

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：32612

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2020

課題番号：19K20260

研究課題名（和文）Behavification: ユーザの注意をバイパスして行動に作用する情報基盤

研究課題名（英文）Behavification: Information infrastructure that bypasses user's attention and influences behavior

研究代表者

大越 匡（OKOSHI, Tadashi）

慶應義塾大学・政策・メディア研究科（藤沢）・特任准教授

研究者番号：00791120

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：近年のユビキタス環境においてユーザは、多種多様な機器、サービスからの多量のプッシュ通知型情報提示に囲まれている。通知による人間の注意への割り込みは、操作ミス増加や生産性低下等多くの悪影響が報告されている。本研究では通知を用いて知らせずに、より直接的にユーザの行動に作用する「通勤」の概念について、その実現可能性と有効性解明に取り組んだ。ユーザが通勤を自ら許可しやすいアプリケーション種別やシナリオ、システムへの要件を明らかにし、また視覚、時間感覚、情動伝染効果など複数の通勤概念を実装し有効性を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間が受信する情報が増えつづける現在のコンピューティング環境において、人間の注意資源の消費削減は大きな課題でありタイミング、モダリティ等調節する既存研究が行われてきた。本研究は「知らせ」ずにより直接的に行動に作用する通勤の概念を提案しその実現可能性と有効性を明らかにした。国際論文誌論文1本、国際会議論文1本、国内研究会報告2本を発表して、国内/国際的に研究成果が評価された。情報過多と人間の注意資源の不均衡に関する問題は、社会の人々のコンピューティング環境における問題として深刻さを増しており、その新しい解決手法として応用分野は広く意義深い。

研究成果の概要（英文）：In the recent ubiquitous computing environment, users are surrounded by a large amount of push-notification type information from various devices and services. The interruption of human attention by notifications has been reported to have many negative effects, such as increased operation errors and decreased productivity. In this study, we investigated the feasibility and effectiveness of the concept of "behavification," which acts more directly on user behavior without using notifications. We identified application types, scenarios, and system requirements that would make it easier for users to allow tolls on their own. We further designed implemented several passive applications such as visual overlays, time estimation training, and emotional contagion effects, and clarified their effectiveness.

研究分野：ユビキタス・コンピューティング

キーワード：ユビキタス・コンピューティング 情報通知 アテンション・マネジメント 通勤

1. 研究開始当初の背景

近年のコピキタス環境においてユーザは、日常生活においてネット接続されたモバイル、ウェアラブル等複数のデバイスを併用し、より多種多様な情報サービスを利用しつつある。ユーザの状況を理解し、有用な情報をより能動的に提供するサービスが増えており、「プッシュ通知」はその主要な手段として年々利用が伸びている[Bentley, ACM UbiComp '18]。しかし一方で、プッシュ通知による人間の注意(アテンション)への割り込みは、分割注意(divide attention)を起こし、教育、職場、運転中など様々な場面で、操作ミス増加や生産性低下、ひいては交通事故の誘発など、多くの悪影響が報告されている[Pejovic, ACM UbiComp '14]。

近年活発化しているアテンション・マネジメント研究では、通知の表示形式やモダリティ、タイミング等とユーザの情報受容のしやすさの関係についての調査分析や、機械学習を用いた推定といった研究が行われているが、情報量が増加の一途を辿る中でユーザの注意資源が切迫している状況に変わりはなく、より新しい解が求められている。

2. 研究の目的

本研究では、通知の根本目的がユーザに何らかの行動を起こさせることである点に着目し、「ユーザに知らせ(通知: notification)でボトルネックである注意資源を消費するのではなく、ユーザの行動により直接作用(通"動": behavi-fication)する事は可能であり有用なのか?」を問う。

