

# インタラクティブデバイスの機能類似度に基づくリンク予測を用いたアプリケーション開発支援手法の検討

## Study on Application Development Support Method using Link Prediction based on Functional Similarity of Interactive Devices

福井佑希† 阿部秀尚†  
Fukui Yuuki† Abe Hidenao†

† 文教大学大学院 情報学研究科

Graduate School of Information and Communications, Bunkyo University.

### 要旨

近年、スマートフォンをはじめ、対話型ロボット、ヘッドマウントディスプレイ、疑似 3D 表示が可能なディスプレイなど高いインタラクティブ機能を有するデバイスの開発が盛んにおこなわれている。開発者は、これらを統合して新たなアプリケーションを開発しようとする際、適切なデバイスの組み合わせを見出す困難や API や SDK の機能が適合しないといった困難に直面する。これらの課題に対し、本研究では、各デバイスの機能的特徴の類似性からネットワーク分析を行い、リンク予測による新規アプリケーション開発の支援手法について提案する。本稿では、提案手法をツールとして実装し、代表的な 15 デバイスについて、4 種類の指標によるリンク予測の結果をもとに、開発支援手法を実装したツールを用いて、検討を加える。

## 1. はじめに

近年、開発が盛んにおこなわれている、スマートフォンをはじめ、ペンタブレット、特殊な入力デバイス、対話型ロボット、ヘッドマウントディスプレイ、疑似 3D や空中に表示が可能なディスプレイなど高いインタラクティブ性につながる機能を有するデバイスは、現在、新たな操作体系や表現を伴うコンテンツの開発を可能にするということから、多くの期待と注目を集めている。このようなデバイスを用いた新規コンテンツとなるアプリケーションを開発するため、各デバイスを開発したメーカーやベンダーから API や SDK が提供される。しかしながら、機能面から見た適切なデバイスの組み合わせの発見や、新たなデバイスでのアプリケーション開発のため蓄積された開発データやソースコードの再利用可能性は、事前に把握することが難しい。

一方、実際に新規デバイスを用いた開発する場合、既存のデバイスでの開発経験を利用できる例は存在しており、似たような機能や API によって使える場合が多く存在し、大幅な省力化につながる可能性がある。そこで、本研究では、機能面の類似性に着目し、機能や要件を満たした API を基にした類似度として測定することにより、新たなデバイスやアプリケーションを開発するためのデバイス群を推薦し、新規アプリケーション開発支援手法を提案する。本手法は、ネットワーク分析によるデバイス間の類似性可視化に加え、リンク予測を用いて、各指標によってデバイスの組み合わせを提示することを可能とする。

以下では、本提案手法に関する説明として、代表的な 15 デバイスについての類似度指標の調整と 4 種類の指標によるリンク予測の結果を示す。さらに、開発支援手法を実装したツールを用いて可能となる分析について検討する。

## 2. 関連研究

新規のデバイスに対するソフトウェア開発を効率よく行っていくうえでの諸問題を解決するため、種々の調査方法や判別方法が先行研究[1]において研究、開発されてきた。例えば、API を呼び出したときにソフトウェアの類似性を調査し、最適なソフトウェアを提供するといった研究[2]では、類似性を調査するにはある程度の評価の値と蓄積データが必要なため、時間がかかってしまう課題がある。

API の集合体を開発者の基準にどの程度適合しているかを判断する研究[3]では、相関ルールの組み合わせ上、単一の API 同士の組み合わせを相関ルールとして提示している。ただし、単一の API の組み合わせでは、API 群の組み合わせの紹介が課題となる。

これらに対し、本研究ではデバイス間の機能に基づく類似度比較のためにネットワーク分析による類似度の可視化とリンク予測を行い、可視化における法則性から適切なデバイス群を指摘するために必要な条件[4]について、比較評価を可能にしている。

### 3. デバイスの機能に関する類似度の可視化とリンク予測

デバイスの機能に基づく類似度を測定し、デバイス間の組み合わせの関係性を表すため、本節では、ネットワーク分析による可視化とクラスタリング係数による変化を示す。

#### 3.1. デバイスの機能に関するデータ化

はじめに、デバイスの類似性を比較するために、まず対象となる 15 のデバイスをリスト化し、15 の機能をデータ集合として登録する。表 1 に以降で用いるデータの一部を示す。

事前に行った試行において、基準とする機能を詳細にしたところ、多くの機能間でのつながりがネットワーク上のリンクとされたため、適切な機能の粒度を設定し、調査対象の API やデバイスの類似性について考えるものとする。以下の実験では、ユーザが外部から認識できるデバイスの機能として基準を設定した。

表 1: ネットワーク分析のデバイスリスト

	ID	カメラ	ペン入力	赤外線カメラ
iPhone	1	○		
iPad	2	○	○	
GateBox	3			○

#### 3.2. デバイス間類似度とクラスタリング係数

表 1 で示したデータ集合に対して、各デバイスをノードとして、類似度に基づくネットワーク分析結果と以下に示すクラスタリング係数との関係性を図 1 に示す。

$$C_i = \frac{\frac{1}{2}k_i R_i}{\frac{1}{2}k_i(k_i - 1)} = \frac{R_i}{k_i - 1}$$

(1)

