

制約充足に基づく図面理解システムの GUI 開発

千喜良 祐一[†] 水野 一徳[†] 西原 清一[‡]

[†] 拓殖大学工学部情報工学科 [‡] 筑波大学大学院システム情報工学研究科

1 はじめに

工業製品の設計などで、三面図が広く用いられてきた。しかし、三面図から 3 次元物体を復元するためには、多大な労力と熟練が必要である。そこで、三面図を入力し自動的に 3 次元物体を復元・表示する、図面理解システムの研究が行われてきた [1]。

本研究では、三面図理解問題を一般の制約充足問題 (CSP) に等価変換して 3 次元物体を復元する、プロトタイプ手法 [2] に着目し、制約ベースの CAD の GUI を設計・開発することを目的とする。

ユーザとシステムとの対話型 CAD システムを作り上げることを目標に開発を行った。

2 基本概念

2.1 三面図理解問題

三面図理解問題とは、入力された点や線分のデータから頂点、稜線、面といった 3 次元要素を復元し、それらの要素を組み合わせて意図する 3 次元物体を構成する問題である。

本論文では、3 次元要素の復元過程で復元された全ての面を「候補面」と呼び、三面図理解問題を「復元された全ての候補面の中から意図する 3 次元物体を構成する面を選び出す問題」として定義する。

2.2 制約充足問題 (CSP)

制約充足問題 (CSP) とは、問題全体を「問題の構成要素間に成立する局所的な制約の集合」として定義し、与えられた全ての制約を同時に満足するような局所解の組合せを求めるような問題の総称である。

表 1 : 三面図問題から CSP への変換

三面図理解問題	制約充足問題
候補面	ユニット (U)
真偽の値	ラベル (L)
知識を構成する候補面組	ユニット制約関係 (T)
候補面組の取り得る状態	ラベル制約関係 (R)

Developing a Graphical User Interface
for Understanding Engineering drawing
Based on Constraint Satisfaction

Yuichi Chikira, Kazunori Mizuno, and Seiichi Nishihara
Department of Computer Science, Takushoku University
Department of Computer Science, University of Tsukuba

本論文では CSP を四つ組 (U, L, T, R) で定義する。U (ユニット) は対象とする問題の構成要素に対応する。L (ラベル) はユニットに与えるべき解釈や値の候補を表す。T は相互に制約し合っているユニットの組、R は T に含まれる各ユニット組に対応する可能な部分解を表す。

3 システム概要

3.1 プロトタイプシステム

プロトタイプと呼ばれる制約ベースの CAD システムは、三面図理解に必要な復元知識をメタ知識としてルールベース化し、それを用いて制約充足問題 (CSP) を生成した後、汎用 CSP ソルバで解くという特徴を持っている。従って、(1) ルールベース上の復元知識の追加削除ができる。(2) システム構造が明解なため、他者に理解しやすい。(3) CSP の高速化手法が可能である、という 3 つの利点を持つ。

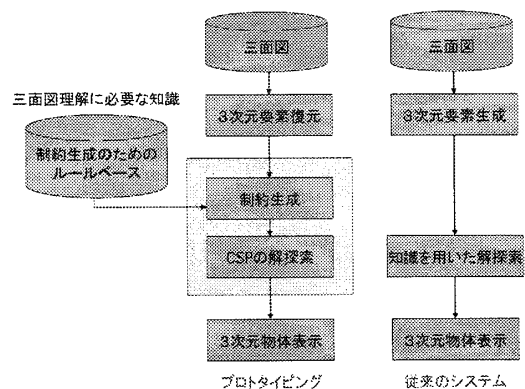


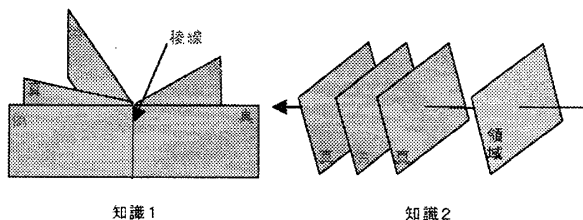
図 1 : システム概要

3.2 ルールベース

ルールベースでは具体的な CSP を生成しており、ここで「3 次元物体の存在公理」を多面体に適用した知識に基づいている。3 次元物体の存在公理とは、「3 次元空間に 1 つ以上の物体が存在するための必要十分条件は、任意の閉曲線が物体の表面と 0 または偶数回交差する」ことである。この幾何学的な知識から導かれた以下の 2 つの知識を基本としている。