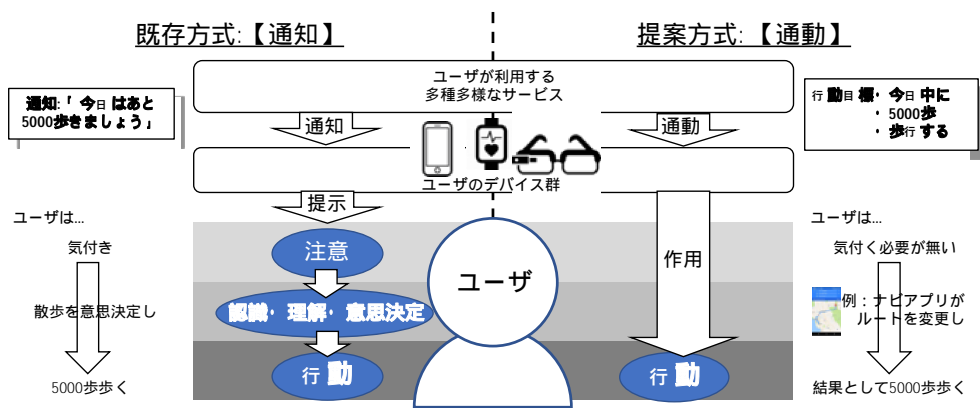


図1: 既存方式と提案方式の比較

図1に「通動」の概念を比較して示す。例えば「今日はあと5000歩歩きましょう」といった既存方式の通知では、ユーザがそれを認識・理解して行動を実行するために、注意や知的処理(二重過程理論におけるシステム2)を必要とする。一方通動方式では、「今日さらに5000歩歩行が必要」という行動目標を情報システム内で形式化し、ユーザが利用中のナビゲーションサービスが適応動作してルート进行调整し、最短経路より多くユーザを歩かせることを指向する。ユーザがあらかじめ許可する範囲内で、ユーザには知らせず注意資源をバイパスして直接行動に働きかけることができれば、注意にまつわるユーザの負担を減らしながら本来目的の「歩行」行動が実現できると考えられ、本問題への新しい解決策とすることができる。本研究ではこのような通動の実現性と有効性を問う。

具体的には本研究は、上記の様な学術的問いに答えるため、以下の解明を目的とする。

- ・目的1: ユーザが通動による行動操作を許可できるテーマ、状況、行動等の解明
- ・目的2: 通動を実現するために必要な基盤技術のシステムアーキテクチャの解明
- ・目的3: 通動アプリケーションの構築・評価を通じたその有効性の解明

3. 研究の方法

目的1に関して本研究では、(1)本システムの潜在的なユーザが行動変容システムをどのように受け止め受け入れているか、(2)キラーアプリケーションの発見、(3)行動変容システムの設計に必要な要件や根拠の明らかにすることを目的として、日常的にスマートフォンを使用しているコンピュータサイエンスや情報技術関連学部の大学生19名によるグループディスカッションとアンケート調査を行った。

被験者らはまず(a)基本的な属性、(b)日常的なスマートフォンの使用状況、(c)アプリケーションやサービスのカテゴリーごとに可能な「通動の適切性」に関する主観的な評価をアンケート

で行った。スマートフォンアプリケーションが広く流通する場としての「アプリケーションストア」における 20 のカテゴリリストを用い、各カテゴリについて、通勤概念を導入する場合の適切さ度合について、5 段階 Likert スケールによる主観的評価を求めた。

またより具体的な通勤のシナリオを作成するために、個別ワークおよびグループワークを行った。各参加者は各自、自分の好みに基づいて 3 つのカテゴリを選択し、「アプリケーションが現在ユーザに通知している情報」、「ユーザがアプリケーションに通勤を許可できる条件・目的・トピックの種類」、「考えられる具体的な動作確認の方法」の観点を踏まえながらアプリケーション・シナリオを考案した。その後被験者達は、各自がシナリオのプレゼンテーションとディスカッションを行った後、参加者全員で全シナリオを相互評価した。

目的 2 について研究者らは、これまでの通勤の想定シナリオ、加えて目的 1 のために行ったアンケート調査/グループワークの結果から導出されたアプリケーション・シナリオ群を元に、研究者らによりディスカッションを行い、まず下記の様なシステム設計に際する要件を導出した。

