

協調作業型インタフェース

園田隆志

富士ゼロックス(株) 基礎研究所

直接操作型インタフェースと間接依頼型インタフェースを融合した協調作業型インタフェースを提案する。このインタフェースは、間接依頼型インタフェースとしての電子代行者がユーザと直接操作型インタフェースを共有する構成になっている。この協調作業型インタフェースは、1台のシステムを共有して複数人の作業者が行う協調作業のシミュレーションとなっており、協調作業における課題解決などの効果も引き継がれることが期待される。このインタフェースのプロトタイプシステムの概要を説明し、有効性も議論する。

Collaborative Manipulation Interface

Takashi Sonoda

Foundation Research Laboratory, Fuji Xerox Co., Ltd.

2274 Hongo, Ebina-shi, Kanagawa-ken, 243-04 Japan

In this paper, we propose a collaborative manipulation interface which includes an interface agent as the "dialogue partner" and a direct manipulation interface as the "tools". These tools are shared and collaboratively manipulated by the user and the agent. It is thought that this interface system simulates human cooperative works. This interface has the same properties as the cooperative works. We describe the benefits of the collaborative manipulation interface. A prototype system for the group schedule management is also developed.

1. はじめに

人が人と対話する、人が道具を操作する、この2つのことは日常の生活においてありふれた状況である。そして、この2つの状況は、コンピュータのユーザインタフェースをどのように考えるかという、2つの方向とも類似している。それは、コンピュータを人のように知的な秘書として考えようとする方向と、使いやすい道具として考えようとする方向の2つである。秘書として考えようとするインタフェースでは、めんどろな操作はもういい、とにかくやってほしいことをすぐ実行してくれる機械を目指している。機械が目標を理解し、それを操作に翻訳して実行するのである。すなわち、コンピュータ内の「あたまたのよい」知的な代行者に依頼を行う間接依頼型のインタフェースである[1][2][3]。一方、道具として考えようとするインタフェースでは、「わかりやすい」コンピュータを目指している。たとえば、メタファを利用した直接操作型インタフェースはこれにあたる[4][5]。これら2つのインタフェースは、それぞれに特徴をもつが、設計の仕方によっては、相補的な性格を表現することができる。この相補性を利用して、2つのインタフェースを組み合わせれば効果的なインタフェースになることが期待される。本報告では、協調作業にはこれら2つのインタフェースに対応する相互作用が存在することを指摘し、この協調作業を分析することで、2つのインタ

フェースを融合する方法を提案する。

2. 直接操作型インタフェースと間接依頼型インタフェース

それでは、直接操作型インタフェースと間接依頼型インタフェースの違いはどこにあるだろうか? 大きな違いの一つは、「仕事に対する知識」の位置である。コンピュータにユーザが向かうとき、ユーザにはコンピュータを使って行いたい仕事の目標があるはずである。そのコンピュータが、直接操作型インタフェースを持っていれば、ユーザは自分の目標をコンピュータへの手続きへと翻訳する。このとき、ユーザは、翻訳のために「仕事に対する知識」を持っていなければならない。一方、間接依頼型インタフェースであれば、ユーザは、目標を直接コンピュータに伝える。このときは、コンピュータ内の代行者(ここでは、「電子代行者」と呼ぶことにする)が、「仕事に対する知識」を持っていて、ユーザの目標を手続きへと翻訳し、仕事を行う。したがって、直接操作型インタフェースは「手続き型」であり、間接依頼型インタフェースは「目標型」といえることができる。図1は、2つのインタフェースにおける「仕事に対する知識」の位置を示している。

