

カラー画像による斜面監視システムの

精度向上に関する研究

建設設計工学研究室 田村 曜
指導教官 鳥井 邦夫

1. はじめに

我が国では、全国各地で岩盤崩壊や土砂崩れ等の斜面崩壊による事故が相次いでいる。これを打開するため、崩壊の前兆現象を捉える手段として様々な方法が研究・開発されている。このような中、現行の斜面監視方法と比較して、安価で、機動性のある、遠隔地での無人自動監視を可能とすることを目的として、CCD カメラを用いた斜面監視システムが開発された。しかし、このシステムは監視対象である斜面にターゲットを設置する必要があり、設置や撤去に多大な負担と危険を伴い、あまり機動性の高いシステムとは言えなかった。そこで、一昨年度までの研究により、情報量の多いカラー画像(カラーCCD カメラやデジタルカメラ)を用いる事で、斜面上の自然物を従来のターゲットの代わり(代替ターゲット)に用いることを可能にした。また、昨年度の研究により、代替ターゲットを用いる際に問題となっていた日照の影響を抑えたターゲット抽出法が提案された。

2. 目的

斜面監視システムでは、崩壊の前兆現象である斜面の微小な変化を捉えなければならない。昨年度までの方法では、これを捉えるには計測精度が不十分である。そこで、本研究では代替ターゲットを抽出する計測精度を向上させることを目的とする。また、システムの適用範囲の拡大やシステムの自動化を図る事も目的とする。

3. 概要

3-1 代替ターゲット

本年度は、昨年度に引き続いて自然石を代替ターゲットとして連続抽出処理を行った。代替ターゲットを図-1 に示す。



図-1 代替ターゲット

3-2 本年度の処理方法

本年度のシステムフローを図-2 に示す。

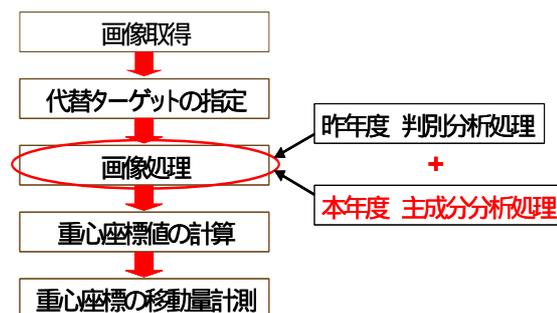


図-2 処理フロー

本研究では、代替ターゲット領域と背景領域の色差を拡大し、計測精度を向上させる事を考え、主成分分析処理を用いて座標変換を行った後、昨年度と同様に判別分析処理を閾値決定法として用い、代替ターゲット抽出を行った。

4 . 主成分分析処理

4-1 主成分分析による効果

本年度の処理方法に導入した主成分分析処理は、多変量解析である主成分分析を用いて計測精度を向上させるものである。主成分分析処理とは、一般的には多数の変量の一つ、又は小数個の総合的指標により代表させる方法であるが、本研究では主に座標変換により色差を拡大する方法として用いる。この様子を図-3 に示す。

