

도면 자동 생성 시스템에서의 전문가 시스템 적용

최문희*, 조대호*

An Application of Expert System to Automatic Specification Generation System

Moon-Hee Choi, Tae-Ho Cho

Abstract

그레이팅(Grating)이라는 금속제품을 생산하는 S 업체에서는 설계 자동화 시스템인 GDS(Grating automatic Drawing System)를 통해 전체 설계도면(Plan Drawing)을 생성하고 GDS의 도면자료 자동생성 시스템(ASGS: Automatic Specification Generation System)을 통해 전체 도면상에 배치된 각각의 그레이팅에 대한 상세한 정보가 표현된 단품별 도면과 완성된 제품들에 대한 검사 기준을 표현한 검사도면을 생성하며 전체 제품에 대한 통계적인 정보를 생성한다. 그러나 도면자료 자동생성 시스템을 통해 자동 생성된 도면은 설계자들의 일반적인 치수 기입요령을 부분적으로 만족 시키지 못하고 있으며 또 치수 표시 간의 겹침 현상이 발생하여 설계자가 도면을 수정해야하는 번거로움이 있었다. 본 논문은 이러한 문제점을 해결하기 위해, 설계 전문가들의 치수 표시법을 지식으로 하는 규칙 기반 전문가 시스템을 구성하였다.

Key Words: Expert System, CAD/CAM, Computer-Aided Drafting System

* 성균관대학교 컴퓨터 공학과

1. 서론

산업 사회가 점차 고도화 되어가고 그 구조가 복잡해짐에 따라 인간이 직접 수행해야 할 설계 작업도 점점 복잡해지고 있다. 설계 작업의 복잡도의 증가는 설계 작업량의 증가, 설계 기간의 장기화, 설계 오차의 증가 등을 초래하여 전문가라 할지라도 설계 작업을 쉽게 수행할 수 없게 되었다. 이러한 설계의 어려움을 해결하기 위하여 설계 도구로써 컴퓨터가 보편화되어 가는 1970년대 초반부터 설계 시스템에 관한 연구가 미국 일본을 중심으로 활발하게 진행되어 왔다[1]. 연구는 오늘날까지 계속 지속되고 있고, 설계·제도용으로 가장 보편적으로 사용하고 있는 응용 소프트웨어가 AutoCAD이다. 그러나 실제 여러 회사들은 각 회사의 작업 특성에 맞게 CAD사용과 수작업을 병행하고 있는 실정이고, 보다 효과적인 생산을 위한 자동화 시스템을 개발하고 있다[2].

실제 그레이팅(Grating)을 생산하는 한 업체에서는 설계과정에서 AutoCAD기반의 설계 자동화 시스템인 GDS(Grating automatic Drawing System)를 통하여 전체 설계도면(Plan Drawing)을 만들고 그 설계 도면의 정보들을 바탕으로 각각에 대한 세부적 정보가 표현된 도면들을 도면자료 자동생성 시스템(ASGS: Automatic Specification Generation System)을 통하여 생성 한다.

그러나 도면 자료 자동생성 시스템을 통해 만들어진 도면은 설계자들의 일반적인 치수 기입 요령을 부분적으로 만족 시키지 못하고 있으며 또 치수 표시 간의 겹침 현상이 발생하여 설계자가 도면들 수정해야 하는 번거로움이 있다. 치수 기입 요령의 경우 설계자 치수 기입 방식에 따라 잦은 변경 요구와 추가 기입 방식의 요구로 인하여 유지보수(Maintenance)의 비용(Cost)증가의 원인이 되고 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 설계자의 전문가적 지식을 쉽게 추가, 삭제 할 수 있는 규칙 기반 전문가 시스템(Rule based Expert System)[3]을 이용하여 유지보수성(Maintainability)을 높이고 또 치수 표시의 위치를 결정함으로써 치수 표시간의

겹침 현상을 최소화 하고자 한다.

2. 연구배경

그레이팅을 생산하는 한 업체에서의 작업은 건물 도면에 맞게 그레이팅을 설계하고, 설계된 도면을 바탕으로 그레이팅을 제조, 공정하는 과정으로 이루어져 있다[3][4].

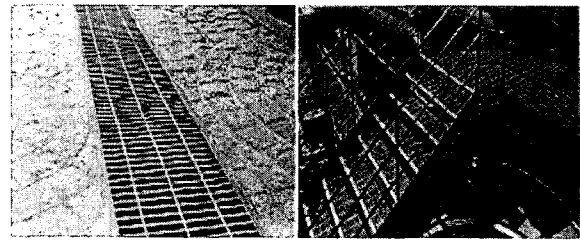


그림 1 그레이팅 형태와 사용되는 분야

그레이팅 설계과정에서 사용되는 그레이팅 자동설계 시스템은 2차원으로 그레이팅을 배치하는 기본 설계도면을 생성한다.

