

意味ネットワークを用いた設計過程の追跡

佐藤 隆、島 健一

ATR 通信システム研究所

ソフトウェア設計時の発話内容から設計対象システムの知識 (対象知識) を取り出す仕組みと、対象知識の抽出・追跡作業を支援するツール (思考過程追跡支援ツール) について述べる。この研究は、設計者の意図に沿ったソフトウェア設計の支援を実現するために行なっている。

対象知識の抽出・追跡は、(1) 設計者のプロトコルを収集し、意味ネットワークで表わす、(2) 対象知識に関する概念・行為・関係を抽出し、(3) 話題遷移の中心・方向を選定することにより行なっている。

思考過程追跡ツールは、対象知識を蓄積する対象知識ベースと、意味ネットワーク制御、編集、分析、実行、表示の各ツールから構成される。これらの手法とツールとを用いることにより、思考軸上の項目 (整理された設計対象の項目の並び) を機械的に生成できる見通しを得た。

A Study on a Software Design Process Tracing Method and a Support Tool using Semantic Network

Takashi SATO, Ken-ichi SHIMA

ATR Communication Systems Research Laboratories

Communication Software Department

Sanpeidani Inuidani, Seika-cho, Soraku-gun, Kyoto, 619-02, Japan

This article describes a extract method of target knowledge, software design knowledge from designer's verbal protocols, and a trace method of a designer's thinking process by a design subject analysis for realizing the intelligent software development environment.

Also, this article describes a tool (named thinking process tracing support tool) to support above methods. Extract and trace tasks of designer's intention are performed as following steps: (1) gather designer's verbal protocols, (2) extract concepts, actions, and relations from the verbal protocols, and represent semantic network. And (3) decide the focus and aim of subject shifting.

The thinking process tracing support tool is composed of (1) target knowledge base, (2) semantic network managemet tool, (3) protocol editing tool, (4) protocol analysis tool, (5) target knowledge execution tool, and (6) target knowledge display tool. By using this method and tools, the item of thinking process axis can be found.

1 はじめに

ソフトウェアの設計は、ユーザや問題を取り巻く環境などの外界からくる要求と、設計者自身のもっている知識とのインタラクションにより行われる。この時、設計者は設計過程の様々な場面で、関連のある知識のある観点(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。この順序に従って、情報提供やツール適用ができれば、計算機による知的なソフトウェア設計支援が可能となる。そのためには、ソフトウェア設計作業の分析を通じて、人間の思考過程を明らかにする必要がある。ここで、「知的な設計支援」とは、人間の思考の流れ、または設計者の意図にしたがい、設計者の作業を支援するという意味である。

設計者の思考過程に関する研究は、有澤[2]、Adelson、Soloway[1]、Guindon、Curtis、Krasner[5]らが行っている。これらの研究により、問題解決・一般設計のためのヒューリスティックが知られるようになった。

本研究は、ヒューリスティックと対象知識との関係を分析し、計算機に知的なソフトウェア設計支援を行わせるための機構を明らかにしようとするものである。我々は、計算機により設計者の要求を理解し、設計者の話題を追跡することにより、設計者の意図を見抜き、情報の再分類などの操作を自動的に行ない、適切な情報の提示を行なう、といった知的な設計支援を目的とした方法論を検討している。このためには、設計者の思考過程における対象知識および話題を収集、分析する必要がある。この分析結果を検討することにより、話題遷移についての知見を得ることが可能になる。

佐藤ら[10]は、ソフトウェア設計過程のプロトコル(設計者の発話内容)を分析することにより、設計者による対象知識の補完が、ランダムに行なわれるのではなく、特定の観点により順序付けられながら行なわれることを指摘した。この順序付けられたものを「思考軸」と名付け、その性質などについて検討してきた。

本稿では、思考軸を発見するために必要な、設計作業により変化する対象知識の変化を追跡するための手法、および追跡作業を支援するためのツールについて述べる。

2 話題の追跡

2.1 話題の遷移

設計者は、思考対象を次々に変化させ、設計を進めている。思考対象が変化することを話題遷移と呼ぶ。話題遷移の特徴、メカニズムを明らかにすることにより、ソフトウェア設計の知的支援に結び付けることができる。

本論文で使用する用語を簡単に説明する。

話題 — 設計者が思考対象としている設計対象ソフトウェアに関する概念または行為である。設計者のプロトコルから対象知識に関する概念または行為を取り出し、話題を推測する。

話題遷移の中心 — 話題が遷移するときの中心となる概念である。一連の話題にとって、共通な性質をもつ概念のうち、最小の範囲をもつものである。思考過程を大小の区間に分けることにより、話題遷移の中心が階層的に組み立てられる。

