

Title	Human Tracking Technologies for City-scale Trip Estimation
Author(s)	山田, 遊馬
Citation	大阪大学, 2020, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/76653
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (山田 遊馬)	
論文題名	Human Tracking Technologies for City-scale Trip Estimation (都市規模のパーソントリップ推定のための人物追跡技術)
<p>論文内容の要旨</p> <p>都市交通による人々のモビリティデータは、地域社会に対するMaaS (Mobility as a Service) のための基礎データとして、近年ますます必要性が高まっている。MaaSでは人々の詳細な交通需要をマイクロレベルで把握し、マルチモダル交通体系を効率よく構築することが重要視される。また、詳細な移動需要が把握できれば、既存交通システムの経路・運行最適化、沿線におけるイベント開催による不採算経路の利用活性化など、より安全で豊かな地域社会を実現するために有効な施策に寄与する。主要都市においては、人々の交通機関の利用実態を把握するため、約10年に1度の頻度でパーソントリップ調査 (PT調査) が実施されているものの、PT調査は人手に頼っているために人的コストが高く、時間帯や曜日、季節に応じて時々刻々と変化する人々の行動を把握することが困難である。また、地方都市ではPT調査そのものが実施されない現状がある。一方、交通系ICカードの利用履歴を用いることで、発着地を含んだバストリップ調査を行うことも不可能ではない。しかし、特に赤字路線を抱える地域交通においては経営上の理由によりICカードを導入していないことも多く、導入していても一部路線に限られる場合も少なくない。また、ICカードを所持していない乗客の計測は不可能である。</p> <p>本論文では、前述の問題を解消するために、ユーザーが専用のアプリをインストールすることなく、都市間を移動する人々のトリップを把握する技術を提案する。本論文の目的は、さまざまなセンサーを使用して、電車やバスなどの様々な手段で移動する人々のトリップを把握することである。具体的には、測域センサ、RGBカメラ、およびスマートフォンが基地局と通信する際に記録される基地局通信履歴を活用することで目的を達成する。本論文では、以下の3つの手法を提案する。</p> <p>第一に、ユーザーが所持する携帯端末が基地局と通信した際に記録される基地局通信を活用したパーソントリップ推定手法を提案する。基地局の広いセルサイズに基づく位置情報の精度は非常に悪いため、この位置情報のみからユーザーの移動経路を得ることは非常に困難である。そこで提案手法では、駅、路線、道路の位置や接続関係といった地理情報を用いる。まず地理情報および推定移動速度を利用して、全ユーザーを電車旅客、自動車旅客およびその他のユーザーに区分する。その後、各電車旅客についてはその乗車している電車を、自動車旅客はその移動経路をある尤度モデルに基づき推定することで、前述の粒度の粗い位置情報からトリップ推定を実現している。</p> <p>第二に、測域センサを用いて路線バスの乗降者数や乗降に要する時間を正確に計測するシステムを提案する。測域センサは広範囲にわたり物体までの距離データ (点群) を出力するセンサであり、提案システムはそれらの点群からリアルタイムに人体を識別しトラッキングを行う。一般に測域センサは大量の点群を生成するため、高精度な計算機による処理が必要となるが、提案手法では近接する点群データを集約して人体位置を大まかに予測することで計算量削減を図っており、安価なシングルボードコンピュータでもリアルタイム動作する軽量なアルゴリズムを実現し、小型省電力化に寄与している。</p> <p>前述の測域センサをもちいた手法では、各停留所の乗客数の測定は可能だが、各乗客の乗降者駅を把握することはできない。そこで、第三に、バス車内に設置された単一のカメラ画像のみから各乗客の乗降した停留所を把握する、低コストな乗客トリップ計測システムを提案する。提案手法では、カメラ映像から一定時間間隔で切り出したフレーム毎に乗客の顔認識を行い、前後のフレーム間で検出された顔画像から同一人物を検出しトラッキングを行う。認識の時間間隔を適切に設定することで顔認識にかかる負荷を軽減でき、CNNを活用したコンパクトな深層学習モデルを活用することで計算時間削減を図っている。