

スプライト生成のためのグローバルモーション算出法と符号化への適用

秦泉寺久美[†] 渡辺 裕[†] 小林 直樹[†]

Global Motion Estimation for Sprite Production and Application to Video Coding

Kumi JINZENJI[†], Hiroshi WATANABE[†], and Naoki KOBAYASHI[†]

あらまし スタティックスプライトを用いた符号化では、スタティックスプライトの生成精度が符号化効率、SNR、主観評価に大きく影響する。動画像からスタティックスプライトを生成するにはアウトライヤ（外れデータ）の影響のないカメラモーションだけを反映したグローバルモーションを算出する必要がある。本論文では、局所的動きベクトルとその微分値の特徴空間での分布の特性を利用し、グローバルモーションの複数候補による検定手法を用いた、アウトライヤの影響の少ないグローバルモーション算出法を提案する。また、提案手法を用いて算出されたグローバルモーションを MPEG-4VMVer.11 に適用して（1）LME 符号化（2）GME 符号化、（3）ダイナミックスプライト符号化（4）スタティックスプライト符号化を行い、それぞれの符号量と画品質を評価した。その結果、スタティックスプライト符号化は LME 符号化、GME 符号化、ダイナミックスプライト符号化に比べて高圧縮率を達成できることがわかった。

キーワード MPEG-4, スタティックスプライト, グローバルモーション, 動画像符号化

1. ま え が き

オーディオビジュアル符号化の次世代標準 MPEG-4 では新たにグローバル動き推定 (Global Motion Estimation: GME) やスプライトを用いた符号化方式の検討がなされている [1]。GME やスプライト符号化では、画面全体の動きを一組の動きパラメータで表すためのグローバルモーション (Global Motion: GM) 算出技術が中核をなしている。一般的な GM 算出法では、各々のマクロブロック単位の動きと GM の差分の 2 乗和が最小になるように GM が算出される [2]。

一方、スプライト符号化において、カメラの動きのみを反映した背景スプライトを生成する場合、アウトライヤ（カメラモーション以外の物体の動き等の外れデータ）の影響がない GM を算出する必要がある。スプライト生成を目的にした GM の算出においては以下の二つの方法が考案されてきた。一つはあらかじめ算出された局所的な動きベクトルをクラスタリングし、最大クラスタのセントロイドを GM とするボトムアッ

プ的な手法である [3]。もう一つは画面全体を変形して直接的に GM を算出するトップダウン的な手法である [4]。前者は、輝度こう配のなだらかな画像では局所的な動きが正確に算出できないという問題があった。また、最大クラスタがインライヤ（カメラモーションのみを反映したデータ）を代表しているとは限らなかった。一方、後者は、原画像と予測画像を用いて算出された差分画像の全体の画素の 2 乗和を最小とする値が GM として算出される。この方法は輝度こう配の問題は回避できるものの、動きベクトルの平均値が GM の値となるので、アウトライヤを除いた GM の算出は困難であった。本論文では、ボトムアップ的な方法をベースに、輝度こう配の問題を回避し、アウトライヤの影響の少ない GM 算出アルゴリズムを提案する。また、提案方式より得られた GM を用いて、MPEG-4 Ver.11 における（1）LME 符号化（2）GME 符号化、（3）ダイナミックスプライト符号化（4）スタティックスプライト符号化を行い、それぞれの符号量と画品質を評価する。

2. GM 算出アルゴリズム

本アルゴリズムでは、式 (1) に示す 4 パラメータの

[†] NTT サイバースペース研究所, 横須賀市
NTT Cyber Space Labs., 1-1 Hikarinooka, Yokosuka-shi,
239-0847 Japan

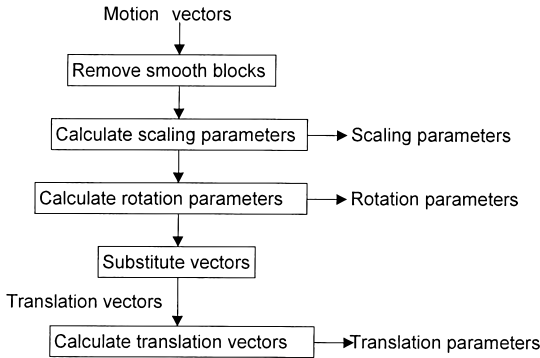


図1 GM算出アルゴリズムのながれ
Fig.1 Flowchart of GM estimation algorithm.

ヘルムート変換を用いた GM モデルを使用する [5][6] . ヘルムート変換 (4 パラメータ) はアフィン変換 (6 パラメータ) の特殊な場合であり^(注1) , パン , チルト , ズーム , 回転といったカメラ操作と親和性が高く , カメラで撮像された背景画像からスプライトを生成する場合に過不足ないパラメータ構成となっている .

