

思考軸によるソフトウェア設計過程の分析について*

1L-1

佐藤 隆、島 健一、門田充弘†
ATR 通信システム研究所‡

1 はじめに

ソフトウェアの設計は、ユーザ要求などの外界と設計者自身のもっている各種の知識(対象のもつ性質、方法などの知識)とのインタラクションにより行われる。この時、設計者はいろいろな場面で、関連のある知識をある観点(たとえば処理順や、性質の違いなど)に従って順序付けて整理しながら設計していると考えられる。

本論文では、その整理された設計対象の項目の並びを思考軸と呼び、これによりソフトウェア設計作業を分析した結果について述べる。

2 ソフトウェア設計作業の分析について

ソフトウェア設計過程の分析は、Kant[1]、などが行なっている。ここでは、通信ソフトウェア開発過程において思考結果(知識)の表現方法について主に注目し、その整理法について議論する。

ソフトウェアの設計作業では、与えられた問題の設計に必要な対象知識のうち、未解決な対象知識を埋めるために、一連の思考を行なっている。設計者は、設計作業をランダムに行なっているのではなく、ある特定の道筋に従って行なっている。ここでは、その整理された設計対象の項目の並びを「思考軸」と呼ぶ。この思考軸を用いた設計過程の分析により、設計フェーズごとの作業の進み具合がどのように進むかの把握が容易にできる。また、作業内容が変わると思考軸を替えている。

3 設計過程と思考軸の関係

設計過程と思考軸との間に、次のような関係があると仮定した。

仮定1: 設計過程における思考は、思考軸に沿って行なわれる。

仮定2: 設計者は、局面ごとに思考軸を取り替えながら設計を進めている。思考の種類により適用できる思考軸が異なっており、その時々思考内容により適切な軸が選択されている。

思考軸の表現法は、事物・事象と、それらの間の半順序により表現する。順序付けの基準として、考えた順や、データ・フロー中での出現順などが考えられる。要素が同じでも、順序付けの基準が異なれば、異なった思考軸と考える。

4 観察実験

4.1 観察実験の概要

我々は、通信ソフトウェア設計過程を観察する実験(以下、観察実験と呼ぶ)を行なった。この観察実験での作成

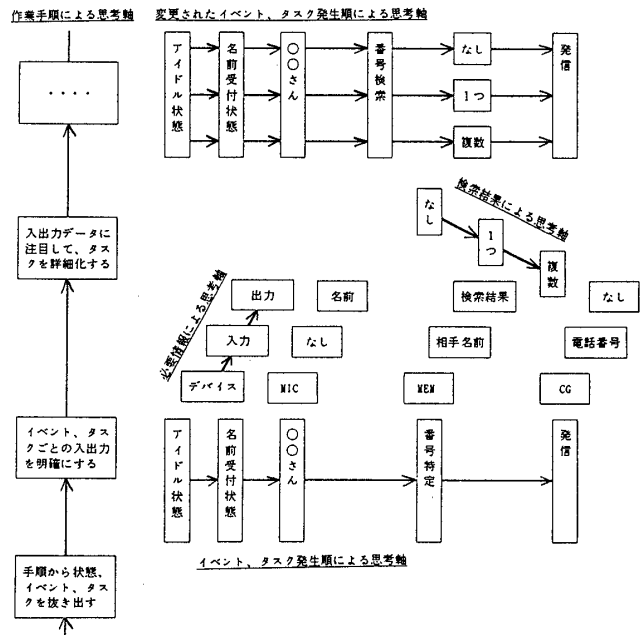


図1: SDL図の作成時の思考軸

対象ソフトウェアは、「音声によりダイヤルできる電話機」の呼制御部分である。周辺のハードウェアとのインタフェース部分は、すでに作成されているという条件で設計を行なった。設計作業は、要求仕様書に記載されているシステム構成や利用手順などから、状態遷移図(SDL図)などを作成するところまでである。

設計作業は、以下の手順で行なわれた。

- (1) 要求仕様書の理解 (4) SDL図の検証
- (2) SDL図の作成 (5) タスクの定義
- (3) 共通領域の定義 (6) 制御表構造の定義

4.2 SDL図の作成時の思考軸

図1にSDL図を作成しているときの思考軸を示す。この図は、要求仕様書に記述されていた発信時の利用手順から、「状態、イベント、タスクを取り出し」、「イベント、タスクごとの入出力を明確」にし、「入力データに注目して、タスクを詳細化」という一連の作業において使用された思考軸を示している。

- (1) 作業手順による思考軸 — SDL図作成全体を制御する思考軸として、方法知識に含まれている作業手順によるものが用いられている。この作業手順の1番目に従って、状態、イベント、タスクを取り出す思考が行なわれた。その結果、「アイドル状態」から「発信タスク」にいたる対象知識が追加された。この思考が終了すると、作業手順の2番目に従って、イベント、タスクごとの入出力を詳細化するとい

