

交通量調査の代替手段となり得る動画画像からの交通量自動推定手法の開発

Development of a method to automatically estimate traffic volume from video images to generate traffic census

京都大学 准教授 須崎 純一

（研究計画ないし研究手法の概略）

■序論

我が国では他国に先駆けて高齢化社会を迎えつつあり、高齢者が安全に通行できる交通環境の確保だけでなく、高齢者自身が引き起こす交通事故を防ぐような交通環境の改善が求められている。そのためには、道路空間の特性に加えて、時々刻々と変動する交通状況を定量的に把握し、安全性を低下させる要因を分析する必要がある。人手による交通量調査は今でも実施されているが、予算削減の影響を受けて調査地点数が減少しており、ビデオ画像を撮影し、半自動・自動処理を通じてより少ない負担で交通量調査を実施することが求められている。そこで本研究の目的を、これまでに確立した交通量自動推定技術に基づき、地上で実施される交通量調査に代わりうるような交通量自動推定手法を確立することとする。

■使用データ

2013年10月15日に京都市南区油小路交差点付近の歩道にて、片側2車線の道路を走行する車両をビデオカメラ(SONY HDR-CX560V)で撮影した画像を用いた。29.97 frame/sで撮影された約95秒間の動画画像から取り出した静止画像を使用した。取得画像は1920×1080画素の大きさであったが、そのままの大きさの画像を取り扱うと領域へのラベリング等の処理で時間を要したため、480×270画素に縮小して処理を進めた。

■研究手法の概要

本研究では、発表論文（須崎、2014）で報告した手法を参考にして、車両台数を推定する手法を検討した。まず時間差分画像を一定時間内で重ね合わせて累積時間差分画像を生成した。使用データでは車両や建物の影がほとんど見られなかったため、累積時間差分画像での閾値を1として2値化した。 $[t-10:t]$ と $[t:t+10]$ （ t はフレーム番号）の異なる時間帯で累積した2値化累積時間差分画像の積を計算することで、車両領域の候補（以下、「車両領域候補1」）を生成した。続いて、背景差分画像を生成し、別の車両領域候補（以下、「車両領域候補2」）とした。2つの車両領域候補の特徴を確認すると、前後の車両と連結せず当該車両の領域をより良く反映しているのはどちらとも言えず、車両によって優劣が入れ替わるような結果であった。そのため、車両領域候補1と車両領域候補2の積を計算し、得られた領域にラベリングを実施した上で車両領域を決定した。その後、車両領域の連続性を調査して、車両の軌跡を生成した。

（実験調査によって得られた新しい知見）

■実験結果と考察

図1に抽出した車両領域の例を示す。また図2には車両領域を連結した上で生成した車両軌跡を示す。また対象時間帯に通過した全四輪車が49台、二輪車が5台の計54台であったのに対し、抽出した車両台数は48台と過少推定であることが判明した。例えば、図1(c)では3台、図1(e)では2台の四輪車が一部が重なり合うように撮影されるオクルージョン（occlusion:掩蔽）の問題が生じている。オクルージョン問題を解決するために車両領域の形状、またはその時間変化を利用する方法等が報告されている。歩道橋等一定の高さから撮影した画像の場合には車両形状が安定しているが、地上撮影画像の場合には車両の大きさや形状の変化が大きく、安定したオクルージョン解決手法の確立には至っていない。