GDS를 통해 생성된 설계도면의 정보를 바탕으로 GDS의 도면자료 자동생성 시스템(ASGS)은 표 1과 같이 3가지 도면(단품도(Item Drawing), 검사도(Inspect Drawing), BM-List)을 자동 생성한다.

그러나 ASGS에서 적용하고 있는 치수표시 방법은 모든 대각선에 수평, 수직선의 치수를 표시하고 있으며 그레이팅의 모양을 고려하지 않고 모든 치수에 대해 동일한 방식을 적용하고 있다. 그림 2는 ASGS를 통해 생성된 도면으로 다음과 같은 여러 문제점들이 발생한다.

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 치수가 표현된 도면
검사도 (Inspect Drawing)	공정과정을 통해 생산, 완성된 그레이팅 제품을 검사하기 위한 정보가 그려진 도면

표 1 ASGS를 통해 자동 생성된 도면의 종류

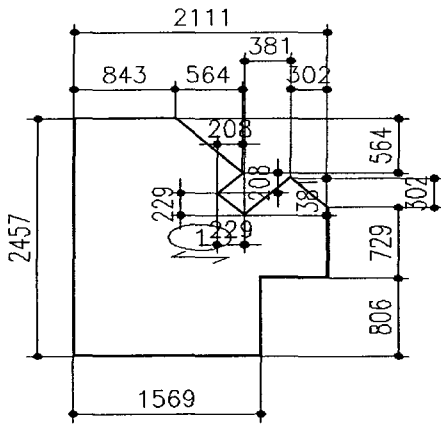


그림 2 동일 패턴을 적용한 단품도

- 대각선의 기울기가 같을 경우 대각선 줄맞춤이 되어야 한다.
- 기울기를 줄맞춤 할 경우에는 치수 표시가 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수가 아닌 대각선 방향의 치수표시가 나와야 한다.
- 기울기가 같은 것이 없는 대각선의 경우에는 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수가 나와야 한다.
- 그레이팅의 내부에 EP(End bar Pitch)치수가 양쪽에 나와야 한다.

본 논문은 이러한 문제점들을 해결하기 위해, 추론기능과 유연성 있는 지식의 표현력을 갖는 전문가 시스템을 적용[5][6]하였다.

3. 전문가 시스템 적용

3.1 도면 치수표시 전문가 시스템의 설계

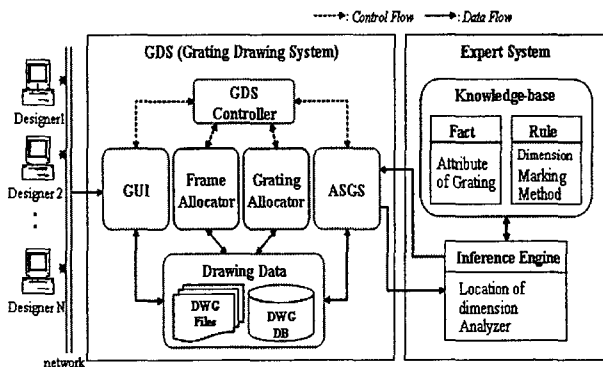


그림 3 도면 치수 표시 전문가 시스템의 설계

그림 3은 GDS에 도면 치수표시 전문가 시스템을 적용한 설계도 이다. 개발자가 설계전문가의 치수 기입 방식으로 지식베이스(Knowledge base)를 구성한다. 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 대각선 치수 표시의 위치는 서브 엔티티(sub-entity-그레이팅을 이루는 구성요소-line, arc, circle) 성질에 따라 치수의 위치를 1차적으로 결정해주는 DIM_goal 위치와 치수 표시 방식의 결정, 줄맞춤을 위한 LINE_goal 위치 그리고 이미지 중복 제거를 위한 DR_goal 의 조합으로 구할 수 있다.

DIM_goal은 그림 4와 같이 Top, Bottom, Left, Right, Inside, Top_Left, Top_Right, Bottom_Left, Bottom_Right로 나타내어진다.