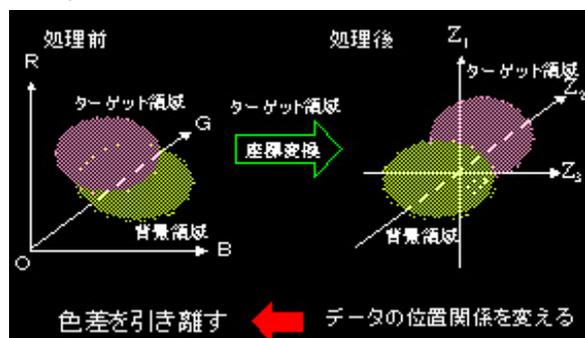


図-3 主成分分析による座標変換

座標変換により算出された新たな座標に画像全体を写像することにより、RGB成分の分布の偏りを明確化でき、計測精度の向上を図る事ができるものと考えます。

4-2 主成分の算出方法

主成分分析処理の具体的な算出方法を図-5 に示す。



図-5 主成分の算出方法

一枚目の画像において手作業で代替ターゲット領域と背景領域に分離し、代替ターゲット領域を主成分分析処理する事により新たな座

標を算出する。

また、昨年度の代替ターゲットの全体を抜き出す手動的な考え方に対して、本年度は代替ターゲットの一部を抜き出すだけで抽出可能となるように自動化も行う。

4-3 画像処理フロー

本研究での画像処理フローを図-6 に示す。

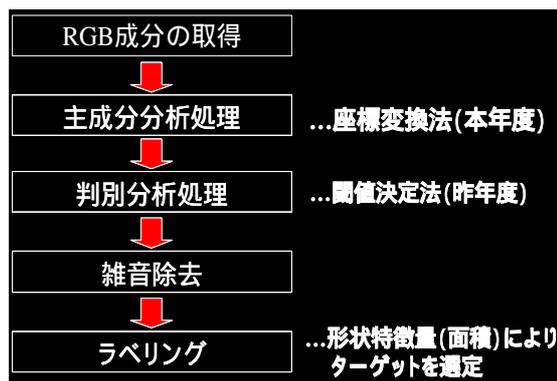


図-6 画像処理フロー

主成分分析処理を用いて座標変換した結果より判別分析処理を行って閾値を決定し、二値化を行う。この二値画像からラベリングを行って形状特徴量(面積)により雑音を除去し、代替ターゲットを抽出し、重心座標値を取得する。

4-4 抽出結果

主成分分析処理の後に判別分析処理を行う場合と判別分析処理のみの場合について代替ターゲットを抽出し、比較・検討を行った。

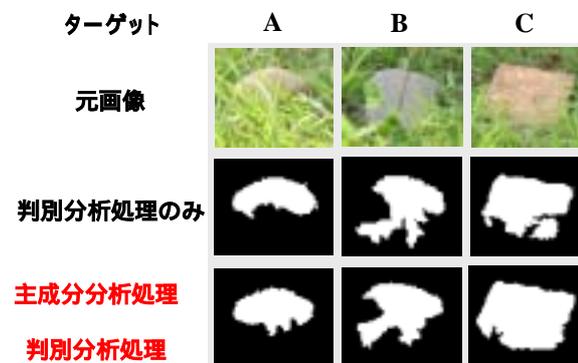


図-7 抽出結果

主成分分析を用いた場合、判別分析処理のみの場合よりも面積が多少大きく抽出された。

より詳しく比較・検討を行うために、日照変化への対応について代替ターゲット C を例に挙げる。これを図-7 に示す。

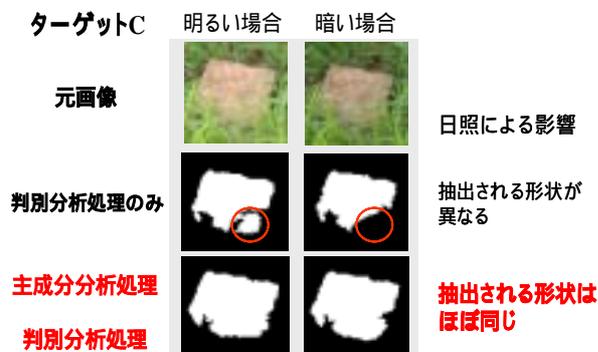


図-7 日照変化への対応

図中の丸の部分に注目すると、判別分析処理のみの場合、日照が明るい時は抽出できても暗いと抽出できなくなってしまう、抽出される形状が異なることが分かった。しかし、主成分分析処理を用いる事で改善された。