- システムは、目標とする行動の種類、質、量について、ユーザの具体的な許可を入力できることが強く求められる。
- システムは、OS やミドルウェア、アプリケーションやサービスなどの構造的な枠組みが必要となる。一つの通勤インスタンスは、実現したい行動の種類と量に応じて、複数のアプリケーションやサービスを利用することができる。
- システムは、視覚、聴覚、触覚など、人間の複数の感覚モダリティを扱うことが推奨され、人間のシステム 1 と 2 の異なる程度のバイパスをサポートする様々なタイプの通勤をよりよくサポートする。
- システムは、ユーザーの行動に影響を与えるような実世界での行動を伴うアプリケーションやサービスと接続・統合されていることが好ましい。

これらの結果をもとに研究者らは、視覚上での通勤実現をめざすソフトウェアシステムの設計、およびマルチモダリティへの応用を視野に入れての、聴覚上での通勤実現を目指すソフトウェアシステムの設計開発を行った。

目的 3 について研究者らは、いくつかの通勤アプリケーションを実際に、Mixed Reality 環境 (Microsoft HoloLens) やスマートフォン、スマートウォッチ環境上で制作し、その動作を検証・評価して有効性を明らかにすることに取り組んだ。

(1) 視覚的通勤(1) Overlaid Reality - 物理空間のオブジェクト上に画像をオーバーレイ表示

物理空間において、視覚的にユーザを行動に誘引しうるオブジェクト（食欲を誘うレストランの看板等）を、加速空間から Mixed Reality 技術を用いてオーバーレイ表示する画像によって、理想的には「消去」もしくは「置き換え」、適切な行動（上記例の場合「外食せずに帰宅する」）へ仕向ける通勤技術を開発した。具体的には、Microsoft HoloLens 環境上で、Unity フレームワークによるオブジェクト配置、Vuforia による動画画像入力からのリアルタイム物体検出等の技術を用い、同通勤を実現した。



図 2: 視覚的通勤(1) Overlaid Reality

(2) 視覚的通勤(2) Potetizer - ことわざに知識を活用した物理空間内の視覚の入れ替え

人間は例えば、「人前で話すにあたって緊張してしまうときは、人々の顔をイモだと思え」というような、古くから伝わることわざや言い伝え、アドバイス等の知識を、人間成長の過程で多くの場合習得している。そのような知識を、物理空間における視野内で視覚化する方式の通勤を

「Potetizer」として実装した。(1)と同じように、具体的には、Microsoft HoloLens 環境上で、Unity フレームワークによるオブジェクト配置、Vuforia による動画像入力からのリアルタイム物体検出等の技術を用い、同通勤を実現した。

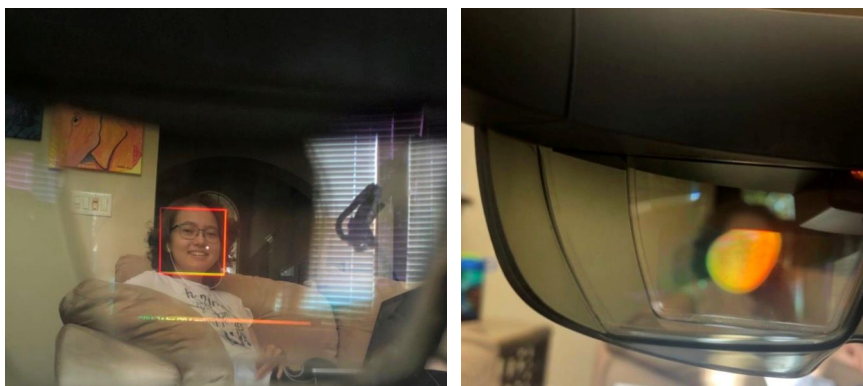


図 3: 視覚的通勤(2) Potetizer

(3) 時間感覚を事前に鍛錬することによる通知回避と通勤効果の実現

従来型の通知の目的は、受信者ユーザのアテンションおよび通知内容の情報に関する認識を得るためであり、その情報に関する意識/認識を事前にユーザに持たせてしまえば通知は不要となる可能性がある。時間的制約をユーザに知らせる「アラーム」といった情報通知はそのひとつとして考えられ、事前に、ユーザ自身における時間に関する感覚や所要時間の見積りを行う力を鍛えることができれば、通知によるアテンション障害を回避した通勤と言える。そのような、時間間隔や見積能力を鍛える通勤アプリケーションとして、ADLogger システムを構築した。