このように、直接操作と間接依頼の2つのインタフェースはそれぞれに特徴をもっている。この2つのインタフェースを組み合わせることでより効果

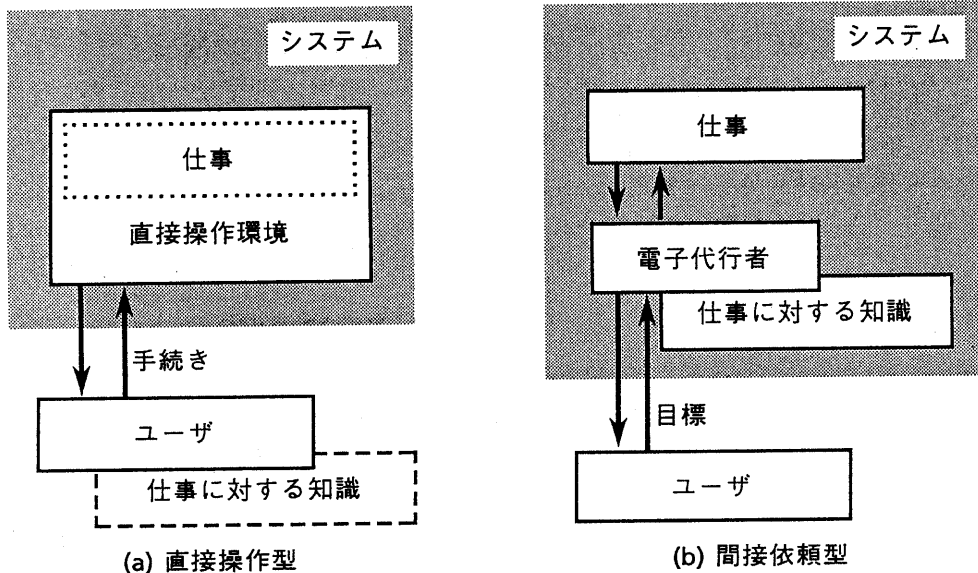


図1. 直接操作型インタフェースと間接依頼型インタフェース

的インタフェースが実現されることが期待される。しかしながら、単に2つのインタフェースを並べただけであればユーザの混乱を引き起こすことにもなってしまうだろう。次の章で2つのインタフェースを融合させる方法と、融合したインタフェースの特徴について述べる。

3. 協調作業型インタフェース

先に上げた2つのインタフェースの大きな違いの一つは、「仕事に対する知識」を機械に持たせるか、ユーザが持つかという違いであった。ところで、これらの2つのインタフェースを組み合わせることは、インタフェース環境を今よりずっと豊かなものにするはずである。例えば、直接操作型インタフェースでは、モデル世界のなかの道具を使って、ユーザ自身がタスクを遂行しなければならなかった。先に述べたように、この場合ユーザには仕事の遂行に関連した様々な知識や技能をもつことが要求される。仕事の種類によってはどうしても自分自身でしなければならないことや、自分にしかできないこともある。しかし、そうでない場合も多い。このような場合、間接依頼型の知的な電子代行者がいれば、ユーザは自分がしたくないことや、できないことを彼らに委ねることがで

きるし、また、場合によっては、互いに知識を補い合いながら共同で作業を進めることができるようになるだろう。これらの2つのインタフェースを、ユーザに混乱を与えずに融合する何らかの方法が必要とされる。

ところで、これら2つのインタフェースは、2人の作業者が1つのシステムを共有して行う協調作業においては自然に使い分けられている。以下では、この種の協調作業を議論し、2つのインタフェースを融合する方法を検討する。

3.1. 2人の作業者による協調作業

図2に示すような、2人の作業者が1つのシステムを共有して行う協調作業を考えてみよう。そのような協調作業の流れのなかから、一人の作業者(A)を中心とした状況を取り出してみる。このとき、この作業者(A)からみたとき次の2つの相互作用が考えられる。

(a) 人と人との間の相互作用

1人の作業者(A)は他の(共同)作業者(B)へ、いま行おうとしている作業の目標を伝える、そのとき、作業者(B)へ伝えた目標が何らかの処理を加えられて返されることを、作業者(A)は期待する。