話題遷移の方向 — 話題と話題遷移の中心とを結び付ける性質と、話題が遷移する方向である。

文献[10]では、話題の並びを思考軸と呼んでいた。今回、その思考軸を生成するものとして、話題遷移の中心、方向を捉えている。

設計者の話題遷移に関する規則性を発見することにより、対象知識を整理する枠組みや、次の話題を推理する手法が導ける。また、知識整理の枠組みや話題推理の手法を用いて話題の検討に必要な情報を提示したり、各種設計用ツールの中から適切なものを選択し、選択した設計用ツールを適用することが可能である。このような支援を計算機に行なわせることにより、設計者の意図にもとづく知的な設計環境が構築できるものと考ええる。

2.2 追跡の手順

設計者の思考過程を分析するためには、プロトコルから設計対象システムに関する知識を取り出し、概念間の関係を形式的な書式で整理・保存し、分析の対象とする必要がある。そのための枠組みとして、意味ネットワークを用いる。

佐藤らによる研究[11]において、プロトコル中において表現される対象システムの動作(行為)を調査した。その調査結果を検討し、意味ネットワークで表現する内容を表1に示す7種類に限定する。

表1: 意味ネットワークにより表現する知識の型と属性

知識の型	属性
概念	名前
ISA 関係	上位知識、下位知識
HAS 関係	所有者、所有物
半順序関係	先行知識、従属知識 イベントの発生順、タスクの実行順を表現する。信号伝達経路の接続状態も表現する。
一般行為	行為者、名称 詳細に検討されていない行為を表現する。グループ化した行為もこれで表現する。
伝達行為	行為者、受け手、伝達道具、伝達対象 人-電話間、電話-電話間のメッセージ転送などを表現する。
変換行為	行為者、事前対象、事後対象 データの編集、状態の遷移を表現する。

プロトコル分析作業の全体の手順は、図1 のようになる。

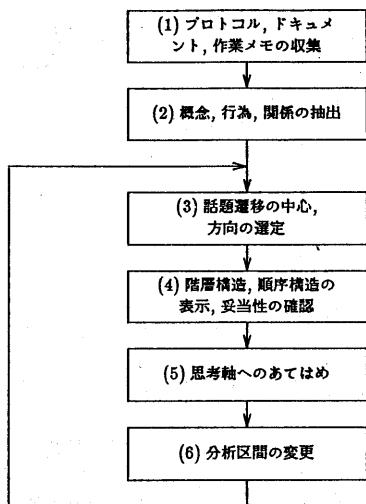


図1: 分析作業の流れ

(1) プロトコル、ドキュメント、作業メモの収集

設計作業を撮影したビデオから、設計者のプロトコルを取り出す。また、設計者により作成されたドキュメント、作業メモも収集する。

(2) 概念、行為、関係の抽出

プロトコルおよびドキュメント、作業メモから、対象知識に含まれる概念と行為、およびそれらの間の関係 (ISA 関係、HAS 関係、半順序関係) を時間順に抽出し、形式化する。

(3) 話題遷移の中心・方向の選定

思考過程の区間を区切り、その区間中での話題を取り出す。これらの話題に共通な性質を持ち、範囲が最小となる概念 (例外の少ない概念) を話題遷移の中心の候補とする。また、話題と話題遷移の中心との関係を推定し、話題遷移の方向とする。

(4) 階層構造・順序構造の抽出、妥当性の確認

話題遷移の中心や方向にしたがって、概念や行為の階層構造および順序構造を取り出し、話題遷移の中心・方向の妥当性を確認する。階層構造および順序構造は、ISA 関係および HAS 関係、半順序関係により作成される。

(5) 思考軸へのあてはめ

話題遷移の中心、方向から生成した話題の並びを思考軸とする。思考軸に割り当てられた話題をもとに、架空のプロトコルを生成し、違和感がないか確認する。

(6) 分析区間の変更

プロトコル分析の区間を変更して、上記の手順を繰り返す。区間を広くした場合には、話題遷移の中心を追跡し、より上位の話題遷移を取り出す。

3 分析例

以下に示す分析例は、「ダイヤルせずにかけられる知的電話機」を実際に設計した記録にもとづいている。詳しくは、文献 [9] を参照されたい。

3.1 通信シーケンス追跡の例

3.1.1 プロトコル

話題遷移の例として、電話機の正常通話シーケンスに沿って通信の流れを追跡する場面のプロトコルを例にとり、説明する。

P1 アイドル状態で、オフフック信号が来ると、

P2 「どこにおかけになりますか」と応え、

P3 アイドル状態から通話相手特定待ち状態に移る。

P4 この状態で、特定条件が入力される。

P5 特定条件が「さっきの所」以外ならば、

P6 特定条件により候補者を検索する。

P7 候補者数が1の場合、

P8 「お待ちください」と出力し、

P9 ダイヤリングする。

P10 相手情報を登録し、

P11 着信応答待ち状態に移る。

3.1.2 話題遷移の中心、方向

このプロトコルから対象知識を取り出し、話題を追跡すると、表2 のようになる。

また、対象知識を意味ネットワークで表現すると、図2 のようになる。図中、破線矢印は、半順序関係を表わす。また、概念は長方形、行為は楕円により表わす。たとえば、図中の伝達1は、

