

機関番号：12605

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700130

研究課題名（和文）ユーザ状態の推定と表出機能による遠隔会話パートナー間の円滑な会話開始支援

研究課題名（英文）Supporting for Acceptable Dialog Start based on User Interruptibility Estimation and Ambient Information Presentation

研究代表者

田中 貴紘（TANAKA TAKAHIRO）

東京農工大学・大学院工学研究院・助教

研究者番号：80451988

研究成果の概要（和文）：本研究では、人に優しい情報システムの実現を目的として、ユーザのPC操作履歴からPC作業中の忙しさを推定し、外部からの割り込み（話しかけや情報提示）要求が発生した場合には、忙しさに応じた割り込みタイミング・提示方法を制御する、会話開始支援システムを実現した。評価実験により、特別なセンサを用いずとも、ユーザの忙しさを3段階で推定可能であること、アバタの視線運動で話し掛け代行が可能であることを示した。

研究成果の概要（英文）：In this study, we implemented the support system for acceptable dialog start. Our system has two main functions; the user interruptibility estimation function based on PC operation records during PC work and the controlling function of interrupt timing / displaying way using avatar's gaze control, mutual gaze and joint attention. We experimentally confirmed the availability of the estimation and the gaze control.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,500,000	750,000	3,250,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：知的エージェント

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報・データベース

キーワード：知的ヒューマンインタフェース, エージェント, 割り込み拒否度, ユーザ状態推定

1. 研究開始当初の背景

近年、インターネットの普及やユビキタスコンピューティング環境が整備されるに従い、ユーザがシステムから随時情報提示される機会が増えてきている。しかし、情報提示タイミングや頻度にユーザの作業状況が適切に反映されておらず、ユーザは提示情報の確認のために思考を度々中断されるという問題が指摘されている。そのため、情報シ

テムが却ってユーザの知的生産性を低下させる可能性が懸念される。特に、職場や自宅において、インスタントメッセージングツールによるコミュニケーションが広く行われるようになったが、このコミュニケーションでは、“何か他の作業をしながら、会話もする（multi-tasking communication）”ことが一般的であるため、他ユーザへの話し掛けが、意図せず相手の作業を妨害することが懸念

される。

(1) 情報提示制御にユーザの作業状況を適切に反映するため、キー入力やマウス操作などの PC 操作量から、作業中のユーザの状態推定を行う研究には、幾つかの先行研究がある。しかし、思考を主とする知的作業へは対応出来ず、知的作業をも考慮したユーザ状態推定が望まれる。

(2) ユーザ状態推定は、本質的に推定誤差を避けられず、従来の音やポップアップウィンドウのような割り込み方法では、誤って割り込み可能と推定した場合にユーザの作業を阻害することが懸念されるため、割り込み方法の検討も必要である。また、推定値の有効期間は数秒程度と考えられ、かつ、いつ変化するか予測困難な状態変化を待ち続けることは、ユーザの負担が大きくなるため、システムによる支援が必要と考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、PC 作業時のユーザ作業を阻害しない情報システム実現に向け、(1) ユーザの PC 使用状況からユーザ状態を推定する手法を確立し、(2) エージェントによるオンラインコミュニケーションにおける会話開始支援へ適用することで、円滑な会話開始を支援するための基幹技術を築くことを目的とする。

3. 研究の方法

(1) ユーザの割り込み拒否度推定法

従来研究において、PC 操作量のみから、知的作業をも反映した忙しさを推定することは容易ではなかった。われわれは、作業が一段落したときには、作業内容にかかわらず集中度が一時的に低下し、割り込みに対する拒否度も低下する可能性が高いと予想した。そこで、利用アプリケーションの切り替え

