

情報提示へ向けた Web ベースおよび力学モデルによるデバイス選択手法 Web-based Force-directed Adaptive Device Selection for Notification

阿部 晋矢[†] 佐藤 辰哉[†] 佐藤 壮一[†] 小松 佑人[†] 藤沢 寛[†] 藤津 智[†]
Shinya Abe Tatsuya Sato Soichi Sato Yuto Komatsu Hiroshi Fujisawa Satoshi Fujitsu

1. はじめに

放送局などから提供されるコンテンツ(動画, 音声, テキスト)を複数デバイスで利用するシステムとして, Hybridcast の端末連携[1]や共通受信機アーキテクチャ[2]が提案されている. インターネットでも, 家電の IoT 化に伴い, コンテンツを提示可能なスマートデバイスが増加している. しかし, 身の回りには複数のデバイスからコンテンツの提示に適したデバイスを選択する検討はなされていない. 確認できる既存手法として, ユーザーが持つ複数のデバイスの「ディスプレイサイズ」と事前に定めた「レイアウト」の候補の組合せ最適化[3]があるが, ディスプレイ機能の無いデバイスやコンテンツ提示に向けたシステムが出揃いつつある中, 例えば緊急時に情報を提示するユーザー近傍の一部のデバイスを選択する方法が求められる.

そこで, 我々は情報提示へ向けた Web ベースおよび力学モデルによるデバイス選択手法を提案する. 提案手法は, セマンティック Web[4]の思想をベースにデバイス同士やコンテンツの情報源との関係を保持する. そして, コンテンツ提示に適切なデバイスを選択するため, デバイスやユーザー, コンテンツに関する関係性を空間上にプロットする. 本稿では, 提案手法によるコンテンツの提示例として“通知”を取り上げ, ユーザーを中心に, コンテンツの情報源, デバイスを Fruchterman-Reingold アルゴリズム[5]により2次元空間へプロットし, ユーザー近傍のデバイスを選択するプロトタイプを試作し, 動作を検証したので報告する.

2. 情報提示へ向けた Web ベースおよび力学モデルによるデバイス選択

セマンティック Web は, Web ページに代表される情報をコンピュータが理解し利用するため, 情報同士の関係を意味のあるつながりにより表現する取組みである. Web ページのつながりを継続的に表すため拡張性高く, 機械可読なメタデータを記述可能な Resource Description Framework (RDF)[6]などの技術仕様が標準化されている. セマンティック Web の考え方は, 番組やコンテンツのメタデータ[7], デバイスを扱う W3C Web of Things[8]など, Web ページに留まらず浸透し続けている. 提案手法も既存手法と相互互換性を保ち, 拡大するコンテンツやデバイスの種類, 形態へ対応するためセマンティック Web の思想に合わせ, コンテンツの情報源やデバイスの関係を RDF により保持し, つながりの持つ意味からユーザーへコンテンツを提示するデバイスを選択する.

提案手法は, デバイス同士やコンテンツの情報源, ユーザーの関係を RDF により表し, 関係の表されたグラフを空間へプロットする. 関係の表されたグラフの元の構造が複雑で直接空間へプロットできない場合, プロット可能な形