「アイドル状態の知的電話機がオフフック信号を受信する」

という行為を意味している。

プロトコル P1 および P2 における話題は、アイドル状態から、オフフック信号、「どこに…」と変化している。これにより、P1 から P2 の思考過程における話題遷移の中心は、アイドル状態の“知的電話機0”であると推定で

表 2: 話題遷移の中心、方向 (例 1)

プロト コ ル	話 題		話題遷移の中心 (方向)	
	概念	行為		
P1	アイドル状態、オフフック信号	伝達 1	知的電話機 (状態の遷移順)	知的電話機 (状態の遷移順)
P2	「どこに…」	伝達 2		
P3	アイドル状態、相手特定待ち状態	変換 3		
P4	相手特定待ち状態、特定条件	伝達 4		
P5	特定条件、「さっきの所」以外	—		
P6	「さっきの所」以外、候補者	変換 5		
P7	候補者数、1 個	変換 6		
P8	「お待ちください」	伝達 7		
P9	着信信号	伝達 8		
P10	相手情報	伝達 9		
P11	相手特定待ち状態、着信応答待ち状態	変換 10		
			次の話題へのつなぎ	

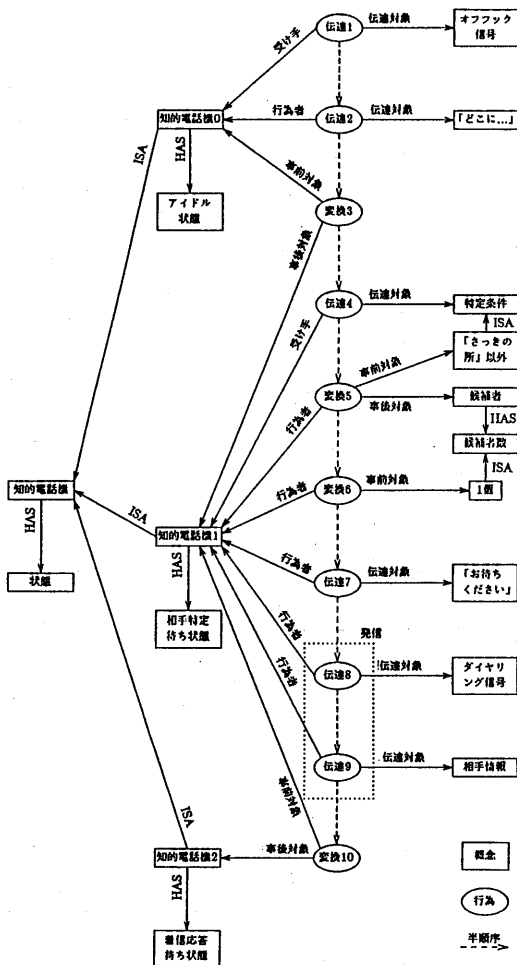


図 2: 対象知識の意味ネットワーク (例 1)

きる。また、話題遷移の方向は、タスクの発生順と推定できる。

次に、プロトコル P4 から P10 における話題は、相手特定待ち状態から相手情報へと変化している。この話題の変化により、P4 から P10 の思考過程における話題遷移の中心は、相手特定待ち状態の“知的電話機 1”であると推定できる。また、話題遷移の方向は、前と同じく、タスクの発生順と推定できる。

さらに、思考過程の分析範囲を拡大し、P1 から P11 までを対象にすると、話題遷移の階層性が現れてくる。この範囲での話題遷移の中心は、特定の状態を持つ“知的電話機 0, 1”から、それらの上位概念であるすべての状態を持てる“知的電話機”となり、方向も知的電話機の状態が遷移する順番となる。

また、プロトコル P3 および P11 は、話題遷移の中心の変化を予測するために重要なものである。この 2 つのプロトコルは、対象知識の意味ネットワーク (図 2) では、“変換 3”と“変換 10”とに解釈される。2 つのプロトコルが話題遷移の中心を変化させるプロトコルであるということは、対象知識を意味ネットワークにより表現したとき、容易に理解できる。“変換 3”の行為では、事前対象が現在の話題遷移の中心である“知的電話機 0”であり、事後対象が話題遷移の方向 (状態の遷移順) に合致した“知的電話機 1”となっている。

