

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 5 日現在

機関番号：62615

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650071

研究課題名(和文) 情報通知のためのユーザモデルレス割り込みを実現する周辺認知技術の開発

研究課題名(英文) Peripheral Notification that does not bother user's operations by Peripheral Cognition Technology

研究代表者

山田 誠二 (Yamada, Seiji)

国立情報学研究所・コンテンツ科学研究系・教授

研究者番号：50220380

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：現在、PC、スマートフォンなどの情報機器上では、電子メール、電話の着信、アプリケーションソフトの更新など様々な情報通知が行われている。本研究課題において、我々は割り込み可能状態になった場合にユーザが自動的に情報通知に気づく方法である周辺認知テクノロジーPCTの枠組みを提案し、実際に視野ナローイングVFN現象を利用したペリフェラル情報通知を構成し、参加者実験によりその評価を行った。具体的には、参加者実験により、VFNがPCディスプレイ上でも生じることを確認し、VFN発生領域をモデル化した。次に、その領域内で通知を行うことでペリフェラル情報通知を実現し、その有効性を参加者実験により検証した。

研究成果の概要(英文)：Various notifications on a display for e-mail, micro-blog, and application updates are becoming increasingly important. In this work, we propose a novel notification method, the peripheral notification that uses the human cognitive property, visual field narrowing, that a human does not recognize subtle changes in a peripheral visual field when he/she concentrates on a task and that he/she automatically recognizes the changes when not concentrating on the task. By only setting a notification icon in the area of visual field narrowing, a user automatically and easily accepts the notification only when his/her concentration breaks. We conducted two experiments to investigate a visual field narrowing field in a controlled environment and evaluate the effectiveness of peripheral notifications by comparing with a traditional method in a more realistic environment. As a result, we confirmed the visual field narrowing in a display, and our peripheral notification had advantages.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：情報通知 認知特性 視野ナローイング

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、PC、スマートフォンがオフィスや家庭で広く日常的に利用されており、それらの情報機器上では、電子メールの受信、電話の着信、アプリケーションソフトの更新、そして SNS、マイクロブログなどのソーシャルメディアからの情報提示など様々な情報通知(notification)が広く行われていた(図1)。この状況は今日でも変わらず、むしろ情報通知はますます増加している。

しかし、このような情報を適切に通知する方法は十分に研究されておらず、現在のアプリケーションでは、単に情報通知が発生したタイミングで通知する方法がとられている。つまり、現状の情報通知はシステム側から一方的に行われ、ユーザの作業状態が通知のタイミング決定に反映されることはない。そのため、頻繁に情報通知がユーザの作業中に割り込みをかけることによるタスク遂行の中断、再開負荷の増大が起こり、タスク遂行が阻害されるなどの負の効果指摘されている。このような背景から、情報通知を適切に行うことは、割り込み可能性(interruptibility)の研究として、重要な研究課題となっている。

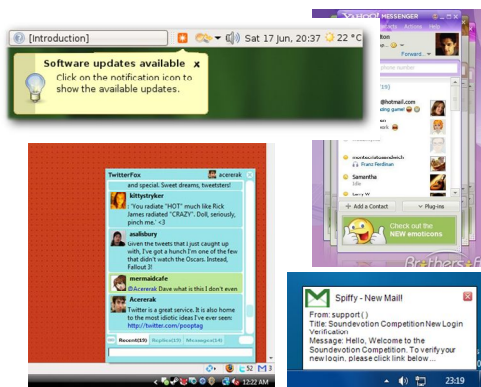


図1 情報通知の例

2. 研究の目的

情報通知に対してこれまでユーザの状態推定法、ペリフェラルディスプレイなどの様々なアプローチがとられてきたが、本研究課題において我々は、ユーザ状態推定を行わず、割り込み可能状態になった場合にユーザが自動的に情報通知に気づく方法である周辺認知テクノロジーPCT(Peripheral Cognition Technology)の枠組みを提案し、実際に視野ナローイング VFN (visual field narrowing) 現象を利用した PC ディスプレイ上での PCT 実装型であるペリフェラル情報通知を構成、実験的に評価を行うことを研究目的とした。

