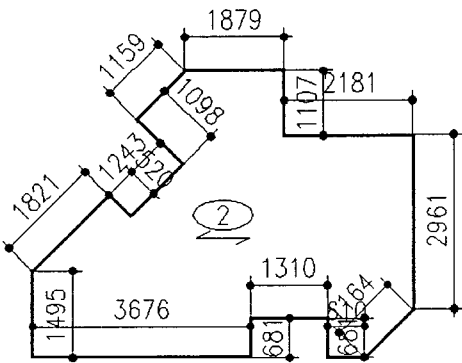
도면종류	내용
BM-List	배치된 그레이팅들에 대한 통계적인 정보 리스트를 그래픽 형태로 나타낸 도면
단품도 (Item Drawing)	개별적인 그레이팅 제작 시 필요한 것으로 각 그레이팅마다 치수 정보가 표현된 도면
검사도 (Inspect Drawing)	공정과정을 통해 생산, 완성된 그레이팅 제품을 검사하기 위한 정보가 표현된 도면

2.2 문제점

현재 GDS는 단품도와 검사도에서 치수 표시 시 각 그레이팅 모양의 특성을 고려하지 않고 그레이팅의 모든 서브엔티티(Sub-entity: 그레이팅을 이루는 구성요소- 선, 원, 호)에 대해 동일한 방식을 적용하여 치수표시를 하고 있다. 예를 들어 모든 수평 서브엔티티에 대해서는 치수 표시할 서브엔티티의 위쪽에, 모든 수직 서브엔티티에 대해서는 서브엔티티의 오른쪽에 치수표시를 하고 있다. 이렇게 각 그레이팅의 서브엔티티에 대한 분석이 이루어지지 않은 획일적인 치수표시 방법은 아래와 같은 여러 가지 문제점들을 발생 시키고 있다. <그림3>과 <그림 4>는 현재 GDS의 치수표시 방법으로 치수 표시를 한 것이다.



<그림 3> GDS로 자동 생성한 단품도 1



<그림 4> GDS로 자동 생성한 단품도 2

- ① 수평, 수직 치수표시에 대한 줄 맞춤이 되어 있지 않다.
- ② 중복 치수 표시가 나타나고 있다.
- ③ 치수 표시 간 겹침 현상이 많이 나타난다.
- ④ 내부 오픈에 대한 위치를 나타내는 치수표시가 누락되었다.
- ⑤ 대각선의 기울기가 같을 경우 대각선 줄맞춤이 되어야 한다.
- ⑥ 기울기가 같은 것이 없는 대각선의 경우에는 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수가 나와야 한다.
- ⑦ 그레이팅의 내부에 EP(End bar Pitch)치수가 나와야 한다.

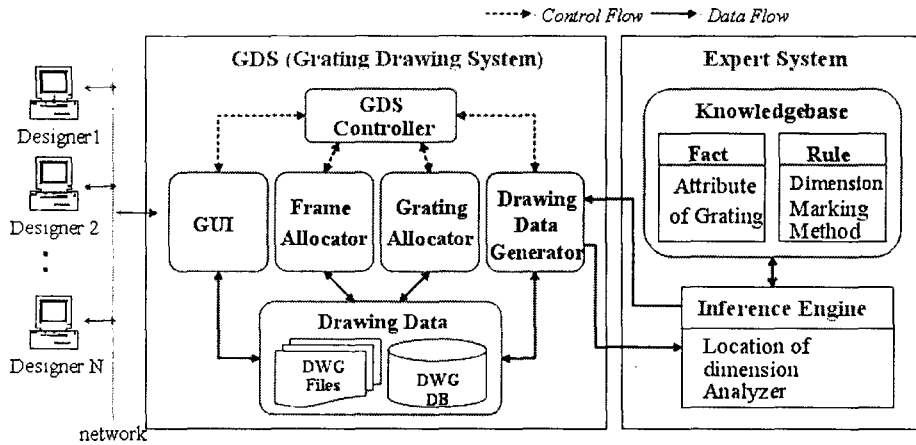
여러 오픈들로 인해 분할된 그레이팅은 그 모양이 복잡해질수록 현재의 획일적인 치수 표시 방법으로 생성 시 위의 문제점들을 더욱 심화 시킨다. 그러므로 치수표시는 그레이팅의 서브엔티티에 대한 분석이 이루어진 후 설계전문가의 지식에 따라 표시가 이루어져야 한다.