時間管理において重要となる「感覚に依存した見積りの誤差」、「バッファの不備」を回避する事で時間管理行動に対する苦手意識や行動の変化を与える事を目指す。具体的に ADLogger は、実測値の平均時間及び余白時間を元に合計時間予測を提案した。

(4) 通勤手段としての、顔表情画像の表示を通じたオンライン上での情動伝染の確認

オフラインによる複数ユーザ間でのインタラクションにおいては、他人の顔表情(笑顔等)を見る事でつられて笑顔が作られ、その顔表情作成によって幸福感を感じる情動伝染現象の存在が明らかとなっている。このような現象がオンライン環境(例えば SNS 上)でのユーザ間交流においても起きることが確認出来れば、システム 2 に作用する通知ではなく、システム 1 に直接作用する通勤と捉えることができる。

本現象を確認するために、専用のセルフイー写真投稿 SNS を作成し、被験者を集めた実験を行うことで、その発生を確認した。

4. 研究成果

本研究により、下記の 3 つの成果が得られた。

(1) ユーザが通勤による行動操作を許可できるテーマ、状況、行動等が明らかになった。

通勤を利用するエンドユーザ側からの視点から、自らの許可を想定した環境で、通勤の実行とそれによる行動の操作に関する許容度の高い分野/低い分野が明らかになった。表 1 に示すように、例えば、健康(health&fitness)、生産性(productivity)、スポーツ、医療といった分野ではその許容度が高い。また表 2 に示すように、そのアプリケーション・シナリオ例を導出した。これらの研究結果は、ユビキタスコンピューティング分野のトップ国際会議 ACM UbiComp 併設ワークショップ「WellComp 2021」に採択され、発表を行った。(T. Okoshi, W. Sasaki, and J. Nakazawa, “Behavification: bypassing human’s attentional and cognitive systems for automated behavior change,” in Adjunct Proceedings of the 2020 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2020 ACM International Symposium on Wearable Computers, 2020, pp. 692-695.)

(2) 通勤を実現するために必要な基盤技術のシステムアーキテクチャへの要件があきらかになった。

通勤を実現するための必要となるソフトウェア/通信基盤技術、システムアーキテクチャへの要件を明らかにすると共に (セクション 3 参照)、システムの設計・実装を行った。本システム要件については、上記国際会議論文において発表を行った。

(3) 複数の通勤アプリケーション・シナリオに関して評価を行い有効性を確認した。

前述した複数の通勤アプリケーション・シナリオについて評価を行い、有効性を確認した。

Table 1: Subject Evaluation on Behavification's Appropriateness

6-level Likert scale (6: "Strongly agree", 5: "Agree", 4: "Somewhat agree", 3: "Somewhat disagree", 2: "disagree", 1: "Strongly disagree")

Category	Health & Fitness	Productivity	Sports	Lifestyle	Medical	Entertainment	Weather	Education	Finance	Music
Max.	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Ave.	5.3	4.8	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.3	4.3
Med.	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Stdev.	0.9	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5
Min.	3	1	1	1	2	2	2	2	2	1

Category	Business	Travel	Social Networking	Game	News	Photo & Video	Utilities	Developer tools	Graphic / Design	Reference
Max.	6	6	6	6	5	6	6	6	4	4
Ave.	4.1	4.0	3.9	3.6	3.6	3.5	3.1	2.9	2.2	1.8
Med.	4	4	4	4	4	4	3	3	2	1
Stdev.	1.2	1.5	1.4	1.6	1.4	1.7	1.5	1.5	1.0	1.0
Min.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Table 2: Application Scenarios of Behavification (selected)