具体的には、まず参加者実験により、VFN が PC ディスプレイ上でも生じることを確認し、その発生領域を同定することでモデル化

する。次に、その領域内に通知を行うことでペリフェラル情報通知を実現し、その有効性を参加者実験により検証する。

本研究は、ユーザ状態推定を行わない点において、従来のユーザ状態推定法とは大きく異なり、ペリフェラルディスプレイと類似している。しかし、PCT ではあくまでユーザが割り込み可能状態になったタイミングで、自動的にユーザが通知に気づく点がオリジナリティであると考えられる。

また、通知タイミングを決定するために、ユーザの割り込み可能性を推定する必要はなく、さらに通知された情報の内容の理解は、メインタスク遂行が一段落付いた割り込み可能な時に行われるため、その理解に認知的負荷を必要とする複雑な内容の情報を通知することが可能である。

3. 研究の方法

(1) PCT：周辺認知テクノロジー

周辺認知テクノロジーPCT は、本研究課題において我々が提案した、適切な情報通知の実現を主な目的とする認知的インタラクションデザインの方法論である。PCT で利用される人間の認知特性には、視野ナローイング、不注意による盲目(inattentinal blindness)、変化盲(change blindness)などがある。

これらの認知特性はいずれも、周辺(視野)領域への注意に関係する認知現象であることから、我々はこのアプローチを「周辺認知テクノロジーPCT」と呼ぶことにした。基本的な方法は、情報通知を認知的な周辺領域に提示することで、ユーザが割り込み可能になったときだけに、認知的負荷を伴わず自動的にその通知に気づくという機能を実現される。

人間がタスク処理に負荷がかかっている時には、周辺視野が見えにくくなり、負荷が軽くなると周辺視野が見えてくる現象が、視野ナローイング VFN と呼ばれる。そして、負荷の重さに応じて、見えたり見えなくなったりする周辺視野領域を VFN 領域と呼ぶ。この VFN を利用した PCT の一つの実装型として、情報通知発生時に単に VFN 領域に通知を表示するだけで、ユーザがタスク処理の高負荷時(割り込み不可能状態)には通知に気づかず(つまり、タスク遂行に干渉せず)、負荷が軽くなったとき(割り込み可能状態)は、自動的に通知に気づき受理するというメカニズムがユーザの割り込み可能性の推定を行うことなしに実現できる。この考えを実装したものが、ペリフェラル情報通知である。

(2) PCT ベースのペリフェラル情報通知

VFN 領域、タスク

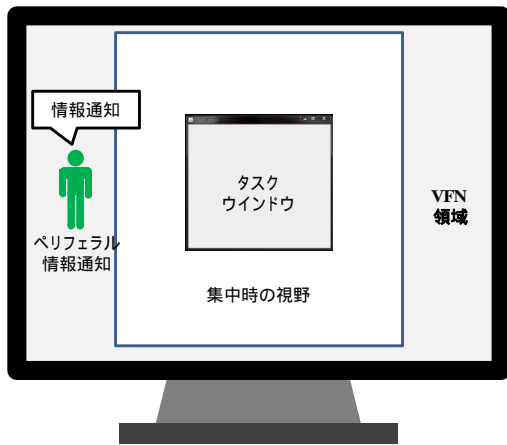


図2 ディスプレイ上のVFN領域

図2のように、本研究課題で扱う情報通知が提示されるPCディスプレイ上にも、このVFN領域が存在すると考えられ、以降それを単にVFN領域と呼ぶ。

ペリフェラル情報通知のメカニズム

PCTによるペリフェラル情報通知の基本的なアイデアは、前述のVFN領域に情報通知のアイコンを情報の発生時に配置するだけで、ユーザはタスク集中時（割り込み不可能状態）にはその通知に気づかず、非集中時（割り込み可能状態）になるとその通知に自動的に気づく、つまり、ユーザ状態推定を用いずに、ユーザが割り込み可能状態の時だけに情報通知に自動的に気づく適切な情報通知を実現できる。