3. 전문가 시스템 적용

3.1 도면 치수 표시 전문가 시스템의 설계

전문가 시스템을 구축하기 위해서는 영역 전문가(Domain Expert)를 통한 지식 추출(Knowledge Acquisition)과정이 있어야 한다. 지식의 추출 방법에는 영역 전문가와의 대화, 책 또는 문서를 통한 자료 수집, 지식을 모으기 위해서 특정 S/W Program을 사용하는 방법이 있다[12]. 본 논문에 구현된 지식 베이스(Knowledge Base)는 대부분이 형식이 주어진 테이블을 설계 전문가에게 주고 그 빈칸을 채우는 형태로 지식을 수집했다. 그리고 지식 베이스를 만드는 과정 중에서 설계 전문가와의 대화를 통해 변경된 사항들을 반영하는 형태로 구현하였다.

<그림 5>는 GDS에 도면 치수 표시 전문가 시스템을 적용한 설계도이다. 개발자는 설계



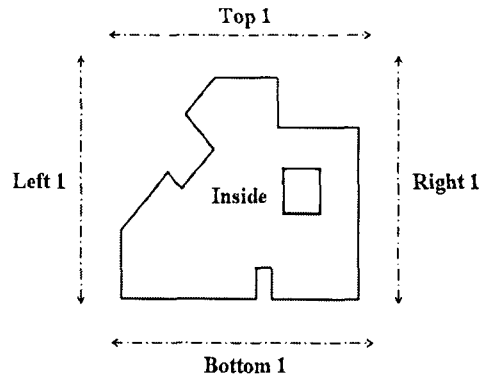
<그림 5> 도면 치수 표시 전문가 시스템의 설계

전문가의 치수 기입 방식으로 지식베이스를 구성한다. 만약 도면자동 생성기에서 치수 표시 위치를 요구하면 추론엔진(Inference Engine)은 지식베이스를 이용하여 치수 위치를 결정해 준다.

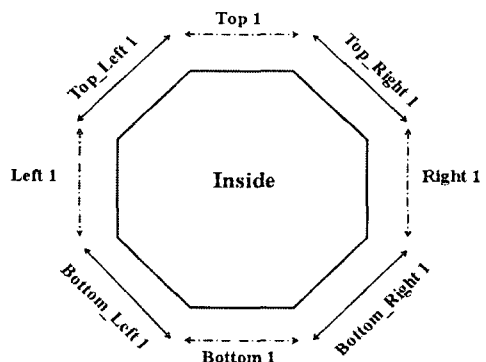
3.2 목표(Goal)의 선정 : 치수 표시의 위치

그레이팅의 치수 표시의 위치는 서브엔터티의 성질에 따라 치수의 위치를 1차적으로 결정해 주는 DIM_goal 위치와 출맞춤을 위한 LINE_goal 위치 그리고 이미지 중복 제거를 위한 DR_goal의 조합으로 구할 수 있다.

DIM_goal은 수직, 수평에 대해 <그림 6>과 같이 Top 1, Bottom 1, Right 1, Left 1로 나누어지며 대각선의 DIM_goal은 <그림 7>과 같이 수직, 수평의 DIM_goal의 위치에 Top_Left 1, Top_Right 1, Bottom_Left 1, Bottom_Right 1의 위치가 추가 된다. 대각선의 기울기가 같은 것이 없는 경우와 있는 경우에 따라 DIM_goal의 위치가 달라지며 전자의 경우는 Top 1, Bottom 1, Right 1, Left 1의 조합으로 결정되며, 후자의 경우에는 Top_Left 1, Top_Right 1, Bottom_Left 1, Bottom_Right 1만으로 결정된다.