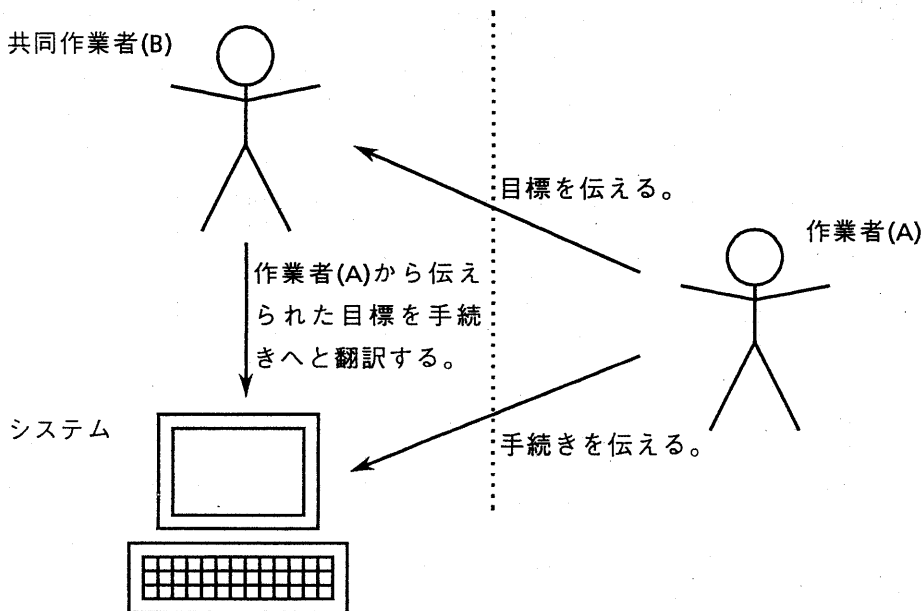


図2. 2人の作業者が1つのシステムを共有して行う協調作業の一側面

(b) 人とシステムとの間の相互作用

1人の作業者が、いま行おうとしている作業の目標からシステムへの操作への翻訳をおこない、システムを操作する。そのとき、システムが操作の結果を正確に表現することを、作業者Aは期待する。

すなわち、他の作業者に対する間接依頼のインタフェースと共有されるシステムに対する直接操作のインタフェースである。したがって、協調作業においては、作業者は意識しないが、2つのインタフェースが使い分けられているということになる。

3.2. 協調作業型インタフェース

複数人の作業者が1つのコンピュータを共有して共同作業を行うとき、ある1人の作業者からみれば、そこで発生する相互作用は、2種類のインタフェースに対応していることが分かった。そこで、協調作業をシミュレートすれば、自然な形で1つのインタフェースのなかに先の2つインタ

フェースが取り入れられることになるだろう。Hutchinsらによっても同じ構成のインタフェースは、提案されている[6][7]。しかしながら、彼らは、ユーザとエージェントの相互作用という点を、明確には指摘していない。

図3は、このインタフェースの概念図である[8][9][10]。このインタフェースを採用すれば、ユーザと電子代行者が直接操作型インタフェース(直接操作環境)をリアルタイムで共有し、相手とツールの相互作用を随時観察したり、その相互作用に割り込んだりすることができるので、次のような効果が期待できる。

- (a) ユーザは、電子代行者の操作を観察することで、直接操作型インタフェースに表象されていない操作を知り、また対象世界のさまざまな制約に気づくことができる。さらに、直接操作型インタフェースの使いかたも学習できる。
- (b) ユーザは、電子代行者の操作に割り込みつつ、協調的にタスクが遂行できる。このとき