*Analysis of Software Design Process by Thinking Axis Concept

†SATO Takashi, Ken-ichi SHIMA, Michihiro MONDEN

‡ATR Communication Systems Research Laboratories

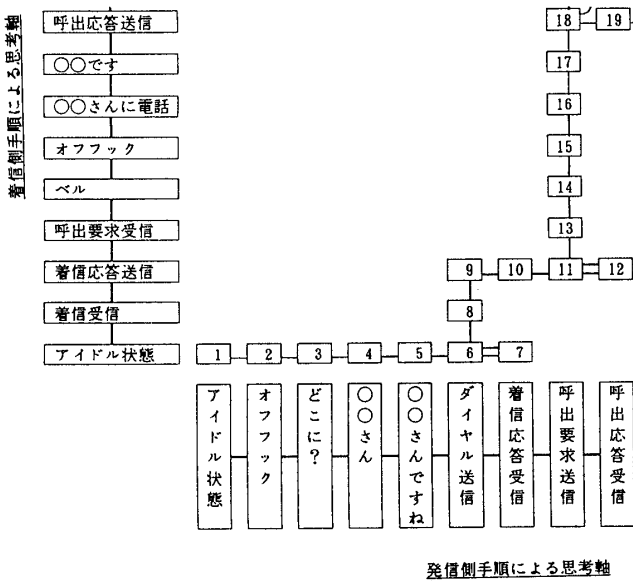


図 2: SDL 図の検証時の思考軸

う思考が開始される。

- (2) 状態・イベント・タスク発生順による思考軸
必要情報による思考軸 — 作業手順による思考軸の下で、イベントとタスクの入出力を明確にするため、直前の思考により追加された「アイドル状態」から「発信タスク」にいたる対象知識による思考軸と、そこで必要な情報による思考軸（方法知識より）を思考軸として、思考が行なわれ、イベントとタスクの入出力に関する知識が対象知識に追加された。
- (3) 検索結果による思考軸 — 入出力の取り出しが終了したことにより、上位の作業手順による思考軸に戻り、3番目の作業に取り掛かった。イベント・タスク発生順に従って、入力と出力との対応を追いかけ、検索結果と電話番号との間にギャップがあることに気付いた。電話番号を検索した結果の個数が「なし」、「1つ」、「複数」の3つケースがあり、設計者はこの思考軸に従って思考し、イベント・タスク発生順の思考軸を変更した。

4.3 SDL 図の検証時の思考軸

SDL 図に誤りがあるかどうかを検証したときの思考軸を図2に示す。この図は、発信側手順による軸（X軸）と受信側手順による軸（Y軸）とを突き合わせ、通信が正しく行なわれるかを確認する作業において使用された思考軸とその用いられ方を示している。番号の付いている箱は、思考対象の位置を表わしている。たとえば、10番の箱では、発信側手順の着信応答受信と、着信側手順の着信応答送信とを思考対象としている。設計者の思考対象は、次のように変化した。

- (1) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 — 最初、発信側手順に従って思考し、着信側からのイベントを待つところ（7）まで進んだ。
- (2) 7, 6, 8, 9 — 次に、着信側手順に移り、復号化装置から発信側のアイドル状態から、ダイヤルに対応するイベント、着信を受け取り、符号化装置に対して着信応答を返すところ（9）まで検証した。

- (3) 9, 10, 11, 12 — 着信応答が送られてきたことにより、中断されていた発信側手順に戻り、思考が再開された。

4.4 思考軸に関する考察

- (1) 観察実験のプロトコル・データの分析により、仮定1「設計過程における思考は、思考軸に沿って行なわれる」が確認できた。
- (2) 仮定2「設計者は、局面ごとに思考軸を取り替えながら設計を進めている」についても、設計フェーズごとの作業の進み具合が、作業内容ごとに思考軸を替えて行われているということを確認できた。
- (3) 同質の思考軸を複数組み合わせ使用することがある（4.3参照）。
- (4) 設計過程の中で、思考軸が変更される理由と、その移行先として、以下のものが挙げられる。
 - 思考軸の終端まで思考した。
→ 次の軸に移る。
 - 思考を続けることに意味がなくなった。
観察実験中では、次のような例があった。
 - プロトコルにエラーがあった。
→ 対象知識を変更して、元の思考軸に戻る。
 - 他の案よりも評価結果が悪い。
→ 次の軸に移る。
 - 順序付けの観点が同じ思考軸を複数個組み合わせて使用しているときに、別な思考軸に移る。
→ 中断されていたペアの思考軸を再開する。
 - 外部から割り込みが入った。
→ 割り込みを終了後、元の思考軸に戻る。
- (5) 次の思考軸は何かは、1つ上位の思考軸によって決定される。
- (6) 思考軸として何を作成するかを決定するのは設計方法論である。方法論は、思考軸とそれに付随するルールとによって記述できる可能性がある。

5 おわりに

本論文では、思考軸という概念を提案し、通信ソフトウェア設計時の対象知識の変化を分析した。この記述により、設計フェーズごとの作業の進み具合が、作業内容ごとに思考軸を替えることにより行われていることがわかった。ただし、設計時には、対象以外にも、方法などの知識が必要であるが、この整理法については今後の課題である。

参考文献

- [1] Kant E, Newell A, “Problem Solving Techniques for the Design of Algorithms”, Information Processing & Management, Vol. 20, No. 1-2, 1984.
- [2] 甲 他, “言語プロトコル分析手法とそのインタラクティブな分析支援ツール”, 第3回ヒューマンインタフェースシンポジウム 3241, 1987.
- [3] 佐藤 他, “図式表現による通信ソフトウェア設計過程の整理方法”, 第37回情報処理学会全国大会論文集 5H-2, 1988.