

斜面防災のためのセンサーデータ分析ツールの開発

桐村 綾子[†] 東 辰輔[†] 島川 博光[‡]

三菱電機株式会社[†] 立命館大学[‡]

1. はじめに

近年、頻発する大型台風や大雨を原因とする斜面崩壊による土砂災害が後を絶たない。

道路防災の場合は、雨量を基準として封鎖することが多い。しかし、人的被害を防ぐことが大前提であるため、実際には崩壊に至らない場合がほとんどであり、社会的・経済的な損失は大きくなりがちである。

斜面の崩壊危険度を測るための各種センサーの利用は以前から行われているが、コストの問題からセンサーの自動化の範囲は限られており、現状の大部分は人的コストをかけて運用している。崩壊危険性のある斜面という特性上、斜面への進入が容易でない場合が多く、荒天時の運用には危険が伴う場合も有る。電源や通信インフラの確保などの問題もある。

斜面崩壊の兆候があることや、逆に崩壊の危険が去ったことを判断するには、あらかじめ設定された雨量や地盤変量などの基準値を用いるが、基準値の設定方法はあくまでも一般的な条件（地盤状況・施工方法など）を想定したものである。実際には、現場担当者の経験則的な判断に頼らざるを得ず、必ずしもデータが有効に活用できているとは言えない。

2. 次世代型斜面防災システム

我々は国土交通省の「道路政策の質の向上に資する技術研究開発の募集」に採択された「センサーネットワークを利用した次世代型斜面防災システムの構築」の中で、上記の課題に対する研究を行っている。

本研究では、限られた資源で斜面崩壊を予測し災害を未然に防ぐ、もしくは、災害が起きなかった場合の安全確保を速やかに行うという目的のため、センサー技術、情報通信技術、地盤工学を用いて、低コスト、運用の容易さ、高い信頼性、斜面状況の監視精度向上が実現可能な斜面防災機器・システムの開発を行っている。

本稿では、センサーから得られたデータを活用するための情報システムについて述べる。

3. 時系列 OLAP ツール

センサーネットワークによって複数のセンサーから、長期間にかつ大量のデータが取得できる一方、そのデータを生かすためには分析によって傾向を明らかにし、それをシステムに反映する必要がある。ただ、斜面防災という特殊な分野であるため、土木の専門知識や経験則といった観点から分析を行う必要があるが、これらを定式化し機械的にシステムに適用することは容易でない。

そこで、OLAP(On-line Analytical Processing)によるデータマイニングというアプローチで、専門家の判断支援を行うツールの開発を行った。ユーザ自らがインタラクティブにデータ検索・集計を行うことで、明示的にデータの傾向を把握できる。^[1]

3. 1. 目的

本ツールは、土木の専門家であるユーザが着目したある特定の事象に対して、

- (1) ユーザの把握する事象発現時を指定
- (2) 事象発現時のデータ傾向をパターン化
- (3) 大量データから同じ傾向パターンのデータをマイニングして表示

という手順を追うことによって、ユーザに対して大量データの中から有用なデータのみを提供し、チャンネル間の相関関係を把握しやすくすることを目的とする。

提案ツールもこの手順にあわせて3段階で操作する。

3. 2. 手順詳細

(1) 洗練データの選抜

1 チャンネル(あるセンサーの時系列の値)を選択し、そこから複数の期間を洗練データとして選択する。

選択の基準はユーザの任意であるが、同様な事象がおきている期間を選択する。(例えば、一定量以上の降雨があったとき、など)

期間も任意であるが、事象の開始から終了までが含まれる長さになるように調整する。(雨が降って地中水分量が増え始めたときから、飽和量に達するまで、など)

Development of a sensor data analysis tool for slope disaster prevention

[†] Ayako Kirimura, Shinsuke Azuma

Mitsubishi Electric Corporation

[‡] Hiromitsu Shimakawa Ritsumeikan University

(2) パターンの洗練

選択した各洗練データに共通な動向を表す平行四辺形パターンを決定する。

平行四辺形を定義するパラメータのうち、傾きと縦軸方向の位置は複数の洗練データから近似で求めておき、平行四辺形の幅（データの変化に要する時間）と高さ（データの触れ幅）のバリエーションをいくつか決め、各洗練データに最も一致する組み合わせを求める（図 1 から図 3）。一致・不一致は平行四辺形内に含まれるサンプル点の割合と事前に決めた閾値で判断する。