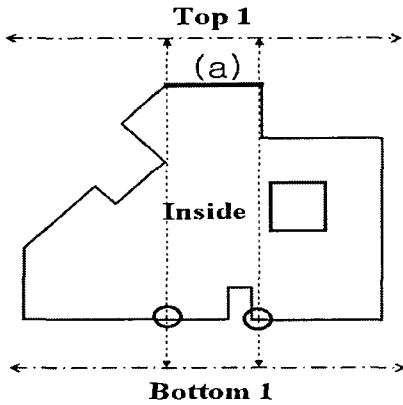


<그림 6> 수직, 수평에 대한 DIM_goal

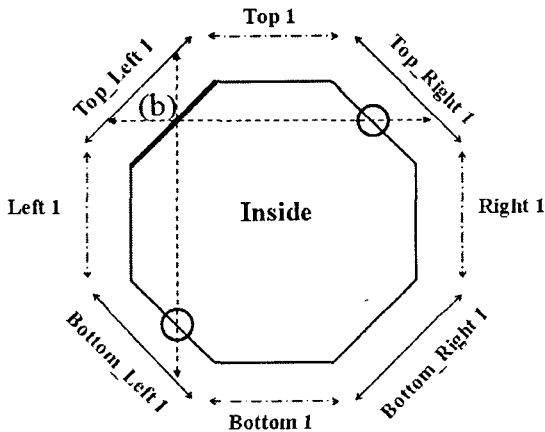


<그림 7> 대각선의 DIM_goal 위치

DIM_goal의 위치 결정 방법은 해당 서브엔터티와 각 서브엔터티의 DIM_goal을 잇는 가상의 수직, 수평선을 이었을 때 가상선과 엔터티(entity: 그레이팅)와의 교차점 발생 여부에 따라 결정된다. <그림 8>과 <그림 9>는 수평과 대각선에 대한 DIM_goal을 결정하는 예이다. <그림 8>에서 (a)의 DIM_goal 위치는 Top과 Bottom 방향으로 가상의 선을 이었을 때 교차점이 발생하지 않은 Top 1로 결정된다. 만약 모든 가상 선에 교차점이 발생한 경우는 내부(Inside)를 DIM_goal로 정한다.



<그림 8> 수평 치수 DIM_goal위치 결정



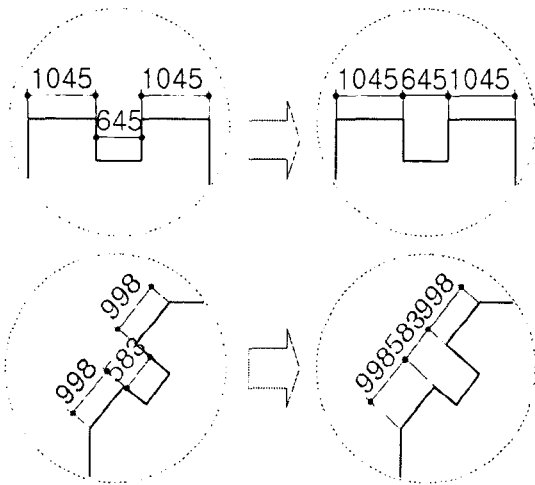
<그림 9> 대각선의 DIM_goal위치 결정 예

대각선의 DIM_goal의 결정방법은 수평, 수직과는 조금 다르다. 대각선의 DIM_goal의 위치는 두 단계를 거쳐 결정된다. 먼저 해당 서브엔터티에 대한 초기 DIM_goal의 위치를 Top_Left 1, Top_Right 1, Bottom_Left 1, Bottom_Right 1 중에 결정한다. 만약 서브엔터티들 중 해당 서브엔터티와 같은 초기 DIM_goal의 위치와 기울기 모두 같은 대각선이 존재 하면 초기 DIM_goal의 위치가 해당 서브엔터티의 최종 DIM_goal이 되는 것이고 존재 하지 않는다면 초기 DIM_goal방향의 수평과 수직에 대한 DIM_goal의 조합이 해당 서브엔터티의 최종 DIM_goal 위치가 된다. 예를 들어 <그림 9>의 대각선 (b)의 DIM_goal의 위치는 Top과 Bottom, Left와 Right방향으로 수직, 수평의 가상 선을 그었을 때 교차점이 발생하지 않은 Top과 Left 측, Top_Left가 (b)의 초기 DIM_goal이 된다. <그림 9>의 엔터티에는 기울기가 같은 것은 있지만 초기 DIM_goal과 기울기 모두 같은 서브엔터티는 없으므로 최종 DIM_goal은 대각선 (b)에 대한 수직과 수평의 DIM_goal의 조합인 (T1, L1) 이 된다. 이러한 DIM_goal의 위치 결정 방법은 오픈에 의한 내부 서브엔터티에도 똑같이 적용되며 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 위치 조합 DIM_goal의 위치는 <표 2>와 같다.

