

1F-02

## VR によるスマートフォンアプリ検証システムの構築

天野 辰哉<sup>\*1</sup> 梶田 宗吾<sup>\*1</sup> 山口 弘純<sup>\*1</sup> 東野 輝夫<sup>\*1</sup> 高井 峰生<sup>\*1,\*2</sup><sup>\*1</sup> 大阪大学 大学院情報科学研究科<sup>\*2</sup> カリフォルニア大学ロサンゼルス校

{t-amano, s-kajita, h-yamagu, higashino}@ist.osaka-u.ac.jp

## 1 はじめに

東京オリンピック・パラリンピック開催を2020年に控え、パブリックスペースにおけるWi-Fiの重要性は従来になく増している。スマートフォンの普及を受け、今後は例えばマラソンで沿道の観戦者が自視点の映像をスマートフォンでリアルタイム中継しながら他の視点からの映像を同時受信し、競技全体の進行を映像で把握しながら観戦するような状況も想定される。特にWi-Fi接続時には十分な帯域を前提とした通信を行うスマートフォンアプリも多いため、大量のユーザが同時に大量の映像データストリームを生成してやり取りするようなヘビートラフィック環境においても、通信サービスプロバイダは安定した品質(QoS)を提供できることが望ましい。このようなWi-Fi可用性向上の課題に対し、我々は干渉環境センシングのコンセプトに基づくWi-Fiアクセスポイント(AP)チャンネル選択により干渉を制御し、IEEE802.11a/g/nなど既存アーキテクチャの範疇で各APの周波数利用を自律的に効率化させる技術を開発してきている[1]。

しかし、これを含め既存のAP効率化技術の多くはAP間の空間利用率を向上することに主眼を置いており、スマートフォンや車載器Wi-Fiのような移動型Wi-Fiクライアントのサービス品質を常時保証するものではない。例えばAPを密設置した領域ではカバーエリア拡大の利点は生じるものの、AP密設置環境の「Wi-Fiセル端」において多数のAPからの干渉波に晒されることによりCSMA通信機会損失やフレーム損失が発生する。さらにクライアントが歩行や車両等で移動する場合にはWi-Fiセル間の水平ハンドオーバが頻発する。アプリケーション提供者はそのような環境でユーザが求める体感品質(QoE)が実現できるかを検証する必要がある。しかし、現実環境を再現してそれらの取り組みの効果や実際のQoEを調査するのは容易でない。

この「現実環境の再現問題」に対し、Wi-Fi通信状況を観測して地点ごとにデータベース化し、接続品質予測に活用する試みもなされている。我々の研究グループでは少数ユーザによるクラウドソーシングを活用してスマートフォンによるWi-Fiチャンネルスキャン情報を集約し、地表面でのWi-Fiの受信信号強度(RSSI)を推定し、実際にデータが得られていない地点のRSSIも補完された電波強度地図を生成するシステムを構築している[2,3]。このWi-Fiデータベースは実際の街区におけるWi-Fiの可用性調査に有用であるものの、被験者を用いてアプリの体感品質を実際の利用環境に即して調査したい場合には、ユーザ側には現実環境を提供し、アプリにはWi-Fiデータベースに基づく通信環境を提供する必要がある。

そこで本研究では、我々が構築したWi-Fiデータベースと、ゼンリン社が提供する3次元都市モデルを用いてVR



図1 VRを用いたスマートフォンアプリ検証

(Virtual Reality)空間上に都市環境およびWi-Fiの電波伝搬環境を再現する。VR空間上では、開発したスマートフォンアプリの画面表示とリアルタイム操作を可能とする。これらにより、複数の公衆Wi-Fiサービスが混在する環境においてユーザの現実環境の振る舞いに応じたアプリケーションQoEをVR空間上で調査可能とする手法を提案する。現実の都市環境とそこでのWi-Fi環境を同時にVR空間上で再現することにより、都市の任意の地点におけるWi-FiサービスのQoEの調査を、天候や交通状況といった環境要因に左右されることなく、また実地へ赴かずに行うことが可能になり、多数の被験者を集めた試験なども可能である。また、スポーツイベント向けのアプリや、位置情報ゲーム、ナビアプリ・ARなど場所依存アプリの開発者は、Wi-Fi APが混在し、ハンドオーバが頻繁に起こるような環境下での通信部分の実装の性能や適応性の調査なども実現できる。

## 2 システム概要

VRによる都市環境およびWi-Fi環境の再現を行うシステムの概要を図2に示す。

システムの入力となるのは3次元都市モデルとWi-Fiデータベースから得られる都市部のWi-Fi APの位置およびそのAPの電波強度マップである。3次元都市モデルにはゼンリン社の提供するUnity向け3D都市モデルデータ「ZENRIN City Asset」を利用する。

Wi-Fiデータベースは、クラウドソーシングによりスマートフォンユーザから収集した情報をもとに、我々が既に構築している3次元のAP位置データベースの構築手法[2]を用いて生成される。

