

IoT デバイスの時系列通信パターンの分析

丹羽 美乃*

愛知工業大学大学院経営情報科学研究科

梶 克彦†

愛知工業大学情報科学部

1. はじめに

現在多くの IoT デバイスが存在し、2020 年までには 300 億個まで増大すると予想される [1]。現在は 1 つの IoT デバイスに対し 1 つの通信方法を持つ。しかし今後は 1 つの IoT デバイスに対し複数の通信方法を持つと考えられる。そのため、開発者は適切な通信路やパラメータ設定が面倒になる。

我々は通信手段や経路の設定をフレームワーク化し IoT デバイスの適切なネットワークの切り替えを目指す。IoT デバイスは通信する内容や通信する距離によって通信手段や経路が変わる。通信のタイミングとデータ量の時系列変化のパターンに基づいて適切に通信経路や手段を設定しようと検討している。

我々の研究は図 1 に示すような機械学習によるネットワーク自動切り替えを目標としている。研究の流れは、はじめにデバイスの通信のタイミングやデータ量などの通信ログを取得する。この通信ログに対して正解データをラベリングし機械学習して学習器を生成する。学習器生成後、未知の IoT デバイスの通信ログを取得し学習器を通して適切なネットワーク設定を当てる。

今回、現状の通信パターンに注目し IoT デバイスを分類し通信パターンを分析した。はじめに IoT デバイスを分類し通信パターンを分析するために様々な場面ごとで典型的な IoT デバイスを列挙した。その後現状の通信パターンに着目し、通信するタイミング、通信量、通信の信頼性、通信先、通信手段の 5 項目で分析した。

2. 関連研究

遅延耐性を持つモバイルデータを対象とした研究がある [2]。IoT デバイスなどモバイル通信するデバイスが今後増えていくにあたり、時間帯や地域帯によって通信インフラの負荷が偏ると予想される。そこで通信が遅れても問題がない遅延耐性を

持つモバイルデータトラフィックを適切に遅延させ、通信インフラの負荷を分散させるモバイルデータオフローディングプロトコルが提案されている (MDOP)。通信網の混雑度からネットワークを自動切り替える際にこの MDOP が利用出来ると考える。

機械学習による行動認識に関する研究がある [3]。この研究では、加速度や角速度などをスマホのセンサ信号を取得し、信号に対して正解データをラベリングする。機械学習して学習器を生成する。その後道の行動センシング信号を取得し学習器を通して行動を当てる。この研究の流れをネットワークの自動切り替えに適用できるのではないかと考えている。

3. IoT デバイスの分析

IoT デバイスを分類し通信パターンを分析するため、様々な場面ごとで典型的な IoT デバイスを列挙し、現状の通信パターンに着目し分類した。場面ごとで典型的な IoT デバイスを列挙する際、医療、交通、産業、住宅、自治体の 5 つの場面を設定した。また通信パターンには様々な要素が組み合わさっている。そこで、今回通信パターンの分析は、通信するタイミング、通信量、通信の信頼性、通信先、通信手段の 5 項目で分類した。

3.1 場面ごとでの典型的な IoT デバイスの分類

医療、交通、産業、住宅、自治体の 5 つの場面ごとで典型的な IoT デバイスを列挙し、表 1 に示す。医療や交通の分野ではデバイス数は今後特に増加が見込まれている。産業用途の IoT は M2M の普及に伴い大きく成長しデバイス数も増えている。住宅では Google Home やお掃除ロボットなどのデバイスが浸透している。また観光にも IoT デバイスが使われており自治体での活用も期待されている。

5 つの場面をそれぞれ 2 つもしくは 3 つの立場に分け、デバイスを 3 つずつ列挙した。デバイスは現在使われている、もしくはこれから出てくるであろうデバイスである。例えば表 1 の交通の自動車の場合今後通信を持つコネクテッドカーが増加していくと考えられる。コネクテッドカーは様々な機能があり、その機能によって通信パターンが変わってくる。後に分析をするにあたりコネクテッドカーと 1 つにまとめるのではなく、機能を 1 つのデバイスとして列挙した。