知識 1 : 任意の稜線を共有する候補面のうち真となる面の数 0 または 2 である。

知識 2 : 三面図上のある領域に対応する候補面のうち真となる面の数は偶数枚である。



3.3 GUI 設計

本研究で開発するシステムの GUI の機能を以下に述べる。

- GUI 上からの知識の追加削除

まず、本 CAD システムはプロトタイピングシステムであり、知識の追加・削除が容易である。このことから、GUI 上で知識の追加が可能となる機能を実装する。

- 三面図の入力

現時点では、三面図の入力に関して、あらかじめ別の CAD システムで作成された図面データを読み込み、表示をしている。したがって、GUI 上でユーザが三面図を描いて入力できるモードを実装して、入力、復元、図面の編集などの一連の作業を一括して行える機能を実現する。

- 3次元物体の回転操作

復元された 3次元物体をさまざまな角度から見ることをするための機能を実現する。

4 実行例

以上のことを踏まえて三面図理解システムを構築し、その機能を確認した。

本システムの入力は、平面図、正面図、右側面図が三角法によって描かれた三面図を表すデータであり、直線と円弧からなるものとする。また、扱う 3次元物体は平面と 2次曲面から構成される。

なお Solid Model 表示の際、3次元物体が表示されている画面上をドラッグすることにより、回転操作を行えるような機能を追加した。

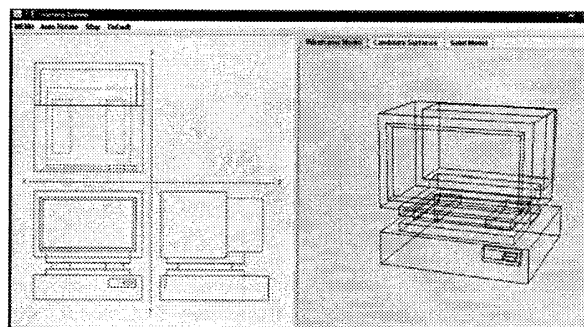


図 4 : Wireframe Model 表示例

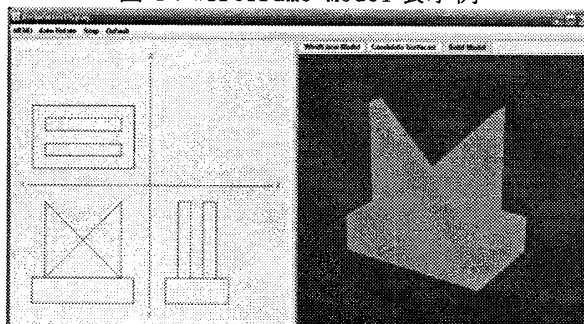


図 5 : Solid Model 表示例

5 おわりに

本研究では、三面図入力・表示、Wireframe、Solid Model の表示の実装を行った。

本 CAD システムは、実用的な時間内 (1 秒以内) でほぼ復元することができるが、エラー図面の対応が不十分である。そこで、エラー図面に対する知識の考察と共に、GUI から知識を追加できるような機能、また 3次元物体の面や頂点をクリックすることにより、それを構成する要素をインタラクティブに三面図中で知らせる機能などユーザにとって便利な機能を追加していくことが今後の課題である。

参考文献

- [1] 内野 寛治, 狩野 均, 西原 清一 : 制約ベースに基づく三面図理解, 人工知能学会誌 Vol.11 No.4 (July 1996).
- [2] Kazunori Mizuno, Seiichi Nishihara : Constraint-Based Prototyping for Understanding Three Orthographic Views, Proc ICPR2006 pp.1090-1093 (2006).
- [3] Jie-Hui Gong, Hui Zhang, Gui-Fang Zhang, Jia-Guang Sun : Solid reconstruction using recognition of quadric surfaces from orthographic views, Computer-Aided Design 38 (2006) 821-835.