No.	Category	Scenario Name	Assumptive App	Current notification	Certain condition that user can allow behavification	Behavification (automatically...)	Bypassing System 1	Bypassing System 2
44	Music	AutoMusic	Apple music	Notifies new songs of my favorite artists	In a private space/environment	Starts playing the song	✓	✓
38	Entertainment	AutoVideo	Video/music	Notifies new video episode	In a private space/environment	Playback the new episode	✓	✓
11	Weather	AlwaysDry	Navigation	Notifies emerging rain		Changes the route to avoid rain	✓	✓
12	Weather	UnlockWeather	Weather	Notifies emerging rain		Modifies lock screen to "rain" icon		✓
45	Photo & Video	UnlockMemories	Google photos	Notifies past photo memory		Modifies lock screen / background to the memorial photos		✓
13	Productivity	SaidHello	Zoom /calendar	Notifies next meeting schedule	Only if the meeting is internal / domestic	Starts the meeting	✓	✓
8	Education	ChamberofSecrets	Study recording	Notifies the duration of user's study length		Modifies the length slightly shorter to encourage the user more	✓	✓
23	Lifestyle	Ama-zen	Shopping (fasion)	Notifies new close items	Under certain budget, with fasion preferences	Purchases items and deliveries to home	✓	✓
9	Health and fitness	FitnessGuardian	Running	Notifies more excersize need	Under specific diet goal	Changes the route to burn more carories.	✓	✓

時間感覚を事前に鍛錬することによる通知回避と通勤効果の実現に関しては、「ADLogger」導入前後で見積もり時間や苦手意識の変化が現れるかを調査すべく大学生 20 名を被験者として約 4 週間に渡る評価実験を行った。結果全ての被験者においてタスク・総合時間の時間もしくは%比において実態の時間が見積もりの時間予測に合いやすくなり、全体の実測値の分布のばらつきを縮小する効果が示唆された。本研究に関しては、情報処理学会ユビキタスコンピューティングシステム研究会にて研究発表を行った。(助川 友理, 羽柴 彩月, 大越 匡, and 中澤 仁, "ADLogger タスク別時間記録システムの構築の提案," in 情報処理学会研究報告. UBI69, [ユビキタスコンピューティングシステム], 2021, vol. IPSJ-UBI69, no. 20, pp. 1-7.)

通勤手段としての顔表情画像の表示を通じたオンライン上での情動伝染の確認に関しては、38 人の被験者を対象にした 2 週間のユーザ環境評価実験を行った結果、投稿された自撮り写真を見たときにユーザーの笑顔度が平均 15%向上することが明らかになった。自撮りに基づく感情移入がソーシャルネットワーク上で発生していることが明らかになった。本研究に関しては、国際論文誌 Social Network Analysis and Mining に投稿・採録された。(W. Sasaki, Y. Nishiyama, T. Okoshi, and J. Nakazawa, "Investigating the occurrence of selfie-based emotional contagion over social network," Social Network Analysis and Mining, vol. 11, no. 1, p. 8, Dec. 2021, doi: 10.1007/s13278-020-00712-0.)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Wataru Sasaki, Yuuki Nishiyama, Tadashi Okoshi, Jin Nakazawa	4. 巻 11
2. 論文標題 Investigating the occurrence of selfie-based emotional contagion over social network	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Social Network Analysis and Mining	6. 最初と最後の頁 1--8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s13278-020-00712-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 大越匡
2. 発表標題 人の限定合理性を超越した行動変容支援に向けた情報プラットフォームの設計
3. 学会等名 情報処理学会第64回ユビキタスコンピューティングシステム研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 栄元優作
2. 発表標題 モバイルコンピューティングによるエモーショナル・イーティングの検知
3. 学会等名 情報処理学会第65回ユビキタスコンピューティングシステム研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi Okoshi
2. 発表標題 Digital-Wellbeing powered by IT/AI Technologies
3. 学会等名 4th International workshop on emotion awareness for pervasive computing with mobile and wearable devices（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tadashi Okoshi
2. 発表標題 Behavification: Bypassing Human's Attentional and Cognitive Systems for Automated Behavior Change
3. 学会等名 3rd International Workshop on Computing for Well-being (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 助川友理
2. 発表標題 ADLoggerタスク別時間記録システムの構築の提案
3. 学会等名 情報処理学会第69回ユビキタスコンピューティングシステム研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	助川 友理 (SUKEGAWA Yuri)		
研究協力者	栄元 優作 (EIGEN Yusaku)		
研究協力者	佐々木 航 (SASAKI Wataru)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計1件

国際研究集会 4th Workshop on emotion awareness for pervasive computing with mobile and wearable devices	開催年 2020年～2020年
--	--------------------

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------