3.2 IoT デバイスの通信パターンの分析

機械学習を用いて学習器を生成する際、図 1 に示すような通信量の時系列パターンが必要となる。そこで、表 2 に示す 5 つの項目から通信パターンを分析した。5 つの項目の分類した内容を以下に述べる。

通信するタイミングは表 2 に示すように、定期的に通信、一定周期で通信、不定期に通信、常に通信の 4 つのパターンがある。定期的に通信は決まった時間に通信する家電製品など、一定周期は 10 分おきに通信するウェアラブル端末など、不定

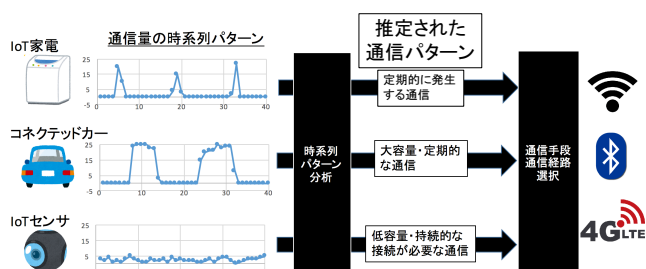


図 1 機械学習による時系列通信パターンの自動切り替えの流れ

Analysis of Temporal Communication Patterns of IoT Devices

* Yoshino Niwa, Aichi Institute of Technology

† Katsuhiko Kaji, Aichi Institute of Technology

医療	患者	医者	
	・患者のモニタリング ・人工臓器 ・健康管理	・遠隔診察 ・治療 ・診断	
交通	道路	自動車	
	・道路整備 ・交通状況 ・災害時の交通状況	・運転のモニタリング ・運転記録 ・緊急通報	
産業	畜産	農業	工場
	・家畜位置管理 ・飼育環境管理 ・出荷管理	・病虫害発見 ・栽培管理 ・生産管理	・ラインのモニタリング ・設備のモニタリング ・製品管理
住宅	屋内	屋外	
	・統合リモコン ・家電制御 ・音声アシスト	・セキュリティ管理 ・ネットワーク管理 ・アウトドア	
自治体	環境	街	
	・自然環境センシング ・空気環境センシング ・環境整備	・見守り ・治安管理 ・地域情報発信	

表1 各場面ごとの典型的なIoTデバイス

期に通信はユーザのアクションに合わせて通信する音声アシストなど、常に通信はセンサデバイスなどが例としてあげられる。通信量は「大」映像やシステムのアップデートなど大容量通信 (3001KB 以上), 「中」その他の画像や検索などのデータ送信 (101KB~3000KB), 「小」センサデータやテキストデータなどの小さい容量の通信 (100KB 以下) の3つに分けた。通信の信頼性はリアルタイムの通信を必要とするか否かで、信頼性が高い、低いの2つで分ける。通信先はローカルの中への通信か、ローカルの外への通信かの2つで分ける。通信手段は、Wi-Fi, Bluetooth, BLE, モバイル通信 (5G, LTE, 3G 等), NFC, ZigBee, LPWA の7パターンある。

	タイミングのパターン	例
通信のタイミング	定期的に通信	家電
	一定周期で通信	ヘルスケアのウェアラブル端末
	不定期に通信	ユーザのアクション
	常に通信	センシング
	通信量のパターン	例
通信量	大 3001KB 以上	映像, システムのアップデート
	中 101KB~3000KB	画像, 検索, 地図閲覧, 通話
	小 100KB 以下	映像, システムのアップデート
通信の信頼性	高	リアルタイム通信が必要
	低	遅延耐性を持つ
通信先	ローカル内	
	ローカル外	
通信手段	Wi-Fi, Bluetooth, BLE, モバイル通信 (5G, LTE, 3G 等), NFC, ZigBee, LPWA	