システムはこれらの入力をもとにVR空間上にWi-Fiの可視化および都市環境の再現を行う。Wi-Fiの可視化では

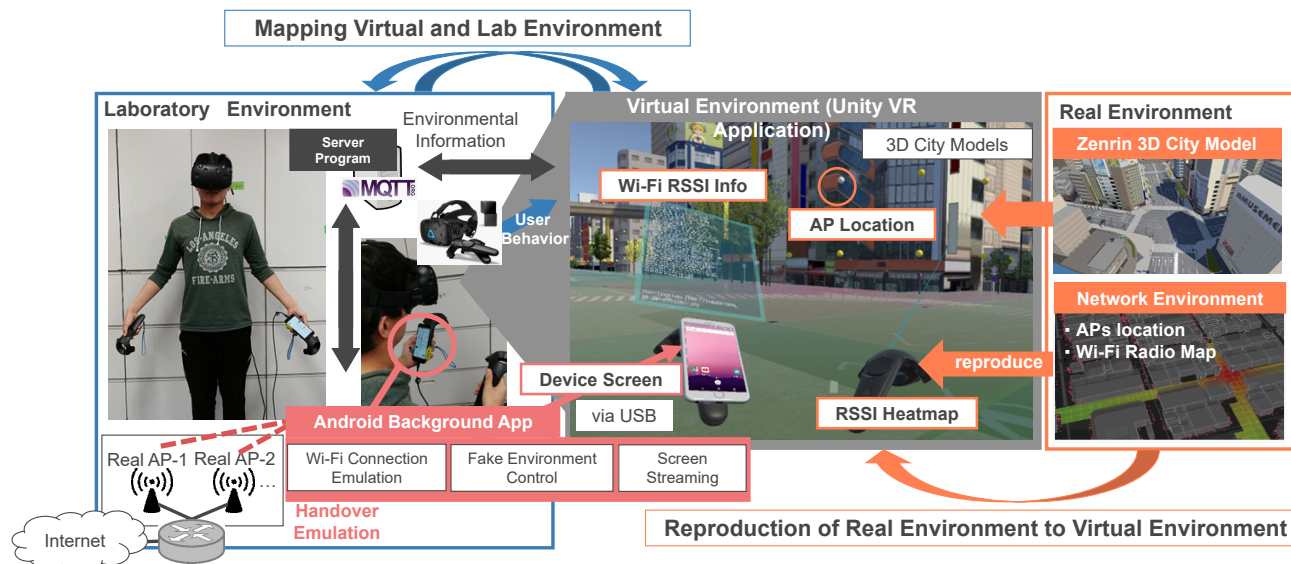


図2 システム概要

電波発信点の位置と選択した AP の電波強度地図を図 2 に示すように 3 次元の都市モデルに重畳して表示する。電波強度地図は各地点におけるその AP からの RSSI に応じたヒートマップとして表す。

VR 空間上への都市環境の再現では、実空間のスマートフォンの画面を VR 空間上のスマートフォンの画面に投影することにより、VR 上においてもスマートフォンを利用可能にする。この実世界と VR 空間上におけるスマートフォン端末をそれぞれ実スマートフォン、仮想スマートフォンと呼び、同様に実世界において VR を利用しているユーザを実ユーザ、VR 空間内における実ユーザが操作するオブジェクトを仮想ユーザと呼ぶ。実ユーザがいる地点の緯度経度に対して、VR 空間内に再現した都市空間上における仮想ユーザの緯度経度を仮想位置とし、この仮想位置を実スマートフォンへ反映させることにより、地図アプリケーションやナビアプリ・位置情報を活用したゲームアプリケーションを VR 空間内でも利用可能にしている。また仮想位置において仮想スマートフォンが観測する周囲の Wi-Fi AP からの RSSI を Wi-Fi データベースから取得し、その情報に基づいて Wi-Fi の接続切り替えを実スマートフォン上で行うことによって、仮想スマートフォンの Wi-Fi 接続状況のエミュレーションを行う。

利用する VR デバイスおよびシステムとしては HTC Vive を想定する。この VR システムでは 2 基のベースステーションから出る赤外線レーザーにより VR ヘッドセットと 2 基の VR コントローラの位置がトラッキングされ、実空間における VR ヘッドセットからみた VR コントローラの相対的な位置が、VR 空間上での仮想ユーザの視点からみた VR 上のコントローラの位置に反映される。

### 3 リアルタイム操作の性能評価

再現した都市環境における、スマートフォンアプリの画面表示とリアルタイム操作に関して性能評価を行った。スマートフォンへの入力については、ユーザは VR 内の画面

を見ながら、実際のスマートフォンの画面をタッチ操作するため、VR アプリケーションを介することにより生じる遅延はない。一方で、実スマートフォンに表示される画面が仮想スマートフォン上へ表示されるまでには遅延が存在する。この遅延時間が大きいと、体感する現実環境におけるアプリの操作感覚と VR 環境における操作感覚のずれが大きくなる。

VR 空間上へのスマートフォンアプリの画面表示について、表示の遅延時間を調べた。スマートフォンと VR アプリケーションを動作させる Windows PC の時刻を同期させたうえで、スマートフォンのアプリ画面上にスマートフォン上でのミリ秒単位の時刻を表示し、その画面が VR 空間上に表示されるまでの遅延時間を 20 秒間隔で 10 分間計測した。平均遅延時間は 695.5 ms、最大遅延時間は 729.0 ms であった。

### 参考文献

- [1] Kajita, S., Amano, T., Yamaguchi, H., Higashino, T. and Takai, M.: Wi-Fi Channel Selection Based on Urban Interference Measurement, *Proc. of 13th International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems (MobiQuitous 2016)*, pp. 143–150 (2016).
- [2] Amano, T., Kajita, S., Yamaguchi, H., Higashino, T. and Takai, M.: クラウドソーシングと 3 次元電波伝搬シミュレーションの併用による効率的な Wi-Fi 電波データベース構築情報処理学会論文誌 Vol. 59, No. 2, pp. 450–461 (2018).
- [3] Wi-Fi database - wifibigdata.org: available from <http://www.wifibigdata.org> (Accessed: 2017/5/9).