

2005 年度修士論文

レーザースキャナを用いた平面計測における
誤差分布モデルの構築

Development of the model for error distribution on
surface measurement by laser scanner

2005 年 12 月

指導教員 高木 方隆

副指導教員 野尻 洋一

高知工科大学大学院工学研究科基盤工学専攻

社会システム工学コース 1085508

坂井 知也

論文要旨

地すべりとは、広範囲にわたり、斜面の土塊が移動する現象で一日に約 0.01mm から 10mm 程度移動するといわれている。この地すべりに対し、現在地盤伸縮系や孔内傾斜計を用いた変位抽出が行われているが、これらは、点や測線での計測であるため、地すべり地全体の挙動把握は困難である。そこで、高精度で広範囲にかつ短時間で 3 次元データを取得することのできる地上型レーザースキャナが期待される。しかしながら、レーザースキャナを用いた高精度計測には以下に上げる 3 つの問題点がある。

- 1) 取得データ誤差の問題
- 2) セッティング再現性の問題
- 3) 基準点取得における問題

今回、取得データ誤差の問題に着目し、レーザースキャナによる取得データの精度を向上させるために、平面計測法を提案する。レーザースキャナ計測における 1 点 1 点の誤差は、無視できないほど大きく、同一点の計測も困難である。少なくとも、標準偏差で 1cm 未満の精度で計測する必要がある。したがって、同一平面を多数のデータを用いて計測することにより、誤差が調整できると考えた。

本研究の目的は、まず平面計測法での誤差を推測する誤差分布モデルを構築する。その後、誤差分布モデルより、要求精度を満たすために必要な計測点数と計測点密度を明らかにする。

取得データの誤差がランダムに発生するものと仮定すれば、誤差は、データ数の平方根と、平面の一辺の長さに反比例する。この仮定にしたがって誤差モデルを構築し、シミュレーションデータによってモデルの調整を行った。調整された誤差分布モデルより、角度分解能一定のもとで、平面を計測するために使用する点数と誤差量との関係について求めた。結果、現在使用しているレーザースキャナの精度、すなわち、レーザースキャナの標準偏差が 25mm で、対象までの距離が約 3m の時、一辺の長さが約 6cm 以上の平面を計測することにより、要求精度を満たす結果が得られた。また、平面の大きさは変えず、データ密度を変化させた時のデータ密度と誤差量との関係についても求めた。結果、一辺の長さが約 3cm の面に対しては、約 13 回のデータ取得を行う、すなわち約 800 点のデータ取得を行えば、要求精度を満たす結果が得られた。

これら、誤差分布モデルにより推定される結果が妥当なものであるかを判断するために、室内実験により実際に平面計測を行い、その結果と比較した。レーザースキャナを用いた平面計測による平面を作成するために使用する点数と誤差量との関係について求めた。結果は、誤差分布モデルと同様、一辺の長さが約 6cm 以上の平面を取得することにより、要求精度を満たすことが確認された。また、平面の大きさは変えず、データ密度を変化させた時のデータ密度と誤差量との関係についても、一辺の長さが約 3cm の面に対してモ

デルとの差が結構あるが約 25 回のデータ取得を行えば要求精度を満たす結果が得られた。したがって、誤差分布モデルが妥当であることを確認できた。今後、地すべり現場での計測手法を確立するために本モデルを利用していく。

Abstract

Landslide is the phenomenon of mass movement, which moves 0.01mm~10mm/day. Expansion gauge, inclinometer or GPS have been used for landslide monitoring. However, they measured some points or along lines. Therefore it is difficult to measure whole landslide area. Currently, it is expected that ground based portable laser scanner can be used to monitor landslide, because laser scanner can acquire three-dimensional data of wide area in a short time. However, there are three problems in accurate measurement using laser scanner as follows:

- 1) Accurate Measurement
- 2) Accurate setting
- 3) Accurate control points in laser scanner data

This study is focused on measurement accuracy of a ground based laser scanner. Surface measurement method is expected to improve accuracy.

Accuracy for landslide monitoring is required less than 1cm in standard deviation. Point measurement by using laser scanner has much error. Moreover, measurement of same point is difficult. Therefore, the error will be able to adjust by measuring same surface using many points data.

The objective of this study is developing the model of error distribution. By using the model, width of measurement surface and number of measurement point will be obtained to satisfy the accuracy. When the error was random noise, the error should be expressed by inverse proportion with square roots of the number of points and a width of surface. The model of error distribution was adjusted by simulation data. In surface measurement, the relationship between the number points related with width of surface was drawn in a graph by the model of error distribution. The model showed required accuracy was satisfied when a width of surface over 6 cm, standard deviation of laser scanner accuracy is 25 mm and length from target surface is 3m. On the same width of surface relationship between density of measurement point and error was drawn is a graph. The model showed required accuracy was satisfied with over 800 measurement points on 3cm width of surface.

The model of error distribution was compared with experimental data by using actual laser scanner. Then almost same results were obtained. So, the model can be applied to real situation in landslide. And measurement method of laser scanner will be established in landslide monitoring.