(AS) 情報を作業の切り替わりと見なし、ユーザの主観的な割り込み拒否度と AS の関連を実験的に検討した。実験では、図 1 に示す実験用システムを用いて、10 名の被験者から研究室環境・自宅環境における PC 作業履歴 40 時間分を収集し、また、作業中の被験者に割り込みを掛け、その時の割り込み拒否度を回答させた。拒否度の評価値は、“1: 全く問題ない” から “5: 非常に嫌だ” の 5 段階で回答させた。その結果、AS 時の割り込み拒否度は NAS (同一アプリケーション継続使用) 時と比較して有意に低く ($p < 0.01$)、AS 時の割り込みは、NAS 時に比べ受け入れられ易いという予想を支持する結果であった。容易に検出可能で、かつ拒否度の平均値が低い AS を情報提示タイミングとすることで、統計的によりリスクの小さい情報提示が実現されると期待された。一方で、高拒否度の AS も存在するため、より低い拒否度の AS

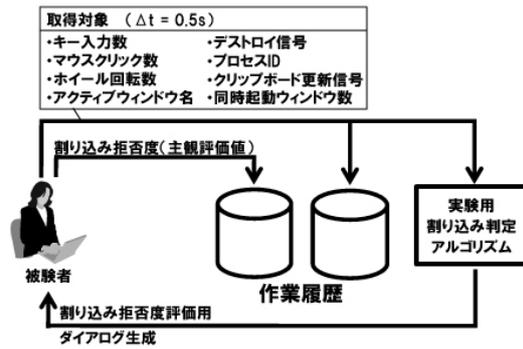


図 1. 実験用システムの構成

を検出する必要も指摘された。

そこで、本研究課題では、20 代学生 8 名を被験者として研究室環境にて PC を 1 時間以上使用させ、計 12 時間分のデータを収集し、AS 時の割り込み拒否度推定方法の検討を行った。AS 発生時の作業履歴の詳細な分析を行い、表 1 に示すような、AS 時拒否度に影響を与える 19 個の特徴を選定した。各特徴の拒否度への影響は、AS 前後の同時起動ウィンドウ数の増減状況によって異なることが確認されたため、増加時 (作業開始)・減少時 (作業終了)・無変化時 (作業継続) の三つの状況ごとに推定式を設定した、特徴数に基づく AS 時割り込み拒否度推定法を提案した。

表 1. AS 時拒否度に影響を与える特徴

状況	拒否度の変化	特徴	
		ID	特徴名
増加時	高く	A	ウィンドウ増加
		C	ウィンドウ増加傾向
		G	親子遷移
		I	2 分以内の再使用
		O	継続 15 秒以上
		P	AS 前キー操作
		R	2 分間操作率
		S	2 分間操作種類
増加時	低く	K	シェルから遷移
		N	継続 2 分以上
無変化時	高く	F	クリップボード更新
		I	2 分以内の再使用
		L	2 分以内シェルへ再遷移
		M	2 分以内シェルから再遷移
		P	AS 前キー操作
		Q	AS 前マウス操作
		R	2 分間操作率
		S	2 分間操作種類
無変化時	低く	N	継続 2 分以上
減少時	高く	R	2 分間操作率
	低く	B	ウィンドウ減少
		D	ウィンドウ減少傾向
		E	デストロイ信号
		H	親子遷移
		J	シェルへ遷移
		N	継続 2 分以上
S	2 分間操作種類		

(2) エージェントによる会話開始支援機能
 本研究で提案した AS 時割り込み拒否度推定法の提案を利用し、ユーザから会話開始要求を受けたエージェントが、ユーザの代わりに対象ユーザに対して自律的に働き掛けを行うことで、ユーザの負担を軽減し、話し掛ける側と掛けられる側の双方の作業を阻害しない円滑な会話開始支援機能を実現する。