<표 2> 대각선의 치수 표시 위치 조합

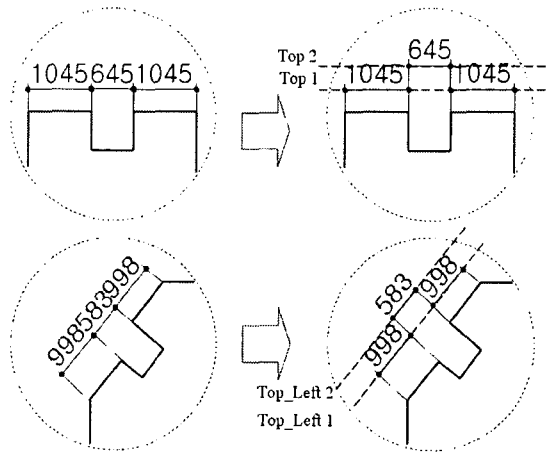
Diagonal_goal		Width_goal		
		Top 1	Bottom 1	Inside
Length_goal	Left 1	(T1, L1)	(B1, L1)	(I, L1)
	Right 1	(T1, R1)	(B1, R1)	(I, R1)
	Inside	(T1, I)	(B1, I)	(I, I)

DIM_goal을 수행한 후에는 줄맞춤을 위한 LINE_goal을 수행하게 되는데<그림 10> 대각선의 경우 DIM_goal의 위치와 기울기 모두 일치하는 대각선이 2개 미만일 경우에는, 즉 DIM_goal 위치가 대각선에 대한 수평과 수직의 위치 조합으로 결정된 대각선에 대해서는 줄맞춤을 위한 LINE_goal이 생략된다.



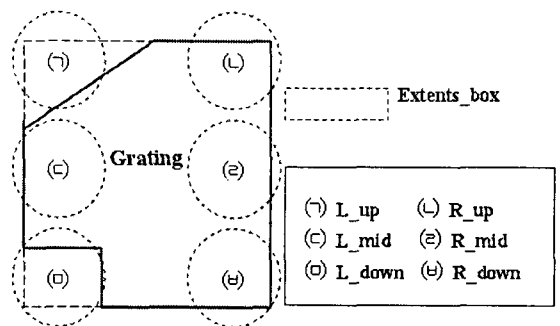
<그림 10> LINE_goal 수행의 예

DR_goal은 이미지 중복 제거를 위한 것으로 <그림 11>과 같이 줄맞춤을 했을 때 가시성을 높이기 위해 치수 이미지의 겹침을 최소화 하기 위해 Top 1, Top 2, Bottom 1, Bottom 2, Left 1, Left 2, Right 1, Right 2, Top_Left 1, Top_Left 2, Top_Right 1, Top_Right 2, Bottom_Left 1, Bottom_Left 2, Bottom_Right 1, Bottom_Right 2로 나누어 표시되며 치수 값 사이의 겹침 여부는 Top_gap, Bottom_gap, Left_gap, Right_gap, Top_Left_gap, Top_Right_gap, Bottom_Left_gap, Bottom_Right_gap를 이용하여 판단한다.



