

スマートフォンを用いたコンテキスト推定のための VRによる危険状況再現システム

天野 辰哉¹ 秋川 亮太¹ 内山 彰¹ 廣森 聡仁¹ 山口 弘純¹ 東野 輝夫¹ 鈴木 理基² 稗圃 泰彦²
北原 武²

概要：

生活や交通を含む様々な都市環境において、スマートフォンのセンサデータを基にユーザの危険状況やその予兆を事前に検出し、警告を出すアプリケーションが提案されている。それらのアプリケーションの設計および検証においては、想定する危険状況のセンサデータを十分に収集することが不可欠である。しかし、現実の都市環境において危険状況を意図的に発生させセンサデータを取得することは安全面から容易ではなく、そのための環境構築や移動など金銭的・時間的コストが高いため、試行回数を増やすことも困難である。そこで本研究では Virtual Reality (VR) を用いて、仮想空間上に危険状況を再現し、危険状況発生時のスマートフォンユーザの行動データを収集可能とするシステムを構築する。

1. はじめに

スマートフォンやタブレットなどのモバイルデバイスに組み込まれたセンサを使用して、人々の行動や置かれている状況を推定し活用する様々なアプリケーションが提案されている。特に生活や交通を含む様々な都市環境において、スマートフォンのセンサデータを基にスマートフォンユーザの危険状況やその予兆を事前に検出し、警告するアプリケーションやシステムが存在する。例えば、歩きスマホ注意アプリ [1] はユーザのスマートフォンの操作状況や移動状態を推定し、それを基に、スマートフォンを見ながら歩く、いわゆる“歩きスマホ”の状態を検出した場合に、画面に警告を表示するスマートフォンアプリである。また我々は、事故に繋がりがかねない事象であるヒヤリハットの情報集約を目的とし、スマートフォン内蔵センサから得られる歩行者および車両の異常行動発生時のセンサデータと地図情報を組み合わせ、危険交通状況を推定するシステムを設計した [2]。これにより多数のヒヤリハット情報を集約し、歩行者の飛び出しが多い地点や急加速や急減速の多い地点を把握できれば、道路設計の見直しを効率的に行える。またヒヤリハット多発地点ではカーナビを介した警告発信なども期待できる。

以上のアプリケーションやシステムにおいて、正確に状況をとらえるためには、ルールベースあるいは機械学習によって検出モデルを適切に構築する必要がある。そのため、アプリケーションの設計および検証においては、想定する状況のセンサデータを収集することが不可欠である。しかし、現実の都市環境において歩きスマホやヒヤリハットなどの危険状況を意図的に発生させセンサデータを取得することは安全面の理由から容易ではなく、そのための環境構築や移動など金銭的・時間的コストも高いため、試行回数を増やすことはさらに困難である。

そこで本稿では、様々な危険状況下でのスマートフォンユーザの行動データを収集可能にするため、Virtual Reality (VR) を用いて仮想空間上に危険状況を再現するシステムを提案する。本システムでは現実都市環境のスマートフォン画面や位置を仮想空間上に反映するとともに、3次元の都市モデルおよび歩行者や走行車両を再現することで、被験者が都市環境における様々な危険状況を体験し、スマートフォンのセンサデータを取得することを可能とする。図1に示すように、現実都市環境と同等のヒヤリハットを仮想空間上に再現し、提案システムにより取得したスマートフォンのセンサデータと現実の都市環境下でのセンサデータを比較することにより、本システムの妥当性を検証した。

2. システム実装

システムのコンセプトならびに実装概要を図2に示す。本稿では、歩きスマホやヒヤリハットなど検出の対象とな

¹ 大阪大学大学院情報科学研究科
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

² 株式会社 KDDI 総合研究所
KDDI Research, Inc.

