

インタラクションの初期における受動的情報提示手法

水口 充 竹内 友則 倉本 到 渋谷 雄 辻野 嘉宏

京都工芸繊維大学

ユーザがシステムをあまり使用していないような状態において、システム側からユーザに働きかけることでユーザがシステムを使用することを促す「受動型インタラクション手法」を提案する。また、働きかけのタイミングの効果を検証するために、入力装置の操作量から推測されるユーザの忙しさを参照してユーザの興味をひきそうな情報を自動的に切り替えて順次提示していくスケジューラソフトウェアを実装した。定量的な結果を得るには到っていないが、適切なタイミングでの働きかけ、および、ユーザの忙しさを参照することに効果があることが分かった。

Passive Information Prompting in Early Interaction Stages

Mitsuru Minakuchi, Tomonori Takeuchi, Itaru Kuramoto,
Yu Shibuya, and Yoshihiro Tsujino

Kyoto Institute of Technology

We propose “passive interaction styles”, the system prompt the user to operate the system actively in early interaction stages that the relationship between the user and the system has not been established well. To investigate effects of prompting timing, we have implemented a scheduler software that provides prospective information one by one automatically to the user referring the user’s busyness estimated by the amount of manipulation on input devices. Though quantitative results have not been derived, it was found out that prompting the user on proper timing and referring user’s busyness are effective.

1 はじめに

現在、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) などの直接操作による対話型システムが広く利用されている。しかし、対話型システムはユーザの操作に応じてシステムが応答する形態であるため、ユーザは何らかの処理結果を得るためには能動的に操作を行う必要がある。逆に言うと、ユーザは何らかの操作を行わない限り何も得られない。

このため、次のような状況においては、従来の対話型システムは有効に機能しにくいと考えられる：

- ユーザは操作を行って見ないと得られる結果が分からないため、試行錯誤的に操作を行わなければならないことがある。このことはユーザに

対して、操作の失敗に対する不安や、所望の結果が得られなかった場合の煩雑さを与えることになる。この問題はユーザが利用しているアプリケーションソフトウェアに詳しくない場合などに顕著となる。

- パソコンの初心者が何をしたいのかが明らかにせずにパソコンを使おうとするような場合や「何か面白いものが見たい」というような漠然とした要求しか持っていない場合のような、目的を明確にしていない状況ではユーザは何から手を付けてよいのか分からない。すなわち Norman の行為の 7 段階理論 [8] において「ゴールの形成」や「意図の形成」の初期のステップが実行できない状況である。

- ユーザがリラックスしている状況では操作を行うこと自体が煩雑に感じられるであろう。例えば見たいテレビ番組を探すためにキーワードを入力して検索するような操作は一般的には受け入れられがたいと予想される。
- PDA や携帯電話などのモバイル機器が普及してきており、いつでもどこでもコンピューティングを利用できる環境が整ってきているが、従来の GUI におけるポインタやキー操作は常時利用できるとは限らない。すなわち、入力手段が貧弱であるために高度な操作を行うことができないことや、ユーザが歩行中や車の運転中などの操作することが困難な状況があるためである。

一方、人工知能やエージェントなどによる自動実行型のシステムも多数提案されている [4]。しかし、ユーザの意図を推測することは困難であるため、完全な自動実行は不可能に近い。何よりも、自動実行した結果がユーザの所望のものとは異なってしまった場合にはユーザは不快に感じるであろうし、自動実行システムへの信頼を損ねることになりかねない。

以上の課題に対し文献 [7] では、システムがユーザに対して選択候補を自動的に提示していき、ユーザは必要な候補が提示されたときに選択するという、提示型ユーザインタフェースを提案した。この手法によれば、ユーザは結果を確認して選択するので、操作に詳しくなくても所望の結果を得ることができる。また、基本的にはユーザは所望の結果が提示されるのを待って選択ボタンを押すだけであるので、ユーザは積極的に操作する必要はないし操作を煩雑に感じることも少ないと考えられる。更に、提示された選択候補を待つ受動的な操作と、積極的に選択候補を探す能動的な操作とを類似の操作でシームレスに統合することによって、操作に対するモチベーションの変化に対応できることを示した。

