

通信行動モデルベースの行動予測による QoE 向上の研究

田澤 航樹[‡] 原 道樹[†] 田谷 昭仁[‡] 戸辺 義人[‡]

青山学院大学大学院理工学研究科理工学専攻知能情報コース[†]

青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科[‡]

1. はじめに

近年の技術の発展やサービスの多様化により、ネットワークの評価指標として、サービスの品質である QoS に加え、ユーザの主観的な満足度である QoE を用いた評価の重要度が増している。例えば、Web ブラウジングの際、電波が悪い状況では QoE は低くなる。これは Web ページのプリフェッチで解決可能だが、そのためには今後ユーザが訪れるであろう Web ページの予測が必要である。これには行動予測の技術を用いるが、本稿では履歴等の過去のデータを用いず、予め仮定した行動モデルにユーザがとった行動を当てはめることで、未来の行動を予測して Web ページをプリフェッチする Web ブラウザ BASIL を提案する。これにより、電波のない状態でも、プリフェッチによるブラウジングを可能にし、QoE の向上を図る。

2. 関連研究

アクセスが集中する可能性の高いコンテンツや定期的にアクセスする必要があるコンテンツを予測し、最新情報をキャッシュしておくことで実際にユーザがアクセスする際のアクセス応答時間を削減するという研究¹⁾や、ユーザの行動規則を学習することで行動予測を行う研究²⁾³⁾が存在する。ただ、これらの研究は履歴データを用いてコンテンツを選定している。実用化には履歴データを集めなければならない、プライバシーの観点からも個人の特定に繋がりがかねないなどの問題がある。そこで本稿では、履歴データを用いず、予測が可能な BASIL を提案する。

3. 提案ブラウザ BASIL の設計

3.1 概要

BASIL は、人間の「通信行動モデル」を利用して行動予測をするシステムである。行動モデルとは、行動と行動の繋がりをモデル化したものであり、例えば、椅子から立ち上がる→歩行す

る等の人間の自然な行動がモデル化可能である。本稿では人間の通信行動もモデル化可能であると仮定する。この通信行動モデルを作成することができれば、履歴等の過去のデータを用いず、現在の行動をモデルに当てはめることでユーザが次にとる可能性の高い行動を予測が可能になり、ユーザの QoE 向上に繋がる。

3.2 通信行動モデル

前節で説明した行動モデルの作成に当たり、通信行動の中でも「場所についての検索」という行動に着目した。これは、検索する単語として複数の単語の組み合わせが生じることが比較的少なく、その他一般的な単語に比べ、特性上、検索される可能性が高いからである。図 1 に場所について検索する通信行動の例として「『場所』を表す単語（以下、Pw とする）が記載された Web ページにアクセスした後、その Pw について検索する」を挙げる。これを行動モデルに落とし込むと、図 2 のようになり、これを BASIL 内に定義する。図 1 の一つの行動として検出可能なものをまとめ、最初の行動を B_1 とする。その後の行動として、 B_{21} が予測できるが、実際には関係のない行動をとることも考えられるため、 B_{22} の分岐を作成し、同様に、 B_{32} の分岐も作成する。これらの分岐を考えると、それぞれ B_{22} 、 B_{32} よりも B_{21} 、 B_{31} へ遷移する確率が高いため、BASIL でユーザの行動を監視し、 B_1 の動作を検出した際に、 B_{21} と B_{31} で起こり得る http リクエストをプリフェッチする。具体的には、 B_1 の Web ページを表示するタイミングで、そこに「場所」に関係する文字が含まれていた場合に、その単語での Google 検索結果インデックスと、その検索結果の 1 ページ目から遷移できる Web ページを使用端末内に保存する。

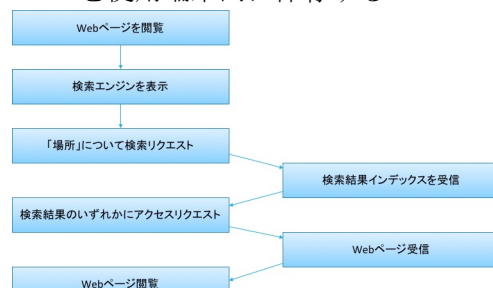
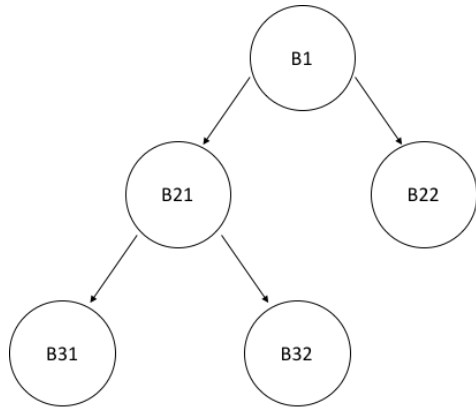


