

秋山修* 小沢慎治* 斎藤英雄*
Osamu AKIYAMA Shinji OZAWA Hideo SAITO

1 まえがき

近年、同一シーンを多数のカメラで撮影した多視点画像を利用した研究が盛んに行われるようになってきた。これらを蓄積したり、ネットワークを介して交換するためには、多視点画像を効率良く圧縮する技術が重要になる。畑らは、多視点画像間のエピポラ幾何拘束を用いて、多視点画像間の相関を利用した予測符号化を提案している [1] が、密な視点間隔で撮像された剛体を対象としていた。本研究では、数台程度のカメラにより撮影された動きのあるシーンを対象にして、対象シーンを複数の平面パッチと近似することにより得られる視点間の平面射影変換を利用して、多視点画像のデータ量を圧縮する手法を提案する。そして、本手法を多視点動画の圧縮に利用した場合の圧縮効果について検討する。

2 平面射影変換による多視点画像の圧縮法

本手法は、多視点画像の中のある視点を基準 (基準視点) として、それ以外の視点 (別視点) とのエピポラ幾何関係を利用して、別視点の画像を圧縮するものである。この圧縮では、対象シーンが平面近似される複数の領域により構成されるものと考え、各領域毎に、基準視点画像と圧縮対象となる別視点画像間の平面射影変換を求めれば、基準視点画像から別視点画像を予測できることを利用する。圧縮と復元の流れを図 1 に示す。

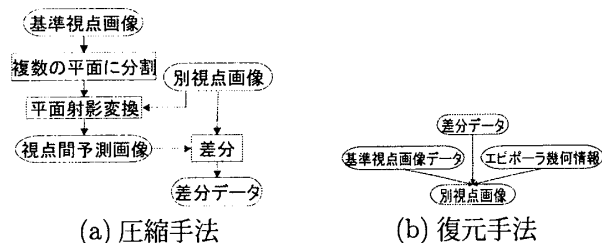
圧縮に関しては、基準視点画像を複数の領域に分割し、それぞれの領域に対応する領域を別視点画像で決定する。次に各領域を平面と近似した場合の平面射影変換を推定し、この平面射影行列、以下 (H という) を利用して、基準視点画像から別視点の画像を予測生成する。この画像を視点間予測画像と呼ぶ。平面射影変換は式 (1) 式で表され、図 2 に示すように、同一平面領域について、2つの異なる視点間での射影変換関係を表す。 H は 2.1 に示すように求められる。 \tilde{m} は、画像中の点の同次座標である。

$$\tilde{m}' \cong H\tilde{m} \quad (1)$$

この視点間予測画像と圧縮対象の別視点原画像の差分画像を符号化することにより、別視点画像を圧縮する。圧縮した別視点画像を復元する際には、この差分画像に加えて、基準視点画像から視点間予測画像を合成する必要がある。従って、別視点画像の圧縮した場合の符号量は、差分画像の符号量に、基準視点と別視点の対応点情報の符号量を加えたものとなる。

2.1 基準視点画像の部分領域への分割

基準視点画像を、幾つかの平面と近似できるような複数の領域に分割する手法について述べる。本論文で提案する H を利用した圧縮手法では、この領域分割手法に



(a) 圧縮手法 (b) 復元手法

図 1 本手法の流れ

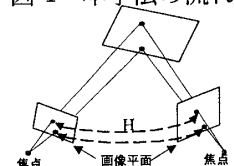


図 2 平面射影変換

制限は無いが、分割した領域の平面近似精度が予測精度を決めることになるため、対象シーンの性質に応じた分割手法を利用することが効果的である。本論文では、次の 2 種類の手法を用いた。

2.1.1 基準視点画像を 3 角メッシュで分割 (手法 1)

基準視点画像から特徴点を抽出し、これらを頂点とする 3 角メッシュを生成する。そして、各特徴点に対応する点を、圧縮対象の別視点画像からパターンマッチングにより検出する。各 3 角メッシュの 3 頂点の対応関係と、基準視点画像と別視点画像間のエピポラ幾何を表す F-Matrix を利用して、千葉らが利用した手法 [2] と同様の手法により、各 3 角メッシュ毎に H を求める。

この手法は、一般的なシーンに対して自動的に複数領域に分割することができる。

2.1.2 基準視点画像を任意の領域に分割 (手法 2)

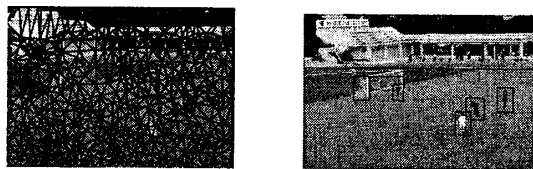
サッカーシーンのように、対象シーンが、平面と近似できる少数の部分領域で構成されるような場合には、基準視点画像を平面近似可能な任意の領域に分割し、それに対応する領域を別視点画像からも指定する。そして、対応する領域内で対応する点を 4 点以上与えることにより、この領域についての H を推定する。