この P3、P11 のような話題遷移を告げるプロトコルを計算機に認識させることにより、P11 の次から、話題遷移の中心が着信応答待ち状態の“知的電話機 2”に代わり、話題遷移の方向がタスクの発生順であるということ予測できる。この予測を基に、着信応答待ち状態の“知的電話機 2”のタスクに関する情報を提示できる。

3.1.3 意味ネットワークと思考軸

通信の流れを追跡する時の思考軸は、図 3 のようになる (文献 [10] より)。

図 3 の上段の思考軸、すなわち“変更されたイベント、タスク発生順による思考軸”に着目する。思考軸上の項目、“アイドル状態”と“オフフック”とは、意味ネット

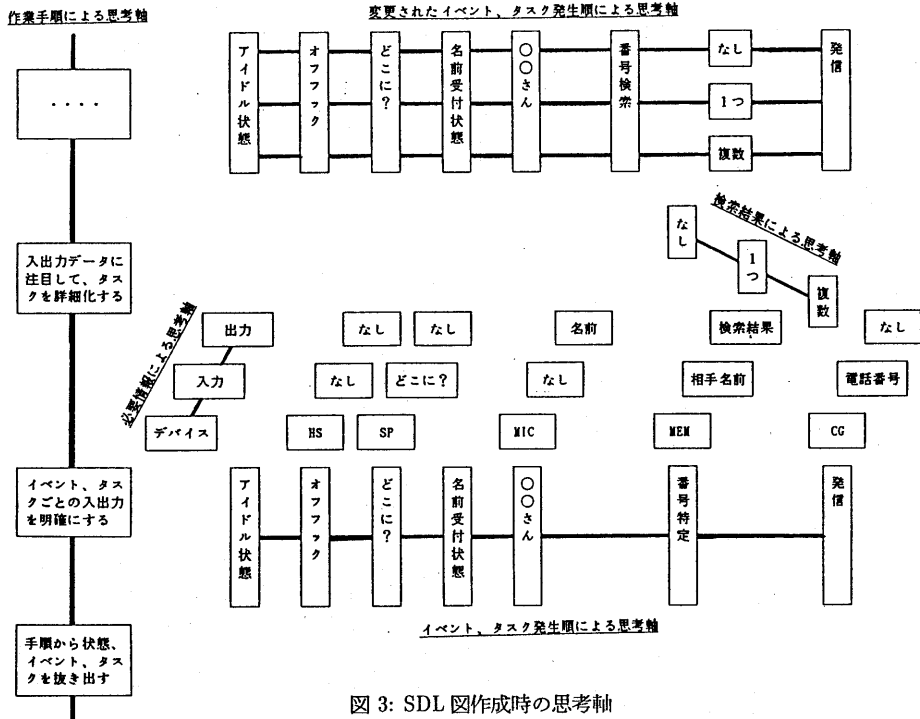


図 3: SDL 図作成時の思考軸

ワークでの“伝達1”の受け手と伝達対象とに相当する。さらに、思考軸上の“どこに?”は“伝達2”の伝達対象に、“名前受付状態”は“変換3”の事後対象(状態の名称が異なるが)に相当する。設計者は、意味ネットワークでの“伝達8,9”をまとめて、思考軸上の“発信”と呼んでいる。

対象知識を意味ネットワークにより表現することにより、思考軸上の各項目が選択される理由が明確になった。このケースでは、伝達対象を選択することにより、思考軸上の項目を設定できる。このように、話題遷移の中心と方向を知ることにより、対象知識の意味ネットワークから思考軸上の項目が話題という形で選択できる。このメカニズムを利用することにより、思考軸を計算機で機械的に生成できる可能性があることが判明した。

3.2 タスク抽出の例

3.2.1 プロトコル

話題遷移の例として、SDL 図(状態遷移とタスクを表現するダイアグラム[12])から符号化部のタスクを取り出す場面での設計者のプロトコルを示す。このプロトコルから対象知識を取り出し、話題を追跡すると、表3のようになる。

P1 復号化部に出力する信号として、

P2 オンフックしたら、切断信号、

P3 ここでも同様に、切断信号、

P4 相手特定待ち状態で着信したら、話中信号、

P5 「お待ちください」の後で、ダイヤリング、

P6 接続されたら(着信応答信号を受信したら)、呼出要求信号、

P7 途中で切ったら、切断信号、

P8 話中ならば、切断信号がある。

P9 さらに、条件再入力待ち状態で着信したら話中信号、

P10 残りは、オンフック信号による切断信号、

P11 こども、オンフック信号による切断信号がある。

P12 アイドル状態で着信したら、着信応答信号、

P13 オフフック信号が来ると、切断信号を送る。

P14 「～さんからです」と応えて呼出応答信号を送り出す。

3.2.2 話題遷移の中心、方向

この例における話題遷移の中心および方向は、表3のようになる。表3における発信側の伝達行為、着信側の

表 3: 話題遷移の中心、方向 (例 2)