これらにより、安価なシングルボードコンピュータでもリアルタイム動作可能なエッジ計算型アルゴリズムを実現し、画像情報を外部クラウドサーバに送信する方法におけるプライバシー懸念を解消するとともに通信量も大きく抑制できる。</p> <p>以上により、私が提案した手法を用いることで、都市間を移動する大半の人々のトリップを把握することが可能となる。</p> <p>これにより、これまで人手に頼っていたPT調査を、高頻度かつ高精度に実施できるようになり、都市開発計画や災害発生時の避難誘導計画などに貢献する。</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (山 田 遊 馬)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	東野 輝夫
	副 査	教授	村田 正幸
	副 査	教授	渡辺 尚
	副 査	教授	長谷川 亨
	副 査	教授	松岡 茂登
論文審査の結果の要旨			
<p>都市交通による人々のモビリティデータは、地域社会に対するMaaS (Mobility as a Service) のための基礎データとして、近年ますます必要性が高まっている。MaaSでは人々の詳細な交通需要をマイクロレベルで把握し、マルチモーダル交通体系を効率よく構築することが重要視される。また、詳細な移動需要が把握できれば、既存交通システムの経路・運行最適化など、より安全で豊かな地域社会を実現するために有効な施策に寄与する。主要都市においては、人々の交通機関の利用実態を把握するため、約10年に1度の頻度でパーソントリップ調査 (PT調査) が実施されているものの、PT調査は人手に頼っているために人的コストが高く、時間帯や曜日、季節に応じて時々刻々と変化する人々の行動を把握することが困難である。</p> <p>本論文では、前述の問題を解消するために、ユーザーが専用のアプリをインストールすることなく、都市間を移動する人々のトリップを把握する技術を提案している。本論文の目的は、さまざまなセンサを使用して、電車やバスなどの様々な手段で移動する人々のトリップを把握することである。具体的には、測域センサ、RGBカメラ、およびスマートフォンが基地局と通信する際に記録される基地局通信履歴を活用することで目的を達成している。本論文では、以下の3つの手法を提案している。</p> <p>第一に、ユーザが所持する携帯端末が基地局と通信した際に記録される基地局通信を活用したパーソントリップ推定手法を提案している。基地局の広いセルサイズに基づく位置情報の精度は非常に悪いため、この位置情報のみからユーザの移動経路を得ることは非常に困難である。そこで提案手法では、駅、路線、道路の位置や接続関係といった地理情報を用いている。まず、地理情報および推定移動速度を利用して、全ユーザを電車旅客、自動車旅客およびその他のユーザに区分する。その後、各電車旅客についてはその乗車している電車を、自動車旅客はその移動経路をある尤度モデルに基づき推定することで、前述の粒度の粗い位置情報からトリップ推定を実現している。</p> <p>第二に、測域センサを用いて路線バスの乗降者数や乗降に要する時間を正確に計測するシステムを提案している。測域センサは広範囲にわたり物体までの距離データ (点群) を出力するセンサであり、提案システムはそれらの点群からリアルタイムに人体を識別しトラッキングを行う。一般に測域センサは大量の点群を生成するため、高精度な計算機による処理が必要となるが、提案手法では近接する点群データを集約して人体位置を大まかに予測することで計算量削減を図っており、安価なシングルボードコンピュータでもリアルタイム動作する軽量なアルゴリズムを実現し、小型省電力化に寄与している。</p> <p>前述の測域センサを用いた手法では、各停留所の乗客数の測定は可能であるが、各乗客の乗降者駅を把握することはできない。そこで、第三に、バス車内に設置された単一のカメラ画像のみから各乗客の乗降した停留所を把握する、安価な乗客トリップ計測システムを提案している。提案手法では、カメラ画像内に映った乗客の顔を識別し、個々人の乗車から降車までのトラッキングを行っている。トラッキングにはCNNを活用したコンパクトな深層学習モデルを活用することで計算時間削減を図っている。これらにより、安価なシングルボードコンピュータでもリアルタイム動作可能なエッジ計算型アルゴリズムを実現している。</p> <p>以上により、本論文で提案する手法を用いることで、都市間を移動する大半の人々のトリップを把握することが可能となる。これにより、これまで人手に頼っていたPT調査を、高頻度かつ高精度に実施できるようになり、都市開発計画や災害発生時の避難誘導計画などに貢献する。</p> <p>よって、本論文は博士 (情報科学) の学位論文として価値のあるものと認める。</p>			