<그림 11> DR_goal 분류의 예

그레이팅의 EP치수의 위치는 그레이팅 모서리 부분에 양쪽으로 표현하는 것이 원칙이며 오픈을 피해 표시 되어야 한다. 만약 그레이팅의 위쪽(L_up & R_up)과 아래쪽(L_down & R_down) 모서리 부분이 모두 오픈 되어있을 경우에는 가운데(L_mid & R_mid) 부분에 표시 된다<그림 12>.

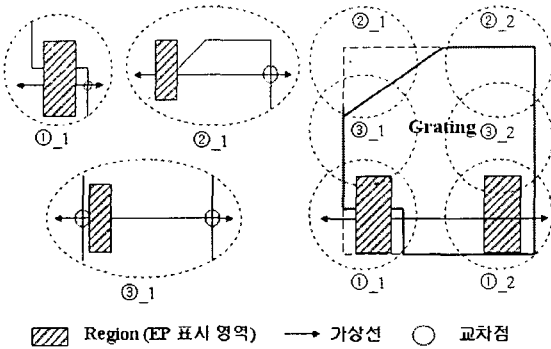


<그림 12> EP치수에 대한 목표(Goal)의 위치 표현

EP치수의 목표는 그레이팅을 둘러싸는 가상의 사각 박스인 Extents_box의 양 모서리 부분에 치수 표시가 될 부분의 영역(Region)에 가상의 엔터티를 만든 후 가상 엔터티의 서브엔터티에서 수평, 수직 방향으로 가상 선

을 만들어 가상선과 전체 그레이팅의 서브엔터티와의 교차점 여부에 따라 EP치수의 목표를 결정한다. 교차점은 양쪽 모두에서 발생되어야 하며 교차점이 하나라도 없을 경우에는 그레이팅 내부에 치수 표시할 위치에 오픈이 존재 하는 것으로 간주한다.

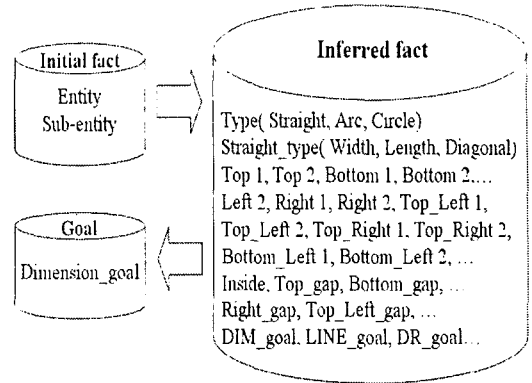
<그림 13>은 EP치수 목표를 결정하는 예로 가상선과 그레이팅의 서브엔터티와의 교차점이 양쪽 모두에서 발생하는 가운데 영역 즉, ③_1과 ③_2로 결정된다.



<그림 13> EP치수에 대한 목표 결정의 예

3.3 사실(Fact)

<그림 14>는 사실(Fact)들을 나타낸 것으로 초기 사실(Initial fact)은 그레이팅(Entity)과 그레이팅의 구성요소(Sub-entity)가 있다. 추론 과정을 통해 생성되는 추론 사실(Inferred fact)로는 그레이팅의 구성요소, 즉 서브엔터티의 속성을 나타내는 Type(Straight, Arc, Circle), 직선을 구별하는 Straight_type(Width, Length, Diagonal)과 치수 표시 위치 결정을 위한 DIM_goal, LINE_goal, DR_goal들의 세부 goal들이 있다. 이러한 추론 사실들의 생성으로 Dimension_goal에 도달, 치수 표시 위치를 결정하게 된다.