図 1 場所について検索する通信行動例



B_1 : Pwの記載されたページへアクセス
 B_{21} : PwでGoogle検索
 B_{22} : B_{21} 以外の行動
 B_{31} : B_{21} での検索結果上位のページへアクセス
 B_{32} : B_{31} 以外の行動

図 2 場所について検索する通信行動モデル

4. 実装および評価実験

BASILはAndroid StudioでWebブラウジングアプリとして作成した。BASILはキャッシングを行う関係上、通信状況が悪い場合に効果を発揮すると考えられる。そこでBASILの性能を評価するため、擬似的に通信が不安定な状況を準備し、無線通信の品質を変化させながら通常のブラウザアプリとBASILを用いて、通信速度の比較を行った。

図3に実験環境を示す。まず、WiFiアクセスポイントを用意し、2台のPCを接続した。次に、通信状況が悪い状態を模擬するために、アクセスポイントを通信品質測定用PCから離れた場所に設置し、測定用PC2台間で20秒間UDPパケットを送受信し続け、パケットロス率を計算した。この実験ではここで求めたパケットロス率を無線通信の品質の指標とした。その後、アクセスポイントにブラウジング用のAndroid端末を接続し、ブラウジングにかかる時間を測定した。ブラウジングの時間は、特定のWebページにアクセスした時刻から、そのページ内に記載されている「場所」についてGoogle検索を行い、検索結果の1つ目にアクセスし、ページが完全に表示される時刻までとした。以上の操作を、アクセスポイントを図3の赤枠の範囲内の10箇所で行い、パケットロス率に対するBASILとGoogle Chromeのブラウジング時間を比較した。

実験から得られた結果を図4に示す。BASILとGoogle Chromeを比較すると、BASILの方がよりブラウジング時間が短いことがわかる。パケットロス率が高いほどブラウジング時間の差が大きく、BASILが効果的であるといえる。

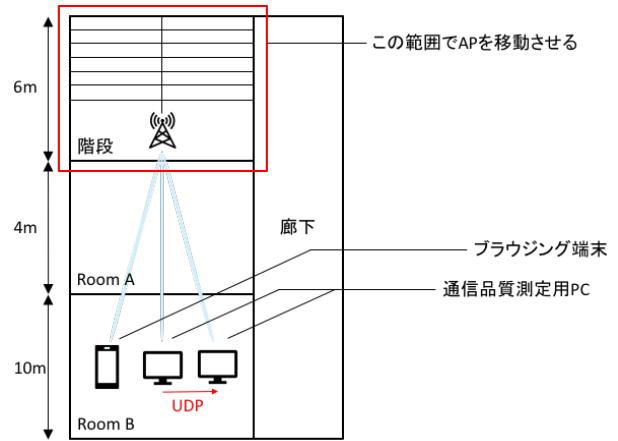


図 3 AP と端末の配置

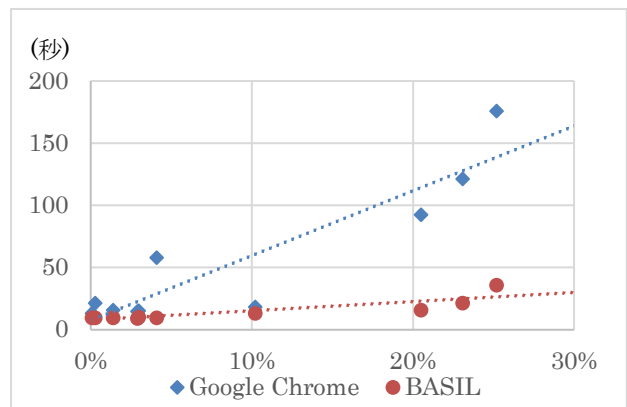


図 4BASIL と Google chrome の通信時間比較

5. むすび

本研究では、通信行動モデルを用いて履歴データを用いずにユーザの今後訪れる確率の高いWebページをプリフェッチすることで、電波状況に関わらず高速でブラウジングをするシステムBASILを提案し、評価した。今後の課題として、より多くの通信行動モデルを作成する、プリフェッチするデータの精度を高める、行動モデル作成に機械学習を用いるなどが考えられる。

参考文献

- 1) Meng Sun, Haopeng Chen, Buqing Shu, "Predict-then-Prefetch Caching Strategy to Enhance QoE in 5G Networks", IEEE World Congress on Services, 2018.
- 2) Vijay Srinivasan, Christian Koehler, Hongxia Jin, "RuleSelector: Selecting Conditional Action Rules from User Behavior Patterns", Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, Vol. 2, No. 1, Article 35. 2018.
- 3) Kundan Krishna, Deepali Jain, Sanket V. Mehta, "An LSTM Based System for Prediction of Human Activities with Durations", Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies, Vol. 1, No. 4, Article 147. 2017.