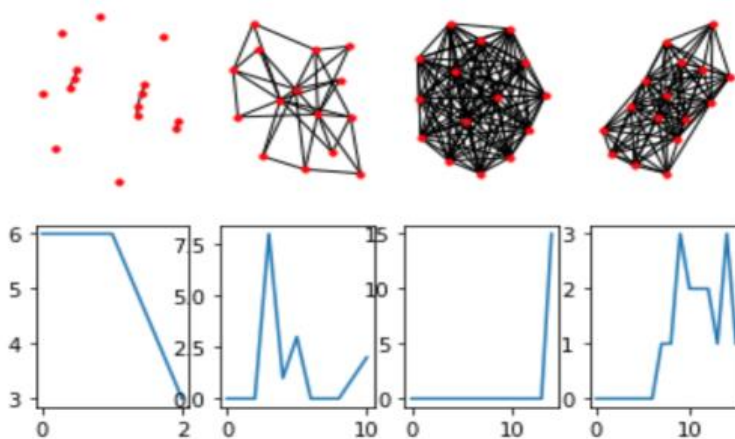


図 1: 次数強度とネットワークの可視化

ネットワーク分析と可視化については、Python上でnetworkXを用い、図1は、左からクラスタリング係数が低い順に並んでおり、3番目のものが最大係数を得られた図を表示している。

図1に示すように、ネットワークの可視化したところ、全体クラスタリング係数と類似度には、ある程度関係性が存在しており、クラスタリング係数を調整しながら測ったところ、表2に示す結果が得られた。

表2:全体クラスタ係数と関係性

クラスタ係数	類似度	予測精度
0.1	低い	非常に悪い(1)
0.4	高い	高い(9)
1(最大)	高い	最大(15)

### 3.3. リンク予測分析

表2に示した検討から、クラスタリング係数0.8の時のネットワークを用いて、リンク予測分析を適用する。リンク予測分析では、リンクを追加して、新たにつながる可能性が高いリンクを得ることとなるため、デバイスの新たな組み合わせを指摘することが可能となる。本実験では4種類のリンク予測手法(Common Neighbors(CN), (Jaccard Coefficient (JC))(Adamic/Adar(AA), (preferential attachment(PA)を用いたところ、表3に示す結果が得られた。

表3:リンク予測結果(類似度順)

CN	GateBox	PenTablet
JC	GateBox	PenTablet
AA	HoloLens	SmartWatch
PA	LookingGlass	SmartBand

表2、表3に示した結果から高いリンク予測を得るためには、適切なクラスタリング係数の調整が必要不可欠であった。特にCN、JC、AAはクラスタリング係数の影響を非常に受けやすく、一定数値を下回ると結果が得られない場合が多かった。逆に、クラスタリング係数が高いと、同じクラスタの似たようなデバイスしか発見できない結果となった。このように比較的結果が得られやすいクラスタリング係数を調整するため、回数制限を設けて測定を行わなければならないことが示唆される。

## 4. リンク予測に基づく新規インタラクティブアプリケーション開発支援ツールの実装

3節で述べた結果に対する考察に基づき、デバイスの関連性やデバイスを推薦するため、任意のデバイスと機能からネットワーク分析による類似度の分析とリンク予測に基づく開発支援ツールの概観を図2に示す。

本ツールでは、はじめに、入力インターフェースでは、既存のデバイスの機能について記録したファイルの読み込み、あるいは、適宜、新たなデバイスとその機能の登録を行う。次に、類似度が高いデバイスを取り出せるよう、ネットワーク分析に基づく結果をネットワーク図により可視化する。ユーザは、パラメータ調整を行ってクラスタリング係数やリンク予測のための指標を選定し、対応するリンク予測の結果、機能を補い合う関係となるデバイスの組み合わせを得ることを可能としている。



図2: 分析を容易にするためのツールの概観

## 5. おわりに

本稿では、高機能デバイスを用いたアプリケーション開発の効率化のため、ネットワーク分析手法に基づくデバイスの類似度の可視化とリンク予測による支援手法の開発について述べた。3節で述べた15種類のデバイスを対象とした分析では、機能を補い合うことにより新たなアプリケーション開発に繋がるデバイスの組み合わせを指摘することができた。

今後の課題は、4節に示したツールを利用することにより、より多くのデバイスの機能やSDKにより提供されるAPIレベルの類似度に基づくネットワーク分析結果やリンク予測結果に基づく開発可能性の検出を行っていくことである。これと併せ、実装を行った手法では、データに基づく開発可能性の判断を支援するツールを実装することにより、利用可能な指標や機能の改善を行っていく。

## 参考文献

- [1] 青山 幹雄 “データ駆動ソフトウェア工学への考察”, 研究報告ソフトウェア工学(SE), 2020-SE-206, 11, 2020, pp.1-8.
- [2] 関 洋平, 大嶽 智裕, 小高 敏裕 “シュタイナー木によるAPIとIoTデバイスの組み合わせレコメンドシステム”, ソフトウェアエンジニアリングシンポジウム2017論文集, 2017. pp.58-66.
- [3] 早瀬 康裕, 鬼塚 勇弥, 山本 哲男, 石尾 隆, 井上 克郎 “API呼び出しとメソッド周辺の識別子の実績に基づいたAPI集合推薦手法”, 情報処理学会論文誌, 56(2), 2015, pp.692-700.
- [4] 元田 剛士, 村田 剛志 “頂点間の類似度の足し合わせによるリンク予測の改善”, 人工知能学会論文誌, Vol. 26, No. 3, 2011, pp. 427-439