

設計事例分析による設計過程モデルの比較 (第 2 報) - 設計過程の情報モデルの提案 -

東大 野間口 大 阪大 妻屋 彰
国立情報学研究所 吉岡 真治、武田英明、東大 村上 存、富山 哲男
1 序論

設計者が製品について理解するためには、設計の最終結果に関する情報だけでなく、例えばある部品の寸法の決定理由など、設計過程に関する情報を知ることが望ましく、その獲得手法および情報モデリング手法が近年さかんに研究が行われている (例えば [1])。また、我々のグループでは、人間の創造的な行為であるシンセシスに注目した設計者の思考過程モデルの構築 ([2] など) を試みている。しかしこれらのモデルは設計過程をあるアスペクトで見たものであり、設計過程そのもののモデルではないため、設計過程を回顧的に説明するためには有効であっても、設計作業中に設計過程を記述するためのモデルとしては不十分である。

著者らはこれまでに、設計知識の共有・再利用を目的とし、設計過程を文書化することによって設計者の意思決定の過程や意思決定が行われた根拠に関する知識を獲得するための設計文書作成管理システムの研究を行ってきたが [3]、設計過程を単に文書として記録するのではなく、設計過程の記録に現れる情報を体系的な知識として共有・再利用するには、設計過程で扱われる要求仕様や評価基準のような情報が設計作業の進行に従って量的・質的に変化する様をモデル化する必要がある。

このモデルを『設計過程の情報モデル』と本研究では呼び、本報でこれを提案する。

2 設計過程の情報モデル

設計過程は設計に関わる必要な情報を増やしていく過程と捉えられる。設計過程は要求仕様から設計解まで一直線に進むのではなく、試行錯誤の過程であるが、こうした試行錯誤は設計情報全体にフラットに起るのではなく、ある部分的な情報だけに注目して起るものである。例えば、ある設計解候補を何らかの理由で失敗例とみなし新たな解候補を提案するような過程を考える。この時、設計対象の情報に関しては試行錯誤を繰り返していても、失敗を元にして「A と B を使うと失敗する」あるいは「C という仕様を実現することは難しい」といった情報が単調増加していることがありうる。このため、設計過程の情報の中で、設計対象の情報や設計知識、要求仕様といった情報の分類を考え、各分類に対して、試行錯誤の構造を扱う必要がある。

また、設計過程における意思決定に際してどの情報を元にどのような情報が追加あるいは削除されたのか、という情報の間の導出関係を記録しておく必要がある。この導出関係は、情報に対する操作の履歴として記録できると考えられる。

以上の考察を元に、本研究では設計過程の情報モデルへの要請として、以下の 3 点を考える。

- 設計過程で扱われる情報を分類。
- 試行錯誤によって生じた分岐の構造を情報の分類毎に管理。
- 設計過程における意思決定の記録として、情報に対する操作の集合を記録。

2.1 設計過程の情報モデルの定式化

以上の考察に基づき、設計過程を表現するため以下の要素を導入する。

設計情報 設計を進める上で操作の対象となる情報である。設計情報全体の集合は、部分集合として情報カテゴリー $C_i, i \in \{1, 2, \dots\}$ を持つ。ただしこのカテゴリーの取り方は各設計過程モデルに依存する。

情報操作 o 設計情報に対する操作である。基本操作として追加、削除、参照を考え、操作対象となる情報分類と基本操作との組み合わせで表現される。本研究では、情報操作前後の情報の変遷を記録することにより、情報の間の導出関係を記述する。

設計状態 S 設計過程のある段階における設計情報の集合である。ある段階 n において各情報カテゴリー毎の状態 C_{ij_i} を考え、設計状態を $S_n = C_{1j_1} \cup C_{2j_2} \cup \dots$ と表現する。また、各設計状態にはその段階で設計者が下した判断の可否が与えられる。設計タスク t 「情報獲得」、「実験」など情報操作を行う目的を示すものである。後述する設計行為のラベルとなる。

設計行為 a 設計タスクに基づいて行なう情報の操作の列である。ある設計タスク t に対して設計行為 a が対応し、さらに a に対して複数の o の列が対応する。例えば、著者らのグループでは、設計過程における操作を、設計過程で用いる情報と設計物を含む 7 つの分類に対する操作として整理しているが [4]、ここで、問題点指摘という設計行為は、「設計対象関連情報を参照した結果、新たな問題を発見し、要求仕様記述に追加する」¹操作として表現される。

これらの要素を用いて設計過程の 1 ステップを次のように記述する。ここで、設計状態に対する情報操作の適用を、演算子 \circ で表現する。

$$t : S_{n+1} = S_n \circ a_n, a_n = o_{n1} \circ o_{n2} \dots$$

この S_n および a_n の列により、設計過程における情報変遷および情報間の導出関係を記録する。

2.2 分岐構造の表現

次に、設計過程における試行錯誤による分岐構造について考える。先に述べたように、本研究では、情報カテゴリー毎に試行錯誤の分岐の構造を考える。そのため、各 S_n は各情報分類における一つの状態の和として表すことができる。

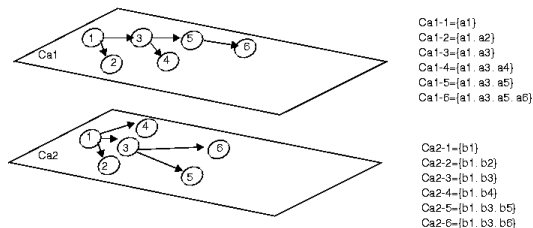


図 1: 設計過程情報モデルの概念図

例えば、図 1 のような分岐の構造があった場合、図 2 のような設計過程を考えることができる。ここで、 S_2, S_4 は設計者の判断として不可の判定が下された設計状態である。

$$\begin{aligned} S_1 &= C_{11} \cup C_{21} & S_2 &= S_1 \circ a_1 \\ S_2 &= C_{11} \cup C_{22} \rightarrow \times & S_3 &= S_2 \circ a_2 \\ S_3 &= C_{11} \cup C_{23} \rightarrow \times & S_4 &= S_3 \circ a_3 \\ S_4 &= C_{12} \cup C_{24} & & \dots \end{aligned}$$

図 2: 設計過程の表現

3 結論

本研究では、設計過程の情報モデルを提案した。このモデルの設計過程の記述における有効性を検証するため、システムへの実装を行う事を考えている。

また、本研究では十分に行うことができなかったが、本研究で提案した情報モデルを用いて、シンセシスの思考過程モデルと他の設計モデルとの比較を行い、その検証を行うことを考えている。

なお、本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業「シンセシスのモデル論」プロジェクト (JSPS-RFTF 96P00701) の研究費によって実施された。

参考文献

- [1] 鈴木: 設計背景情報モデリングの研究, 平成 11 年度 IMS 研究成果講演論文集, pp. 2-6, 1999.
- [2] M. Yoshioka and T. Tomiyama: Toward a reasoning framework of design synthesis, In *Proceedings of the 1999 ASME International Design Engineering Technical Conferences, Las Vegas, DETC99/DTM-8743 (CD-ROM)*, 1999.
- [3] Y. Nomaguchi, M. Yoshioka and T. Tomiyama: Knowledge acquisition by documenting design for the knowledge intensive engineering framework, In *Proceedings of the 1999 Lancaster International Workshop on Engineering Design, CAD '99*, pp. 135-163, 1999.
- [4] 吉岡真治他: 設計活動を表現する語彙に関する研究 (第 3 報) - 情報操作の視点から見た語彙の整理と意味付け -, 精密工学会 2000 年度秋期大会講演論文集, 2000.

¹ 太字は情報分類