

# ペリフェラルエージェントによるユーザモデルレスな情報通知

## Information Notification with Peripheral Agent without Constructing User Model

森 直樹<sup>1\*</sup> 小林 一樹<sup>2</sup> 山田 誠二<sup>1,3,4</sup>  
Naoki Mori<sup>1</sup> Kazuki Kobayashi<sup>2</sup> Seiji Yamada<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> 東京工業大学大学院

<sup>1</sup> Tokyo Institute of Technology

<sup>2</sup> 信州大学工学部

<sup>2</sup> Shinshu University

<sup>3</sup> 国立情報学研究所

<sup>3</sup> National Institute of Informatics

<sup>4</sup> 総合研究大学院大学

<sup>4</sup> The Graduate University for Advanced Studies

**Abstract:** In our study, we propose an information notification method with Peripheral Agent that utilizes a human cognitive characteristic, visual field narrowing. This characteristic causes contraction and imperceptions on peripheral visual field when users concentrate on a task. The proposed method enables to users receive notifications without interrupting and constructing user model. In this paper, we explore region boundary for proposed method by experiment, and describe an experiment plan to evaluate performance.

## 1 はじめに

近年、情報化の発展に伴い、メール着信、アップデート通知、SMS 着信等の PC 上でのユーザへの情報通知が増加している。しかし、一般的にこれら情報通知は、ユーザの状態を一切考慮せず割り込んでくるため、大量の情報が通知されると、ユーザの負荷が増大し、主となるタスクが阻害される問題が生じる。上記問題の解決策として、ユーザが通知を受理できる望ましいタイミングで通知を行う手法、メインタスクと並行して受理を行える通知を行う手法等が考案されてきた。それらは大別すると、ユーザ状態推定法とペリフェラルディスプレイに分類される。ユーザ状態推定法は、視線位置の検出による精神負荷の推定 [Iqbal 05] や、カメラを用いた作業光景、音声の取得によるユーザの割り込み受容可能性の推定 [Forgaty 05] 等、ユーザ状態をセンサ等で測定し、受理可能な状態を推定して通知を行う手法である。一方で、ペリフェラルディスプレイは、サブウィンドウ、周辺デバイス等を利用して通知を行う手法であり、タスクの集中を阻害しない表示方法をとることで、状態推定を行うことなく、タスク

と並行して通知を受理できる手法である。これまでに、ユーザがタスクに集中しながらも知覚できる表示速度 [Chen 02] や、文字表示方法の変化による知覚率の検証 [McCrickard 01]、マルチタスクに応用する表出技法 [Matthews 06] 等が明らかとなった。

しかし、ユーザ状態推定法では、適切なタイミングでの通知が実現できるが、測定データからユーザ状態を推定すること自体が困難であることや、センサの利用が前提にあるために一般的ではないことが問題となっている。また、ペリフェラルディスプレイでは、ユーザが情報を確実に受理できるタイミングで通知を行うことが困難である問題が挙げられる。そこで、本研究では、集中時には周辺視野における知覚が低下する認知特性 Visual Field Narrowing (VFN) [Williams 95] を利用し、自動的に適切なタイミングで情報通知を行うペリフェラルエージェントを提案する。