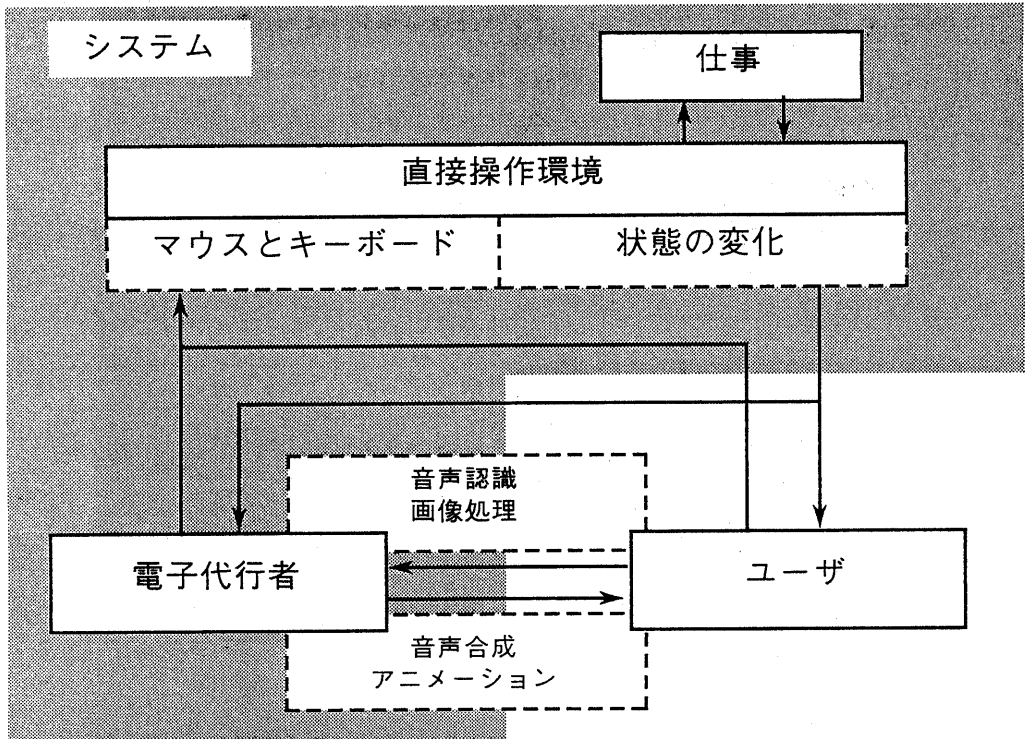


図3. 協調作業型インタフェースの概念図

ユーザは、直接操作型インタフェースを指さしながら電子代行者に指示を与えるといったマルチモード対話が可能になる。電子代行者もユーザの知識を学習できる。

このように、ユーザとシステムの協調作業を可能にしているという意味で、我々は、このインタフェースを、「協調作業型インタフェース」と呼ぶことにする。以下の章では、この協調型インタフェースシステムについて説明する。

4. 協調作業型インタフェースシステムの試作

この章では、協調型インタフェースを実現する方法について述べる。さらに一部試作を行ったので、それについても説明する[9]。

ここでとりあげようとする課題は、会議参加者のスケジュール調整である。会議を開催しようとするときには、さまざまな要素がからんでくる。出席者、場所、日時などである。これらのすべてが満足されるように会議が設定できれば問題はないが、どこかに不都合が生じてくることがある。全員出席できる時間では、会議室が予約できない。

あるいは、会議室が予約できる時間には全員の出席はむりだ、といったことはよくあることである。そのとき、調整役の人は、いろいろな要件を考慮して会議を設定しなければならない。小さなグループミーティングのような会議であれば、全員が参加できるように調整するであろうし、50人や100人の会議であれば、むしろ、それだけの人数が収容できるような部屋を捜すことが先決であろう。また、外部からの講師を招いての講演会であるならば、講師の方の都合が、すなわち、日時が優先されるであろう。

このように、会議の開催には、さまざまな要素がからんでいる。また、どの要件が優先されているかはいつも同じではない。あるときには出席者が、また、あるときには日時が重要である。会議開催の一般的な知識と、その会議がどのような会議であるかという知識が必要とされるのである。

4.1. 直接操作環境としてのスケジュールツール

スケジュール・ツールは、本来、スケジュールを登録したり、登録したスケジュールや会議室の予約状況を確認できるようにするために導入したも

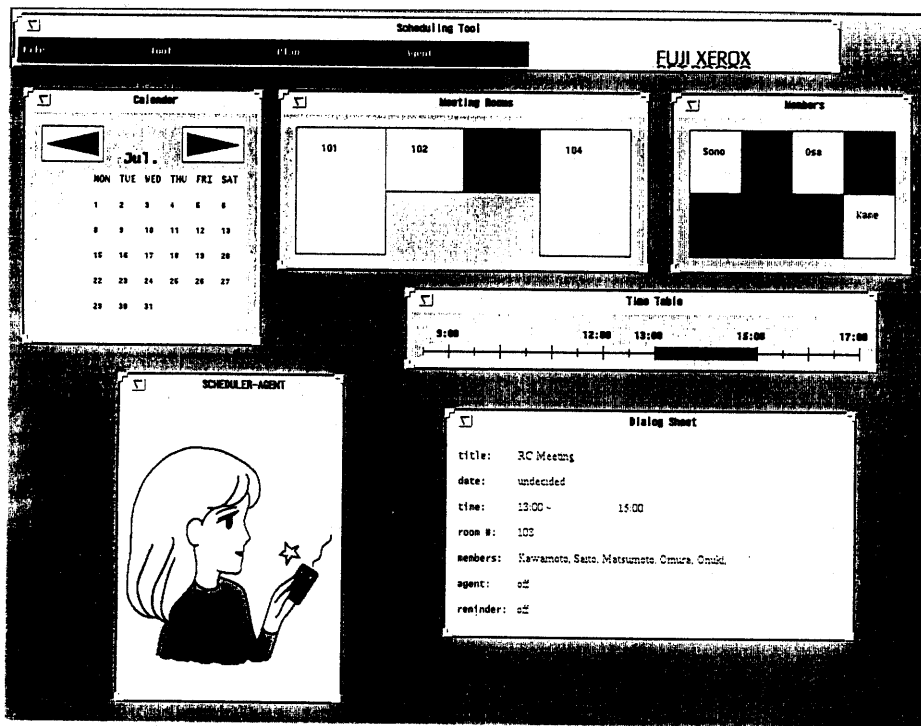


図4. 協調作業型インタフェースの画面

のであるが、これを利用して会議開催の日取りの決定や会議室の予約なども行なうことができる。

協調型インタフェースにおいて、ユーザと電子代行者はツールを共有し対話を進める。ツールの役割は、状況をユーザと電子代行者に正確に伝えることである。そのときに、ツールは、状況から得られる情報を加工しない。判断を含む処理はすべてユーザと知的な電子代行者に任されている。

