

車両位置標定システムに関する基礎的研究

筑波大学 学生員 ○山口友樹 筑波大学 正会員 古屋秀樹

1. 本研究の背景・目的

近年、デジタルビデオカメラを用いた車両走行軌跡観測システムの開発が進んでおり、その利用により任意の複数車両を連続的に把握することが可能となる¹⁾²⁾。しかしデジタルビデオカメラの画素数制限、レンズによる歪曲収差、画像キャプチャー性能による画像変化の影響が考えられるが、誤差や精度に関して触れられていない。既存研究³⁾⁴⁾は、デジタルカメラを用いた写真測量の可能性について検証しているもので、デジタルビデオカメラやワイドコンバージョンレンズの検証は行っていない。本研究では、それらの点を明らかにし、期待される車両位置データの精度検証ならびに画像補正の必要性の検討を目的とする。

2. 歪曲収差計測実験方法

カメラを用いて撮影を行う際に画面の端にいくほど画像が歪む現象が発生する。この画像の歪みが歪曲収差であるが、これはレンズ特性によるものが大きい。

本研究では歪曲収差を計測するために A 1 版 (845mm×610mm) の紙に、間隔 50mm で X 軸方向に 16 箇所、Y 軸方向に 11 箇所の点を配置し、罫線間隔 10mm の図面を作成し、それが画面上に収まるように撮影した。撮影に用いたデジタルビデオカメラとレンズは表 1 に示すとおりである。撮影する際には、紙面が地面に対し垂直になるように図面を設置し、デジタルビデオカメラは紙面に対し、垂直になるように設置した。デジタルビデオカメラと撮影図面との距離は約 1m となった。

3. 歪曲収差分析方法

デジタルビデオカメラで撮影された動画を、ビデオキャプチャーを用いてパソコンに取り込み、得られた動画ファイルを静止画像 (jpg ファイル) に変換する。パソコン画面上位置座標標定アプリケーション (Digitizer) を用いて、静止画像に配置された各ポイントの位置座標 (x' , y') を取得した。座標変換により (x' , y') から図面上座標 (X' , Y') を算出し、(X' , Y') との差分の絶対値を歪曲収差とした。

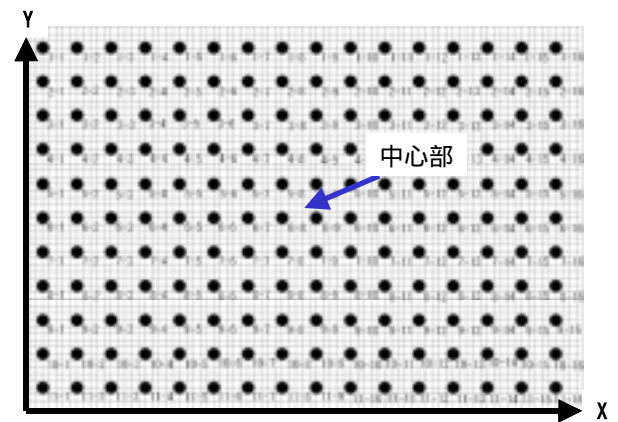


図 1 使用図面概念図 (中心部: $X = 0$, $Y = 0$)

表 1 撮影に用いたビデオカメラ

デジタルビデオカメラ	有効画素数	レンズ
1	34万画素×3	F1.6 ~ 2.4 f=6.0 ~ 72.0mm
2	69万画素	F1.8 ~ 2.2 f=4.2 ~ 42.0mm
デジタルビデオカメラ	レンズフィルター径	ワイドコンバージョンレンズ
1	58mm	最大径93mm、全長48mm
2	37mm	最大径67mm、全長47mm

4. 歪曲収差特性分析結果

図 2, 3 は図面中心からの距離と歪曲収差の値を比較したものである。なおワイドコンバージョン (広角) レンズを装着した “wide” ケースとカメラ単独の “regular” ケース、ならびに中心部からの方向を 3 ケース (X 軸方向: 0, Y 軸方向: 90, 45 度方向: 45) 設定して歪曲収差の比較を行った。この結果を比較すると、Y 軸方向成分の歪曲収差発生量の方が大きいことがわかり、レンズ別ではいずれもワイドコンバージョン (広角) レンズの方が歪曲収差の発生量は大きくなった。またビデオカメラ別では、レンズの違いによる歪曲収差発生量に比べ、それほど大きな違いは見られなかった。

図 4 は中心からの距離とビデオカメラ 1 におけるレンズ別歪曲収差発生量 ($\sqrt{(X - X')^2 + (Y - Y')^2}$) をあらわしているが、歪曲収差が生じる際には中心からの距離が離れるほどその誤差の値が大きくなることがわかる。

キーワード 車両位置測定、交通流計測、写真測量

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学社会工学系都市交通研究室 TEL&FAX: 029-853-5591

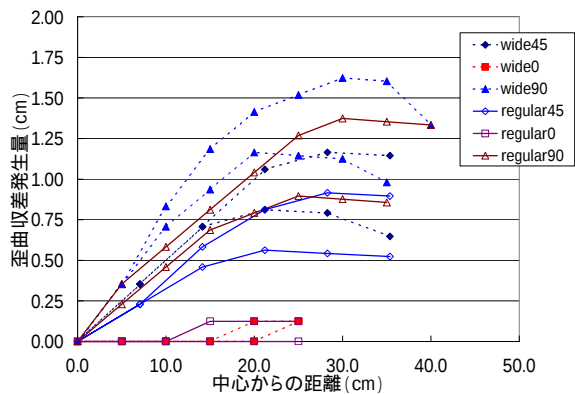


図2 方向別X軸方向歪曲収差発生量
(ビデオカメラ1)