3 実験

入力画像としてサッカーシーンを対象とした。入力画像は 720×480 画素で RGB 各 8bit の多視点カラー画像とする。また多視点画像の中である視点を基準視点として本手法を適用した。基準視点画像を手法 1 と手法 2 によって複数に分割した結果を図 3 に示す。また手法 1 と手法 2 を使って生成した視点間予測画像の結果例を図 4 に示す。

また多視点画像データの圧縮結果を表 1 に示す。図 4 のように視点間予測画像中に黒い部分があるが、これは基準視点画像で対応する部分がないためであり、予測不

*慶應義塾大学理工学部情報工学科



(a) 手法1 (b) 手法2

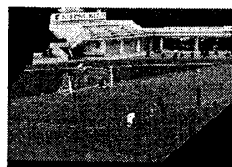
図3 分割結果



(a) 原画像



(b) 手法1



(c) 手法2

図4 圧縮したい原画像と視点間予測画像の例

可能部分である。この予測不可能部分があるだけで圧縮率が下がってしまうので、予測不可能部分を考慮した圧縮率と考慮しない圧縮率の結果を表1にそれぞれ手法1と手法2で示す。

表1 視点間圧縮率

| | 手法1 | 手法2 |
|-----------|------|------|
| 予測不可能領域有り | 0.76 | 0.75 |
| 予測不可能領域無し | 0.72 | 0.63 |

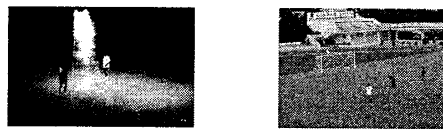
圧縮率は別視点画像の平均圧縮率である。ここで圧縮率は別視点のデータ量に対する差分データ量である。表1を見て分かるように、手法1と手法2のどちらの方法でも、エビポーラ幾何を利用することにより、多視点画像を圧縮していることが分かる。また図4に示すように手法2では、手動などで平面近似した領域に分割しているので生成した視点間予測画像(予測不可能領域を考慮しない場合)の精度がよいため、表1から分かるように手法1よりも圧縮率があがっている。

4 検討

以上に示すように、平面射影変換が多視点画像の圧縮に有効であることが確認できた。この圧縮法を多視点動画画像に適用した場合の効果について検討する。

動画画像の圧縮に広く用いられているMPEGでは、15フレーム毎のキーフレーム(Iピクチャ)に対する動きベクトルを用いて、残りの14フレームを予測符号化する。多視点動画画像に対しては、このキーフレームを視点間の平面射影変換を利用して更に圧縮すれば、各視点の動画画像を単独でMPEG符号化する場合に比べて圧縮効果が期待できる。図5に示す15フレームの動画画像をMPEG符号化したデータのうち、キーフレームを本手法(手法1, 手法2)により圧縮した場合のデータ量を表2に示す。表3に示すように、キーフレーム占有率は0.3から0.6

とばらつきがあるが、キーフレームの占有率が大きいので、キーフレームのみを本手法により圧縮しても十分な効果が期待できることがわかる。



(a) キーフレーム1 (b) キーフレーム2

図5 キーフレームの占める割合

表2 多視点動画画像データ量

| | 視点間圧縮なし | 手法1 | 手法2 |
|-------------|---------|---------|---------|
| 多視点動画画像データ量 | 141.4KB | 120.3KB | 119.4KB |

ここで表2の手法1, 手法2のデータ量の計算は次に示す通りである。まず、多視点として3視点を考え、基準視点のキーフレーム、全体のデータ量は、42KB, 70.5KBで別視点のそれらは46KB, 71KBと42KBと70.4KBである。別視点画像のデータ量は、時間的予測圧縮のデータ量である $(71-46)+(70.4-42)=53.4$ KBとカメラ間圧縮の $(46+42) \times 0.76=66.88$ KBの合計で120.3KBになる。また手法2も同様に計算した。圧縮率は予測不可能部分を考慮したものをを用いた。本手法を適用することにより、120.3KB, もしくは119.4KBと視点間圧縮をしない場合に比べて少ないデータ量で符号化できることがわかる。なお本手法では、別視点画像は基準視点画像のデータ量、差分データ量に加えて、基準視点と別視点の対応点情報が復元に必要となるが、この対応点情報のデータ量は画像データ量に比べて無視できる程度である。(数十B~数百B)

表3 キーフレーム占有率の例

| | (a) | (b) |
|-----------|------|------|
| キーフレーム | 21KB | 42KB |
| 全体 | 70KB | 70KB |
| キーフレーム占有率 | 0.3 | 0.6 |

5 まとめ

エビポーラ幾何を利用した視点間冗長性を考慮した圧縮を提案した。本手法を動画画像のキーフレームに適用することにより、多視点画像のデータ量を減少させることができた。今後の課題としてさらなる多視点画像の圧縮、本手法の多視点動画画像に対しての適用方法をさらに検討していきたい。

参考文献

- [1] 畑幸一, 柴藤稔, 千原國宏. "多視点画像の高効率符号化," 信学論(D-II), vol. J82-D-II, no. 11, pp. 1921-1929, Nov. 1999
- [2] 千葉直樹, 蚊野浩, 美濃導彦, 安田昌司 "画像特徴に基づくイメージモザイク," 信学論(D-II), vol. J82-D-II, no. 10, pp. 1581-1589, Oct. 1999