しかしながら、提示型ユーザインタフェースにおいては、ユーザが提示された選択候補に気付くことを前提としていた。すなわち、システムはユーザの興味や状況とは無関係に選択候補を提示しており、ユーザの興味に合った選択候補の絞り込みは検索などのユーザの能動的な操作に頼っていた。よって、選択候補の数が増えると能動的な操作の比重が高くなるという問題があった。

また、所望の選択候補を選択し損ねることのない

ようにするためには、ユーザは提示された選択候補を見逃す、あるいは聞き逃すことのないように注意を払い続ける必要があった。これはユーザに負荷を与えることになりかねない。

そこで本稿では、提示型ユーザインタフェースの考え方を発展させ、ユーザがシステムとあまり関わっていないインタラクションが疎な状態において、システム側から積極的に働きかけてインタラクションが密な状態への移行を促す、受動型インタラクション手法を提案する。また、同手法の効果を検証するために、入力装置の操作量から推測されるユーザの忙しさを参照して提示する情報を決定するネットワークスケジューラを実装して評価を行ったので報告する。

2 受動型インタラクション

本稿では受動型インタラクション¹を、次の特徴を持つものと定義する：

1. ユーザとシステムとのインタラクションが疎な状態において、システム側から積極的に働きかけてインタラクションが密な状態への移行を促す。
2. 働きかけ方はできるだけユーザの邪魔をしないことが望ましい。但し、警告などのユーザが受け入れるべきである指示についてはこの限りではない。
3. インタラクションが疎な状態においては、ユーザが極力能動的に操作を行わなくてもよいように、シンプルな操作手段のみを提供する。一旦インタラクションが密な状態に移行した後は、従来の対話型システムなどのような、ユーザが使いやすいインタフェースに移行すればよい。
4. 最終決定権はユーザに残す。自動実行によってユーザの手間を軽減した場合でも最終的な確認はユーザが行う。また、自動実行の際には実行の条件や過程などをユーザが知ることができるようにしてユーザの不安を取り除くようにする。

受動型インタラクションはユーザへの働きかけを特徴としているが、インタラクションが疎な状態で

¹ 受動型インタラクションはシステムが積極的に働きかけることを特徴としているが、ユーザ中心の観点から「受動型」と呼ぶことにする。

は操作に対するユーザのモチベーションは高くないので、ユーザに対して押し付けにならないように働きかけなければならない。このために、上記の2番目の働きかけ方について、次の事柄に留意する必要がある：

いつ働きかけるか できるだけユーザの邪魔をしないためには、ユーザが働きかけを疎ましく感じないようなタイミングで働きかけるのがよい。一般的にはユーザが忙しいときには疎ましく感じやすいと考えられるが、忙しくても必要な働きかけであれば問題は無いであろうし、逆に忙しくないからといってくつろいでいる状況を邪魔されるのは疎ましい。ユーザにとって意義のある、すなわち、働きかけを受け入れたいくなるようなタイミングが重要であると考えられる。

どこで働きかけるか せっかく働きかけてもユーザが気付かないのでは意味がないので、ユーザが認識することのできる場所で働きかける必要がある。しかし、例えばユーザが作業中で注視している画面に割り込んで表示するような、強制的な働きかけ方は疎ましく感じられるであろう。スクリーンセイバのように、アイドル状態の出力機器を利用するのが良いと考えられる。あるいは、単独の出力機器しかないような場合では、タスクバーや画面の片隅に表示するような、邪魔にならないような出力とするのが良いであろう。

