

論文審査の要旨及び担当者

No.1

報告番号	甲 乙 第 号	氏 名	大越 匡
論文審査担当者	主 査	政策・メディア研究科委員長, 環境情報学部教授	徳田 英幸
	副 査	政策・メディア研究科委員, 環境情報学部教授	清木 康
		政策・メディア研究科委員, 環境情報学部准教授	中澤 仁
		カーネギーメロン大学 Human Computer Interaction Institute ディレクター兼准教授	Anind K. Dey
学力確認担当者 :			
(論文審査の要旨)			
<p>大越匡君の学位請求論文は、「Detection of User's Interruptibility for Attention Awareness in Ubiquitous Computing」(日本語名: ユビキタス・コンピューティングにおけるアテンション・アウェアネスのためのユーザの割り込み可能性検知)と題し、9章から成る。</p> <p>本論文は、進展するユビキタス・コンピューティング環境において、多種多様なアプリケーションやサービス、デバイス、コミュニケーションチャネルを通じて、コンピュータから人間への情報提供とそれに伴う割り込みが増加する状況のもと、人間の注意(アテンション)の資源が一定であることから生じる「割り込み過多問題」に対して、ユーザの状況を理解し、適切なタイミング(ブレイクポイント)での情報提供を可能とする新しいアテンション・マネジメントを提案している。これまで、ユーザが利用するモバイル・ウェアラブルデバイスで、ユーザのアテンション状態を検知することは難しく、かつ情報提供のタイミングは考慮されていなかった。本研究は、そのようなユーザデバイスで、多様なアプリケーションに適応でき、外部生体センサをつけず、実時間でブレイクポイントを検知するとともにその要件を明らかにし、ユーザ割り込みタイミング管理システム“Attelia”を開発し、広範な評価実験を通じてその有効性を実証した。Attelia は、ユーザが利用するスマートフォンやスマートウォッチなど複数のデバイスで、ユーザ割り込みに適したタイミングであるブレイクポイントの検知を、OS やアプリケーションへの改変を必要とせず、実時間で検知できるシステムを世界で初めて実現した。同システムを被験者自身のスマートフォンやスマートウォッチにインストールして行った、30人と16日間、41人と一ヶ月間にわたる二度のユーザ評価実験から、Attelia が、スマートフォン、スマートウォッチ、およびそれらの複数デバイス環境でブレイクポイントを検知でき、適切なタイミングでの情報提供がユーザの負荷を有意に低下させることを実証した。</p> <p>本研究において実現したアテンション・マネジメントは、計算機システムにおける「アテンション・アウェアネス」(注意適応性)が実現でき、これは計算機科学の黎明期から予見されてきたユビキタス・コンピューティングにおける最も貴重な資源としての「人間の注意資源」の管理へ向けた大きな一歩となる。人間の内的状態の一つである注意を、外部から、実時間に、容易に検知できる事で、注意状態への動的適応、ユーザ間共有による新しいコミュニケーション、未来予測など、「アテンション・アウェアネス」を構成する他の諸機能の実現に大きく寄与することが期待でき、人間の注意を阻害しない計算機システムの実現へとつながる。</p> <p>本論文では、アテンション・センシングを実現するシステムの要件として、ユーザが利用する複数のモバイル・ウェアラブルデバイスとの親和性、多様な情報通知元アプリケーションへの適応性、ユビキタス環境における終日にもおよぶ長時間のユーザコンピューティングとの親和性、実時間でのアテンション・アウェアネスを実現する実時間性の4点を明らかにした。これらすべてを初めて満たすシステムとしてAtteliaを開発し、脳波センサや心拍センサといった外部の生体センサを装着することなく、ユーザが利用するスマートフォンやスマートウォッチのみで、ユーザによるアプリケーション操作やユーザの物理的活動を理解し、単一デバイスだけでなく複数デバイスでの検知結果を共有し、ユーザへの割り込みに適したブレイクポイント管理を可能とした。</p> <p>本研究の新規性は次の3点にまとめられる。一点目は、モバイルデバイスおよびウォッチ型ウェアラブルデバイスそれぞれで、多種のセンサ情報を組み合わせ、外部センサや、OS・アプリケーションの改変をせず、実時間でユーザの割り込みタイミングを管理できるシステムを世界で初めて実現し、ユーザ負荷を低下できる有効性を実証した点である。二点目は、同システムをユーザの利用する複数デバイスで同時に動作させ、各デバイスの検知結果を共有し組み合わせた割り込みタイミングを管理できるシステムをはじめて実現し、ユーザ負荷をさらに低下できる有効性を実証した点である。三点目は、これらシステムの評価において、被験者が実際に日常利用するスマートフォンやスマートウォッチに同システムをインストールして行う、ユーザ実環境での広範な評価実験を</p>			

