

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500047

研究課題名(和文) パワーマネジメント・セキュリティのためのゲーム機向けミドルウェアの構築

研究課題名(英文) A Game Middleware for Power Management and Security

研究代表者

中島 達夫 (Nakajima, Tatsuo)

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10251977

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：様々な社会問題を解決するためには人間の行動を改変することが重要である。特に、エネルギーを削減し持続可能な社会を構築するためには、情報技術を利用した分散基盤ミドルウェアが重要となる。本研究では、クラウドソーシングの考え方を利用して、集団行動をナビゲートすることによりエネルギーを削減することを試みた。具体的には、マイクロクラウドファンディングというミドルウェアを開発した。マイクロクラウドファンディングでは仮想性を利用して集団の行動のナビゲートを可能とする。本研究では、仮想化を導入する複数の方法を提案し、それらの有効性に関して検討をおこなった。

研究成果の概要(英文)：For solving a serious social problem, it is important to take into account human behavior changes. In particular, for building a sustainable society, we need a distributed middleware infrastructure to use information technologies. In our research, by using the crowdsourcing concept, we tried to develop a middleware for reducing energy for navigating collective human behavior. Actually, we have developed a middleware named micro-crowdfunding. Micro-crowdfunding enables to navigate collective human behavior by using virtuality. Our research have developed several methods to introduce virtuality and discuss the effectiveness of the methods.

研究分野：オペレーティングシステム

キーワード：サイバーフィジカルシステム 人間の行動

1. 研究開始当初の背景

本研究テーマでは、社会全体の持続可能性を向上することを可能とするミドルウェアの開発をおこなった。ソーシャルメディア・プラットフォームは、我々の生活や仕事のあり方を大きく変革しつつある。これまでには直接知らない人同士が交流する機会はあまり多くはなかったが、ソーシャルメディア・プラットフォームを介して新たな協力関係を構築する事も一般的になってきている。また、IBMではソーシャルメディア・プラットフォームを利用することにより企業内における研究プロジェクトとしてふさわしい提案であるかどうかを社員により地域通貨を投資することにより判断するような試みをおこなわれ、有効性が示されている。このような試みを拡張することで、社会の持続可能性を向上するためにゲームの考え方を利用した2つのミドルウェアの開発をおこなった。

2. 研究の目的

本研究では、コミュニティモバイルクラウドの2つのケーススタディの開発をおこない、それらの開発・運用経験に基づいて有益な教訓を含む5つの知見を抽出した。その結果は、国際会議論文として発表をおこなった。特に、クラウドソーシング・プラットフォームの開発運用の経験を、心理学における研究成果や人間行動を制御する可能性を持ったゲームに関する研究等と関係づけた知見を提供した研究は他に存在せず、次世代の情報システムの開発者が様々なインセンティブを利用する上で参考にすべき研究課題を示唆する点においても有用な情報を提供している。

3. 研究の方法

本研究では、実際に動作可能なプロトタイプシステムを構築することにより、その経験から有効な知見を導出する。具体的には、マ

イクロクラウドファンディングとMoboQという2つのシステムの構築をおこなった。

4. 研究成果

本研究では、成果として以下の2つのシステムの構築をおこなった。

(1)MCfund: クラウドファンディングの概念を用いたクラウドソーシング・プラットフォーム

クラウドファンディングとは、何か新しいアイデアを実現したり、プロジェクトを実行したりする際に不特定多数の人々から投資を募る方法である。その際、投資を募る人は提案内容の詳細や重要性、実行に必要な投資額等を決める。集まった資金の総額が、提案者の提案した投資額の総額を上回った場合に、プロジェクトが開始される。プロジェクトが完了すると、投資者は投資額に見合った報酬を得ることができる。もしその報酬に大いなる価値があると感じることができた場合、それは投資者にとって大きなインセンティブとなる。しかし、既存のKickstarterのようなクラウドファンディングのプラットフォームでは、参加者は実通貨を投資しなくてはならない。そのため、資金に余裕のある人しかアクティビティに参加することができない。

我々は、コミュニティモバイルクラウド、MCfundを提案する。MCfundは、コミュニティ間の経済活動を促進することにより、社会の持続可能性を保つことの重要性に関する認識を高めるためのシステムである。MCfundでは、各々のメンバー同士が互いに知り合いであるコミュニティ内で、コミュニティメンバーがマイクロタスクを遂行する。経済的インセンティブも用いられているが、実通貨への変換は前提としていない。MCfundでは、地域通貨を用いたコミュニティ内の経済活動により、タスクを遂行することの意義に気づかせることが目的である。従って、参加者の

内的動機を高めることができる。スマートフォンを用いることで、どこにいても短い時間でサービスに利用できる点も、参加者を貢献しやすくさせるための工夫点である。

我々は、MCfundにおける社会的インセンティブと経済的インセンティブの働きを調査するため、ロールプレイング評価法を用いてユーザ評価をおこなった[17]。社会的インセンティブは、参加者の高レベルな行動を促す際に重要な役割を果たすということが判明した。例えば、複数人で問題を共有することで、参加者全員の“主体的に考える”という行為を促すことができた。加えて、参加者全員が、自分がミッションを実行したことに對してお礼を言われた際に「嬉しかった」という感情を抱いたという結果は、他者からのフィードバックを上手く取り入れることで、人々の内的動機を高めることができる可能性も示唆している。同コミュニティメンバーからのお礼は、自分がコミュニティに貢献したことを実感する要因となる。他者と問題を共有することで問題を明確化し、その問題に對して自分が何かアクションを起こし、問題の現状の解決の度合いに応じてポジティブなフィードバックを得ることで、自分が社会に貢献しているという感覚を認識することが可能となる。

