

動的レンジ画像による振動量の簡易推定法

星 仰[†]
茨城大学[†]

寺田 祥典^{††}
茨城大学大学院^{††}

1.はじめに

これまで、距離情報を取得できるレンジ画像は、レンジスキャナが静止させた状態で撮影され解析されてきており、レンジスキャナを移動しながら抽出された画像はほとんど活用されていなかった。そこで、レンジスキャナを移動させ画像収集し、同時に撮影されたビデオ画像と融合して利用することを試みる。撮影対象物として連続性のある高速道路を選定する。撮影されたビデオ画像とレンジ画像を対応させるためにビデオ画像からスリット画像を生成する方法を考案した。また、レンジ画像のみを用いた振動量の除去方法も検討する。この研究では、これらの画像は車の振動を含んでいるために、これを取り除く画像処理方法について述べる。

2.レンジ画像

実験に用いるレンジスキャナは RIEGL 社の "3D-Laser Mirror Scanner LMS-Z210"である(図 1)。この装置は、装置前方の画面上すべての画素に対して斜距離を取得することが可能である。また、同時に仰角、水平角も取得できるので、各画素に投影される被写体の位置を 3 次元座標に変換したデータとして取得できる。



図 1.レンジスキャナ

レンジスキャナを用いた

測定可能範囲は、手前 2m から、奥行き、反射率 50% 以上の対象物では 350m まで、反射率 10% 以上の対象物においては 100m までである。また測定誤差は標準で $e = \pm 2.5 \text{ cm}$ 、最悪でも $e_{\text{max}} = \pm 10 \text{ cm}$ である。

3.ビデオ画像

動的レンジ画像を抽出すると同時にビデオ画像を撮影した(図 2)。この場合、注意すべきことはレンジスキャナと同じ足場で固定させて撮影することである。なぜかと言えば、ビデオ画像とレンジ画像の振動を連結させなければならないからである。

4.ノイズ除去

レンジスキャナを移動させて動的レンジ画像を抽出しているため、移動時の振動によるノイズを除去しなくてはならない。これを行うに当たって、次の資料を標定に用いる手法が考えられる。

1. ビデオ画像
2. レンジ画像中の基準対象物

Simplified estimation method of vibration quantity using dynamic range image

[†] Hoshi, Takashi

^{††} Terada, Yoshinori

[†] Ibaraki University

^{††} Graduate School of Ibaraki University

a) ビデオ画像による標定

ビデオ画像からスリット画像を生成し動的レンジ画像に関連付けてノイズ除去する方法である(図 3)。動的レンジ画像の撮影中に同時にビデオ画像を撮影することにより、ビデオ画像を利用することが可能となる。ノイズ除去は常に画像に写っていて撮影位置の変化がないダッシュボードを基準にして行う。この方法は、レンジ画像中にノイズ除去に関する基準対象物が撮影されていない場合に有効である。

b) レンジ画像中の基準対象物による標定

レンジスキャナと同じ振動の影響を受ける基準対象物をレンジ画像中に目視可能なとき、その基準対象物の振動状況を考慮してノイズ除去する方法である。複数のレンジ画像中の基準対象物の性状値でノイズ除去する。この場合も、基準対象物が常に写っていて撮影位置の変化がないことが条件である。この研究では、移動車両の一部(図 4 の車の屋根)を基準対象物とする。

c) ノイズ除去の適用

図 3 や図 4 の画像中の基準対象物により、図 5 のノイズ除去を行った結果を図 6 に示す。この処理により、距離情報の取得が可能となる図 7 の動的レンジ画像が生成される。



図 2:ビデオ画像



図 3:スリット画像

5. 距離情報の取得

レンジスキャナを移動させて撮影しているため、レンジ画像の各ラインは異なる撮影地点で撮影された情報となる。そのため、距離情報を得る場合には、次の場合に分けて距離情報を取得することにした。