## 2 ペリフェラルエージェント

図 1 にペリフェラルエージェントによるユーザへの情報通知の概要を示す。ペリフェラルエージェントは、周辺視野領域に存在し、ユーザに対し情報通知を行う

\*連絡先 : 森 直樹, 山田 誠二, mori@ntt.dis.titech.ac.jp, sei@nii.ac.jp

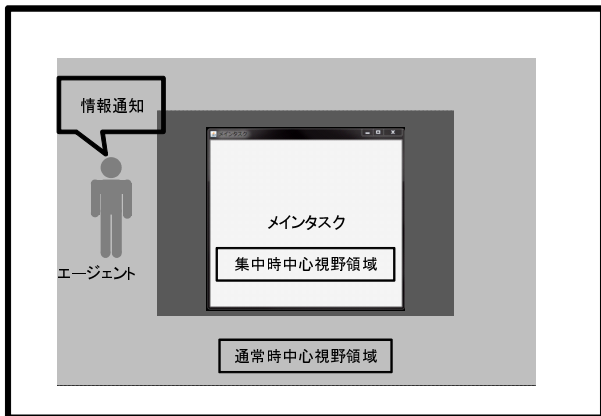


図 1 ペリフェラルエージェントによる情報通知

エージェントである。エージェントは、従来通知手法同様、通知発生時よりユーザの作業状態を考慮せず通知を行う。しかし、周辺視野領域に出現するために、タスク中のユーザは VFN によりエージェントを知覚できない。VFN の効果は、集中が持続している限り続くため、タスク終了まで周辺視野のエージェントに気付くことはない。タスク終了後、集中力の低下に伴い中心視野が拡大すると、ユーザは周辺視野領域に出現したエージェントに気付き、クリック等のアクションを行うことでエージェントからの情報通知を取得できる。以上の通知方法により、タスク集中時は気付くことがないため、タスクを妨害されることはない。また、ユーザ状態推定を行うことなく、自動的にユーザが通知を受理できるタイミングで通知を行うことが可能となる。

本研究では、エージェントが出現する周辺視野領域を、タスクを行っていない通常時の中心視野領域と集中時の中心視野領域の差分領域と定める。この領域は、集中時は知覚できず、通常時は知覚可能な領域である。この領域にエージェントを表示することで、タスク終了時に確実に通知を行える情報通知を実現する。また、領域は、ディスプレイ中心からの距離により数値的に定義する。集中時の中心視野領域境界を周辺視野領域境界とし、領域境界は、モデル構成実験を行い決定する。徐々に変化していくものには気付きにくい人間の变化盲を利用するために、エージェントはフェード表示により徐々に明度を上げて表示する。この表示方法により、ユーザタスクの阻害を抑制する。

### 3 モデル構成実験による領域境界の推定

領域境界を決定し、評価実験モデルの構成を目的とした参加者実験を実施した。詳細を以下に示す。

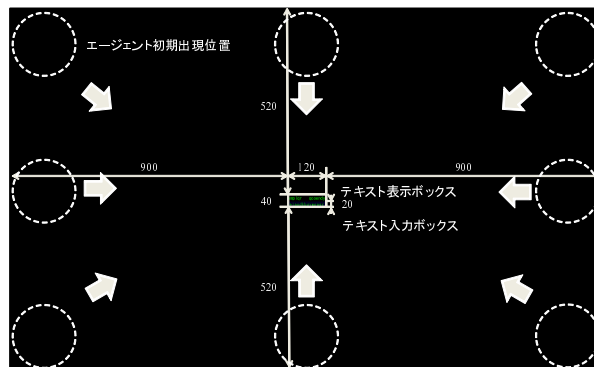


図 2 タスク配置

### 3.1 実験内容

実験は、画面中央にスクロール表示される文章を、その下部のテキスト入力ボックスに書き写すメインタスクと、特定のタイミングで出現するエージェントの探知を行うサブタスクで構成した。タスクには、周辺機器として、ディスプレイ、キーボード、フットスイッチを使用した。キーボードは、メインタスクの入力に使用し、フットスイッチはサブタスクで使用した。ディスプレイのサイズは、23[inch](1920 × 1080[pixel])とし、参加者との視線距離が 50[cm] となるよう配置した。タスクは、最もエージェントに気付きやすい状況を想定し、背景色を黒とする darkroom テキストエディタで行った。この環境は、最も気付きやすい環境であり、領域境界が最大となる設定であるという仮定に基づいている。また、軽負荷時は、ディスプレイ全体を知覚できると仮定している。これら仮定から、最大値を求めることで、いかなる環境においても提案手法が再現可能であると考えられる。

実験は、メインタスクのみを行う練習フェイズと、サブタスクを付加した実験フェイズで構成した。練習フェイズは 1 回、実験フェイズは 3 回実施し、これらの一つの試行として各参加者に対して行った。各参加者で、タイピングログ、エージェントの気付き位置を取得した。タイピングログは、入力文章の正答率評価に使用し、気付き位置は、領域境界の推定に使用した。

### 3.2 実験設定

23~52 歳の 20 名 (男性 11 名、女性 9 名、平均年齢 30 歳、標準偏差 8.69) を参加者として、参加者実験を実施した。

実験タスクの配置を図 2 に示す。表示、入力ボックスはともに中央に配置し、サイズは画面中央を注視できるよう 120 × 20[pixel] とした。表示する文章はランダムなアルファベット文字列とし、文字の色は緑、文