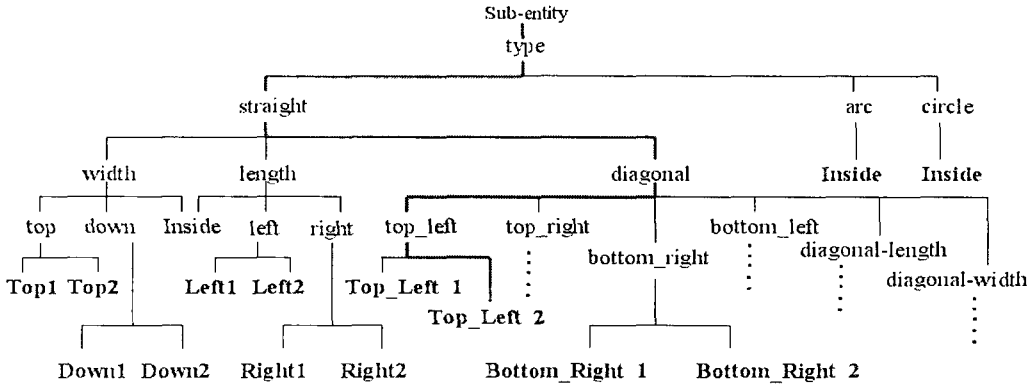


<그림 14> 사실(Fact)

3.4 규칙(Rule)

각 규칙의 조건부에는 서브엔터티의 속성이 사실로서 표현, 비교되고 있으며 규칙의 처리부에서는 서브엔터티에 추론된 사실(Inferred fact)을 할당함으로써 목표를 얻게 된다. 규칙의 일부를 보면 다음과 같다.

- rule 21 : IF type = width \wedge Top 1 hasn't intersection = true THEN dimension Goal is Top 1
- rule 22: IF Goal = Top 1 \wedge Top_gap hasn't gap = true THEN dimension Goal is Top 2
- rule 23: IF type = width \wedge Bottom 1 hasn't intersection = true THEN dimension Goal is Bottom 1
- rule 24: IF Goal = Bottom 1 \wedge Bottom_gap hasn't gap = true THEN dimension Goal is Bottom 2
- rule 25: IF type = width \wedge all Goal has a intersection = true THEN dimension Goal is Inside
.....
- rule 32 : IF type = diagonal \wedge Top 1 hasn't intersection = true \wedge Left 1 hasn't intersection = true THEN dimension Goal is Top_Left 1
- rule 33 : IF Goal = Top_Left 1 \wedge Top_Left_gap hasn't gap =true THEN dimension Goal is Top_Left 2
- rule 34 : IF type = diagonal \wedge Bottom 1 hasn't intersection = true \wedge Right 1 hasn't intersection = true THEN dimension Goal is Bottom_Right 1
- rule 35 : IF Goal = Bottom_Right 1 \wedge Bottom_Right_gap hasn't gap = true THEN dimension Goal is Bottom_Right 2



<그림 15> 치수위치 추론 과정

3.5 추론(Inference)

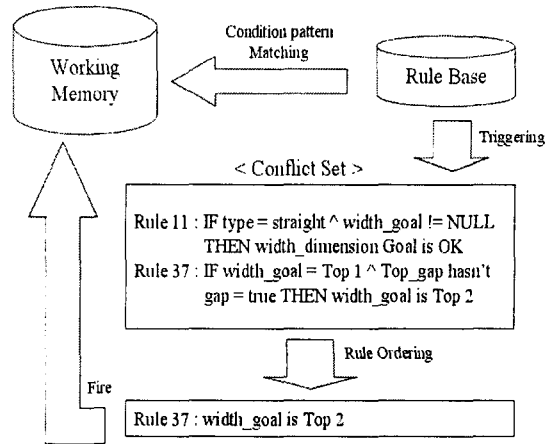
본 연구의 목표(Goal)는 초기 사실로 할당된 서브엔터티의 매칭(matching)을 통해 조건부 만족여부를 판단하고, 수행(firing)을 거쳐 서브엔터티의 치수 위치에 대한 새로운 사실들은 생성함으로써 얻어지는 전향 추론(Forward Chaining Inference)방법을[13] 사용하였다.

<그림 15>에서 굵게 표현된 부분은 추론과정의 한 예로 서브엔터티의 타입이 직선일 때 여러 규칙에 의해 DIM_goal과 LINE_goal, 그리고 DR_goal의 조합을 거쳐 최종적으로 Top_Left 2가 최종 Goal이 되는 추론과정을 보여준다.