図2を使って、PCTによるペリフェラル情報通知のメカニズムを説明する。本研究課題では、具体的には、人型のアイコンを表示することで情報通知を行う。このとき、通知アイコンはVFN領域に出現するため、タスク処理に集中しているユーザは通知アイコンを知覚することができない。

VFN領域内ではタスク処理への集中が持続している限り知覚の低下が続くため、原理的にはユーザはタスクへの集中が十分に低下するまで、VFN領域の情報通知に気付かない。タスク処理が軽減された時、集中力の低下に伴い中心視野が拡大し、ユーザはVFN領域に出現していた情報通知アイコンに気付く、それをクリックする等の情報受取アクションを行うことで、Webブラウザ、メールアプリケーション、情報通知アイコンからの吹き出しなどを通して通知情報の内容を見ることができる。

以上のペリフェラル情報通知の実現には、ある情報通知アイコンの条件下で、PCディスプレイ上に実際にVFN領域が存在することを実験的に確認し、さらに具体的なVFN領域を決定する必要がある。よって、以降では、まず統制された参加者実験によりVFN領域を確認し、その領域をモニター上の閉領域としてモデル化する。そして、より現実的

なデスクトップにおいてペリフェラル情報通知を実装した環境で参加者実験を行い、従来の情報通知手法との比較により、ペリフェラル情報通知の有効性を実験的に議論する。

(3) 実験1：VFN領域モデルの構築実験

実験方法

まず、ディスプレイ上でPCディスプレイの中央付近に視点がある場合のVFN領域を特定することを目的としたモデル構成実験を実施した。

実験のタスクは、一定速度でスクロールする文章をタイピング入力するディクテーションタスクを採用した。文字のスクロール速度は、事前に参加者のタイピング速度を計測し、それに合わせて入力文章の正解率を揃えた。このタスクでは、正解率を測定するため、タイピングログを記録した。

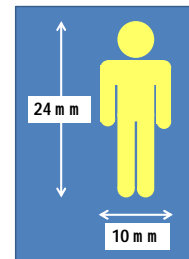


図3 PNアイコン

タスク処理中にPCディスプレイ上に一定タイミングで表示されるペリフェラル情報通知(PN)アイコンに、参加者が気付くタイミングも計測した。実際に用いたPNアイコンを図3に示す。PNアイコンの色は黄色、透明度75%で表示した。

参加者がPNアイコンに気付いたことを知らせるために、タスクのタイピングに干渉しないようにフットスイッチを利用して、参加者にはタイピング中、ディスプレイ上に出現するPNアイコンに気付いたタイミングでフットスイッチを踏むよう指示した。

PNアイコンは、PCディスプレイ画面の左上、左中央、左下、中央上、中央下、右上、右中央、右下の8ヶ所の端のいずれかにランダムに出現し、各位置の出現回数に応じて表示位置を中央方向に移動させた。

ディスプレイは、現在広く利用されている23インチモニター(1920×1280px)を使用した。実験には、参加者が最も気づきやすい状況をつくり、最小のVFN領域を求めることを目的とし、背景が単色の黒であるdarkroomエディタを用いた。求めた最小のVFN領域にPNアイコンを置くことで、一般的なデスクトップ背景などの状況においても、PNアイコンがVFN領域にあることが保証されると考えられる。

実験は、参加者 20 名の協力によって実施された。実験は、タスクのみを行う練習フェイズと、タスクとフットスイッチ操作を行う実験フェイズで構成し、練習フェイズは、参加者の入力文章の正解率が一定となるまで複数回、実験フェイズは 3 回行った。

実験結果

各参加者の気付き位置と、その平均値より求めた VFN 領域を図 4 に示す。原点はディスプレイ中央であり、x,y 両軸とも単位はピクセル px 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。青色の破線は、各気付き位置の平均を結んだ領域境界であり、グレーの領域が VFN 領域を表している。ただし、中央上下は分散が大きく、気付く参加者と気付かない参加者が両極端であったことから、上下方向を VFN 領域から除外した。

