

氏 名	モハマド ショリフ ウディン
学位(専攻分野)	MOHAMMAD SHORIF UDDIN
学 位 記 番 号	博 士 (工 学)
学位授与の日付	博 甲 第 2 7 8 号
学位授与の要件	平成 14 年 3 月 25 日
研 究 科 ・ 専 攻	学位規程第 3 条第 3 項該当
学 位 論 文 題 目	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
	Surface Velocity Estimation of Debris Flow by Digital Image Processing
	(主査)
審 査 委 員	教 授 吉田 靖夫
	教 授 中山 純一
	教 授 若杉 耕一郎
	滋賀大学教授 板倉 安正
	助教授 稲葉 宏幸

論文内容の要旨

土石流の速度計測は、ハザードマップを描き、ダムを建設する等の災害防止技術を発展させるために有用である。土石流は破壊的エネルギーをもつために、その速度推定には、通常、非接触的手法が用いられる。本論文ではその一つである空間フィルタ技術に基づく幾つかの方法を提案している。

第 1 章では、研究の背景、歴史、目的について概説している。

第 2 章では、従来から提案されているハードウェアに基づく光学的空間フィルタによる速度計測法の原理を述べている。

第 3 章では、光学的空間フィルタ法を計算機により処理する手法を提案している。この手法は、従来ハードウェアによって構成されていた空間フィルタの代わりに、ソフトウェアによって空間フィルタを実現し、それによって土石流のビデオ画像を処理する手法である。このデジタル画像処理による手法は従来の手法に比較して、計測パラメタを自由に設定することができ、また、繰り返し計測が可能であるという特徴を有している。本論文では、実際に観測された土石流ビデオ画像を対象として本計測法を適用し、その表面速度を推定するとともに、従来のハードウェアによる手法との比較をしている。

第 4 章では、第 3 章で述べた手法の計測パラメタを対象流に応じて適応的に変化させる手法を提案している。第 3 章の提案手法では空間フィルタのパラメタを変化させることが可能であるが、実際に観測される土石流の表面パターンはランダムかつ時間とともに変化し、また真の表面速度も不明であるために、適切なパラメタを設定することは困難である。計測精度を向上させるためには土石流表面の統計的性質に応じてフィルタのパラメタを調節することが望ましい。そこで本章で提案している適応型空間フィルタ法では、土石流の表面パターンの性質に基づいて、空間フィルタのパラメタであるスリット幅を自動的に調整することが可能である。本手法の有効性はコンピュータシミュレーションにより確認している。また、本手法を用いて、実際に観測された土石流の表面速度を計測し、その結果をハードウェアによる手法、および、第 3 章で提案した手法とそれぞれ比較している。

第 5 章と第 6 章では、勾配法と相関法に基づく土石流の 2 次元速度計測法についてそれぞれ論じている。第 3 章および第 4 章で論じた空間フィルタ法は 1 次元の速度計測法であるが、2 次元の速度計測によってより詳細な変化を知ることができる。第 5 章で述べる勾配法は、一部の土石流のように速度が速い場合には、勾配法の性質上、精度が劣化してしまう。そこで、本論文では前処理として平滑化処理を導入することでこの問題を解決している。本手法の有効性は、計算機により合成した動画像を用いることにより確認している。また、勾配法の一つである時空勾配空間法を適用し、土石流の表面速度分布を求めている。

第 6 章では、相関法の有効性を確認するために、不規則動画像によるコンピュータシミュレーションを行なうとともに、土石流の表面速度分布を求めている。その結果、精度面では、相関法が勾配法よ

りも優れていることを確認している。

論文審査の結果の要旨

土石流災害を防止するために土石流の速度計測は重要であり、本研究は、土石流のビデオ画像より非接触的にこの速度を計測する技術の提案であり、空間フィルタ技術に基礎を置いたソフトウェア的手法である。

前半は1次元速度計測であり、従来のハードウェア手法に比べ、計測パラメタを自由に設定できるという特徴がある。そのため、対象土石流に応じて適応的にパラメタを変化でき、最適なパラメタ調節を行っている。後半は2次元速度計測であり、より詳細な速度変化が分かる。ここでは、勾配法、相関法の両者について最適な使用方法を検討し、両者の特性を比較している。勾配法では、高速度の場合における精度の劣化に対し、前処理として平滑化処理を導入するとともに、処理法の信頼性について理論的検討を行っている。

本研究は、土石流速度計測の実用面に貢献する研究であるとともに、用いられた手法の特徴から考えて、土石流に限らず、他の不規則的な映像の速度計測に応用できる可能性がある。

申請者は査読制度のある学会誌ならびに国際会議録に以下の論文を公表している。

- (1) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Itakura, and M. Kasahara, “Estimation of the surface velocity of debris flow with computer-based spatial filtering”, *Applied Optics* Vol.37, No.26, pp.6234-6239,(1998).
- (2) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Itakura, and M. Kasahara, “Notes on adaptive approach of computer-based spatial filtering”, *Proceedings of International Symposium on Noise Reduction for Imaging and Communication Systems*, Tokyo, pp.209-214, (1998).
- (3) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Itakura, Y. Yoshida, and M. Kasahara, “Adaptive computer-based spatial filtering method for more accurate estimation of the surface velocity of the debris flow”, *Applied Optics*, Vol.38, No.32, pp.6714-6721, (1999).
- (4) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Itakura, Y. Yoshida, and M. Kasahara, “Large motion estimation by gradient technique – application to debris flow velocity field”, *Physics and Chemistry of the Earth (C)* Vol.26, N0.9, pp.633-638, (2001).
- (5) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Yoshida, and Y. Itakura, “Notes on gradient-based methods for estimation of large motion in image sequences”, *Proceedings of IEEE International Conference on Electrical and Computer Engineering*, Dahka, pp.74-77, (2001).
- (6) M. S. Uddin, H. Inaba, Y. Yoshida, and Y. Itakura, “Debris flow velocity estimation: a comparison between gradient-based method and cross-correlation method”, *Proceedings of SPIE Symposium on Electronic Imaging*, San Jose, Vol.4667, (2002) (in press).