どのメディアで働きかけるか ユーザの邪魔をしないようにするには、ユーザが注意を払っていなくても認識でき、また、必要の無い働きかけを容易に無視できるような形態がよい。

視覚情報による働きかけは、ユーザが見ないと認識できないという問題があるので、内容を注視しなくても働きかけがあったことを認識できるようにすることが望ましい。例えば動きや色などの変化を利用してユーザの注意をひくことが考えられる。画面による表示以外にも、ライトの点灯やロボットの動きのような実物体を利用してユーザの注意をひくようにしても良いかもしれない。

一方、聴覚情報はユーザが特に注意を払っていない場合でも認識することができるが、騒音のある環境や、音を鳴らすことがはばかれる環境

では利用しにくいであろう。聴覚情報は人声と非人声に分けられる。人声は内容を注意して聞く必要があるためユーザの邪魔になりやすいが、ある程度の情報を盛り込むことができる。逆に、非人声は情報量は少ないもののユーザの邪魔をしにくい。EARCON[2]のように音階や音色で情報を表現する方法も提案されている。

視覚情報や聴覚情報以外にも、嗅覚や触覚も利用することができるであろう。例えば、匂いを提示することによって離れた場所の状況を伝えるコミュニケーション支援方法[9]や、様々な感覚を利用する五感インタフェースの手法[3][12]などが提案されている。

どのようにして働きかけるか 上述の提示型ユーザインタフェースにおいては選択候補を提示することによってユーザに働きかけた。ある操作に対して得られる結果のプレビューを選択候補とすれば、ユーザは所望の結果を確実に得ることができる。また、ユーザが興味を持ちそうな情報の手がかりを選択候補とすれば、ユーザ自身が明確に認識していない潜在的な興味を想起することができるし、ユーザの興味の対象が変化していくことにも追従することができる。

あるいは、ウィザードとして知られるように、選択可能なオプションを順次提示してユーザに所望のオプションを選択させることによって操作をナビゲーションする方法を利用することも考えられる。この方法ではユーザは得られる結果を予測することは難しいが、システムの設定などの、結果を見てもユーザが理解しにくい操作対象に関しては、有効であると考えられる。

以上説明した受動型インタラクションを実現する、理想的なシステムの構成の一例を図1に示す：

- ユーザはPCなどの据え置き型の端末や、PDAや携帯電話などのモバイル端末を状況に応じて使い分ける。将来的にはウェアラブルコンピュータや実世界指向ユーザインタフェースによる常時利用可能なコンピューティング環境を利用するかもしれない。ユーザが作成したり編集したりしたデータはユーザデータとして管理される。
- ユーザ監視部は上述の端末によるユーザの操作履歴やカメラやGPSなどの各種センサによって得られたユーザの状況などによってユーザの