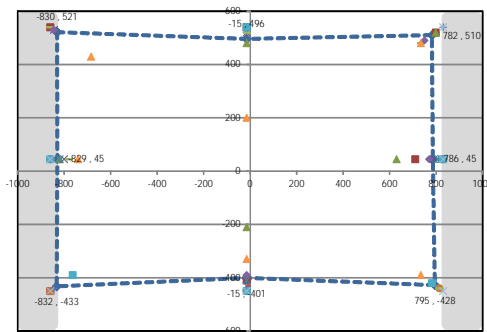


図 4 VFN 領域モデルの実験結果

(4) 実験 2：ペリフェラル通知の評価実験

次に、より実際的な環境において、参加者実験により従来通知手法と提案手法（ペリフェラル通知）の比較を行い、提案手法の有用性を示す実験を行った。

実験設定

評価実験のタスクレイアウトを図 5 に示す。タスク環境は、背景を実環境に近い色とし、デスクトップ左上に 5 つのアイコンを表示した。比較対象とする通知手法は、画面右下端部でメッセージウインドウを用いた「スライドイン通知」である(図 5 の右下)、実験タスクは、モデル構成実験に類似したタスクを用いた。

タスクは、一定タイミングでスクロールを停止することで、意図的に難易度を変化させ、タスクへの集中力低減を図った。参加者には、スクロール停止後は作業を中断するよう、事前に教示を与えた。メインタスクでは、タイピングログに加え、タスク終了タイミングを

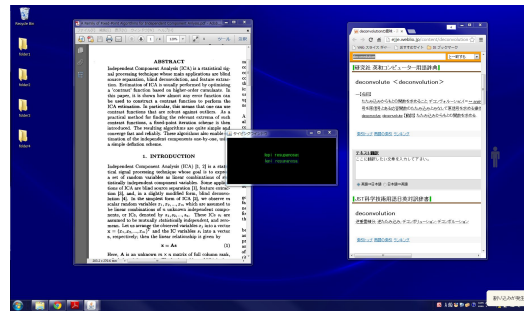


図 5 実験タスクレイアウト

把握するため、特定キーを押してもらった。

モデル構成実験で実施したフットスイッチによる情報通知の気付きタイミングの計測に加え、割り込みの受理タイミングも計測した。この割り込みの受理は、通知情報にアクセスすることを意味する。

割り込みの表示方法は、提案手法ではモデル構成実験と同様とし、従来法では右下端部から左方向に水平にスライドインする表示方法とした。PN アイコンの出現位置は、参加者間でカウンタバランスをとった。実施した実験のタイムラインを図 6 に示す。実験は、参加者 18 名の協力を得て実施された。

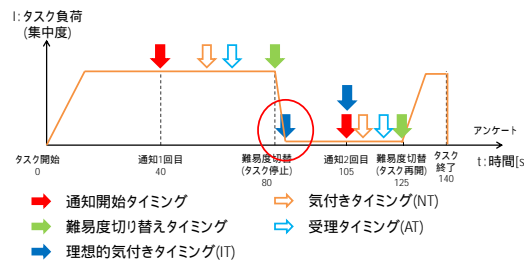


図 6 実験のタイムライン

実験結果

高タスク負荷時において情報通知に気付くまでの時間の差について t 検定(対応あり)を行ったところ、PN(ペリフェラル情報通知)条件と SI(スライドイン通知)条件間で有意差が認められ、PN 条件のほうが通知に気付くまで時間がかかることが示唆された。

高タスク負荷時における通知の情報を受理するまでの時間の差について t 検定(対応あり)を行った結果では、PN 条件と SI 条件の間に有意差が認められた。この検定の結果、PN 条件の方が情報を受理するまで時間がかかることが示唆される。

高タスク負荷時において通知に気付いてから受理するまでの時間の差について t 検定(対応あり)を行っており、PN 条件と SI 条件の間に有意差が認められた。PN 条件の方が通知に気付いてから受理するまで時間が短いことが示唆される。これは、高タスク負荷時においては PN 条件のほうが、情報を受

理したいと気にかけている時間が短い可能性があり、その分ストレスフリーになっていると考えられる。

低タスク負荷時における通知に気付いてから受理するまでの時間の差について t 検定 (対応あり) を行ったところ、PN 条件と SI 条件の間に有意差は認められなかった。このことから、低タスク負荷時においては、PN 条件と SI 条件の間に気付いてから受理するまでの時間に差はなく、同等だと考えられる。