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a' & b \\ -b & a' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$a = a' + 1$$

4 パラメータ a, b, c, d はそれぞれ , 拡大縮小 , 回転 , 平行移動 (x 方向及び y 方向) を表す . また , (u, v) は任意の座標 (x, y) での平行移動モデル (2 パラメータ) による動きベクトルを表している .

図 1 に GM 算出のアルゴリズムを示し , 以下にその詳細を示す . 本アルゴリズムは基本的にクラスタリングの結果のセントロイドを GM とするボトムアップ的アプローチをとる . 動きベクトルの座標位置による微分値とその座標微分動きベクトル空間 (以降 , これを単に「特徴空間」と記す) での分布特性を利用する . カメラモーションのみを反映したインライヤは , 各々のカメラモーションに特徴的な分布特性をもつため , それ以外のデータ (アウトライヤ) をある程度排除することができる . よって , アウトライヤの影響を受けにくいという性質がある . 更に , 本アルゴリズムでは ,

- 緩い輝度こう配のマクロブロックを除去する (輝度こう配対策)
 - 特徴空間における複数のクラスタを用いて GM を検定する (クラスタ選択)
- という二つの処理を行う . これによって , 従来技術に

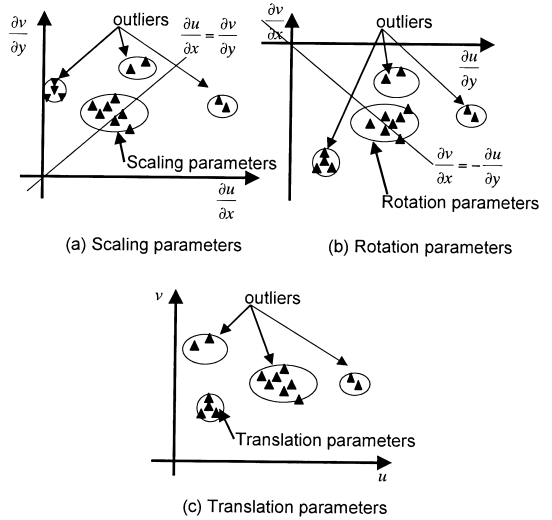


図2 局所的動きベクトルの特徴空間での分布
Fig.2 Distribution of motion vectors and derivatives in the feature space.

おけるボトムアップ的アプローチの問題点である輝度こう配の対策とアウトライヤの影響を少なくできるアルゴリズムを達成できる . また , クラスタリングの結果の複数の候補クラスタの中から最適なものを選択するので , クラスタリングの手法によらないアルゴリズム構成になっている . なお , 初期動きベクトルは平行移動モデル (2 パラメータ) によってマクロブロック単位に求められている .

図 2 に局所的な動きベクトルの特徴空間での分布の様子を示す . 図 2 (a) は拡大縮小パラメータの分布を示したものである . すなわち , 動きベクトルの成分 u, v をそれぞれ x, y で偏微分した値を各偏微分係数を軸とする特徴空間にマップしたものである . 同様に , 図 2 (b) は回転パラメータの分布を示したものである . すなわち , 動きベクトルの成分 u, v をそれぞれ y, x で偏微分した値を各偏微分係数を軸とする特徴空間にマップしたものである . 図 2 (c) は各動きベクトル成分を軸とする特徴空間に動きベクトル値をマップしたものである . このように , 局所的な動きベクトルを偏微分すれば , GM はあるクラスタに集中する . この性質を利用して GM を算出する .

2.1 緩い輝度こう配マクロブロックの除去

こう配の緩やかなマクロブロックは動きベクトルを

(注 1) : アフィン変換 , ヘルムート変換は平面の回転 , 拡大 , 縮小を表す変換である .

正確に求められないことが想定される．例えば，アニメーションの画像のように，輝度こう配が小さい場合には動きベクトルの向きがランダムになる．そこで，これらのマクロブロックをその後の処理対象から外す．輝度こう配の判定には対象フレームにおけるマクロブロック内の輝度画素の分散値によって行う．ある閾値 $TH_{deviation}$ ^(注2)以上の分散値をもつマクロブロックのみをその後の処理対象とする．