プロト コル	話 題		話題遷移の中心 (方 向)	
	概念	行為		
P1	復号化部	—	受け手が符号化部の 発信側伝達行為 (発信側のシーケンス)	知的電話機 (発信側シーケンスから 着信側シーケンス)
P2	オンフック信号、切断信号	伝達 1, 2		
P3	オンフック信号、切断信号	伝達 3, 4		
P4	相手特定待ち状態、話中信号	伝達 5, 6		
P5	「お待ちください」、ダイヤリング	伝達 7, 8		
P6	着信応答信号、呼出要求信号	伝達 9, 10		
P7	オンフック信号、切断信号	伝達 11, 12		
P8	話中信号、切断信号	伝達 13, 14		
P9	条件再入力待ち状態、着信信号、話中信号	伝達 15, 16		
P10	オンフック信号、切断信号	伝達 17, 18		
P11	オンフック信号、切断信号	伝達 19, 20		
P12	アイドル状態、着信信号、着信応答信号	伝達 21, 22	受け手が符号化部の 着信側伝達行為 (着信側のシーケンス)	
P13	オンフック信号、切断信号	伝達 23, 24		
P14	「～さんからです」、呼出応答信号	伝達 25, 26		

伝達行為の区分は、設計仕様書の記述 (SDL 図) により設定した。

この例の対象知識を意味ネットワークで表現すると、図 4 のようになる。図中、破線矢印は、半順序関係を表わす。また、概念は長方形、行為は楕円により表わす。符号化部への実線矢印は、伝達行為の受け手を表わしている。符号化部以外への実線矢印は、伝達対象を表わしている。

プロトコル P1 から P11 までの思考過程における話題遷移の中心は、受け手が符号化部である発信側の伝達行為である。また、話題遷移の方向は、SDL 図のシーケンスに従っている。

プロトコル P12 から P14 までの思考過程における話題遷移の中心は、受け手が符号化部である着信側の伝達行為である。また、話題遷移の方向は、SDL 図のシーケンスに従っている。

これら 2 つの話題遷移の中心の上位に、発信側と着信側とのシーケンスを合わせた知的電話機のシーケンスがある。話題遷移の方向は、発信側シーケンスから着信側シーケンスである。

3.2.3 意味ネットワークと思考軸

符号化部のタスクを取り出す時の思考軸は、図 5 のようになる (文献 [10] より)。

例として取り扱ったプロトコルでは、符号化部以外を考慮していないため、図 5 の下段にある“タスク発見順の思考軸”の項目と、意味ネットワークで表現した話題とが一致していない。しかし、意味ネットワークによる分析をスピーカ部、記憶部に適用することにより、思考軸との対応を取ることができる。

また、図 5 の中段にある“デバイス別の思考軸”の符号化部に現われる項目を見ると、意味ネットワーク上で符号化部を受け手とする行為の伝達対象を抽出したものであることが判る。

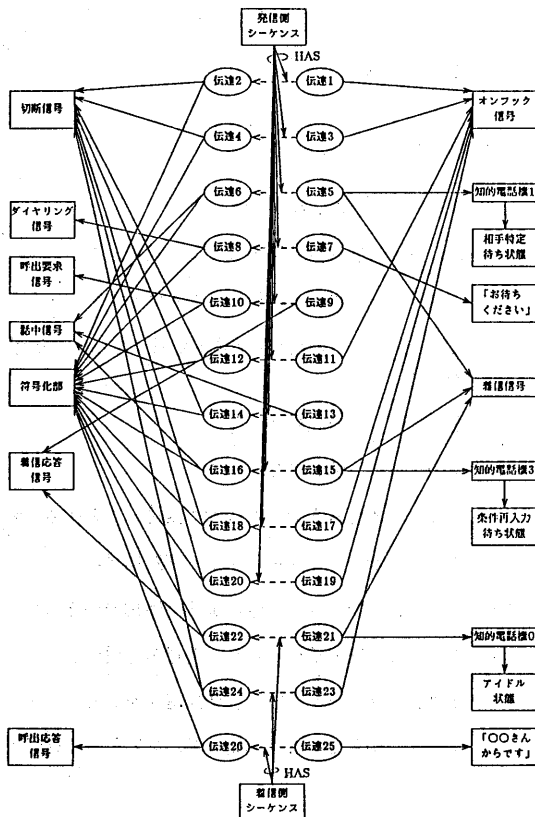


図 4: 対象知識の意味ネットワーク (例 2)