図4は、今回試作したスケジュールツールのすべてのウィンドウを表示している。カレンダー、時間、出席者、会議室を表す4つの調整ウィンドウとキーボードから入力するためのダイアログシートウィンドウのおおきく5つのウィンドウから構成される。上部の横長のウィンドウは、メニュー選択で入力できる補助メニューである。左下のウィンドウは電子代行者ウィンドウで、これについて

- 01 EA: 「ご用件をおしゃってください」
- 02 U: 「調整、UIミーティング」
- 03 EA: 「UIミーティングの調整ですね」
- 04 U: 「はい」
- 05 EA: 「それでは、今後2週間の範囲で調べてみます」(ダイアログ・シートのtitle欄に“UI Mtg”とタイプインした後、電子代行者はポインターを使って、カレンダーなどのツールを操作しながら探索を行なう)
- 06 EA: (ツールとダイアログ・シートに結果表示)「見つかりました。10月27日火曜日、午後1時半から、A101会議室で開催できます。登録なさいますか」
- 07 U: 「はい」
- 08 EA: (補助メニューから「登録」を選択し)「登録いたしました。他にご用はございますか」
- 09 U: 「いいえ」
- 10 EA: 「それでは、お仕事がんばってください。ごきげんよう」(画面上から消える)

図5. ユーザ(U)と電子代行者(EA)の対話例

は次節で説明する。これらのツールは、互いにリンクされ、あるツールのある項目を指定すると、他のツールの表示がダイナミックに変化するようになっていく。ウィンドウはすべてを表示する必要はない。たとえば、会議室の空きだけを調べる場合、会議室ウィンドウは表示しなくてもよい。

4.2. 間接依頼型インタフェースとしての電子代行者

直接操作型インタフェースであるスケジュールを使って行う作業は、すべて電子代行者に依頼して実行することができる。電子代行者の存在は、ユーザが特に目標主導な問題解決を行う際に効力を必要とされる。これは、ユーザと電子代行者との対話が、主として音声を使って進められことに起因している。たとえば、電子代行者は、「今後1ヵ月の間で、メンバー、会議室、開催時間の条件を完全に満足するような日時を探し出して、そのすべてを報告せよ」というような要求に答えることができる。このようなタスクでは、スケジュールツールを操作するよりも、電子代行者に頼んだ方が速い。以下では、音声対話を中心に電子代行者のアクションについて簡単に述べることにする。

ダイアログ設計上の工夫点として、以下の4点があげられる。①コマンドと引数の連続的な入力と、組合せ型のコンファメーション方式、②デフォルトの多用による入力の簡略化(例えば、探索条件などはすでにプランのタイプ毎に規定してある)、③音声入力の要請に対してユーザが応答しない場合には、電子代行者の方から、例えば、「登録ですか」、「調整ですか」、「検索ですか」などと尋ね、応答を促す。④ユーザは、「停止」、「バイバイ」、「さよなら」と発声することでも電子代行者との音声対話を打ち切ることができる。

4.3. 協調作業型インタフェースの操作

ミーティングの日取りの決定と、会議室の予約を行なう際のユーザと電子代行者との対話例を図5に示す。ここでは、図4のように、すでに必要なツール類が表示されているものとする。

協調型インタフェースの操作環境は、初めは直接操作の環境となっている。ユーザは、前節で説明した直接操作環境で作業を進める。その時に、操作方法が分からなくなった時や、だれかに代行してもらいたい作業が発生した時に、電子代行者を呼び出す。電子代行者の呼び出し方は、「ハナコ(電子代行者の名前)」と名を呼びかけてもよいし、「登録、X会議」と、直接用件を伝えてもよい。呼び出された電子代行者はディスプレイ上に登場