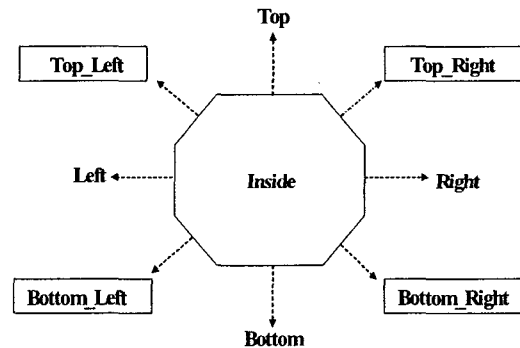


그림 4 DIM_goal의 위치 표현

대각선 DIM_goal의 결정 방법은 서브 엔티티에서 Top 과 Bottom, Left와 Right 방향으로 가상의 수직/수평선을 그었을 때 가상선과 엔티티(entity-그레이팅)와의 교차점의 발생 여부에 따라 결정된다. 예를 들어 그림 5와 같은 경우 대각선@의 DIM_goal 위치는 Top 과 Bottom 방향의 수직선과 Right와 Left의 수평선을 그었을 때 교차점이 발생하지 않은 Top과 Left 측, Top_Left가 DIM_goal이 된다. 만약 모든 가상선에 교차점이 발생한 경우는 내부(Inside)를 치수표시 위치로 정한다.

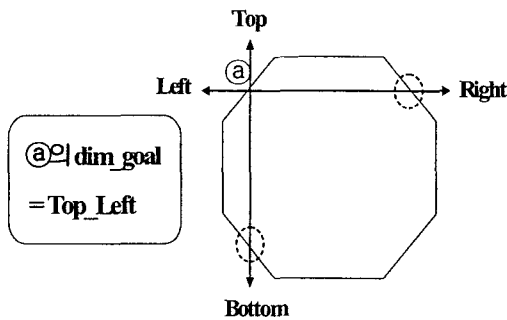


그림 5 서브 엔터티에서의 DIM_goal결정의 예

DIM_goal을 정한 후에 치수 표시 방식을 결정하게 되는데 이는 DIM_goal과 대각선의 기울기로 결정된다. 만약 DIM_goal의 방향과 기울기모두 일치하는 대각선이 2개 이상 있을 경우에는 대각선 치수 방식으로 표현 하며 줄맞춤을 위한 LINE_goal을 수행하게 된다. 그러나 2개 미만일 경우에는 대각선 치수 방식이 아닌 해당 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수 표현이 사용 되며 줄맞춤을 위한 LINE_goal은 생략된다.

DR_goal은 이미지 중복 제거를 위한 것으로 그림 6과 같이 대각선 줄맞춤을 했을 때 치수 이미지의 겹침을 최소화하기 위해 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 여부는Top_gap, Down_gap, Left_gap, Right_gap, Top_left_gap, Top_Right_gap, Down_left_gap, Down_Right_gap을 이용하여 판단한다. 대각선의 수평, 수직에 대한 치수 표현을 할 때에도 Top_1, Top_2, Bottom_1, Bottom_2, Left_1, Left_2, Right_1, Right_2로 표시된다.

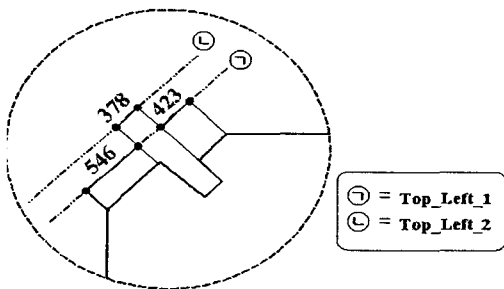


그림 6 DR_goal 분류의 예

그레이팅의 EP치수의 위치는 그레이팅 모서리 부분에 양쪽으로 표현 하는 것이 원칙이며 오픈(Open)을 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 표시된다.(그림 7)

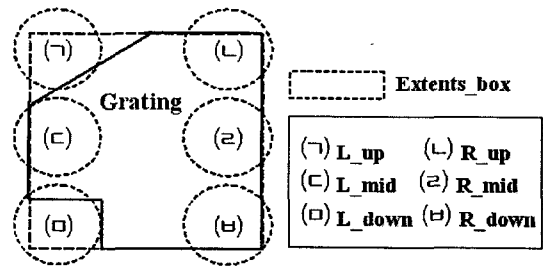


그림 7 EP 치수에 대한 목표(Goal)의 위치 표현

EP치수의 목표는 그레이팅을 둘러싸는 가상의 사각 박스인 Extents_box의 양 모서리 부분에 치수 표시가 될 부분의 영역(Region)에 가상의 엔터티를 만든 후 엔터티의 서브 엔터티에서 수평, 수직 방향으로 가상 선을 만들어 가상선과 전체 그레이팅의 서브 엔터티와의 교차점 여부에 따라 EP치수의 목표를 결정한다. 교차점은 양쪽 모두에서 발생하여야 하며 교차점이 없을 때에는 그레이팅 내부에 치수표시할 위치에 오픈이 존재 하는 것으로 간주 한다.