3.6 충돌해결 기법(Conflict Resolution)

전향 추론 방식으로 추론을 진행하던 중 주어진 조건을 만족하는 규칙이 두개 이상 존재할 경우의 충돌해결기법(Conflict Resolution Scheme)으로는 모든 규칙들을 우선순위가 부여된 하나의 리스트로 관리하는 규칙순서(Rule Ordering) 방식[14]을 사용하며 내림차순으로 우선순위를 부여하였다. <그림 16>은 충돌해결기법의 한 예를 보여 준 것이다. rule 11에서 type은 직선이고 width_goal에 Top 1

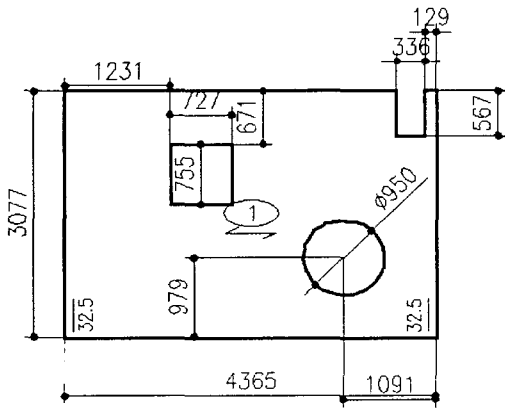
값이 할당되어 있을 때 만약 Top 방향에 치수 값 간격이 없으면 수평 치수 표시 위치를 Top 1로 결정, 완료하지 않고 Top 2로 선택하여 치수표시 위치를 새로 정하게 된다.



<그림 16> 충돌해결 기법

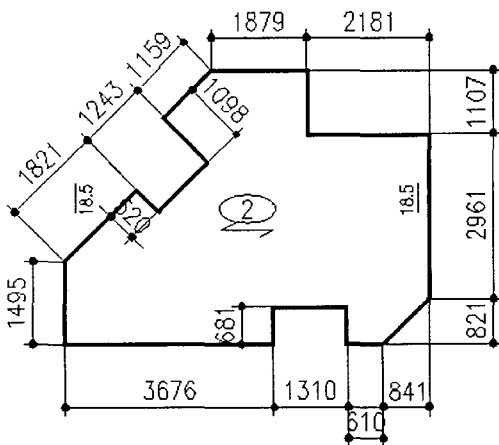
4. 적용결과

<그림 17>과 <그림 18>은 전문가 시스템을 적용하여 도면을 자동 생성했을 때의 결과로 동일 패턴을 적용한 <그림 3>과 <그림 4>에서의 문제점이 개선되었음을 보여주고 있다.



<그림 17> 전문가 시스템을 적용한 단품도 1

- ① 수평, 수직 치수표시에 대한 줄 맞춤이 이루어 졌다.
- ② 중복 치수는 표시되지 않았다.
- ③ 치수선의 겹침 현상이 많이 감소되었다.
- ④ 내부 오픈에 대한 위치를 나타내는 치수표시가 나타난다.
- ④ 대각선의 기울기가 같을 경우 대각선 줄 맞춤이 이루어 졌다.
- ⑤ 기울기가 같은 것이 없는 대각선은 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수가 나온다.
- ⑥ 그레이팅 내부에 EP치수가 양쪽에 나타난다.



<그림 18> 전문가 시스템을 적용한 단품도 2

5. 결론 및 향후 과제

그레이팅 자동 설계 시스템을 통하여 생성된 도면은 치수표시에 따른 여러 가지 문제로 빈번한 도면 수정 작업을 필요로 하였다.