5. 連続計測

5-1 連続計測の概要

本研究で考案した主成分分析処理を用いるか否かで計測精度がどの程度変わるのか比較・検討を行った。その概要を図-8 に示す。



図-8 連続計測概要

5-2 連続計測時の処理フロー

連続計測時の画像処理フローを図-9 に示す。画像毎に主成分分析と判別分析を繰り返しながら連続計測を行い、日照変化や移動などに対応していく。



図-9 連続計測時の画像処理フロー

5-3 連続計測結果

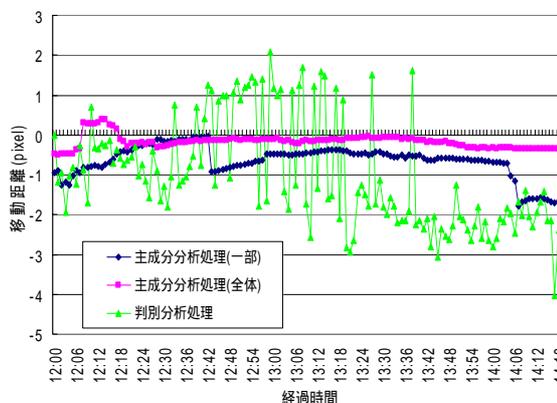


図-10 重心移動量の時間変化

図-10 は、代替ターゲット A の重心移動量の時間変化を示している。判別分析処理のみの場合は、重心が激しく変動しているのに対し、主成分分析処理を用いると安定する事が分かる。判別分析処理が変動しているのは日照の影響によるものだと考えられる。

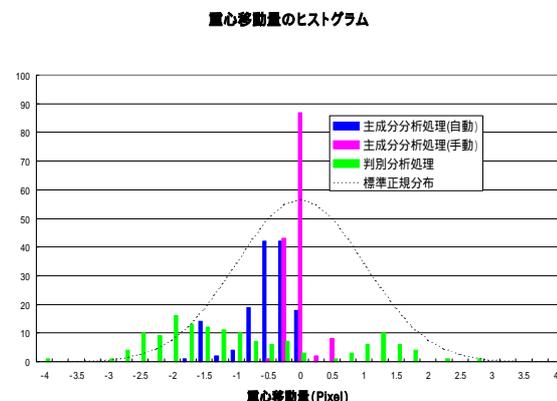


図-11 重心移動量のヒストグラム

図-11 は図-10 に示した重心移動量の時間変動をまとめてヒストグラムの方法で示したものであり、その標準偏差を示したものが表-1である。

表 1 標準偏差

画像処理方法	標準偏差
主成分分析(自動)	0.59
主成分分析(手動)	0.24
判別分析	1.62

表 1 の「主成分分析(自動)」とは代替ターゲット領域の一部を抜き出した計測結果であり、「主成分分析(手動)」とは代替ターゲット領域全体を抜き出した計測結果である。主成分分析処理を用いることで標準偏差が明らかに小さくなった。また、本研究では標準偏差 0.5pixel を目標としているので、主成分分析処理(自動)で行ってもほぼ十分な計測精度であった。また、他の代替ターゲットについても同様の結果が得られた。

6 . 結論

主成分分析処理を導入した本研究の画像処理システムにより、以下の事が分かった。

計測精度の向上を図ることができ、斜面崩壊の前兆現象を捉えられる精度にまで誤差を少なくできた。

適用範囲の拡大により、どのような代替ターゲットを用いてもほぼ抽出可能となった。代替ターゲットの一部を選択するだけで代替ターゲットが抽出可能となり、システムの自動化が図れた。

日照変化への対応が昨年度より改善された。

7 . 今後の課題

本研究で提案した画像処理システムにより、代替ターゲットの計測精度が向上したが、今後の課題に以下のようなものが存在する。

・主成分分析処理は、代替ターゲットの抽出が失敗してしまった場合に、代替ターゲットを見失って追跡が不可能になってしまう事が考えられるので、この不安定な要素を取り除く必要がある。

・自然石以外の代替ターゲット(木の幹、岩肌など)でも計測を行ってみる必要がある。

・実際に現場へ適用して本システムの安定性、精度を検証する必要がある。

参考文献

- 1) 五月女：カラー CCD カメラを用いた新斜面監視システムの開発
長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文、平成 12 年
- 2) 八木：カラー画像を用いた代替ターゲットの自動抽出に関する研究
長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文、平成 13 年
- 3) 佐藤：カラー画像を用いた斜面監視システムのターゲットレス化に関する研究
長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文、平成 14 年
- 4) 清水：カラー画像を用いた斜面監視システムの開発に関する研究
長岡技術科学大学大学院工学研究科修士論文、平成 15 年
- 5) 洪：お話・カラー画像処理、CQ 出版株式会社、平成 12 年
- 6) FEST Project 編集委員会：新実践画像処理、新日本印刷株式会社、平成 13 年