1. 路面情報の変化が少なくレンジスキャナの移動条件を考慮せずに距離情報を取得する場合
2. 実際の測定点間の距離情報を取得する場合

a) 移動条件を考慮しない距離情報の取得

各測定点の距離・仰角・水平角から3次元座標(x,y,z)を算出する。この3次元座標を用いて測定点間の距離情報を取得する。

b) 実際の測定点間の距離情報の取得

レンジスキャナが移動していることを考慮し測定点間の距離情報を取得する。実際に撮影された時刻における2点間の距離情報が得られる。この処理では、移動方向に垂直な実際の2地点間の線分距離を求めらることに用いられる。手動で2点の測定点を設定するため、誤差を考慮して数回測定してから平均値を導くことが妥当である。この処理を行うには下記の移動距離を考慮する。

1. レンジスキャナの移動距離

レンジスキャナが移動した距離を考慮する。レンジ画像中より設定した移動方向設定点からレンジ画像での移動角を算出しx座標 y座標の補正を行う。

2. フレームスキャンの移動幅

レンジスキャナが移動しながら撮影しているため、ラインスキャンごとに間隔が異なってくる。この間隔はレンジスキャナの移動速度・移動角・水平角・ラインスキャン時間などを考慮して算出する。



図 4:レンジ画像

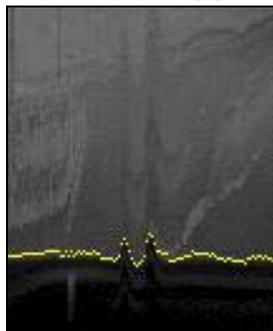


図 5:ノイズ除去前

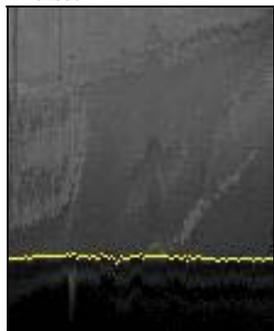


図 6:ノイズ除去後

6. 考察

a) 動的レンジ画像ノイズ除去に関する考察

レンジスキャナが1ラインにかかるスキャン時間は $t = 0.05$ 秒と非常に短い。そのため、ビデオ画像を動的レンジ画像に対応させる場合、それぞれの撮影時刻を明確に記録する必要があり、対応点も正確に設定できないとノイズ除去が難しい。この2つの条件が合ったときに初めてノイズ除去が可能となる。

動的レンジ画像中の基準対象物によってノイズ除去を行う場合では、レンジ画像のみを用いるため、簡易かつ確かなノイズ除去が可能となった。

b) 距離情報の取得に関する考察

路面情報の変化が少なく移動条件を考慮せずに距離情報を取得する場合では、動的レンジ画像そのものを用いることができた。また、手動で測定点を決定する際の誤差も比較的少なくてすむ。しかし、測定点が遠い程誤差は大きくなる傾向にあるため、なるべく近距離で距離情報を取得することが望ましい。

実際の測定点間の距離情報を取得する場合では、レンジスキャナが移動しているため、求めたい測定点を設定するのが困難である。それに手動で測定点を設定する際の誤差が大きな距離誤差となってしまう。そのため、誤差が大きくなる場合には測定点の採用から取り除く必要がある。

7. まとめ

路面情報の変化が少ない状況で動的レンジ画像を撮影し、レンジ画像中の基準対象物によってノイズ除去を行い、移動条件を考慮せずに距離情報を取得する場合が最も簡易に距離情報を取得できる。それらの全てが可能でないとするならば、その中でも最も影響を受ける段階がノイズ除去に関する処理であるので、できるだけ動的レンジ画像中の基準対象物を用いるべきである。また、どうしても基準対象物が写らない場合には人工的に対象物を設置してもよい。

動的レンジ画像は比較的単純かつ連続性のあるもので有効であり、撮影対象物が複雑であったり連続性がない場合では有効性が低くなる。

参考文献

- 1) 星仰:レンジ画像によるモデリング支援システム, テクノフェア 2002 in つくば, p37. 2002
- 2) 星仰, 米倉和彦, 本島学:距離画像用基本モジュールの開発, 情報処理学会第62回全国大会, 2001



図 7:距離情報測定画面