

コンテキスト指向に基づく無線通信サービス切り替え方法の考察

2017se097 上野竜雅

指導教員：沢田篤史

1 はじめに

近年，スマートフォンなどのモバイル端末の増加により，携帯電話基地局を使用するモバイルデータ通信量が急激に増加している [1]．結果，通信量が携帯電話基地局の許容量を越えてしまう可能性がある．その問題を解決する方法として注目されているのは，Wi-Fi などの別の通信方法を使用して通信を行うデータオフロードという技術である．

データオフロードのためのアルゴリズムは複数存在する．それらはそれぞれ特定の目的のみに設計されていることから，状況に応じた動的な対応が出来ない点が問題である．

本研究の目的は，モバイル端末の状況に応じて通信速度，消費電力と通信コストを最適化するためのデータオフローディング基盤を構築することである．

本研究では，オフローディングアルゴリズムとして ENSRA [2]，DAWN [3]，OTSO を取り上げる．これらのアルゴリズムを一定の基準に従って動的に切り替えることで，複数の状況で最適なオフロードを行うことができるアーキテクチャを設計する．川出 [4] はバッテリー残量・残りデータ通信量の 2 つの要素でアルゴリズムを切り替えていたが，本研究ではバッテリー残量・残りデータ通信量・通信速度・Wi-Fi 環境の有無の 4 つの要素でアルゴリズムを切り替えられるよう拡張する．

バッテリー残量・残りデータ通信量・通信速度・Wi-Fi 環境の有無の 4 つの要素でアルゴリズムを切り替えるアーキテクチャを設計し，バッテリー残量に応じてアルゴリズムを切り替えるプロトタイプシステムをスマートフォンシミュレータ上に構築することで妥当性の評価を行う．

開発環境として xcode を使用し，プログラミング言語としては Swift 言語を使用する．プロトタイプシステムを iPhone にダウンロードして iPhone 上で動作させることで切り替えの効果を確認する．

2 データオフロードの課題

オフローディングアルゴリズムは複数存在しており，それらは特定の目的のみに使われる．そのため動的な対応が出来ない点が問題である．

既存のオフローディングアルゴリズムを以下に示す．

2.1 ENSRA アルゴリズム

ENSRA アルゴリズムは消費電力を削減することを目的としたオフローディングアルゴリズムである．消費電力が増加する原因の 1 つとして，頻繁なネットワークの切り替えが挙げられる．頻繁なネットワークの切り替えは，時間をフレームという長い時間とタイムスロットという短い

時間に分割することで解決している．タイムスロットで未送信データサイズを計算し，フレームで接続ネットワークの選択を行うことで少ない回数で消費電力の少ないネットワークに接続できるようにしている．

2.2 DAWN アルゴリズム

DAWN アルゴリズムは遅延許容時間を考慮して，パケットごとにかかる通信コストの削減を目的としたデータオフローディングアルゴリズムである．通信コストは携帯電話基地局を使用時の方が Wi-Fi 使用時よりもかかると定義する．通信コストを最小限に抑えるために，遅延許容時間内ならばできる限り Wi-Fi を使用することを焦点をおいている．しかし，未送信データサイズが多くなり，遅延許容時間をオーバーしそうならば通信コストが多かかっても通信速度の速いネットワークに接続する．

2.3 OTSO アルゴリズム

OTSO アルゴリズムは携帯電話基地局のモバイルデータの通信量を減らすためのオフローディングアルゴリズムである．OTSO アルゴリズムを搭載したモバイル端末が Wi-Fi の環境下に入った場合，必ずその Wi-Fi に接続する．接続人数が多くて通信速度が遅くなってしまっている Wi-Fi にも接続を続けてしまうので，常に快適に通信を行うことができるわけではないという欠点がある．

3 データオフローディングアルゴリズムを柔軟に切り替えるための提案手法

3.1 使用アルゴリズムの切り替え方法

複数のオフローディングアルゴリズムを状況に応じて使い分けるために川出はバッテリー残量・残りデータ通信量の 2 つの要素でアルゴリズムを切り替える手法を提案した．本研究ではそれを拡張し，バッテリー残量・残りデータ通信量・通信速度・Wi-Fi 環境の有無の 4 つの要素でアルゴリズムを切り替える．

次に切り替えの評価方法について説明する．まず表 1 のようにバッテリー残量・残りデータ通信量・通信速度を 3 段階で評価する．

表 1 バッテリー残量・残りデータ通信量・通信速度の評価

	バッテリー残量	残りデータ通信量	通信速度
2	80 % 以上	7GB 以上	12Mbps 以上
1	80 ~ 40 (%)	7 ~ 3 (GB)	12 ~ 8 (Mbps)
0	40 % 以下	3GB 以下	8Mbps 以下