エージェントを介した会話開始までの流れは次の通りである。まず、ユーザが話し掛けたい相手(対象ユーザ)との会話開始をエージェントに要求すると、エージェントは対象ユーザへの働き掛けを開始する。エージェントは、対象ユーザの PC 操作を逐次モニタしているため、AS の発生を瞬時に認識し、それに合わせた働き掛けを行うことが可能であり、また、要求元ユーザは、実際に会話が開始されるまで自身の仕事を行うことができる。対象ユーザへの働き掛けは、人間が日常的に行っている、「話し掛けたい相手の様子をまず伺う行動」により行う。具体的には、エージェントは、アバタの視線制御による働き掛けを行う。対象ユーザの NAS 時には要求元ユーザのアバタを用いて共同注視を行い、AS 時には視線交差を行うことで、会話開始要求への対象ユーザの気付きを促す。そして、このアピールに気付いた対象ユーザから、要求元ユーザへ発話が行われることで、会話が開始される。対象ユーザが実際に忙しい場合には気づかない程度のアンビエントな働き掛けを行うことで、推定誤差が存在する場合であっても、対象ユーザの作業を阻害し難い働き掛けが実現可能である。

エージェントによる会話開始要求アピールは、対象ユーザの作業状況に応じ、共同注視と視線交差の2種類の視線制御方法を用いて行う。図2に対象ユーザの状態と制御方法の対応を示す。

- ・共同注視: 対象ユーザが NAS 時の場合は、対象ユーザの使用しているウィンドウ(アクティブウィンドウ)方向に視線を向ける、共同注視によるアピールを行う。

- ・視線交差: AS 時には一時的に割り込み拒否度が低下することを利用し、対象ユーザの方を見るという、より強いアピールによる会話開始要求への気付きを促す。

エージェントは、視線運動によってユーザの作業を阻害しないよう、ユーザの拒否度が高いほど、発生確率を低く、注視間隔を長くし、逆に、拒否度が低いほど、発生確率を高く、注視間隔を短くするよう調整する。

4. 研究成果

(1) AS 時割り込み拒否度推定の評価

本研究で提案した AS 時割り込み拒否度推定法の評価実験を行った。新たに収集したデータセットに対し、本手法を適用した場合の

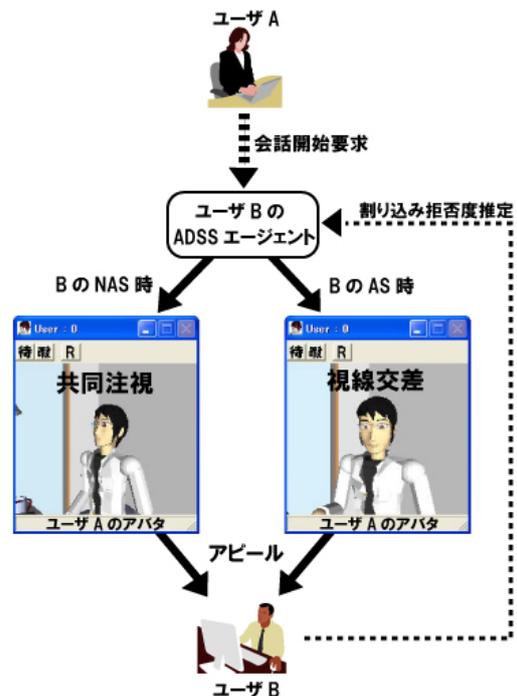


図 2. 視線制御による会話開始要求アピール

推定精度の評価を行った。

実験では、まず、評価対象となる作業履歴の収集を行った。実験方法は実験用システム(図 1)を用い、被験者に割り込み拒否度を 5 段階で主観評価させた。被験者は大学生 11 名とし、1 人 4 時間以上の合計 50 時間分のデータを収集した。なお、推定対象の AS は実験開始後 5 分以降とし、対象とする AS は 1025 回であった。推定結果を表 2 に示す。