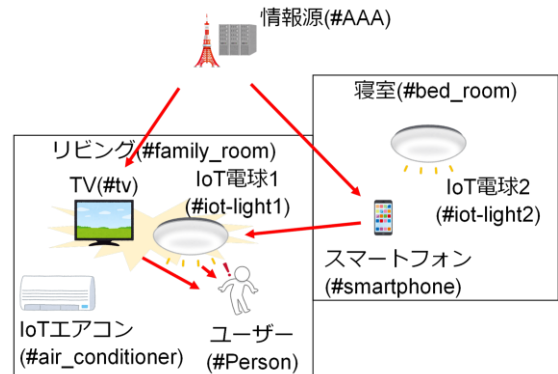


図1 ユーザーとデバイスおよびコンテンツの情報源の関係

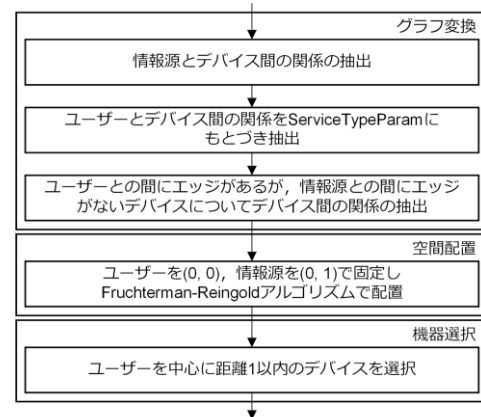


図2 2次元空間へのプロットによるデバイス選択化アルゴリズム例

へ抽出および加工する. そして, 抽出および加工したグラフを空間へプロットしたことで決まる位置をもとにデバイスを選択する. 関係の表されたグラフに十分にデバイスやユーザー, コンテンツの関係を表す情報が存在すれば, 各要素の関係を反映したプロット結果が得られるため, 例えば距離の近いデバイスを選択することによりユーザーの状況にあったデバイスを選択できる可能性がある.

提案手法の例として警報や速報ニュースなどの受信通知を出すことを目的に, 図1に示すユーザー(#Person)を中心とした部屋や存在するデバイスの状況において, コンテンツの情報源(#AAA)からの通知を提示するデバイスの選択を紹介する. 関係の表されたグラフを2次元空間へプロットすることにより, 各要素の関係を反映しながらデバイスを選択できるアルゴリズム例を図2に示す. 図1のユーザー, デバイス, コンテンツの情報源の関係を表したRDFを図3に示す. 図3のRDFをそのまま2次元空間へプロットしても不要なノードやエッジが多く, 配置結果からデバイスを選択することは難しいため, 図2のグラフ変換のアルゴリズムに基づき抽出および加工する.

[†] 日本放送協会 放送技術研究所

NHK Science & Technology Research Laboratories

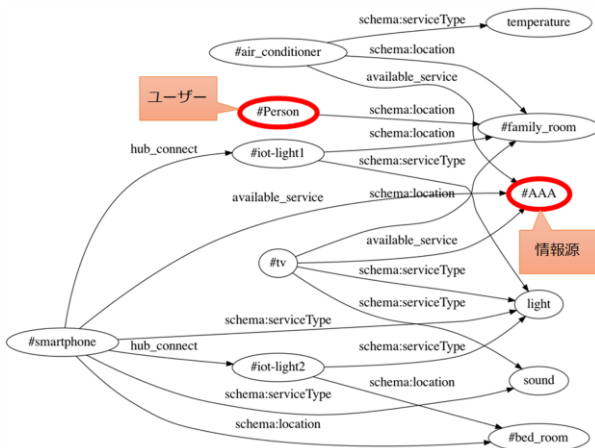


図3 ユーザーとデバイスおよびコンテンツの情報源の関係を示す RDF(抜粋)

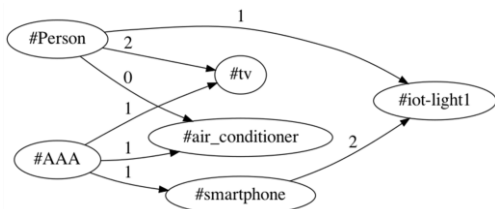


図4 グラフ変換により得られたグラフ

まず、コンテンツの情報源を利用可能(available_service)なデバイスを抽出する。ここでは、#tv, #smartphone, #air_conditioner が抽出される。抽出されたデバイスはコンテンツの情報源と重みが1のエッジで接続する。続いて、ユーザーとデバイス間の関係を抽出する。ここでは、ユーザーと同じ場所(schema:location)であるデバイスについて、ServiceTypeParam から人物との関係を重みつきエッジで表す。ServiceTypeParam はある通知の温度、音、光に対する伝わりやすさを示し、上記の通知とともに放送局から提示される、もしくは既知の情報とする。今回、ServiceTypeParam を{ 'temperature': 0, 'sound': 1, 'light': 1 }として与えた。結果として、#airconditioner は重み0, #tvは重み2, #iot-light1は重み1のエッジでユーザーと接続される。最後に、ユーザーとの間にエッジがあるが、コンテンツの情報源との間にエッジがないデバイスとして、今回は#iot-light1の関係を抽出する。ここでは、#iot-light1を制御可能な(hub_connect), コンテンツの情報源を利用可能なデバイスである#smartphoneが抽出される。#iot-light1と#smartphoneは、#iot-light1とユーザー、#smartphoneとコンテンツの情報源のエッジの重みの合計(1+1=2)のエッジで接続される。RDF変換により抽出および加工されたグラフを図4に示す。

