協調設計のための顧客要求の順位付け*

福田 収 一^{*1}, 松浦 慶 総^{*2}

Prioritizing Customers' Requirements for Concurrent Design

Shuichi FUKUDA and Yoshifusa Matsuura

To realize concurrent design, it is very important to prioritize customers' requirements since they are quickly diversifying to a broad extent. Otherwise, engineers will find it very difficult to set definite goals for their products and will not be able to cooperate effectively toward product development. In this study, the AHP (analytical hierarchical process) technique is introduced to prioritize customers' requirements. A prototype was developed in Smalltalk-80, utilizing its object-oriented programming environment, and the effectiveness of the approach is demonstrated with simple illustrative examples of the selection of joining method.

Key Words: Concurrent Design, Customers' Requirements, Prioritization, AHP, Object-oriented Programming

1. 緒 言

製品設計は近年、CAD、CAD/CAM、CAE、CIM等新しい概念が次々と提唱され、また設計と生産の統合化が盛んに行われてきている。しかしこれらの大部分が従来の少品種大量生産に対応したシステムであり、最近の急激な多品種少量生産化による製品の多様化、複雑化に対応するにはフレキシビリティに欠けている。

この多様化、複雑化の背景には多様な顧客要求がある。とくに一人のユーザーでさえ多くの異なる要求を同時に持ち、またそれらが容易に定量化できなかったり、あるいは相互の比較検討が困難であるといった問題は少なくない。協調設計の実現のためにはこのような顧客要求をいかに概念設計に反映させるかが問題となっている。また、こうした多様化、複雑化に対処するために適応性に富む柔軟なシステムの開発が強く望まれている。とくに顧客が多くの異なる要求を持つ場合、その要求に対する重要度の適切な順序付けは多くの異

なる技術者が製品開発、生産の上で協力するため、概念設計、基本設計においてきわめて重要な課題となる。

本研究ではこうした観点から、顧客要求の多元化に対処する概念設計支援システムのプロトタイプ、具体的には概略的な部品のユーザー指向の接合方法の自動選定を行える概念設計支援システムのプロトタイプを開発した。

2. 開発したシステム

2・1 システム概要 本システムはオブジェクト指向プログラム言語であるSmalltalk-80を用いて、ユーザーが自身の要求を入力すると、それに対応して部品の形状、材質、接合状態をAHP法により順序付け、最適な接合方法を自動選択するシステムである。

システムは「ユーザーAHPオブジェクト」・「形状ウエイトオブジェクト」・「材質ウエイトオブジェクト」・「制御オブジェクト」・「推論オブジェクト」「GUI(グラフィックユーザーインターフェイス)オブジェクト」から構成されている(図1)。

ユーザーは、「GUIオブジェクト」を介し時間、コスト、強度について対比較表を作成し、これをもとに「ユーザーAHPオブジェクト」でユーザーAHP

* 原稿受付 平成6年3月18日。

*¹ 正員, 東京都立科学技術大学(〒191 日野市旭が丘6-6)。*² 准員, 東京都立科学技術大学大学院。

P重要度を求める。

システムでは、ユーザー入力の一部材情報から形状重要度・材質重要度を「制御オブジェクト」によって形状ウエイトオブジェクト、材質ウエイトオブジェクトから取り出す。

得られたユーザーAHP重要度・形状重要度・材質重要度を「推論オブジェクト」へ送り、ユーザー指向の最適な接合方法を決定する。

部品の接合については、あらかじめシステム運用者が「部材オブジェクト」・「組み立てオブジェクト」・「接合状態オブジェクト」・「接合方法オブジェクト」を定義し、さらにその階層下に部品の属性や接合方法、接合状態について細分化したオブジェクトを構築する(図2～図5)。オブジェクトは、AHP法による「時間」・「コスト」・「強度」を評価基準とした重要度をインスタンスとして持つ。

「GUIオブジェクト」はSmalltalk-80のグラフィックツール「GrapherGear」を用いた。

なお、システムはAppleMacintoshTMIIcx上のParcPlace社製Smalltalk-80 Version 2.5上で実装した。

図1 システム構成図

「MEMBER OBJECT」

図2 部材オブジェクト

「FORM COMBINATION OBJECT」

図3 組み立てオブジェクト

「JOINING CONDITION OBJECT」

図4 接合状態オブジェクト

「JOINING METHOD OBJECT」

図5 接合方法オブジェクト

2.2 システム構成

2.2.1 「ユーザー AHP オブジェクト」

「ユーザー AHP オブジェクト」は、「GUI オブジェクト」を用いて時間、コスト、強度について一対比較を行い、ユーザーの部材接合に対する要求を AHP 法の重要度として得るオブジェクトである（図 6）。

図 6 ユーザー AHP オブジェクト

2.2.2 「形状ウエイトオブジェクト」・「材質ウエイトオブジェクト」 「形状ウエイトオブジェクト」・「材質ウエイトオブジェクト」は、システム運用者が時間・コスト・強度を評価基準として、部材の形状、材質が持つ属性の階層で AHP 法により求めた重要度を階層的に管理するオブジェクトである。設定した重要度は、「制御オブジェクト」からのメッセージによって指定された階層から出力される（図 7、8）。