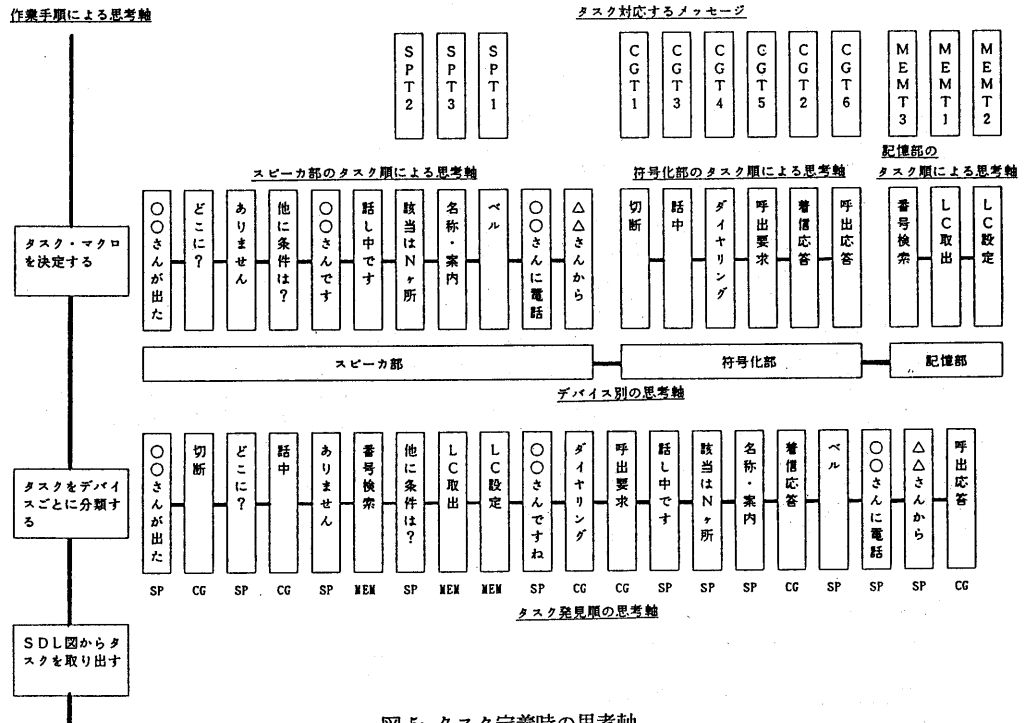


図 5: タスク定義時の思考軸

4 思考過程追跡支援ツール

話題遷移の様子を明確にするためには、大量のプロトコルを分析しなければならない。しかし、現段階では、遷移の様子を試行錯誤により求めている段階であるため、手作業に合うツールを作成している。

4.1 思考過程追跡支援ツールの構成

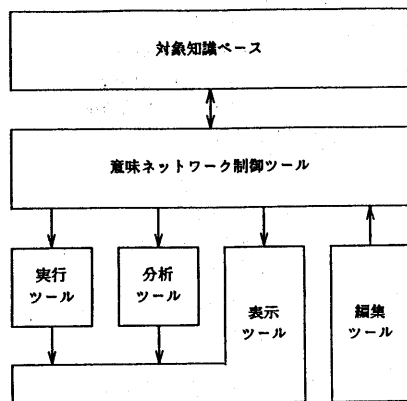


図 6: 追跡支援ツールの構成

現在、Symbolics 上で動作する思考過程の追跡作業を支援ツール (思考過程追跡支援ツール) を試作中である。この思考過程追跡支援ツールの構成を図 6 に示す。現在、これらのツールのうち、意味ネットワーク制御ツールと、編集ツール、表示ツールについて試作中である。

各ツールの機能、入出力などは、以下のとおりである。

対象知識ベース — プロトコル、およびドキュメント、設計メモから得られた対象知識を意味ネットワークの形式で保存する知識ベースである。概念、行為 (一般、伝達、変換)、関係 (ISA、HAS、半順序) で表現する。知識間の被参照関係も保存する。

意味ネットワーク制御ツール — 意味ネットワークで表現された対象知識ベースを操作する。基本機能として、対象知識の生成、削除、挿入、検索がある。検索では、概念の構造 (階層、半順序) による検索が必要である。また、対象知識のグループ化、分割の機能も必要である。

編集ツール — 日本語 (特に話し言葉) の解釈を計算機で行なわせることは難しい。そこで、プロトコルから対象知識の抽出は人手で行なう。編集ツールは、Symbolics のエディタ (Zmacs) をベースとして作成する。編集系ツールでは、下の作業を容易にする機能をエディタに追加する。

- 原文の正規化 (感動語の削除、用語の統一)