はじめて実施し、有効性を検証した点である。

本論文の構成は、以下のようになっている。第1章では、序論として本研究の背景と問題点、これまでの関連研究とその課題と本研究の特長と貢献についてまとめている。第2章においては、本研究の背景となるユビキタス・コンピューティングについて、その概念を紹介し、進展するユビキタス・コンピューティング環境における4つの特徴的な傾向、「多様かつ強力な計算機の遍在化」、「多種多様化するアプリケーションやサービス」、「増加するユーザ間コミュニケーション」、「終日化するユーザのコンピューティング時間」を明らかにしている。第3章では、計算機システムにおける通知について述べ、分析を行っている。ユーザと計算機間の対話を4つの基礎的なモデルに分類し、計算機の高高速化とオペレーティング・システムの高機能化を背景として登場した通知機能について述べている。さらに、通知における3つの特徴的傾向である、「通知元の多様化」、「通知送信先デバイスの増加」、「ユーザの通知経験の長時間化」を明らかにしている。第4章では、計算機システムに求められる機能として「アテンション・アウェアネス」を論じている。まず人間の注意に関して、「注意の容量モデル」と「分割的注意」に関する認知心理学分野の研究を紹介し、次に、計算機システムからの過量かつ不適切なタイミングでの計算機システムからユーザへの通知が引き起こす「割込み過多問題」を定義している。次に、同問題を解決するために計算機システムに求められる機能としての「アテンション・アウェアネス」を定義し、その最も重要な機能としてアテンション・センシング機能とマネジメントの必要性を論じている。最後に、アテンション・センシング機能を実現するシステムの要件として、「モバイル・ウェアラブルデバイスとの親和性」、「多様な情報通知元アプリケーションへの適応性」、「ユビキタス環境における終日にもおおよぶ長時間のユーザコンピューティングとの親和性」、「実時間でアテンション・アウェアネスを実現する実時間性」の4点を定義している。第5章では、生体センサ、ユーザのコンテキスト情報利用を含めた関連研究を紹介し、既存の研究が上記の4要件を満たさない事を指摘している。第6章では、上記4要件を満たすユーザ割込みタイミング検知システム Attelia についてその実現手法とモデルを、モバイルセンシングと機械学習による実時間検知、検知対象としてのブレイクポイントの利用と長時間にわたるユーザの通知経験を支援するために行う2種のブレイクポイント検知の分類、および、複数デバイス上で同検知を実現するアーキテクチャについて述べている。第6章では、主にスマートフォンでの同機構の設計・実装について述べ、30人の被験者と16日間にわたるユーザ実環境での実証評価から、スマートフォン上での Attelia の実時間のタイミング検知による通知が、ユーザの負荷を有意に低下できる有効性を示している。更に第7章では、スマートフォンとスマートウォッチからなるユーザのマルチデバイス環境でのシステムの設計・実装について詳説し、41人の被験者と1ヶ月にわたるユーザ実環境でのシステム評価から、本システムがスマートウォッチおよび複数のデバイスでの同時動作時に、有効に割り込みタイミングを検知でき、ユーザ負荷をさらに低下できる有効性を示している。最後に第9章にて、本研究の結果と今後の研究課題を整理し、本論文をまとめている。

以上を要約すると、本研究は、ユビキタス・コンピューティング環境において人間の注意が管理すべき貴重な資源である点に着目し、「割込み過多問題」の解決に向けて必要とされる、計算機システムでのユーザの注意に対する適応性「アテンション・アウェアネス」に向けたアテンション・マネジメントを実現した。ユーザのモバイル・ウェアラブルデバイスで既存のOSやアプリケーションに変更を加えることなく動作でき、2種のブレイクポイント検知手法によりユーザの長時間の通知経験を包括的に支援し、実時間でユーザへの割込みに適したタイミングを検知するはじめてのシステム Attelia を構築、評価し、その有効性を実証した。本研究の成果は、計算機システムにおける「アテンション・アウェアネス」を実現する基盤技術として広く活用でき、人間の注意を阻害しない計算機システムの実現、さらには高度化した計算機システムと人間の調和の取れた協調にもとづいた人間および人間社会の知的活動支援に大きく貢献できる。

これらの成果は、著者が長年、研究者として活動してきた研究実績と先端的な研究を行うために必要な研究能力、および新たな分野を切り開く発想力、並びにその基礎となる豊かな学識を有することを示したものと見える。よって本論文の著者は博士（政策・メディア）の学位を受ける資格があるものと認める。