

初期設計支援システムの機能概要と課題

4 N-7

沢田浩之
機械技術研究所

1 はじめに

現在、機械設計における基本設計支援を目的とした初期設計支援システムの開発を進めている。これは、設計過程において動的に生成される制約条件の評価を行う制約評価系を提供することによって、設計作業を支援するものである。その機能概要と現状における課題について述べる。

2 初期設計支援システム

2.1 設計プロセスモデル

初期設計支援システムは、図1に示す設計プロセスモデルに基づいて開発が進められている。はじめに、与えられた設計問題を互いに独立性の高い部分問題に分割する。これは作業効率の向上を主たる目的としたもので、自動車など規模の大きな製品を設計する際には特に有効である。次に概念設計が行われる。ここで行われる作業はアイデアの創出である。まず、元となるアイデアが創出され、それを起点として様々なアイデアが派生し、「寸法を持たないスケッチ」である概念的構造が生成される。次の基本設計で行われる作業は、アイデアを実現させる解の探索である。ここでは、概念的構造を客観的に表現する基本構造が生成される。基本構造とは、概念的構造を表現するために必要な設計変数およびそれらの間の制約条件からなる制約集合である。基本構造は、設計作業が進むにつれて次第に具体化され、最終的に全設計変数の値が決

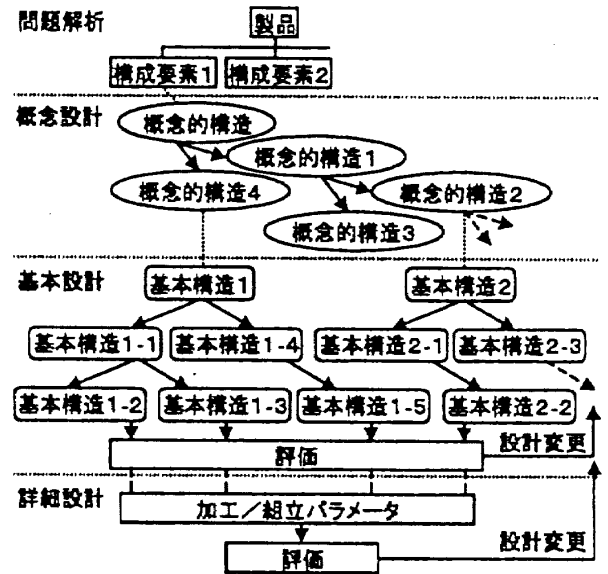


図1: 設計プロセスモデル

定される。最後の詳細設計では、製品の加工/組立に必要なすべての情報が決定される。

設計過程は、要求仕様として与えられた初期制約集合に対して次々と新しい制約条件を付加していくことによって、設計案を具体化する過程と捉えられる。本研究の目的は、基本設計を主たる対象として、設計過程で生成される制約集合の評価を行う制約評価系を提供することにより、設計者の作業負担を軽減するものである。

2.2 制約評価系

基本設計段階で扱う制約集合では、変数の数に比べて方程式の数が少ないことが通常であり、その解は有限個数とはならない。それでいながら、不等式制約間に矛盾が存在しているために解が1つもないということもあり得る。制約評

係は、このような種類の制約を解決するためのものである。図2に制約評価系の構成を示す。

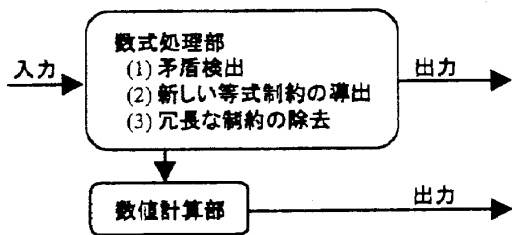


図 2: 制約評価系の構成

制約評価系は、数式処理部と数値計算部からなる。数式処理部では、同時に成立させることのできない不等式制約の特定などが行われる。数式処理部で矛盾が発見されなかった場合、入力された制約集合は数値計算部へ送られ、すべての制約を満足させる数値解が計算される。一般に解の個数は無限なので、ここではそれら無限個の解のうちの一つが例として計算される。

3 現在の課題

3.1 制約条件の生成と記述

制約評価系が扱うのは代数制約のみであり、設計者には、制約条件をすべて代数式として表現することが求められる。

制約条件の生成/記述支援を目的として、要素ライブラリの提供を検討している。これは、機械設計に多く用いられる基本的な部品に関する制約条件をあらかじめ登録したものである。図3に要素ライブラリの使用例を示す。これは要素

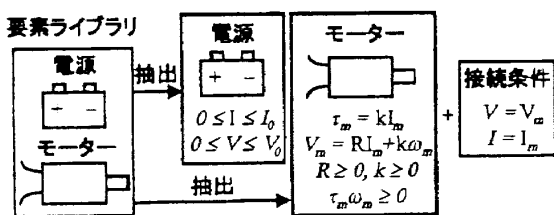


図 3: 要素ライブラリ

ライブラリから電源とモーターを取り出し、接

続したものである。設計者が自分で記述すべき制約条件は、電源とモーターの接続条件となる。

3.2 制約集合の分類と管理

制約評価系は、個々の制約集合の評価を目的として提供される。設計過程では複数の制約集合が設計案として生成されるので、個々の制約集合の評価の他に、それらの制約集合を分類/管理する機能が必要となる。

そのために、制約論理プログラミングにおけるコンテキストツリー [1, 2] の導入を検討している。図4に例を示す。これは、制約の生成/

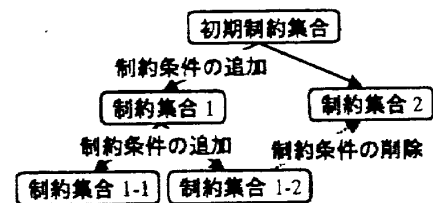


図 4: コンテキストツリー

削除を新たな制約集合の定義と見なして、制約集合の親子関係を木構造として表現したものである。これにより、制約集合として定義された設計案の分類が自動的に行われる。

4 おわりに

現在、ロボット/メカトロニクス分野の事例をもとに、問題点の検討を進めている。

参考文献

[1] Aiba, A. and Hasegawa, R.: Constraint Logic Programming System - CAL, GDCC and Their Constraint Solvers -, *Proceedings of International Conference on Fifth Generation Computer Systems*, pp. 113-131 (1992).

[2] 溝口文雄, 古川康一: 制約論理プログラミング, 共立出版, chapter 1 (1989).