そして，Wi-Fi 環境の有無として 2 段階で評価する．この表 1 と Wi-Fi 環境の有無を合わせて合計で $3 \times 3 \times 3$

× 2=54 通りの場合分けが出来る．この 54 通りの場合分けに対応するアルゴリズムを振り分けることでモバイル端末の状況に応じた通信速度、消費電力と通信コストを最適化が可能と考える．

3.2 モバイル端末の最適な通信を行うためのアーキテクチャ

モバイル端末の最適な通信を行うために、自己適用のための PBR パターン [5] を適用したコンテキストアウェアなアーキテクチャを提案する．これはバッテリー残量や残通信容量などのモバイル端末にあるユーザ情報や送信データをコンテキストとして、そのコンテキストの変化によって使用するデータオフローディングアルゴリズムを切り替えるアーキテクチャである．データオフローディングアルゴリズムをただ切り替えるのではなく、提案するアーキテクチャを使って切り替えることによって、動的により適切なデータオフローディングアルゴリズムに切り替えることができる．このアーキテクチャの静的構造を図 1 に示す．

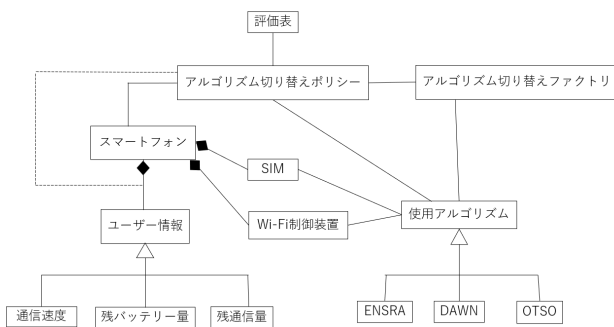


図 1 静的構造

4 評価

xcode を用いて本研究の性能評価を試みた．端末上でバッテリー残量に応じてアルゴリズムを切り替えることが可能となり、提案手法により、バッテリー残量に応じて最適なアルゴリズムを選択できることがわかった．

一方で、消費電力や通信速度などを切り替え条件とした切り替えは実現できていない．提案するアーキテクチャに基づくことで、バッテリー残量と同様の方法で切り替えが可能であると考えますが、その実現は今後の課題とする．また選択されたアルゴリズムが最適なオフローディングを実現できているかどうかの計測も今後の課題とする．

5 考察

今回はバッテリー残量に応じてアルゴリズムを切り替えるための簡単なソフトウェアをシミュレータ上に実現した．結果として切り替えることが可能であったため提案するアーキテクチャはアルゴリズム切り替えのための基盤として妥当であることがわかった．今後の課題としては、コ

ンテキストのバッテリー残量以外の通信速度・残りデータ通信量を取得することとアルゴリズムの中の変数である消費電力などを取得する方法を得ることである．これらの情報を全て取得することが出来たならば、完全な実装を目指すことである．

6 おわりに

本研究の目的は、モバイル端末の状況に応じて通信速度、消費電力と通信コストを最適化するためのデータオフローディング基盤を構築することである．ENSRA アルゴリズム、DAWN アルゴリズム、OTSO アルゴリズムを切り替えるための基準を設定してこの基準をポリシーとした PBR パターンのアーキテクチャを設計した．アーキテクチャはスマートフォンの通信速度・バッテリー残量などをコンテキストとして使用するアルゴリズムを切り替える．本研究ではバッテリー残量に応じてアルゴリズムを切り替えるための簡単なソフトウェアをシミュレータ上に実現した．結果として提案するアーキテクチャはアルゴリズム切り替えのための基盤として妥当であることがわかった．今後の課題としてはコンテキストのバッテリー残量だけじゃない通信速度・残りデータ通信量を取得することとアルゴリズムの中の変数である消費電力などを取得する方法を得ることである．

参考文献

- [1] Cisco Visual Networking Index , 全世界のモバイルトラフィックに関する最新予測, 2017~2022 年, https://www.cisco.com/c/dam/global/ja_jp/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white-paper-c11-738429.pdf2019.(Accessed 2020.09.30)
- [2] Haoran, Y., Man, H. C., Longbo, H., and Jianwei, H., " Power-Delay Tradeoff with Predictive Scheduling in Integrated Cellular and Wi-Fi Networks, " IEEE, 2016.
- [3] Man, H. C., and Jianwei, H., " DAWN: DelayAware Wi-Fi Offloading and Network Selection, " IEEE, 2015.
- [4] 川出淳平, データオフローディングアルゴリズムの動的な変更を可能にするソフトウェアアーキテクチャの研究, 南山大学大学院 ソフトウェア工学専攻 修士論文, 2019.
- [5] 江坂篤侍, 野呂昌満, 沢田篤史, インタラクティブシステムのための共通アーキテクチャの設計, コンピュータソフトウェア, Vol . 35、 No . 4(2018) , pp.3-15 .