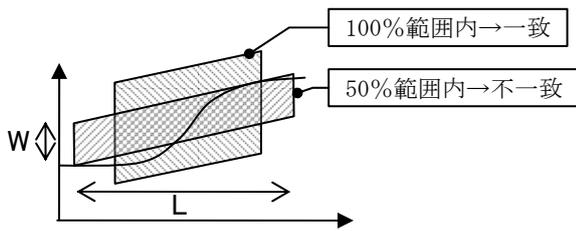


図1 平行四辺形パターンの一致/不一致判定

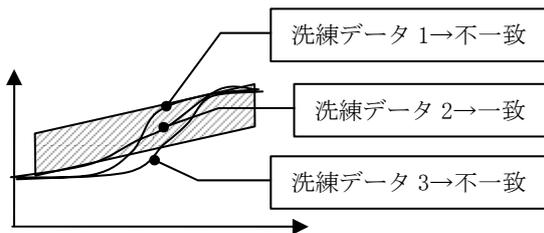


図2 各洗練データの一致/不一致判定

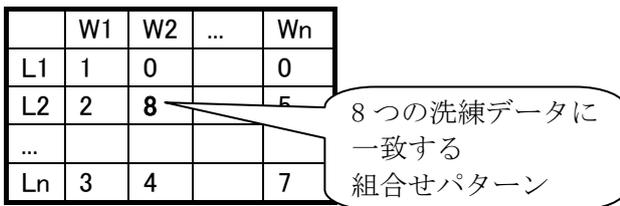


図3 ヒストグラムの生成

(3) パターンとの照合

あるチャンネルの時系列の全期間から、(2)で得られたパターンに当てはまる全ての期間をリストアップする。照合に用いるチャンネルは洗練データを抽出したのもでも他地点の同種のセンサーのもでもよく、目的に合わせて使用する。

リストアップした期間の全てのデータをチャンネルごとに表示する（図 4）。事象とチャンネルに相関があれば、グラフ上でデータが収束する。

4. 今後の課題

今後は、実験で得られた実データに本ツールを適用し、ツールの実用性を評価していく。

分析手法については、以下のような充実化を図っていく予定である。

- 複数の事象の連続性の発見
 - ひとつのチャンネルの中に、複数の事象が連続して現れる場合
 - 複数のチャンネルに現れる事象同士に連続性が有る場合

- データの多点化とチャンネル次元数の削減

また、斜面崩壊の仕組みを理解する土木専門家に対して必要機能をリサーチし、より実用的な機能を追加していく。

5. おわりに

斜面に設置したセンサーネットワークから得られる大量データから傾向分析を行うためのツールを開発した。

本ツールを用いて得られる結果から斜面崩壊アルゴリズムを確立した上で、斜面防災システムとして実時間データへ適用予定である。このシステムは斜面崩壊の事前予測、警報発令などの用途を想定している。

参考文献

[1] 山田、他、“地すべりメカニズム分析のための時系列 OLAP ツール”、DEWS2007 予稿集

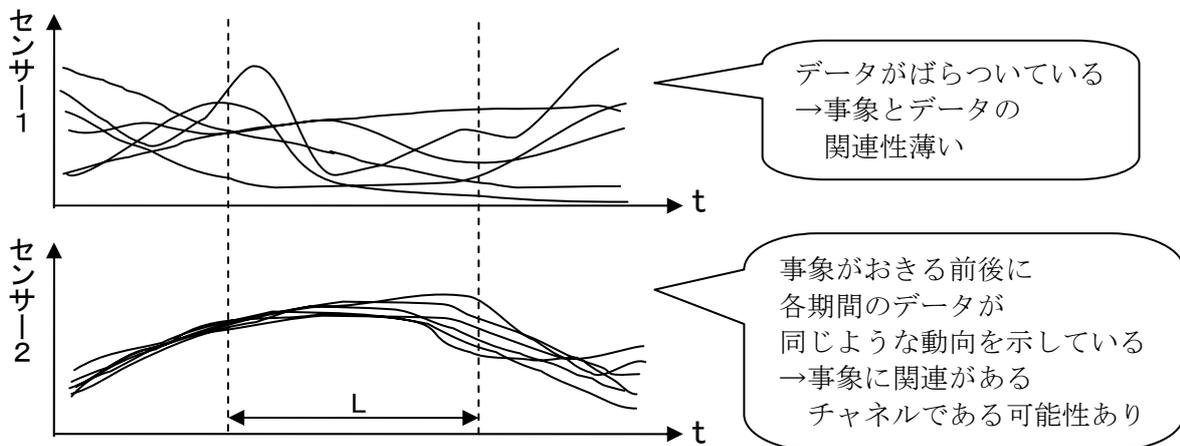


図4 他のチャンネルの傾向の表示