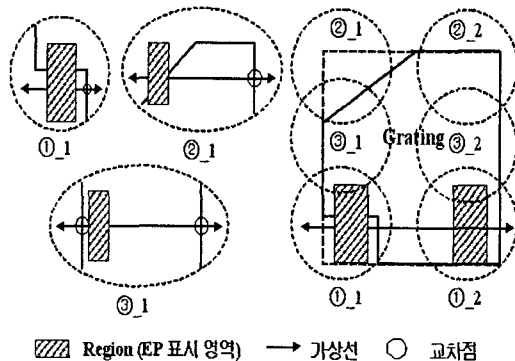


그림 8 EP치수에 대한 목표(Goal) 결정의 예

그림 8은 EP치수 목표를 결정 하는 예로 가상선과 그레이팅의 서브 엔터티와의 교차점이 양쪽모두에서 발생하는 가운데 영역 즉, ㉑_1과 ㉑_2 로 결정된다.

3.3 규칙(Rule)

각 규칙의 조건부에는 서브 엔터티의 속성이 사실(Fact)로서 표현, 비교되고 있으며 규칙의 처리부에서는 서브 엔터티에 추론된 사실(Inferred Fact)을 할당함으로써 목표를 얻게 된다.

규칙의 일부를 보면 다음과 같다.

- rule 25: IF type= diagonal ^Top_1 hasn't intersection =true ^ Left_1 hasn't intersection=true THEN dimension Goal is Top_Left_1
- rule 26: IF Goal = Top_Left_1^Top_Left_gap hasn't gap=true THEN dimension Goal is Top_Left_2
- rule 27: IF type=diagonal^Bottom_1 hasn't intersection =true^ Right_1 hasn't intersection=true THEN dimension Goal is Bottom_Right_1
- rule 28: IF Goal=Bottom_Right_1^Down_ Right_gap hasn't gap=true THEN dimension Goal is Bottom_Right_2
- :

3.4 추론(Inference)

본 연구의 목표(Goal)는 초기 사실(Initial fact)로 할당된 서브 엔터티의 매칭(matching)을 통해 조건부 만족여부를 판단하고, 수행(firing)을 거쳐 서브 엔터티의 치수 위치에 대한 새로운 사실들을 생성함으로써 얻어지므로 전향 추론(Forward Chaining Inference)방법을 사용하였다.

전향추론 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)방식을 사용하며 내림차순으로 우선순위를 부여 하였다.

3.5 결과

그림 9는 전문가 시스템을 적용하여 도면을 자동 생성 했을 때의 결과로 동일 패턴을 적용한 그림 2 에서의 문제점이 개선되었음을 보여주고 있다.

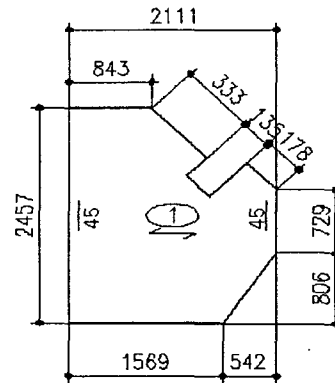


그림 9 전문가 시스템을 적용한 단품도

- 기울기가 같은 대각선의 경우 줄맞춤이 이루어 졌다.
- 줄맞춤을 하는 대각선은 대각선의 수평, 수직에 대한 치수가 아닌 대각선 방향의 치수표시가 나타난다.
- 기울기가 같은 것이 없는 대각선은 대각선에 대한 수평, 수직에 대한 치수가 나온다.
- 그레이팅 내부에 EP치수가 양쪽으로 나타난다.

4. 결론 및 향후 과제

그레이팅 자동 설계 시스템의 도면자료 자동 생성 시스템을 통하여 생성된 도면은 치수 표시에 따른 여러 가지 문제로 빈번한 도면 수정 작업을 필요로 하였다.

본 연구에서는 이러한 도면 수정 작업을 최소화시키기 위해 전문가의 지식을 쉽게 추가, 삭제 할 수 있는 전문가 시스템을 적용함으로써 일반적인 치수 기입 요령의 부분적 불이행 및 치수표시간의 겹침 문제 등을 지능적으로 해결할 수 있는 방법을 제시 하였다.

향후 연구 과제로는 복잡한 형태의 그레이팅의 경우 다양하게 발생하는 그레이팅과 치수 표시 사이의 겹침 현상을 피할 수 있도록 규칙의 세분화에 많은 연구가 되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] S.H Lee and T.H Cho, "Application of rule based expert system to GDS (Grating automatic Drawing System)." ICCAS, October, 2002.
- [4] 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.
- [5] Stonebraker, M., "Implementation of rules in Relational Database System," Database Engineering, Vol.6 No.4, 1983.
- [6] 김형중, 조대호, 이철기, 김훈모, 노용한, "반도체 생산라인에서의 이털처리 추적 전문가 시스템의 지식베이스 구축," 제어 자동화 시스템공학 논문지 제5권 제1호 1999.1