実験の結果、拒否度推定の適合率は平均で 44%、低拒否度と高拒否度の各適合率は共に 54% となり、また、誤差 1 以下の推定精度は 85% 程度となった。現状では、本手法による推定結果は必ずしも高い精度とは言えないが、拒否度が特に低い AS と高い AS の識別が可能となった点、先行研究で問題となった高い拒否度を低く推定する危険な推定を回避することが出来た点、また、特殊なセンサを用いずとも、ある程度広い範囲の PC 作業を対象とした推定が可能などから、本手法による推定結果の利用可能性が示唆されたと考えられる。また、本手法による情報提示制御を行った場合、拒否度が低いとして利用できる AS は 1 時間に約 1.4 回、1 時間に 1 回、多くて 2 回という結果となった。提示する情報の重要性にも関係するが、システムからの情報提示に利用可能なタイミングとしては、若干少ないと考えられる。本実験にて中程度の拒否度と判定された AS には、まだ多くの低拒否度が含まれており、本手法の有用性を高める上でも、これらの AS を識別出来るよう今後の改善が必要であると言える。

今回の分析では、一般的な PC 作業を対象とした作業履歴に基づく推定方法の提案を行った。本成果の適用先としては、職場環境における社会人・職業人への支援が考えられる。職場環境にも依るが、文書編集や統計処理、プログラミングなどの作業における PC の使われ方には大きな違いはないと考えられるため、本研究で提案する推定手法が同様に適用できる可能性は考えられる。

表 2. 推定結果

	評価値			適合率	再現率	誤差 1 以下	
	低	中	高				
推定値	高	53	63	135	0.54	0.30	0.79
	中	192	159	294	0.25	0.60	1.00
	低	69	44	16	0.54	0.22	0.88

(2) 会話開始支援の有効性評価

ADSS エージェントによる視線制御を用いた会話開始要求アピールによって、ユーザ間の円滑な会話開始が実現可能であるかの検証を行った。

実験は、被験者に、本研究で開発したシステムをインスタントメッセージングツールとして使用させた。被験者は、日常的にインスタントメッセージングツールを使用している大学生の男女 6 名とし、それぞれが 3 部屋に別れ、本システムを 4 日間で合計 14 時間使用させた。被験者には、実験中の PC 利用目的に制限を与えず、自由に使用させた。主な使用目的は、システム開発・ブラウジング・データ整理などであった。また、会話回数や会話目的、会話内容についても制約を与えなかった。ADSS エージェントの要求アピールの効果を評価するため、サーバ側での各ユーザの要求アピールとメッセージ送信時間の記録と、アピールを受けた被験者を対象に、視線によるアピールの気づき易さの評価を”1: 全く気付かない”から”5: 直ぐに気付く”として回答させた。被験者間の会話は、本システムのインスタントメッセージ機能によって行った。他の被験者への話し掛けは、必ず ADSS エージェントに会話開始要求を送信することとした。また、実験中は、各ユーザのアバタ表示用ウィンドウが、他のアプリケーションの全画面表示で隠れることが無いよう、常に PC 画面の最前面に表示されるよう設定した。実験の様子を図 3 に示す。また、実験後、被験者に次のような聞き取り調査を行い、該当項目に対して回答させた。

