B210 3波長同時計測を目的とした高速ビデオカメラの 画素単位的位置・感度調整機構

江藤剛治*, 沖 幸男*, 山川昌文[○]**, 竹原幸生*

*近畿大学 理工学部, **熊野工業高等専門学校

A Mechanism for Pixel-based Adjustment of Displacement and Sensitivity for Three-Wave-Length High Speed Video Imaging

Takeharu ETOH*, Sachio OKI*, Masafumi YAMAKAWA**
and Kohsei TAKEHARA*

A technique is presented, which consists of a computer program and ancillary instruments 1) to adjust displacement of images taken by two or three image sensors and 2) to calibrate relationship between incident light intensity and corresponding digital output signal, simultaneously. The pixel-based displacement adjustment is made by corresponding a pixel of one image sensor with four pixels adjacent to that point on another sensor. The weighted average of outputs for the four pixels are then multiplied by a coefficient calculated from a pixel-based sensitivity calibration.

1. はじめに

これまでの高速撮影技術の多くは、高速運動の解析に用いられてきた。一方、燃焼工学や材料のプラズマプロセッシングなどの分野では、物体の運動だけではなく、その温度場を測定する必要がある。著者らの一部は、プラズマ溶射プロセス解明のための一連の検討を行っており、すでに4,500 pps (Picture per Second) の撮影速度を持つ高速ビデオカメラ¹⁾を用いて、音速で飛行する溶射粒子の飛行速度のその場計測に成功し、同時に、複数台のカメラで2色温度計を構成することによる速度と温度の同時計測の可能性について示唆してきた²⁾。

今回開発された3板式高速カラー／マルチフレーミングカメラ³⁾では高速カラー撮影とともに、光3分割キュービックプリズムあるいはフィルターを交換することによって温度場と速度場の同時計測が可能になる。この場合、3枚の撮像素子で得られた画像の「位置合わせと輝度合わせ」が必要になるが、画像信号は画素単位のデジタル信号として取り出すことができるため、ソフト的に調整することが可能である。ここでは、画素単位で「位置合わせ、および輝度合わせ」を行う方法を提案する。

* Kinki University, 3-4-1 Kowakae, Higashi-Osaka, Osaka

** Kumano Technical College, Arima-Cyo, Kumano, Mie

2. 位置・感度調整方法

3枚の撮像素子から個々に得られた画像の位置合わせ、および輝度合わせの概要はFig. 1に示したとおりである⁴⁻⁶⁾。まず、3枚の画像データのうちの1枚を基準に、残りの2枚の画像データがそれぞれどのように対応しているかを見いだす必要がある。つまり、基準となる画像データの各点と残りの画像データそれぞれに対応する各点を関係づける変換関数を算出する。さらに、これをFig. 1に示すように画素単位で行う。

基準となる画像データ内の1つの画素の重心（中心）が残りの2枚目、あるいは3枚目の画像データのどの位置に対応するかを画像の左上端を原点とするx y座標で表し、その中心座標から近接する最大4つの画素を2枚目、3枚目の画像データに対してそれぞれ求める。

Fig. 1 Relationship between based pixel and four adjacent pixels in second (or third) image data.

Fig. 2 Chart for displacement adjustment.

また、画像の輝度合わせは、位置合わせで求めた関連した4つの画素のそれぞれの面積に応じた重み係数を求め、これを基準画像データ内の全画素に対して対応づけされた2枚目（3枚目）の画素の重み係数をすべて求めることにより行う。

位置合わせおよび輝度合わせ用チャートとしてFig. 2に示したパターンを用いる。3枚のイメージセンサで得られたこのチャートの円の座標がそれぞれ一致するように変換関数を求める。また、Fig. 3に画素単位の画像の位置合わせと輝度合わせのプログラムの流れを示す。Fig. 2のチャート撮影後コンピュータに画像データを取り込み、キャリブレーション

ション・フローに入る。まず、3枚のイメージセンサから読み取った画像データを2値化し、それぞれの円を認識し基準画像の円が2枚目、3枚目のどの円に対応しているか、それぞれの円の重心を求め同定する。

ここで、中心円は他の円より大きく描いてあり、この大きさの差から中心円を認識する。さらに、各円は中心からの距離がそれぞれ異なっている。この距離の違いによって各円を同定する。そして、同定終了後のそれぞれの重心座標から2次変換関数を決定する。

ここで、求められた2次変換関数をもとに、基準画像の全画素が2枚目、あるいは3枚目の画素にどのように関わっているか、関わり画素の番号とそれぞれの画素の重み係数を求める。たとえば、Fig. 4において、基準画素番号0の画素が、2枚目（あるいは3枚目）の画像の画素番号(0, 1, 256, 257)の画素に関わっており、基準画素の中心座標が(0.95, 0.95)であったとする。この時、2枚目の画像の対応する画素の信号強度は図に示した4枚の関わり画素のそれぞれa, b, c, dで示した面積率（重み係数）に対応した重み付平均で表すことができる。さらに、3枚の撮像素子の感度の違い、および各撮像素子の画素ごとの感度のばらつきを計測し、前述の重み係数に基づいて変換係数を求め、変換テーブルを作成する。この変換テーブルをカメラに内蔵させることによって、効率良く画像の再構築が行われる。

このように、カメラ内蔵の「位置合わせ・輝度合わせ」用変換テーブルを使って、3枚のイメージセンサからの得られたデータを再構築することにより高速カラー撮影ならびに温度場・速度場の同時計測が可能となる。

Fig. 3 Calibration process

2枚目（あるいは3枚目）の画像

基準画像

基準画素番号	関連画素番号				重み係数				変換係数			
0	0	1	256	257	0.302	0.248	0.248	0.202	α	β	χ	δ
1	1	2	257	258	0.302	0.248	0.248	0.202	ϵ	ϕ	γ	η
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

Fig. 4 Transformation table.

3. おわりに

立方体型光分割プリズムを使って入射光をRGBに3分割し、3枚のイメージセンサで得られたRGBそれぞれの画像信号を、ソフト的に画素単位で「位置合わせ・輝度合わせ」を行い、高速カラー撮影ならびに温度計測を可能にした。

参考文献

- 1) 江藤剛治 ; 4,500枚・秒の高速ビデオカメラ, テレビジョン学会誌, Vol. 46, No. 5, pp. 543 - 545, 1992.
- 2) S. Oki et al. ; Measurement of Spraying Particle Behavior by High Speed Video Camera System, Proc.ITSC, pp. 441 - 444, 1995.
- 3) 江藤剛治, 竹原幸生, 辻 政孝, 久米英浩 ; 3板式高速カラービデオ・マルチフレーミングカメラ, 本論文集, B-209, 1996.
- 4) Brown L.G. (白井良明 訳) ; 画像の位置合わせ手法の概観, bit 別冊, コンピュータ・サイエンス, pp.77-119, 1994.
- 5) 本多庸悟 他 ; 画像処理と視覚認識, 第1版, オーム社, 1995.
- 6) 近藤次郎 ; 数学モデル—現象の数式化—, 第6刷, 丸善(株), 1987.