図 7 形状ウエイトオブジェクト

図 8 材質ウエイトオブジェクト

2.2.3 「制御オブジェクト」 「制御オブジェクト」は、接合対象の 2 つの部材の属性（材質・形状）と接合状態から、「形状ウエイトオブジェクト」・「材質ウエイトオブジェクト」へメッセージを送り、接合対象の形状重要度・材質重要度・接合重要度を求めるオブジェクトである（図 9）。

図 9 制御オブジェクト

2.2.4 「推論オブジェクト」 「推論オブジェクト」は、「ユーザー AHP オブジェクト」と「制御オブジェクト」から得たユーザー AHP 重要度と各接合方法の重要度を掛け合わせることで重要度の合成を行い、ユーザー要求を反映した最終形状重要度・最終材質重要度を求め最適な接合方法を推論し、ユーザーに提示する（図 10）。

図 1 0 推論オブジェクト

3. シミュレーション

本研究で開発したシステムを用いて、仮定した部材の最適な接合方法を自動選択する。例として表 1 の属性を持った 2 つの部材を接合する。

表 1 部材の属性例

Member	Form	Material
Member 1	plate	steel
Member 2	plate	steel

JOINING CONDITION . . . FILLET

図 1 1 システム実行例

表 2 「時間」重視 一対比較表

	Time	Cost	Strength
Time	1	5	3
Cost	1 / 5	1	1 / 3
Strength	1 / 3	3	1

まず、ユーザーはGUIオブジェクトを介して時間、コスト、強度に関して自身の要求を入力する。表 2 の一対比較表の例は時間重視のユーザー要求で、ユーザーAHP重要度は、

「時間」= 0.6370

「コスト」= 0.1047

「強度」= 0.2583

となる。また、システムはユーザーが選択した部材の属性と接合状態から材質重要度、形状重要度を求め、この3つの重要度から次の3種類の接合可能な方法の重要度を算出する。

「溶接」= 0.5136

「接着剤」= 0.1063

「ネジ止め」= 0.3801

この結果から最適な接合方法として溶接が選択される。

4. 考 察

4・1 本システムの有効性 本システムでは、AHP法の導入によりユーザーの包括的な要求とすべての部材情報に相対的な順序付けを行い、接合方法の選択に反映させた。このとき部材情報、顧客要求とも概略的な情報なので出力結果も順序付けのみである。しかし、概念設計では、特に協調設計実現のために絶対的評価ではなく、目標の重要度の相対的評価が求められている。したがって本システムは協調設計を指向した概念設計に適している。

4・2 本システムの問題点 本システムでは自動選択の尺度となる部材の形状、材質、接合状況の持つ重要度の相対評価をシステム管理者が作成する。しかし、現段階ではシステム全体を対象に一对比較を行う階層があり、システム管理者に大きな負担がかかっているため階層構造の構築にはさらに細かく階層化を行う等の配慮が今後必要と考えられる。

4・3 今後の展開 本研究は概略の方針決定を対象にしているが、本システムの結果から具体的な生産設計に結びつけるには、形状、材質、接合状況、接合方法についてより詳細な検討が重要となる。すなわち本システムと従来の生産設計システムのリンケージについて今後検討を重ねていく必要がある。

5. 結 論

最近製品の多様化、複雑化が著しい。この背景には多様なユーザー要求がある。問題は一人のユーザーでさえも多くの異なる要求を持ち、それらの要求が簡単には定量化できなかったり、あるいは相互に比較検討が困難な点である。

協調設計の実現上ユーザー要求をいかに概念設計に反映させるかが問題となっている。そのためにはまず一人のユーザーの多数の要求に対して、その重要度に応じて順序付けを行う必要がある。

そこで本研究では協調設計実現のための初期研究として、概念設計を対象とし、ユーザーの多数の要求に適切に順序付けを行い、しかもそれを基礎に概念設計が支援できるシステムのプロトタイプを構築した。

従来のシステムでは直接ユーザーが設計要求をシステムに伝達できず、またユーザーが仮に入力できてもその要求を絶対的な尺度で表現しなければならない例が大部分であり、生産等に関して知識、経験のないユーザーに対して無理を強いるシステムであった。

本システムでは、AHP法を導入し、多数、多様な顧客要求に対してそれらの相対的な評価と、適切な順序付けを可能にした。さらに顧客要求を概念設計に反映させるべくオブジェクト指向プログラムとの結合を計り、開発したシステムを用いてシミュレーションを行いその方法論の有効性を部品接合問題を例として検証した。

また、本システムは、ユーザーの製品要求をGUIにより容易にシステムに入力でき、接合方法に詳しくないユーザーでも適切な方法を選択できる。

6. 参 考 文 献

- (1) 刀根薫, ゲーム感覚意志決定法AHP法入門, (1986), 日科技連.
- (2) 春木良且, オブジェクト指向への招待, (1989), 55-81, 啓学出版.
- (3) L. J. ピンソン/R. S. ウィナー, Smalltalk: オブジェクト指向プログラミング, (1990), トッパン.