- ・会話開始要求の目的
- ・要求後、相手返信前に直接話し掛けた理由
- ・要求後、相手返信前に取り下げた理由
- ・どのような時に要求アピールに気付いたか

実験結果を表 3 に示す。被験者からの会話開始要求のうち 6 割強が、エージェントの要

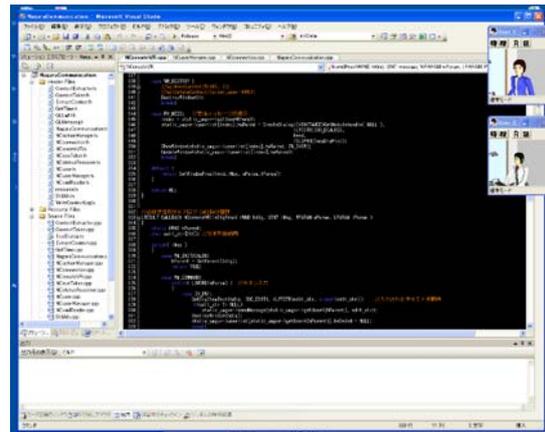


図 3. 実験の様子

求アピールにより成立した。アピールの気づき易さの評価は、ほぼ中央値の「どちらでもない」とされ、被験者の多くが、作業の切れ目や作業中の区切りで初めてアピールに気づいていた。また、アピールが却って作業の邪魔になったという報告はなく、本研究が目指すアンビエントな話し掛けが実現できていたと考えられる。被験者の拒否度が低下する AS 発生を利用することで、弱いアピールと強いアピールの効果的な併用が可能となり、ユーザの作業を阻害しにくく、かつ、会話成立の可能性を高めるアピールの実現に、有効に働いたのではないかと推測される。また、会話成立までの時間は、平均で約 10 分であった。要求送信後に直ぐに会話が開始されなかった点は、アンビエントなアピールに気づく程度まで、対象者の拒否度が実際に低下してからの会話開始であったと考えられ、より作業中のユーザを阻害しない円滑な会話開始が実現できていたと考えられる。また、今回の実験では、4 割程度の要求が不成立であった。要求を意図的に無視したという報告はなく、アピールに気付かなかったことが、不成立の主な原因であると考えられる。直接会話の 2 件は、被験者が返信を待ち切れずに切り替えたというわけではなく、最初から相手からの返信を待つ意思がなかったためである。拒否度表示を参考にした話し掛けであれば、何も情報がない場合と比較し、相手の作業を阻害し難いと考えられるが、相手の拒否度に合わせたエージェントによる直接話し掛け代行機能の検討も必要であると言える。5 件の要求取り下げ理由は、返信を諦めたというネガティブな理由は少なく、その殆どが要求者の都合により、会話開始要求を「キャンセル」したためである。対象者が気づく前のキャンセルは割り込みと認識されず、「なかったこと」にすることが可能である。今回の実験では、自己解決可能な問題に関する割り込みを減少させる、一種のフィルタの役割を果たしていたとも考えられる。

表 3. 会話成立・不成立結果

	回数	平均所要時間
要求成立	12	605 秒
直接会話	2	25 秒
取り下げ	5	377 秒

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 3 件)

- ① 田中貴紘, 松村京平, 藤田欣也: 利用アプリケーション切り替え時に着目したユーザの割り込み拒否度推定法の検討, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 6, pp. 683-693, 2010, 査読有
- ② 田中貴紘, 藤田欣也: ユーザの割り込み拒否度を考慮した円滑な会話開始支援エージェント, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J92-A, No. 11, pp. 852-863, 2009, 査読有
- ③ 田中貴紘, 藤田欣也: 利用アプリケーション切り替え時の割り込み拒否度低下期間の検討, 日本知能情報ファジィ学会論文誌, Vol. 21, No. 5, pp. 827-836, 2009, 査読有

〔学会発表〕(計 9 件)

- ① Takahiro Tanaka and Kinya Fujita: Study of User Interruptibility Estimation Based on Focused Application Switching, The 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW2011), pp. 721-724, 2011. 3. 21, Hangzhou(China).
- ② 田中貴紘, 藤田欣也: ユーザの割り込み拒否度推定に基づくインタラクション仲介エージェント, HAI シンポジウム 2010, 3B-4, 2010. 12. 14, 神奈川.
- ③ 田中貴紘, 松村京平, 藤田欣也: 利用アプリケーション切り替え時に着目したユーザの割り込み拒否度推定, 人工知能学会全国大会 2010(第 24 回), CD-ROM, 2010. 6. 9, 長崎.

〔図書〕(計 2 件)

- ① Takahiro Tanaka and Kinya Fujita, Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work, pp. 721-724, ACM New York (2011), ISBN: 978-1-4503-0556-3
- ② Takahiro Tanaka, Kyouhei Matsumura and Kinya Fujita, Lecture Notes in Computer Science Vol. 5621, pp. 272-281, Springer-LNCS(2009), ISBN: 978-3642027 734

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 貴紘 (TANAKA TAKAHIRO)
東京農工大学・大学院工学研究院・助教
研究者番号: 80451988