図4のグラフについて、ユーザーを(0, 0)、コンテンツの情報源を(0, 1)に固定し、ネットワークグラフの可視化で一般的に用いられる Fruchterman-Reingold アルゴリズムにて2次元空間へプロットする。プロットした結果を図5に示す。

図5のプロットした結果をもとにユーザーから距離が1以内のデバイスを選択する。図5のユーザーを中心とした半径が1の円に含まれる、#tv, #smartphone, #iot-light1が選択される。結果として、図1の通りTV(#tv)から直接、またはスマートフォン(#smartphone)を経由しIoT照明(#iot-

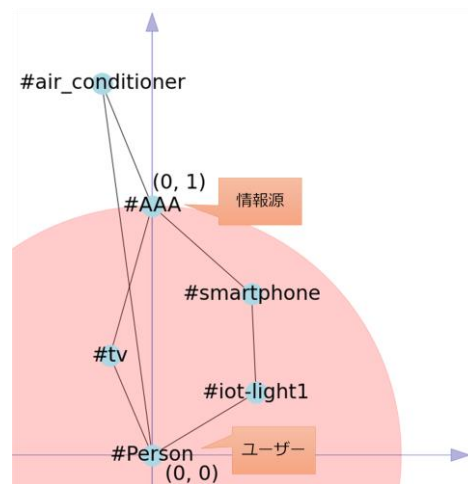


図5 情報源、ユーザーおよびデバイスの関係のプロット結果と、情報提示するデバイスを選択する範囲(距離が1以内)を定めた例

light1)から通知が提示される。一方で、情報を伝えにくいIoTエアコン(#air_conditioner)は選択されず、ユーザーの状況にあったデバイスが選択されていると考えられる。

図2のアルゴリズムをpythonによりソフトウェア実装し動作を検証した。RDFの利用環境としてRDFLib[9], Fruchterman-Reingoldアルゴリズムによる2次元空間へプロットにはNetworkX[10]を利用した。図3のRDFを入力し、図5のプロット結果、デバイス選択結果を得た。

3. おわりに

本稿では、情報提示へ向けたWebベースおよび力学モデルによるデバイス選択を提案し、提案手法を用いてユーザーを中心にデバイス、コンテンツの情報源の位置を2次元空間へプロットするプロトタイプを試作し動作を検証した。

ユーザーの状況に合わせて最適なデバイスを選択していく上での今後の課題として、色々なユースケースへの提案手法の適用、Schema.orgなどに代表される語彙の拡充やユーザー評価があげられる。これらを通じて、ユーザーの生活環境に合わせたコンテンツ提示を実現していく。

参考文献

- [1] IPTV FJ: Integrated Broadcast-Broadband System Specification, IPTV FJ STD-0010 Version 2.2(2018).
- [2] Shinya, A. et al.: Web-Based Architecture for Broadcast and Broadband Content with Device Collaboration in a Local Network, *Proc. ICCE 2021*, pp. 1-4(2021).
- [3] Domínguez, A. et al.: A Model for User Interface Adaptation of Multi-Device Media Services, *IEEE Transactions on Broadcasting*, pp.1-13(2021).
- [4] Berners-Lee, T. et al.: The semantic web, *Scientific American*, Vol.284, No.5, pp.34-43(2001).
- [5] Fruchterman, T. M. and Reingold, E. M.: Graph drawing by force-directed placement, *Software: Practice and experience*, Vol.21, No.11, pp.1129-1164(1991).
- [6] RDF 1.1 Primer, <https://www.w3.org/TR/rdf11-primer/>, (Accessed 2021-05-21).
- [7] 佐藤壯一他: メタデータ連携基盤の提案と教育への活用の一検討 2020 信学総大, Vol.D-9-3, p.82(2020).
- [8] W3C Web of things, <https://www.w3.org/WoT/>, (Accessed 2020-08-31).
- [9] RDFLib, <https://github.com/RDFLib/rdfliib>, (Accessed 2021-05-21).
- [10] NetworkX, <https://networkx.org/>, (Accessed 2021-05-21).