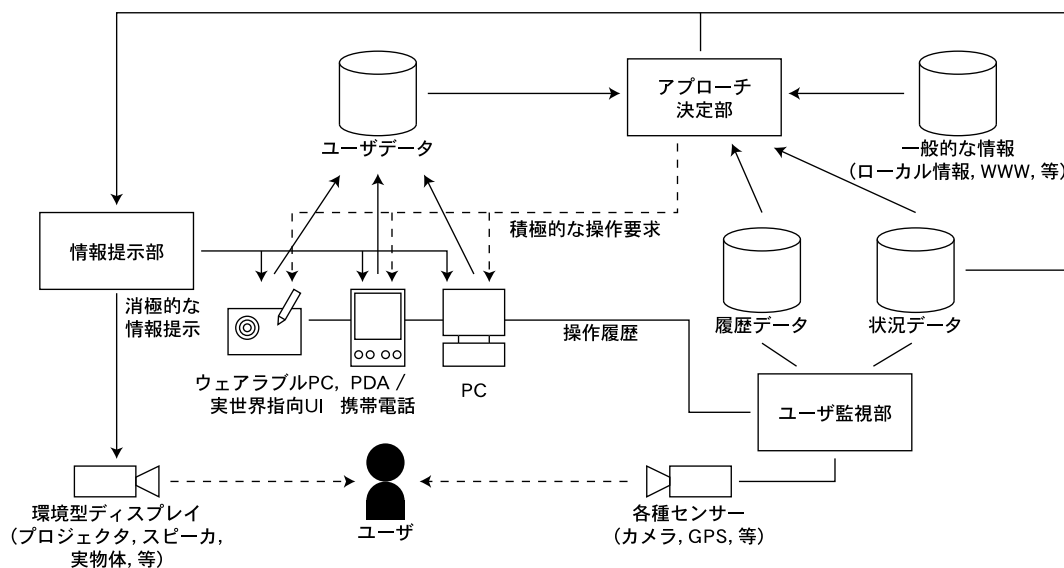


図 1: 受動型インタラクションシステムの例

活動状況をチェックし、ユーザが現在置かれている状況に関するデータ(状況データ)と、今までのユーザの操作や状況に関するデータ(履歴データ)とを生成して蓄積する。状況データはシステムがユーザにいつ、どこで働きかけるかを決定するために参照され、履歴データはユーザに働きかける内容を予測するために参照される。

- アプローチ決定部はユーザに対してどのように働きかけるかを、ユーザデータ、状況データ、および履歴データを参照して決定する。さらに、ユーザの状況と照らし合わせたりユーザに提示して働きかけるために、ユーザに限定されない一般的な情報も参照する。

アプローチ決定部が決定したユーザへの働きかけがユーザが受け入れるべきである指示などの、ユーザに対して積極的に操作を行うことを要求するものであれば、ユーザが使用中の端末を通じて働きかければよい。

- アプローチ決定部がユーザに情報を提示するような消極的な働きかけを行うことにした場合は、情報提示部は状況データを参照してアプローチ決定部が決定した情報を、どのメディアを通じて提示するかを決定する。提示する装置はユーザが操作する端末以外にも、壁面に投影するプ

ロジェクタ、スピーカ、人形等の実物体などの環境型ディスプレイでもよい。

この例のように、受動型インタラクションはウェアラブルコンピュータやユビキタスコンピューティングのような常時利用可能なシステムに特に適していると考えられる。なぜなら、これらの常時利用可能なシステムを利用すればユーザの活動に応じてきっかけを与えることができ、またユーザは直ちに密なインタラクションへと移行できるので、日常の活動を支援することができるからである。

以上のようにして、ユーザはシステムを積極的に使っていないような状況でシステムの働きかけに対して応答する形でシステムを使い始めるので、所望の処理を直ちに行うことができるし、所望の結果を試行錯誤することなく得ることができる。

3 働きかけのタイミングの検証

2章では受動型インタラクションの定義を説明したが、中でも、ユーザにいつ働きかけるかは、ユーザが働きかけを有用と感じるか、あるいは疎ましく感じないかということに最も影響するので、受動型インタラクションにおいて最も重要な要因であると考えられる。そこで、受動型インタラクションによるスケジューラソフトウェアを実装して、ユーザに

働きかけるタイミングを決定する方法およびその効果について検証することにした。

3.1 実装

我々は受動型インタラクションによって次のような特徴を実現できると考えた：

- ユーザがスケジューラの操作をしなくても、将来どのような予定があるのかを通知できる。
- 新たに入力、あるいは修正されたスケジュールをユーザに知らせる。
- 未入力の項目を持つ不完全なスケジュールデータを提示して入力を促す。
- 以上の働きかけを、ユーザの状況に応じて適切なタイミングで行う。

我々は本スケジューラを、各ユーザのスケジュールデータを管理するサーバと、各ユーザが利用する端末上で動作するクライアントとから構成される、ネットワーク型のマルチユーザスケジューラとして実装した。この構成によりユーザは任意の端末からスケジューラサーバにアクセスすることができるので、ユーザが利用中の端末でシステムからの働きかけを行うことが可能になる。また、他のユーザのスケジュール登録も可能とすることで、自分の知らないスケジュールデータの内容も提示されることによってスケジューラからの働きかけの意義を増すことを図った。