経済的インセンティブに関しては、通貨は社会持続性の重要性を認識することに貢献するとの知見を得た。理由は、あるミッションに参加者がより多い金額を投資している場合は、そのミッションの重要性や困難度が高いことを示しているためである。また、エイジングマネーの概念を取り入れたことで、参加者にお金の価値が下がる前により多く投資させる行為を促すことができた。この結果は、行動経済学の人間の損失回避性[8]に基づくものであると言える。

(2)MoboQ: 人間をセンサとして利用するクラウドソーシング・プラットフォーム

MoboQ はマイクロブログ上で動作する、ロケーションベースの実時間 Q&A サービスである。MoboQ では、サービスへの参加者は、どのレストランが混んでいるのか、どの銀行が待ち時間が長いのか、これから上映される映画のチケットはまだ残っているのか等の、位置情報や時間に依存する情報を取得することを可能とする。このような質問に、従来の Q&A サービスを用いて対応することは難しい。MoboQ は、マイクロブログ上のサービスである Sina Weibo¹⁾における実時間ストリームを解析し、Weibo 上にポストされた情報に基づいて、質問に関連する場所の近くにいる人々に質問を送信する。質問に答える人は MoboQ の参加者ではなく、Sina Weibo の参加者であり、MoboQ の存在を知る必要はない。このようなデザインは、多くの参加者が既に存在し、現在爆発的に成長している Weibo と相性が良い。マイクロブログ・プラットフォームの実時間性を用いることにより、従来の Q&A サービスよりも素早く回答を返すことができるようになる。MoboQ では、不特定多数の人々を、実世界情報を取得するためのセンサとして用いており、質問者はヒューマンセンサから得た情報から実時間コンテキスト情報を取得することができる。MoboQ と従来のセンサを用いたアプローチの差異を図 3 に示す。

MoboQ は 2011 年の秋に設計と実装が進められ、2012 年の初期に中国でリリースが開始された[12]。2012 年の 10 月までの間に、我々は 15,224 個の質問を得た。回答に関しては、162,954 名の Weibo の候補回答者から 29,491 個の回答を得ることができた。Weibo 上の見知らぬ人に対する回答率は、18.0%という結果になった。MoboQ では最大 15 人にまで質問を送信することができ、質問に対する全体の平均回答率は 74.6%であり、そのうちの 10 分以内に返答があったものは 28%、20 分以内に返答があったものは 51%、1 時間以内に返

1) <http://weibo.com/>

答があったものは 72%という結果になった。
この結果は、我々のシステムが実際の環境で
運用した場合も十分機能する可能性がある
ということを示唆するものである。

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 3件)

[1] Mizuki Sakamoto, Tatsuo Nakajima,
“Gamifying Intelligent Daily Environments
through Introducing Fictionality”, International
Journal of Hybrid Information Technology, Vol.7,
No.4, pp. 259-276, 2014 査読あり

[2] Ning Li, Yuki Kinebuchi, Hiromasa Shimada,
Tatsuo Nakajima, “An Extensible Secure OS
Architecture for Embedded Systems”, Journal of
Information Processing, Vol.21, No.4, pp.
650-659, 2013 査読あり

[3] Lin Tsung-Han, Yuki Kinebuchi, Tatsuo
Nakajima, “Robust lightweight embedded
virtualization layer design with simple hardware
assistance”, IEICE TRANSACTIONS on
Information and Systems, Vol.95, No.12,
pp.2821-2832, 2012 査読あり

[学会発表](計 5件)

[1] Mizuki Sakamoto, Tatsuo Nakajima, “A
Community-based Crowdsourcing Service for
Achieving a Sustainable Society through
Micro-Level Crowdfunding”, International
Conference on Internet Politics and Policy:
Crowdsourcing for Politics and Policy, イギリ
ス・オックスフォード, 9月, 25-26日, 2014
査読あり

[2] Mizuki Sakamoto, Hairihan Tong, Yefeng
Liu, Tatsuo Nakajima, Sayaka Akioka

“Designing Incentives for Community-Based
Mobile Crowdsourcing Service Architecture”,
Database and Expert Systems Applications, pp.
17-33, ドイツ・ミュンヘン, 9月 1-4日, 2014
査読あり

[3] Ning Li, Tatsuo Nakajima,
“Local-Memory-Based Integrity Checking for
Embedded Systems”, IEEE 16th International
Conference on Computational Science and
Engineering, オーストラリア・シドニー, 12
月 3-5日, 2013 査読あり

[4] Mizuki Sakamoto, Tatsuo Nakajima,
“Micro-crowdfunding: achieving a sustainable
society through economic and social incentives in
micro-level crowdfunding”, Proceedings of the
12th International Conference on Mobile and
Ubiquitous Multimedia, スエーデン・ルーレオ,
12月 2-5日 2013, 査読あり

[5] Mizuki Sakamoto, Tatsuo Nakajima, Todorka
Alexandrova, “Digital-physical hybrid design:
Harmonizing the real world and the virtual
world”, Proceedings of the 7th International
Conference on the Design & Semantics of Form
& Movement
ニュージーランド・ウエリントン, 4月 18-20
日, 2012 査読あり

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 達夫 (NAKAJIMA Tatsuo)
早稲田大学 理工学術院 教授
研究者番号: 10251977