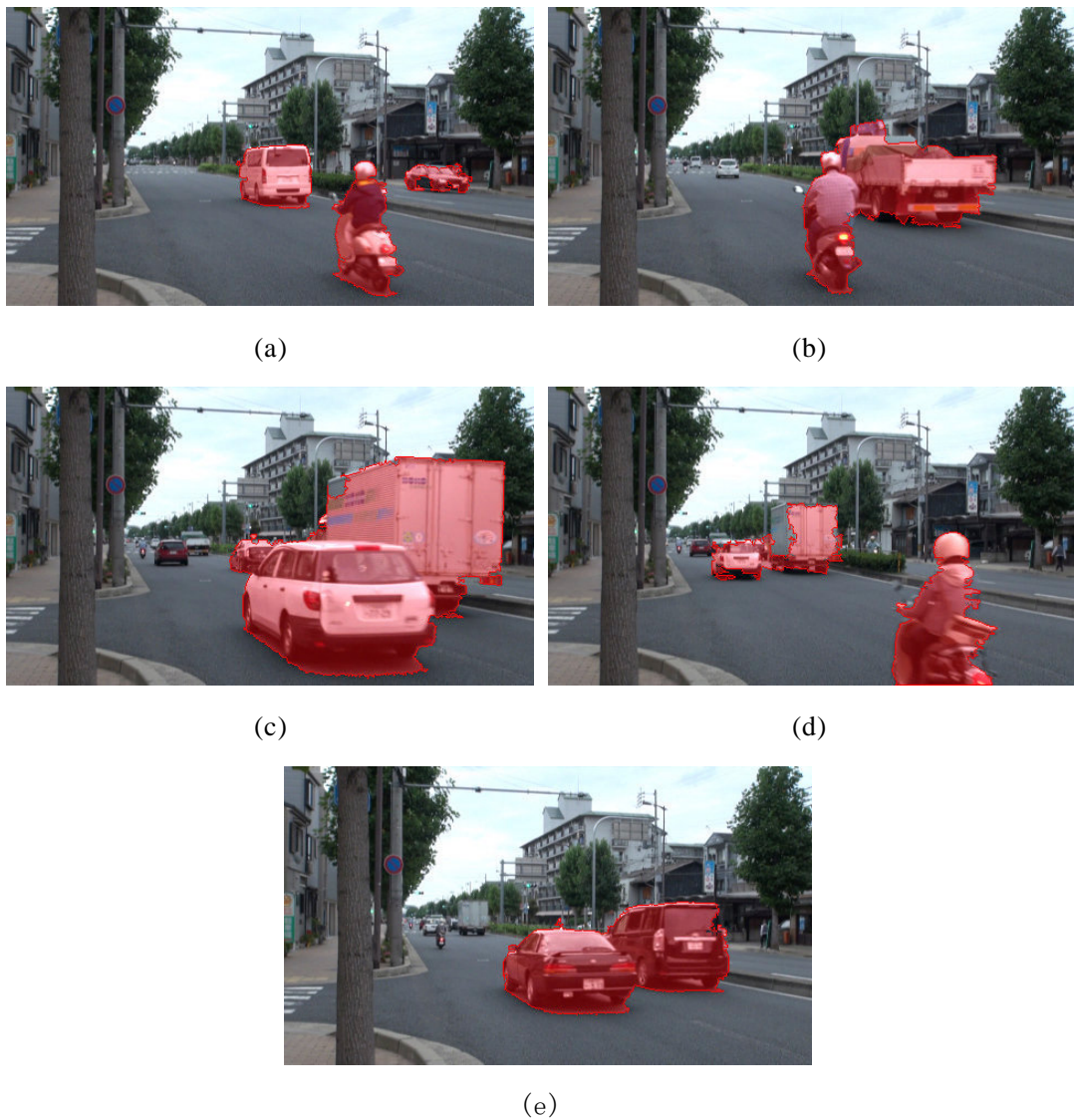


図1：地上撮影動画画像から抽出した車両領域



図2：地上撮影動画画像から抽出した車両軌跡。(a)図1(a)の四輪車の軌跡、(b) (c)図1(b)のトラック、二輪車の軌跡、(d)図1(c)のトラック、四輪車2台分を誤って抽出した軌跡、(e)図1(d)の二輪車の軌跡、(f)図1(e)の四輪車2台分を誤って抽出した軌跡

■魚眼レンズカメラで撮影した画像の解析

上述のオクルージョン問題を解決する可能性を検討するため、魚眼レンズ付きのカメラで地上から撮影した交通流動画画像を解析した。2015年1月5日に京都市西京区の国道9号線の歩道にて、片側2車線の道路を走行する車両を撮影した画像を用いた。ビデオカメラはSONY HDR-CX560V、魚眼レンズはSIGMA4.5 mm F2.8 EX DCを使用した。

撮影画像は太陽光による車両や建物の影が含まれていた。そのため、発表論文（須崎、2014）で報告した手法のように、影領域の輝度値を事前に指定する必要がない手法を採用した。具体的には、 $[t-5:t+5]$ のフレーム画像を用いた累積時間差分画像で、閾値を3として2値化して車両領域候補1とした。背景差分画像から得られる車両領域候補2との積を取り、車両領域を決定した。図3に抽出した車両領域の例を示す。