表 4: キーワードの意味と書式

キーワード	意味	書式
SECTION	作業の大分類	(SECTION No. 題名)
SHEET	設計時の設計メモ	(SHEET No. 題名)
SAY	設計者のプロトコル	(SAY No. 発話内容)
SUP	設計後のインタビュー	(SUP No. インタビュー内容)
OBS	観察者のプロトコル	(SAY No. 発話内容)
FRAG	得られた対象知識	(FRAG No. 知識表現)
:ISA	ISA 関係	下位概念 … :ISA 上位概念
:HAS	HAS 関係	所有者 :HAS 所有物 …
:AFTER	半順序関係	後知識 :AFTER 前知識 …
:BEFOR	半順序関係	前知識 :BEFOR 後知識 …
:ACTION	一般行為	:ACTION 行為名 :AGENT 行為者
:DELIVER	伝達行為	:DELIVER :AGENT 行為者 :INSTRUMENT 伝達道具 :RECIPIENT 受け手 :OBJECT 伝達対象
:CHANGE	変換行為	:CHANGE :AGENT 行為者 :PRE 事前対象 :POST 事後対象
:DOUBT	疑問の表出	知識 :DOUBT
:DEFER	解決の保留	知識 :DEFER
:COMPLETE	問題解決済み	知識 :COMPLETE
:USELESS	解決不要	知識 :USELESS

● 発話順の保存

● 意味ネットワーク断片の作成・更新

分析ツール — 特定の条件に当てはまる行為の抽出などがある。プロトコルから得られた意味ネットワークの変化を分析し、中心となる概念と変化の方向の解析を支援する。具体的には、話題遷移の中心、方向の候補探索、問題行動グラフ [8] (Problem Behavior Graph) の自動作成などを実現させる。

実行ツール — プロトコルから得た知識から時間順に架空のプロトコルを生成したり、指定したシナリオに従って再生する。話題遷移の中心や方向に係わる対象知識だけを時間順に再現する。また、話題遷移の中心、方向を与えて対象知識の変化をシミュレートする。

表示ツール — 話題遷移の中心や方向を与えて、概念や行為の階層構造を表示する。条件指定による表示量の減少、時間経過に沿った表示などの機能を考える。

4.2 思考過程追跡支援ツールの使用例

4.2.1 思考過程追跡の作業手順

思考過程追跡支援ツールを用いた、作業を以下に示す(図1 参照)。

- ソフトウェア設計過程より収集したプロトコルなどを編集ツールにより編集し、概念や動作、それらの間にある関係を取り出す。
- 編集ツールにより作成した対象知識を意味ネットワーク制御ツールを利用して対象知識ベースに登録する。

● 電話網

- 交換機
- 人間
- 電話機
 - ← 知的電話機
 - IP の要求仕様書
 - 変更履歴
 - 概要
 - システム構成
 - 機能
 - プロトコル
 - データ定義
 - ハードウェアインタフェース
 - IP の機能
 - ← Dial せずにかける機能
 - ← 音声 Dial 機能
 - ← 確実につなぐ機能
 - ← 留守番電話機能
 - ← 追っかけ電話機能
- IP の構成
 - 制御部
 - スピーカ部
 - マイロ部
 - フックスイッチ部
 - 符号化部
 - 復号化部
 - 記憶部

図 7: 階層構造の表示例

(SECTION 4 "通信の流れの追跡")
(SEET 4001 "経路の確認")

(SAY 1 "アイドル状態で、オフフック信号が来ると、")
(FRAG 1 "知的電話機 0" :HAS "アイドル状態")
(FRAG 2 :DELIVER :RECIPIENT "知的電話機 0" :OBJECT "オフフック信号")

(SAY 2 "「どこにおかけになりますか」と応え、")
(FRAG 3 :DELIVER :AGENT "知的電話機 0" :OBJECT "「どこにおかけになりますか」")
(FRAG 4 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 3 "アイドル状態から通話相手特定待ち状態に移る。")
(FRAG 5 "知的電話機 1" :HAS "相手特定待ち状態")
(FRAG 6 :CHANGE :PRE "知的電話機 0" :POST "知的電話機 1")
(FRAG 7 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 4 "この状態で、特定条件が入力される。")
(FRAG 8 :DELIVER :RECIPIENT "知的電話機 1" :OBJECT "特定条件")
(FRAG 9 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 5 "特定条件が「さっきの所」以外ならば、")
(FRAG 10 "「さっきの所」" "「さっきの所」以外" :ISA "特定条件")