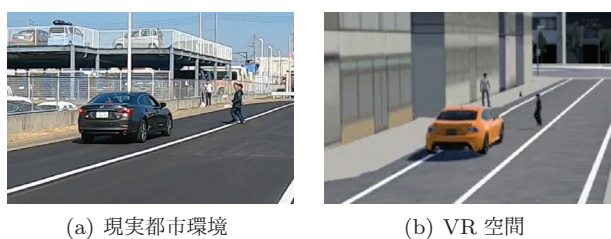


図 1 システムによる危険状況の VR 空間上への再現

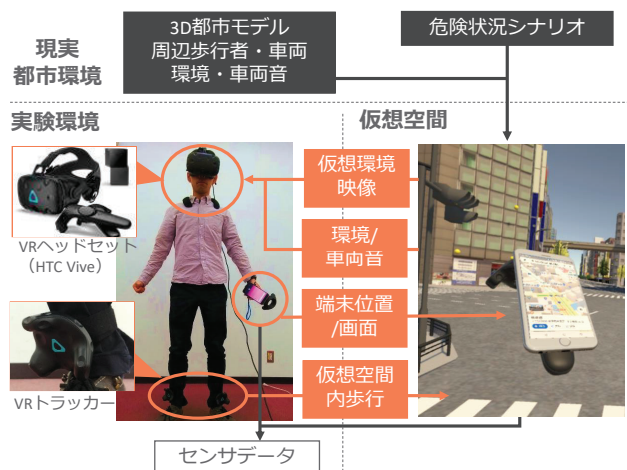


図 2 システムのコンセプトと実装概要

る危険状況が実際に発生する場所を現実都市環境、VRにより現実都市環境を再現する空間を仮想空間、被験者がVR機器を装着してセンサーデータを収集する環境を実験環境と呼ぶ。提案システムは (i) 現実都市環境の仮想空間上への再現, (ii) 実験環境と仮想空間内の同期・連携から構成される。本システムの実装では VR 機器として HTC Vive を利用し, Unity により VR アプリケーションを作成した。

現実都市環境の仮想空間上への再現では, 3次元の都市モデルに加え, 周囲を移動する歩行者や車両を視覚情報として仮想空間上に配置する。さらに本システムでは, 車両の走行音といった環境音と車両などの物体の移動による音の変化も仮想空間上に再現しているため被験者がイヤホンやヘッドホン・スピーカーを装着し, 聴覚情報によって車両の接近方向が認識可能である。また, 仮想空間内での被験者の位置や実験開始からの経過時間に応じて, 仮想空間上の車両や歩行者などのオブジェクトの挙動を予め指定しておくことで, シナリオに基づいた危険状況を仮想空間上に再現する。例えば, 被験者がある位置まで移動したことをトリガとして, 周辺の車両を被験者に接近させることで車両と歩行者間のヒヤリハットを再現する。

実験環境と仮想空間の同期・連携には, 実験環境のスマートフォンを, 被験者が仮想空間上で操作や画面確認可能にするシステム [3] を利用する。また, VR アプリケーションでは仮想空間内での被験者の移動の入力に, 専用のコントローラやキーボードの方向キーを利用する方式, あるいはコントローラで行きたい場所を仮想空間上のレーザーポイ

ンタで指定する方式が一般的に用いられるが, これらの方式は被験者は基本的に手や指を動かすだけで仮想空間内を移動できる一方で, 現実の環境における移動動作とは大きく異なるため, 被験者の様々な行動時のセンサーデータを取得する目的には適していない。そこで本システムでは, 被験者が実験環境のその場で足踏みをすることで仮想空間上で移動する方式を実装する。図 2 に示すように, 被験者の両足に VR トラックを固定しておき, システムはその VR トラックの位置の変化から被験者の足踏みを検出する。足踏みを検出すると, その際の VR トラックの向きをもとに仮想空間上での被験者の前方向を推定し, 仮想空間上で被験者をその方向に移動させる。本システムでは, トラックでの足踏み検知による仮想空間上の移動だけではなく VR 機器を装着した被験者が実験環境を移動することで, その移動量を直接仮想空間上に反映することで仮想空間上で移動できる方式に切り替えることも可能であり, 実験環境が十分に広い場合はこの移動方法を利用できる。

3. 実験

仮想空間上への現実都市空間における危険状況の再現度を評価するために, 現実都市環境と仮想空間上に同様の危険状況を再現し, 両環境で被験者が保持するスマートフォンのセンサーデータを比較することで, 危険状況に対する人間の反応を比較した。静的な環境については, 図 1 に示すように, 現実都市環境における車線幅や歩道などの道路環境を仮想空間上に再現した。また動的なシナリオについては, 以下のヒヤリハットを再現した。歩道のある片側一車線の左側通行の道路において, 歩行者は車両から見て対向車線側の歩道から横断歩道の存在しない車道に向かって歩き始め, 車道に差し掛かった時点で急に走り出し, 道路を横断しようとする。直後, 歩行者は車両が接近していることに気づき, 車道の中央線付近で一時停止する。同時に, 車両は歩行者が飛び出して来たことに気づき, 急停止する。その後, 歩行者は車両が停止したことを確認して車道を横断し, 車両は歩行者の横断を確認した後に, 再び発進する。

参考文献

- [1] KDDI Corporation: 歩きスマホ注意アプリ, <https://www.au.com/mobile/service/aruki-sumaho>. (Online; accessed 19-April-2019).
- [2] 秋川亮太, 内山 彰, 廣森聡仁, 山口弘純, 東野輝夫, 鈴木理基, 稗園泰彦, 北原 武: 行動データの集約解析による交通安全支援プラットフォームの設計開発, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2019) シンポジウム, pp. 515-523 (2019).
- [3] Amano, T., Kajita, S., Yamaguchi, H., Higashino, T. and Takai, M.: Smartphone Applications Testbed Using Virtual Reality, *Proc. of the 15th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2018)*, pp. 422-431 (2018).