図3(a)、3(b)、3(c)に示すように影領域は良好に除去できているものの、オクルージョンの問題は困難であることが確認できた。魚眼レンズ画像では通常のレンズで撮影した画像に比べてより遠方まで撮影でき、並走する2台の車両も分離する状態が確認できる。しかし分離している時には車両領域が極めて小さくなっている。また魚眼レンズカメラ画像では車両の形状も変形しているので、単に車両の幅を用いて台数を推定する場合でも通常レンズ画像とは異なる誤差を生じやすいと想定される。よって、魚眼レンズ画像を用いた解析においてもオクルージョンの問題を更に検討していくことが望まれる。

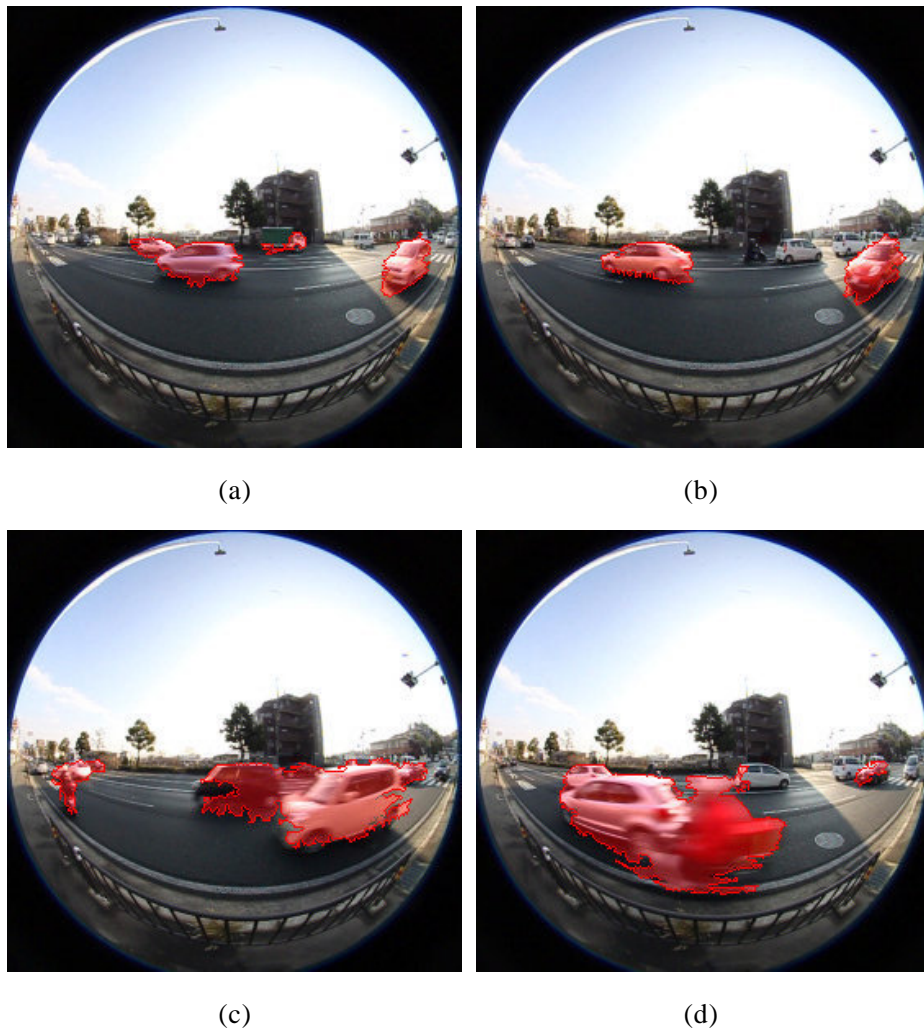


図3: 魚眼レンズカメラ画像から影領域を除去した上で抽出した車両領域

(発 表 論 文)

須崎純一, “日照条件に頑健な交通流動画像からの四輪車の自動抽出手法の開発”, 土木学会論文誌D3, Vol. 70, No. 4, pp. 211-226, 2014.