し、間接対話の環境が始まる。

対話に入るとまず、電子代行者へ用件を伝える。用件は、X会議、Yミーティング、Zプロジェクトなどの対象となる用件名と、登録、検索、調整、削除、などのコマンド名を含んでいる。この時に、「検索、X会議」と同時に入力してもよいし、片方づつ入力してもよい。片方しか入力せずに黙っていると、電子代行者は空いている方の項目を推測し、用件のコンファメーションに進む。両方の項目ともユーザが何も話さないと、対話の進め方をユーザが知らないと電子代行者は判断し、「用件をおっしゃってください。」と対話の方法を教えると同時に、発話をうながす。用件の入力終了するか、電子代行者を呼び出す時に用件をすでに伝えている場合は、用件のコンファメーションに進む。

コンファメーションは、誤認識の対策として取り入れた。用件の入力を終わると、電子代行者は「X会議の調整ですね?」のように確認する。間違いないければ、「はい」と同意し、誤っていれば「Yミーティング」のように、間違っている方を訂正する。両方間違っていれば、両方とも訂正する。

コンファメーションが終了すると、検索する日時の範囲や会議への参加メンバーなど、実行するのに必要なデータを電子代行者から提案する。ユーザは、変更があればその内容を伝える。データの修正などが終了し、必要なデータが揃うと、課題を遂行し始める。課題の遂行過程は、電子代行者が直接操作環境のツールを使うことで提示する。

課題が目的どおり実行できたら実行結果をユーザへ提示する。もし、課題が目的どおり実行できなかった場合は、日時や参加メンバーなどの条件を変更して課題を再び実行する。条件を変更して目的が達成されれば実行結果を提示し、それでも達成されなかった場合は課題の実行はあきらめて終了する。

5 おわりに

本論文では、コンピュータの代表的なインタフェースである直接操作型と間接依頼型を融合した協調作業型インタフェースを提案した。

1台のシステムを共有し複数人の作業がおこなう協調作業には、2つの種類のインタフェースが存在することを示し、さらに、その2種類がコンピュータのユーザインタフェースの直接操作と、間接依頼に対応付けられることを議論した。協調作

業型インタフェースは、この協調作業をシミュレートした構成になっており、協調作業における課題解決などの効果も引き継がれることが期待される。

この論文で述べたすべての機能がプロトタイプシステムで実現されている訳ではない。現在、プロトタイプシステムを改良試作中であり、今後、ユーザと電子代行者による相互作用の効果を評価する予定である。

6. 謝辞

この論文は、富士ゼロックス(株)松本文隆氏、大村賢悟氏、亀井光久氏との共同研究による成果を含んでいる。プロトタイプシステムの試作の一部は、(財)パーソナル情報環境協会FRIEND21プロジェクトの一環として行われている。

7. 参考文献

- [1] B. Laurel, Interface Agent: metaphors with character, in B. Laurel (ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design* (Addison-Wesley, Reading, Massachusetts 1990) p.355
- [2] A. Kay, Computer Software, *Scientific American*, Vol.251, no.3, p.52 (1984)
- [3] 海保博之、原田悦子、黒須正明、「認知的インタフェース」、新曜社、1991年
- [4] B. Shneiderman: Direct Manipulation: A Step Beyond Programming Languages, *IEEE Computer*, August (1983) p.57
- [5] E. D. Hutchins, J. D. Hollan, and D. A. Norman: Direct Manipulation Interface, in D. A. Norman and S. W. Draper(eds) *User Centered System Design* (Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey 1986) p.87
- [6] E. D. Hutchins: Metaphors for Interface Design, in M. M. Taylor, F. Néel, and D. G. Bouwhuis(eds.) *The Structure of Multimodal Dialogue* (Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1989) p.11
- [7] M. M. Taylor, F. Néel, and D. G. Bouwhuis: Introduction: Dialogue and Multimodal Dialogue, in M. M. Taylor, F. Néel, and D. G. Bouwhuis(eds.) *The Structure of Multimodal Dialogue* (Elsevier Science Publishers, Amsterdam 1989) p.3

- [8] 園田、亀井、松本、大村: 直接操作と間接依頼
インタフェースの融合—ユーザとエージェントによる協調作業—、第45回(平成4年後期)
情報処理学会全国大会予稿集(5)、3T-06、1992
年
- [9] 大村ほか: ダイレクト・マニピュレーション環
境へのインタフェース・エージェントの導
入、第8回ヒューマン・インタフェース・シンポ
シウム論文集、1992年、p.105
- [10] T. Sonoda, F. Matsumoto, K. Omura, and M.
Kamei: Coodinating an interface agent with
diect manipulation envionments, in G.
Salvandy and M. J. Smith(eds.) *Human-
Computer Interaction: Softwae and Hadware
Inteface* (Elsevier Science Publishers,
Amsterdam 1993) p.927