さらに、図1におけるユーザ監視部として、キーボードおよびマウスの操作量からユーザの忙しさを検出する手法 [10] を利用した。この手法ではユーザの忙しさを「忙しい」「どちらでもない」「暇である」の3段階で検出する。ラフではあるが、働きかけに対する判断はユーザが行うことを考慮すると精度の良い検出は必要ではなく、この程度で十分有効であると判断した。

図2にクライアントの画面例を示す。クライアントはスケジュールデータの一覧を表示するためのカレンダーウィンドウ（図2A）と、ユーザに対してスケジュールデータを提示して働きかけを行うための提示ウィンドウ（図2B）² とから構成されている。

カレンダーウィンドウにはそれぞれのスケジュールデータを表すボタンが、スケジュールの開始時刻の

² 図の例には後述の評価実験用のボタンも含まれている。

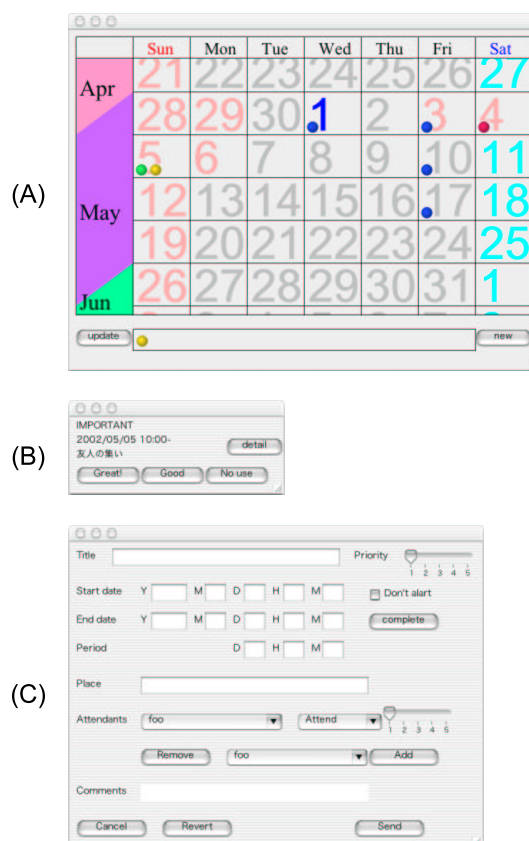


図2: クライアントの画面例。(A) カレンダーウィンドウ、(B) 提示ウィンドウ、(C) スケジュールウィンドウ。

位置に表示される。このボタンをクリックすると、そのスケジュールデータの内容がスケジュールウィンドウ（図2C）に表示され、ユーザは詳細を確認、あるいは変更することができる。

提示ウィンドウは開始時刻が将来あるいは未定のスケジュールデータを自動的に切り替えて表示していくことで、ユーザにスケジュールの存在を気付かせるように働きかける。この働きかけ方について、以下のような方針で上述の特徴を実装した：

- ユーザが容易に提示された内容を確認できるように、提示ウィンドウでは開始時刻、タイトル、および提示の理由（あれば）のみを表示する。また、提示中のスケジュールデータの詳細を参照するためにスケジュールウィンドウを開くためのボタンを設けて、ユーザの積極的な操作を支援する。