본 연구에서는 이러한 도면 수정 작업을 최소화시키기 위해서 전문가 시스템을 그레이팅 자동설계 시스템에 적용함으로써 일반적인 치수 기입요령의 부분적 불이행 및 치수 표시간의 겹침 현상 그리고 중복 치수표시의 문제 등을 지능적으로 해결할 수 있는 방법을 제시하였다. 또한 설계 전문가의 새로운 치수 기입 방식을 쉽게 적용할 수 있으며 기존 치수 기입 방식의 변경 시 유연성 제공의 효과를 기대할 수 있다. 향후 과제로는 좀 더 복잡한 형태의 그레이팅의 경우에도 적용 가능하도록 규칙의 세분화에 추가적인 연구가 이루어져야 하며 규칙 기반 전문가 시스템은 정해진 규칙 외에는 유연하게 대처하지 못하는 문제를 가지고 있으므로[14] 이러한 단점을 보완해 줄 수 있는 하이브리드(Hybrid) 시스템에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 김두근, 박배석 "CAD/CAM 시스템과 연계된 공정설계자동화시스템의 개발" 대한산업공학회 학술지 제8권 제3호 p213~p220, 1995
- [2] J.C.E.Ferreira, S.Hinduja, "Convex hull-based feature-recognition method for 2.5D components," Computer Aided Design, Vol. 22, No.1, pp41~49, jan/feb 1990
- [3] Susan Finger, Tetsuo Tomiyama, Martti Mantyla, " Knowledge Intensive Computer Aided Design : IFIP TC5 G5.2 Third Workshop on Knowledge Intensive CAD,December 1-4, 1998, Tokyo, Japan ", Boston : Kluwer Academic, 1999.
- [4] K.Kawahra, K.Yoshizu, Y.Zoka, H.Sasaki,

- "Construction of Automatic Drawing System for Power System Diagram by Using GA," PowerCon 2000. International Conf, Vol.1, 2000, pp 497 ~502 vol.1
- [5] 변윤철, "선박의 주요 치수 결정과 구획 배치 지원 전문가 시스템에 관한 연구", 서울대학교 공학석사 논문, 2002
- [6] John S. Gero, Fay sunweeks, "Artificial Intelligence In Design", Kluwer Academic, 1996
- [7] Ronald Azuma, Chris Furmanski, "Evaluating Label Placement for Augmented Reality View Management", Mixed and Augmented Reality, 2003. Proceedings. The Second IEEE and ACM International Symposium on , 7-10 Oct. 2003 pp 66 - 75
- [8] Adedeji B. Badiru, "Expert systmes Applications in Engineering and Manufacturing", Prentice Hall, 1992
- [9] 고종영, 조대호, "제조공정 개선을 위한 생산계획 평가 시뮬레이션," 한국시물레이션학회 논문지, 8권 2호, pp. 87-100, 1999년 6월.
- [10] S.H Lee and T.H Cho, "Application of rule based expert system to GDS (Grating automatic Drawing System)." ICCAS, October, 2002.
- [11] K.H. Lee and T.H. Cho, "Application of an Expert System for the location decision of Dimension Marking within a graphic drawing sheet for a metal grating production," Int'l Conference of Korea Intelligent Information Systems Society, Seoul, Korea, pp. 45-49, Nov. 6~8, 2003.
- [12] McGraw, Harbison-briggs, "Knowledge Acquisition : Principles and Guidelines," Prentice-Hall, 1989, chap. 1
- [13] Joseph Giarratano, Gary Riley, "Expert Systems Principles and Programming", Boston : PWS Pub. Co., 1998.
- [14] George F. Luger, "Artificial Intelligence : structures and strategies for complex problem solving", 2nd ed, Redwood City, Calif. : Benjamin /Cummings Pub. Co., 1993.

주 작 성 자 : 최 문 희

논문투고일 : 2004. 10. 11

논문심사일 : 2004. 10. 19(1차), 2004. 10. 19(2차),
2004. 10. 20(3차)

심사판정일 : 2004. 10. 20

● 저자소개 ●



최문희

1999 협성대학교 컴퓨터공학과 학사
2004~현재 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사과정
관심분야: ERP, 지능제어, 전문가 시스템, AI, Software Engineering



이근호

1998 협성대학교 컴퓨터공학과 학사
2003 성균관대학교 컴퓨터공학과 석사
관심분야: 전문가 시스템, ERP, 모델링 및 시뮬레이션



조대호

1983 성균관대학교 전자공학과 학사
1987 알라바마대 전자공학과 석사
1983 아리조나대 전자 및 컴퓨터공학과 박사
1993~1995 경남대학교 전자계산학과 전임강사
1995~1999 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 조교수
1999~2004 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 부교수
2004~현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수
관심분야 : 모델링 및 시뮬레이션, 네트워크 보안, 지능제어, ERP