(SAY 6 "特定条件により候補者を検索する。")
(FRAG 11 :CHANGE :AGENT "知的電話機 1" :PRE "「さっきの所」以外" :POST "候補者")
(FRAG 12 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 7 "候補者数が1の場合、")
(FRAG 13 "候補者" :HAS "候補者数")
(FRAG 14 "1個" :ISA "候補者数")
(FRAG 15 :CHANGE :AGENT "知的電話機 1" :PRE "1個")
(FRAG 16 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 8 "「お待ちください」と出力し、")
(FRAG 17 :DELIVER :AGENT "知的電話機 1" :OBJECT "「お待ちください」")
(FRAG 18 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 9 "ダイヤリングする。")
(FRAG 19 :DELIVER :AGENT "知的電話機 1" :OBJECT "ダイヤリング信号")
(FRAG 20 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 10 "相手情報を登録し、")
(FRAG 21 :DELIVER :AGENT "知的電話機 1" :OBJECT "相手情報")
(FRAG 22 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))

(SAY 11 "着信応答待ち状態に移る。")
(FRAG 23 "知的電話機 2" :HAS "着信応答待ち状態")
(FRAG 24 :CHANGE :PRE "知的電話機 1" :POST "知的電話機 2")
(FRAG 25 (:LAST :ACTION) :AFTER (:2ND-LAST :ACTION))
(FRAG 26 "知的電話機" :HAS "状態")
(FRAG 27 "知的電話機 0" "知的電話機 1" "知的電話機 2" :ISA "知的電話機")

図 8: プロトコルの編集例

- 分析ツールを用いて、話題遷移の中心、方向を抽出する。
- また、表示ツールにより階層構造、順序構造を表示し、確認する。
- 実行ツールにより、思考軸のあてはめの検証を行う。

4.2.2 編集ツールの例

編集ツールによりプロトコルを編集した例を図8に示す。図中の各キーワードの意味は、表4のとおりである。

4.2.3 表示ツールの例

図7に、試作中の表示ツールにより対象知識の階層構造を出力した結果を示す。図中、“・”は最上位概念を、“←”はISA関係を、“→”はHAS関係を意味している。

5 おわりに

本稿では、ソフトウェア設計時の発話内容(プロトコル)から対象知識を取り出して話題を追跡する手法と、意味ネットワークで表現した対象知識から話題遷移の中心・方向を取り出して思考軸上の項目を機械的に生成できる可能性とについて述べた。現在、話題の追跡手法を用いてプロトコルを分析し、対象知識ベースを構築しているところである。

今後は、思考過程追跡支援ツールにより、話題遷移のメカニズムを理解しようと考えている。また、設計者の思考を意味ネットワークに対する操作列で表現する枠組みを考えたいと思う。

最終的には、設計者の思考対象を理解し、予測することにより、設計者に必要な情報を自動的に提示し、適切なツールを自動的に適用し、各種の仕様(要求仕様、設計仕様など)を整理する知的な支援環境を提案したい。

参考文献

- [1] Adelson, B., Soloway, E., "The Role of Domain Experience in Software Design", IEEE Trans. Softw. Eng., Vol. SE-11, No. 11, 1985.
- [2] 有澤 誠, "プログラム作成過程分析の心理実験とプログラミング・ツールについて", 情報処理学会第21回プログラミングシンポジウム, Jan. 1980.
- [3] Ericsson, K. A., Simon, H. A., "Protocol Analysis: Verbal Reports as Data", The MIT Press, 1984.
- [4] Greeno, J. G., "A Study of Problem Solving", Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1978.
山口 他 訳, "問題解決の過程", サイエンス社, 昭和60年.
- [5] Guindon, R., Curtis, B., Krasner, H., "A Model of Cognitive Processes in Software Design: An analysis of Breakdowns in Early Design Activities by Individuals", MCC Technical Report STP-283-87, 1987.
- [6] Kant, E., Newell, A., "Problem Solving Techniques for the Design of Algorithms", Information Processing & Management, Vol. 20, No. 1-2, 1984.
- [7] Lindsay, P. H., Norman, D. A., "Human Information Processing: An Introduction to Psychology 2nd Edition", Academic Press, Inc., 1977.
中溝 他 訳, "リンゼイ / ノーマン 情報処理心理学入門 [第2版], II - 注意と記憶 -, III - 言語と思考 -, サイエンス社, 昭和60年.
- [8] Newell, A., Simon, H. A., "Human Problem Solving", Prentice-Hall, 1972.
- [9] 佐藤, 内田, 島, 門田, "設計過程における人間の思考過程の分析", 第36回情報処理学会全国大会論文集2R-6, 1988.
- [10] 佐藤, 島, 門田, "ソフトウェア設計過程における思考軸について", 情報処理学会 知識工学と人口知能研究会資料 62-8, 1989.
- [11] 佐藤, 島 "ソフトウェア設計過程追跡ツールに関する一考察", 第39回情報処理学会全国大会論文集4R-5, 1989.
- [12] CCITT, "Functional Specification and Description Language (SDL)", ITU Red Book, Vol. VI, Fascicle VI.11, 1984.