- ユーザの状況にあわせた働きかけを行うために、ユーザの忙しさに応じて提示の対象とするスケジュールデータの範囲を切り替える。ユーザが忙しい時には開始時刻が間近に迫っている緊急度の高いスケジュールデータおよび、新たに入力あるいは更新されたスケジュールデータのみを提示の対象とする。ユーザが暇な時にはすべてのスケジュールデータを提示の対象とする。どちらでもないときにはスケジュールデータ毎に設定された重要度が所定の値以上のデータのみを提示の対象とする。
- 緊急度の高いスケジュールデータを提示するときにはユーザが忙しいときでも見逃すことがないように、提示ウィンドウを最前面に出すようにする。
- ユーザにとって意義のあるスケジュールデータを優先的に提示するために、次のような方針で提示のタイミングを決定する：提示対象となるスケジュールデータはそれぞれ一定の時間だけ順次切り替えて表示されていく。それぞれのスケジュールデータが少なくとも1回提示される期間を1ターンと呼ぶ。データ毎に次の各項目に従って重要度および緊急度を加味した提示ポイントを算出する：新たに入力あるいは更新されたデータか否か、未入力の項目の数、スケジュールデータに設定された重要度、開始時刻までの時間。各データはこの提示ポイントに応じた回数だけ1ターンに提示される。1ターン内に提示される順序はランダムである。以上のようにして、提示ポイントが高いデータほど高確率でユーザが見ることを期待できる。

3.2 評価

上述のスケジュールデータの提示による受動型インタラクションの効果を検証するため、本スケジューラを研究室内で運用し、ユーザによる評価を収集している。

ユーザが評価を入力するために、「とても役に立った」「まあまあ役に立った」「役に立たなかった」の3段階の評価ボタンを図2Bのように提示ウィンドウ内に設けた。必ずしもこれらの評価ボタンを押す必要はないが気付いたときには押してもらおうようにユーザに指示した。提示ウィンドウによるスケジュール

	条件1	条件2	条件3
評価 高	9 (7, 3, 1, 0)	21 (14, 6, 3, 1)	9 (1, 7, 3, 0)
評価 中	6 (0, 3, 0, 0)	24 (1, 13, 6, 1)	17 (1, 7, 6, 0)
評価 低	3 (0, 0, 0, 1)	20 (11, 0, 3, 5)	2 (1, 0, 0, 1)
詳細	2 (1, 1, 1, 0)	10 (1, 1, 7, 1)	7 (0, 2, 2, 0)

表 1: 提示ウィンドウ内の各ボタンが押された回数。括弧内は各ボタンが押されたときに提示されていたスケジュールデータが次の各条件に合致していた回数：左から順に、開始時刻が1時間以内の緊急度の高いデータ、重要度が中間の値よりも大きいデータ、未入力の項目を含むデータ、新たに入力あるいは更新されたデータ。

データの提示履歴およびユーザの操作履歴はログとして記録される。

また、重要度あるいは緊急度を表わしている提示ポイントに従って提示のタイミングを決定することの効果、および、ユーザの忙しさを参照して提示の対象とするスケジュールデータの範囲を切り替えることの効果を検証するため、(条件1)ユーザの忙しさの検出結果を参照する(条件2)ユーザの忙しさの検出結果を参照しない(条件3)スケジュールデータをランダムに提示する、の3つの提示の条件を用いることにした。ユーザには各条件を1週間ごとに切り替えてスケジューラを利用してもらった。また、順序効果を排除するために条件の順番はユーザごとに異なるようにした。

それぞれの実験条件ごとに評価ボタンおよび詳細ボタンが押された回数を表1に示す。なお、提示されたスケジュールデータの総数に対して評価ボタンが押された回数は1%弱であった。また、評価ボタンが押されたのはユーザが暇であると判定されたときが大半であった(評価ボタンが押された回数の約90%)。

現在までに収集できた実験結果ではサンプル数が少ないため条件ごとに有意な差は認められていないが、傾向としては次のようなことが言える：

- 条件1および条件2において「とても役に立った」の評価がなされた提示は、スケジュールの開始時刻が間近に迫った緊急度の高いものが多かった。一方、条件3においては緊急度が高いだけでなく重要度も高いスケジュールの提示が