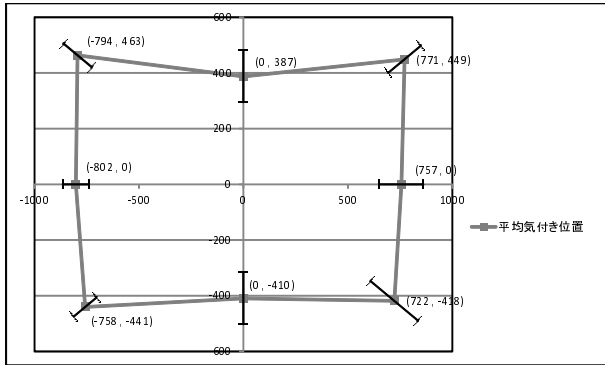


図 3 参加者の平均気付き位置

字サイズは 16[pixel] とした。文章には 25 文字毎にスペースを挿入した。文字のスクロール速度は、参加者間で負荷が一定となるよう、参加者毎に 2~6[mm/s] の間で調整を行った。

サブタスクにおいて、エージェントは、色を黄、サイズを 30 × 75[pixel]、明度 25% で表示した。エージェントは、図の点線で囲まれた八か所の円領域にランダムに表示し、その位置の表示回数に応じ、5[mm](=19[pixel]) ずつディスプレイ中心方向に移動するよう定めた。表示は徐々に明度を変化するフェード表示で行い、フェード時間は 3[s]、明度最大での表示時間を 4[s] とした。各試行における、エージェントの表示回数、表示タイミングはそれぞれ、1 試行目では 3 回 (40[s], 30[s], 50[s])、2 試行目では 2 回 (30[s], 40[s])、3 試行目では 1 回 (50[s]) とした。表示タイミングは、1 回目は試行開始からの経過時刻、2 回目以降は前回気付きタイミングからの経過時刻を表している。また、試行時間は、それぞれ、900[s]、300[s]、180[s] とした。エージェントに気付いた場合は、参加者にフットスイッチを踏むよう教示を与え、その位置を参加者の境界位置とした。なお、試行時間内に気付きが無い場合は、気付き無しとした。

### 3.3 実験結果

各参加者の気付き位置の平均を図 3 に示す。原点はディスプレイ中心であり、単位は [pixel] である。気付き位置の座標は、表示エージェントの中心座標であり、エラーバーは標準偏差を表している。

### 3.4 考察

図 3 より、VFN の発生が確認された。また、上下方向に参加者毎に大きなばらつきが見られた。そのため、実環境における運用では、上下方向の表示は適切ではないと考えられる。

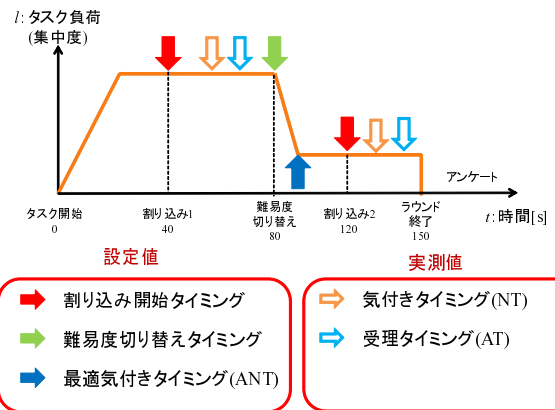


図 4 参加者の平均気付き位置

## 4 評価実験

モデル構成実験の結果から作成した実験モデルを用いて、性能評価実験を実施する。評価実験では、従来通知手法と提案手法の比較を行い、通知の気付き・受理タイミング、アンケート等を用いて評価を行う。詳細を以下の節に示す。

### 4.1 実験内容

実験環境は、背景色黒ではなく実環境で使用される壁紙で行い、入力・スクロール部は、タスクウィンドウにより表示を行う。メインタスクの内容はモデル構成実験と同様である。サブタスクは、特定のタイミングでされる通知を探知、受理するタスクとする。モデル構成実験同様、通知に気付いたタイミングでフットスイッチを踏み、受理はエージェント、メッセージウィンドウに対するクリックアクションにより行う。比較する従来手法は、現状最も用いられている、画面右下端部におけるメッセージウィンドウを用いた通知とする。実験は、従来手法・提案手法を共に行い、手法毎を 1 ラウンドとし、両ラウンドを合わせ一試行とする。また、使用する手法の順序はカウンタバランスを取る。評価実験では、タスク中にスクロール速度の変更を行い、意図的に集中度、作業負荷の低減を図る。低負荷時、高負荷時で割り込みを行い、それぞれにおける、気付き、受理のタイミングを測定する。また、各ラウンド終了後にはアンケートを実施し、測定値から評価できない割り込み負荷に関する調査を行う。