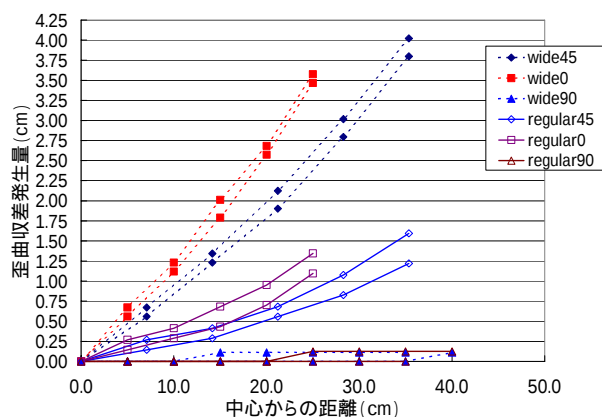


図3 方向別Y軸方向歪曲収差発生量
(ビデオカメラ1)

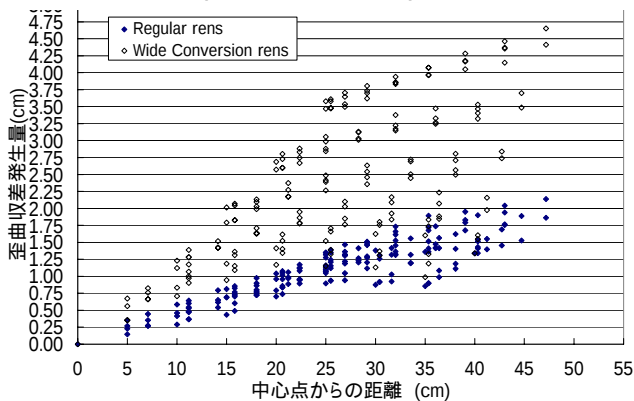


図4 ビデオカメラ1 レンズ別歪曲収差発生量

5. 歪曲収差発生量の推定

今回の調査においては、極めて近距離の対象物を撮影した。しかし、実際に道路区間を撮影する際には、デジタルビデオカメラを高所に設置し、遠距離から撮影を行わなければならない。そこで今回の調査結果を利用し、発生が想定される歪曲収差の算出を試みた。今回の調査より、画像上において発生する歪曲収差の画素数を把握することができる。その画素数より、撮影した1画素あたりの実際の大きさを把握することができれば、遠距離における歪曲収差

発生量を推計することができる。ビデオカメラの視軸に垂直な面を観測した場合、50m 離れている地点において1 ピクセルあたりの長さが100mmだと仮定すれば、最大800mm実座標とずれることが推測できる(図5)。

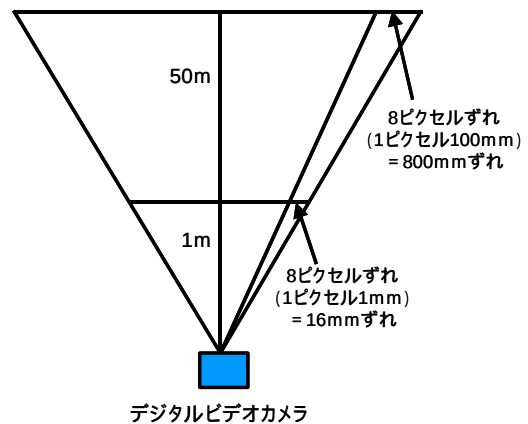


図5 歪曲収差推定方法

6. まとめと今後の課題

本研究では、デジタルビデオカメラを用いた車両位置標定システムに関する基礎的研究として、デジタルビデオカメラと使用するレンズの違いによる歪曲収差発生量を把握した。この結果を用いることにより、遠くを補足した画像においても歪曲収差発生量を推定できる。

しかしこのシステムを用いて道路区間を撮影する際には、観測場所が制限されることが考えられる。その際にはズーム撮影が必要となる場合が考えられるので、その歪曲収差特性を把握することが今後考えられる。

【謝辞】

今回、研究を進めるにあたり、山本正嗣氏(鹿島建設)、酒井匡氏(ビッグ測量設計)には車両位置標定システムに関して技術的に有益なコメントをいただいた。ここに記して深謝の意を表する。

参考文献

- 1) 古屋秀樹、金山直司、石田東生、岡本直久: 交差点における排出ガス量推計のための車両挙動特性分析、土木計画学研究・論文集 Vol.19 NO.2, 2002
- 2) 赤羽弘和: 複数の高精細度ビデオカメラによる車両軌跡の高精度連続観測システムの開発、第37回土木計画学シンポジウム論文集, pp.89-96, 2001
- 3) 畑浩二、橋本周司、青木義満: 画像変位計測における撮影画素数の影響、土木学会第57回年次学術講演会講演概要集 pp51-52,
- 4) 畑浩二、丸山誠、鳥井原誠: トンネル内空変位計測におけるデジタルカメラの適用に関する研究、大林組技術研究所報 No.65, pp.71-76, 2002