高い評価をなされる傾向にあった。

- 逆に「役に立たなかった」と評価されたのは緊急度が高くても重要度が低いスケジュールが多かった。
- スケジュールが新規のものであるか否かはユーザの評価には影響していないようであった。
- 未入力項目数はユーザの評価には影響していないようである。しかし、提示ウィンドウの詳細ボタンが押されたのは、未入力項目が含まれているスケジュールデータが提示されている時が多かった。

また、次のようなユーザのコメントが得られた：

- 何らかのスケジュールが順次提示されるのは便利に感じた。逆に何も出ていないと不安に感じるようになった。
- スケジュールの開始時刻の直前に提示されるのは便利であった。
- 遠い将来のスケジュールが提示されても余り嬉しくない。半月後まで程度が適切に感じられた。スケジュールごとにどれくらい前から提示するかを決められるとよい。
- 作業を少し中断しただけで必要のないスケジュールが提示されるように感じた。
- 未入力項目が含まれているスケジュールは、まだ内容が決まっていないのに入力を促すように提示されることが多く、あまり意義を感じなかった。
- 朝、仕事を始める際に当日の予定が提示されると便利であった。

3.3 議論

定量的な結果はまだ得られていないが、ユーザの評価の傾向およびコメントからは、間近に迫ったスケジュールの提示や当日の予定の提示などの、適切なタイミングでの働きかけが有効であったことが分かった。

一方、ユーザの忙しさを参照していることについては、評価実験の結果からは不明であるが、ユーザのコメントからは効果は高いものの影響はあることが分かった。但し、今回利用した方法による忙しみの検出精度がそれほど高くなかったため、効果

が現れにくかった可能性もある。忙しみの判定基準を最適化したり別の手法を導入することで、効果を高めることが可能と考えられる。

また、一層ユーザの状況にあった働きかけとするためには、ユーザの忙しさだけでなく、別の情報も参照するのが良さそうである。例えば、スケジュールの内容を参照して準備に要する時間を見積もり、開始時刻に間に合うように働きかければ、不必要に遠い将来のスケジュールを提示する必要がなくなる。あるいは、受信した電子メールの内容を参照して、スケジュールに関連する内容であれば関連するスケジュールを推測して提示、あるいは新規入力を代行するようにして働きかければユーザが複数のシステムを連係して利用することを支援できる。

ユーザへの働きかけは登録されたスケジュールだけでなく、有用と推測される情報も含めることも考えられる。例えば場所に地名が入力されているスケジュールに対して、宿や切符の候補や当日の天気予報などの関連情報を提示するようにして、関連する作業（予約や荷物の準備）を行うように働きかけることができる。

4 関連研究

ユーザインタフェースエージェント [4] には、ユーザの意図の推測の確度が低い場合には予測される操作をユーザに提案する方法を採っているものが多い。受動型インタラクションは、この方法をユーザとシステムとのインタラクション全般に、特にインタラクションが疎な状態に応用するものであると言える。ただし、従来のエージェントの手法は出来るだけ予測の精度を高めて代理実行することを目指しているが、受動型インタラクションが対象とする状況においては完全な予測は困難であるとの前提の元に、予測が外れてもユーザの邪魔をしないようにすること、また、実際の操作はユーザ自身が行うようにすることが、従来のエージェントの手法とは異なっている。

ユーザの操作を予測する手法としては、人工知能やエキスパートシステムによる推論の他、ユーザの操作履歴や明示的に与えられた例データから予測あるいはプログラムを生成する予測/例示インタフェース手法 [6] がある。また、ユーザの好みを他のユーザの好みの傾向から推測するコラボラティブ

フィルタリング [1] は、ウェブ上のショッピングサイトで顧客におすすめの商品を提示することに実際に利用されている。これらの手法は受動型インタラクションにおけるシステムからの働きかけを決定するために利用できる。