表2 通信パターンの分析

通信パターンにはいくつかの項目間での依存性があると考えられる。例えば通信量と通信手段の場合、通信量が「大」の大容量通信だとすると通信手段は Wi-Fi を使う場合が多い。通信手段がモバイル通信の場合、通信先はローカル外の場合が多い。このように依存性が高い組み合わせを考慮しなければならない。また通信したい距離と通信手段にも依存性がある。例えば通信したい距離が数 km 先の場合 LPWA が使われる場合が多い。通信したい距離が数十 m から 100m 程度先の場合 Bluetooth が使われる場合が多い。このように通信の距離は通信手段に依存性があるため、ネットワーク自動切り替えをする際に、今後判断材料となっていく。

3.3 通信パターン

IoT デバイスの現状の通信パターンは図2に示すように、通信のタイミング、通信量、信頼性、通信先の4つの要素の組み合わせで表現できる。通信のタイミングと通信量は通信ロ

グから取得できる。例えば Google Home などの音声アシスト付きスマートスピーカの場合、不定期に通信、通信量「中」、信頼性「低」、ローカル外の組み合わせと表現され、通信手段は Wi-Fi が使われている。また、湿度や花粉等空気中のセンサデータを取得し通信する場合、一定周期に通信、通信量「小」、信頼性「低」、ローカル内の組み合わせとして表現され、通信手段は Wi-Fi が使われている。

ネットワーク自動切り替えを行うため、通信パターンから適切な通信手段を選択したい。先述した4つの要素の組み合わせと、その時の通信手段からなる様々な通信パターンの事例を機械学習させる。未知の IoT デバイスの通信ログを取得した場合、4つの要素から通信パターンの推定する。推定された通信パターンから適切な通信手段が選択され、ネットワークの自動切り替えが期待される。

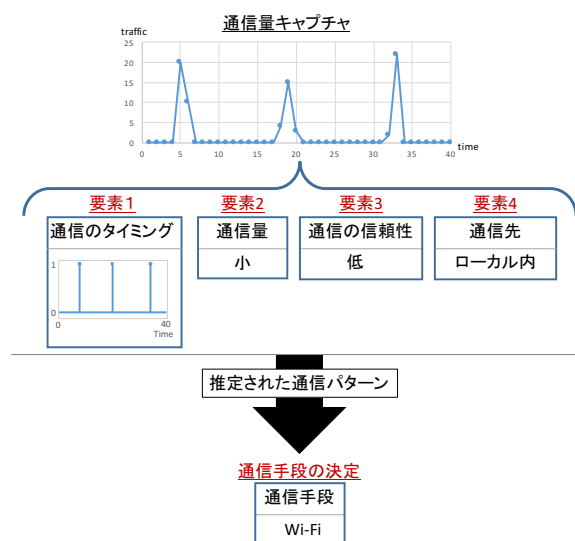


図2 通信量キャプチャから通信手段の決定

4. まとめ

現状の通信パターンに注目し IoT デバイスを列挙したのち分類し、通信パターンを分析した。デバイスの列挙は医療、交通、産業、住宅、自治体の5つの場面ごとで行った。分類内容は通信するタイミング、通信量、通信の信頼性、通信先、通信手段の5項目である。また IoT デバイスの通信パターンはこの4つの要素の組み合わせにより表現され、通信手段を選択する。今後は実際の IoT デバイスの通信ログを取得し、通信ログに対して正解データをラベリングしていく。

参考文献

- [1] 総務省:情報通信白書平成29年版,第3章第3節「第4次産業革命がもたらす変革」:<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/> (2018年1月11日存在確認)。
- [2] 西岡哲朗, 町田樹, 荒井大輔, 大岸智彦, 峰野博史. モバイルデータトラフィックの時間的局所性を解消するモバイルデータオフローディングプロトコルの提案. 情報処理学会論文誌, Vol.58, No.1, pp. 13-23, 2017.
- [3] 村田雄哉, 梶克彦, 廣井慧, 河口信夫. 歩行者自立測位における行動センシング知識の利用. DICOM2014 シンポジウム, pp. 1614-1619, 2014.