### 4.2 実験設定

各ラウンドのタスクスケジュールを図 4 に示す。実験の試行時間は、各試行共に 150[s] と定める。難易度

の切り替えは、80[s] でスクロール速度を、0に変更することで行う。この難易度切り替えのタイミングを、本研究では、最適な気付きタイミング (*ANT*) と定める。割り込みは各試行共に2回行い、タイミングはタスク開始から、40[s], 120[s]とする。40[s]は高負荷時、120[s]は低負荷時における割り込みとなる。

従来法による割り込みでは、メッセージウインドウを表示し、提案手法では、人型エージェントを表示する。割り込みの表示位置は、従来法は全て右下端部とし、提案手法では、モデル構成実験により求めた、上下方向を除く6箇所境界にエージェントを表示する。6箇所の参加者毎の割り当ては、ラテン方格法に基づき配置する。参加者は表示に気が付いたらフットスイッチを踏み、そのタイミングを気付きタイミング (*NT*) とする。割り込みが受理可能であれば、参加者に割り込みをクリックするよう教示を与え、そのタイミングを受理タイミング (*AT*) とする。割り込みは、アップデート通知やtwitter着信等の、緊急性はないが、受理が望ましい通知を想定するよう事前に教示を与える。受理後は、割り込みを非表示とする。また、クリックがない場合は、次回表示の5[s]前に自動的に消失するものとする。この場合、割り込みは拒否したものとする。

各ラウンド終了毎に行うアンケートは、NASA-TLX [Hart 88]に基づき作成する。また、割り込み負荷に関しては、作業が邪魔されたと感じたか等の項目を追加することで判別する。各項目は七件法で評定を行う。

### 4.3 評価方法

性能評価は、気付き、受理タイミングによる評価、アンケート結果による評価の二点により行う。タイミングの評価は、 $|ANT - NT|$ ,  $|ANT - AT|$  の設定値である最適タイミングと実測値の差分値により行う。共に値が小さいほど、適切なタイミングで通知がなされたと考えられる。割り込み負荷の評価は、アンケート各項目の点数を用いて行う。

## 今後の課題

今後は、20名程度の参加者で評価実験を行い、提案手法の効果、有用性の検証を行う。また、評価実験後には、ディスプレイサイズ、配置に応じた出現パターンの導出を行い、提案手法の一般化を目指す。

## 参考文献

[Iqbal 05] Iqbal, S. T., and Bailey, B. P.: Investigating the Effectiveness of Mental Workload as a Predictor of Opportune Moments for Interruption,

*CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp.1489-1492(2005)

[Forgaty 05] Forgaty, J., Hudson, S. E., Atkeson, C. G., Avrahami, D., Forlizzi, J., Kiesler S., Lee, J. C., and Yang, J.: Predicting Human Interruptibility with Sensors, *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, Vol.12, No.1, pp.119-146(2005)

[Chen 02] Chen, M.-C., Fortes, F., Klatzky, R., and Long, W.: Change Detection on Periphery and Dual-Task Performance, *Proceeding of The Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, Vol.46, No.17, pp.1645-1648(2002)

[McCrickard 01] McCrickard, D.S., Catrambone, R., and Stasko, J.T.: Evaluating Animation in the Periphery as a Mechanism for Maintaining Awareness, *Proceedings of the IFIP TC.13 Conference on Human-Computer Interaction*, pp.146-156(2001)

[Matthews 06] Matthews, T., Czerwinski, M., Robertson, G., and Tan, D.: Clipping Lists and Change Borders: Improving Multitasking Efficiency with Peripheral Information Design, *CHI'06 Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in computing systems*, pp.989-998(2006)

[Williams 95] Williams, L. J.: Peripheral Target Recognition and Visual Field Narrowing in Aviators and Nonaviators, *The International Journal of Aviation Psychology*, Vol.5, No.2, pp.215-232(1995)

[Joachims 02] Joachims, T.: Optimizing Search Engines using Clickthrough Data, *KDD'02 Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pp.133-142 (2002)

[Hart 88] Hart, S.G. and Staveland, L.E.: Development of NASA-TLX (Task Load Index), Results of empirical and theoretical research, *Human mental work-load*, Vol.1, pp.139-183(1988)