以上の検定結果を踏まえると、提案手法は、従来手法と比較したとき、タスク負荷が高いときにはユーザに気づかれにくく、タスク負荷が低いときには気付かれやすい手法だと考えられる。また、タスク負荷が低くなるまで情報受理を遅延して、タスクへの干渉を軽減できる。

4. 研究成果

本研究課題の研究成果は、以下のようにまとめられる。

- 周辺認知テクノロジー PCT の概念、枠組みを提案した。
- 参加者実験により、ディスプレイ上の VFN 領域を確認した。
- ディスプレイ上で PCT の実装型であるペリフェラル情報通知を考案し、それを実装した。
- ペリフェラル情報通知の有効性を参加者実験により示した。
- ペリフェラル情報通知の有効性を確認したことにより、PCT による情報通知の他の実装型への有効性を支持した。

これらの成果はすべて世界的に見てもオリジナリティの高い成果である。また、この成果を元に、今後 PCT を利用した様々な情報通知システムを構築することが期待され、それらの有効性に実験的根拠を与えたという意味でもインパクトがある。

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 0 件)

[学会発表](計 10 件)

Kazuki Kobayashi, and Seiji Yamada: Shape changing device for notification, In Proceedings of the adjunct publication of the 26th Annual ACM Symposium on User interface software and technology, pp.71-72, St Andrews, UK (8-11 Oct. 2013)

Seiji Yamada: Human-Agent Interaction: Problems and the solutions, *Plenary Talk* at the 1st International Conference on Human-Agent Interaction (iHAI 2013),

Sapporo, Japan (7-9 Aug. 2013)

Kazuki Kobayashi, Seiji Yamada: Shape Shifting Device to Inform Notification based on Peripheral Cognition Technology, In Proceedings of the 1st International Conference on Human-Agent Interaction (iHAI 2013), I-2-1, page 4, Sapporo, Japan (7-9 Aug. 2013)

小林 一樹, 山田 誠二: シェイプシフティングエージェントによる注意を奪わない情報通知, 第 27 回人工知能学会全国大会, 1M4-OS-18b-2 (2013 年 6 月 4~7 日)

小林 一樹, 山田 誠二: シェイプシフティングエージェントによる注意を奪わない情報通知, 第 27 回人工知能学会全国大会, 1M4-OS-18b-2, 富山 (2013 年 6 月 4~7 日)

Seiji Yamada, Naoki Mori and Kazuki Kobayashi: Peripheral Agent: Implementation of Peripheral Cognition Technology, In Proceedings of the 31th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2013), Work-in-Progress (poster), pp.1701-1705, Paris, France (27 April - 2 May 2013)

森 直樹, 山田 誠二, 小林 一樹: 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, HAI シンポジウム 2012, 3B-1, 京都 (2012 年 12 月 7~9 日)

Seiji Yamada, Kazuki Kobayashi and Naoki Mori: Peripheral Cognition Technology: Approach and Implementation, In Proceedings of 2012 International Workshop on Human-Agent Interaction (iHAI 2012), TW8_0001 (4 pages), Vilamoura, Portugal (11 Oct. 2012)

小林 一樹, 山田 誠二: Peripheral Cognition Technology を用いた端末の姿勢変化による情報通知, 第 26 回人工知能学会全国大会, 3O2-OS-3b-4, 山口 (2012 年 6 月 12~15 日)

森 直樹, 小林 一樹, 山田 誠二: 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, 第 26 回人工知能学会全国大会, 3O2-OS-3b-3, 山口 (2012 年 6 月 12~15 日)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

- 出願状況(計 0 件)
- 取得状況(計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.ymd.nii.ac.jp/lab/project-hai/pct/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

山田 誠二 (YAMADA, Seiji)
国立情報学研究所・コンテンツ科学研究
系・教授
研究者番号：50220380

(2)研究分担者
小林 一樹 (KOBAYASHI, Kazuki)
信州大学・工学部・准教授
研究者番号：00434895

(3)連携研究者
なし