本稿での検証のために実装したスケジューラアプリケーションに関しては、スケジュールの開始を通知する機能を持ったアプリケーションは多数存在するが、常に何らかの情報を提示してユーザに働きかけるものではない。一方、作業の進捗状況にあわせて計画を調整するグループウェアに関する研究 [11][13] の手法や、構造化された内容の電子メールを自動フィルタリングする方法 [5] は、前述のような、一層ユーザの状況にあった働きかけとするための方法として利用できる。

5 おわりに

本稿では、ユーザとシステムとのインタラクションが疎な状態においてシステム側から積極的に働きかけてインタラクションが密な状態への移行を促す受動型インタラクション手法を提案し、その定義付けと考慮すべき項目について議論した。また、スケジューラソフトウェアを実装して、受動型インタラクションにおける働きかけのタイミングの効果の検証を試みた。定量的な結果はまだ得られていないものの、適切なタイミングでの働きかけ、および、ユーザの忙しさを参照することに効果があることが分かった。

今後、より多くの実験データを収集して定量的な結果を導く予定である。また、電子メールとの関係や、関連情報を提示して働きかけるような機能拡張、あるいは提示ウィンドウ以外のユーザへの働きかけの方法を実装して、受動型インタラクションの効果を検証していく予定である。

参考文献

[1] Billsus, D. and Pazzani, M. J.: Learning Collaborative Information Filters, Proceedings of the International Conference on Machine Learning, pp. 46–53 (1998).

[2] Brewster, S. A.: Using Nonspeech Sounds to Provide Navigation Cues, ACM Transactions on Computer-Human Interaction, Vol. 5, No. 3, pp. 224–259 (1998).

[3] 広田 光一, 廣瀬 通孝: 五感情報通信の実現に向けて～触覚および嗅覚情報の伝達～, 情報処理学会研究報告 HI-98, Vol. 2002, No. 38, pp. 13–18 (2002).

[4] Maes, P.: Agents that reduce work and information overload, Communications of the ACM, Vol. 37, No. 7, pp. 30–40 (1994).

[5] Malone, T. W., Grant, K. R., Tubak, F. A., Brobst, S. A. and Cohen, M. D.: Intelligent information-sharing systems, Communications of the ACM, Vol. 30, No. 5, pp. 390–402 (1987).

[6] 増井 俊之: 予測 / 例示インタフェースの研究動向, コンピュータソフトウェア, Vol. 14, No. 3, pp. 4–19 (1997).

[7] 水口 充, 梅本 あずさ, 柴尾 忠秀, 浦野 直樹: 提示型ユーザインタフェースの実装と評価, コンピュータソフトウェア, Vol. 18, No. 1, pp. 13–27 (2001).

[8] ノーマン, D.A.: 誰のためのデザイン?, 新曜社 認知科学選書, pp.74–80 (1990).

[9] 椎尾 一郎, 美馬 のゆり: Meeting Pot: アンビエント表示によるコミュニケーション支援, インタラクション 2001 論文集, pp. 163–164 (2001).

[10] 竹内 友則, 渋谷 雄, 辻野 嘉宏: 遠隔コミュニケーションのためのアウェアネス情報の検出法と提示法, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2001 予稿集, pp. 581–584 (2001).

[11] 垂水 浩幸, 喜田 弘司, 柳生 弘之, 石黒 義英: エージェントによるワークフローの動的再計画, 情報処理学会論文誌, Vol. 39, No. 7, pp. 2361–2369 (1998).

[12] 鉄谷 信二, 野間 春生, 柳田 康幸, 杉原 敏昭, 内海 章, 川戸 慎二郎, 萩田 紀博: 体験 Web と五感メディア, 情報処理学会研究報告 HI-98, Vol. 2002, No. 38, pp. 19–24 (2002).

[13] 塚田 晃司, 岡田 謙一, 松下 温: オフィスワークにおける効果的な時間管理手法の一提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 38, No. 2, pp. 359–369 (1997).