2.2 拡大縮小パラメータの算出

マクロブロックごとに算出された動きベクトルを式 (2) のように偏微分し，2次元特徴空間に射影する (図 2(a) 参照)．

$$a = \frac{\delta u}{\delta x} = \frac{\delta v}{\delta y} \quad (2)$$

ただし，近傍ブロックでは特徴空間の座標 (0, 0) にピークが得られる．そこで， n ブロック離れたすべてのマクロブロックの組合せに対して動きベクトルの差分を求め，これをブロック数 n で正規化して単位ブロック当りの差分とする．拡大縮小パラメータは原点を通る傾き 45° の直線上に分布するので，この直線から距離 d_{scale} に分布するサンプルの重心を拡大縮小パラメータ値とする．

2.3 回転パラメータの算出

同様に，マクロブロックごとに算出された動きベクトルを式 (3) のように偏微分し，2次元特徴空間に射影する (図 2(b) 参照)．

$$b = \frac{\delta u}{\delta y} = -\frac{\delta v}{\delta x} \quad (3)$$

実際には n ブロック離れたすべてのマクロブロックの組合せに対して動きベクトルの差分を求め，これをブロック数 n で正規化して単位ブロック当りの差分とする．回転パラメータは原点を通る傾きマイナス 45° の直線上に分布するので，この直線から距離 d_{rotate} に分布するサンプルの重心を回転パラメータ値とする．

2.4 移動パラメータの算出

式 (1) は，以下の式 (4) のように変形できる．

$$\begin{bmatrix} c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} a' & b \\ -b & a' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad (4)$$

図 1 の特徴空間 a, b より算出された拡大縮小パラメータ，回転パラメータを代入し，移動パラメータのみからなる動きベクトル (移動ベクトル) をマクロブロックごとに再計算する．更に，これらの移動ベクト

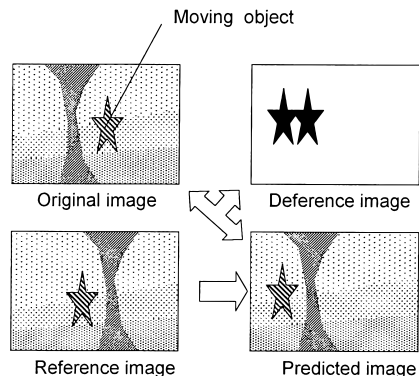


図 3 クラスタ選択法の概念
Fig. 3 Concept of cluster selection method.

ルを図 2 の特徴空間 c にマップし，クラスタのセントロイド (複数) を算出する．

通常は特徴空間での移動ベクトルの重心を算出し，アウトライヤも含めた画像全体で移動ベクトルと重心の 2 乗誤差が最小となる値を求める．しかし，本節ではアウトライヤの影響を排除する新たな手法を検討する．

図 3 にクラスタ選択法の概念図を示す．背景に動物体 (Moving object) のある風景をパニング等のカメラ操作で撮像した動画像を想定する．この動画像はノイズなどの影響のない，理想的な動画像であるとする．この画像において，参照画像 (Reference image) を用いて背景のみを反映している GM (背景 GM) によって予測画像 (Predicted image) を作成する．次に，この予測画像と原画像 (Original image) の差分画像 (Difference image) を算出する．背景 GM が背景のみを反映しているため，差分の現れる場所が動物体のところのみである．ここで，仮に動物体の面積が他の背景部分の面積よりも小さいとする．背景 GM を含むいくつかの GM の候補があるとすると，この差分の面積が最小になるのは，背景 GM が選択された場合である．

ノイズなどの影響がある一般的な動画像においても同様の原理が成り立つ．背景画素数は個々の物体の画素数よりも大きいと仮定する^(注3)．GM がアウトライヤの影響を大きく受けているとすると，半数以上を占

(注2) : 本論文の実験では $TH_{deviation} = 50,100$ 等を使用している．
(注3) : この仮定により，本アルゴリズムは人物の顔がアップになっているような場合など，動物体の画素数が画像の全画素数の反数以上を占める場合には適用できない．

める背景画素（インライヤ）の予測が外れることになる．ここで，完全にアウトライヤを排除して求められる理想の GM (G_i とする) を仮定する．

G_i を用いて作成された予測画像と原画像の差分の絶対値を求めたとき，差分値があるしきい値 TH より小さくなる画素の数 N_i とする．一方で，アウトライヤの影響を受けた GM を G_o とする．同様に予測画像と原画像の差分の絶対値を求めたとき，差分の絶対値があるしきい値 TH よりも小さくなる画素の数を N_o とする．アウトライヤの画素数がインライヤの画素数よりも小さいならば必ず $N_o < N_i$ となる．すなわち，候補となるクラスタの中でこの N が最大となるクラスタが最もアウトライヤの影響が少ないと考えられる．この性質を利用して，最適な移動パラメータを抽出する．

図 4 にクラスタ選択法を用いた移動パラメータ算出の詳細を示す．具体的には，式 (4) で求められたマ

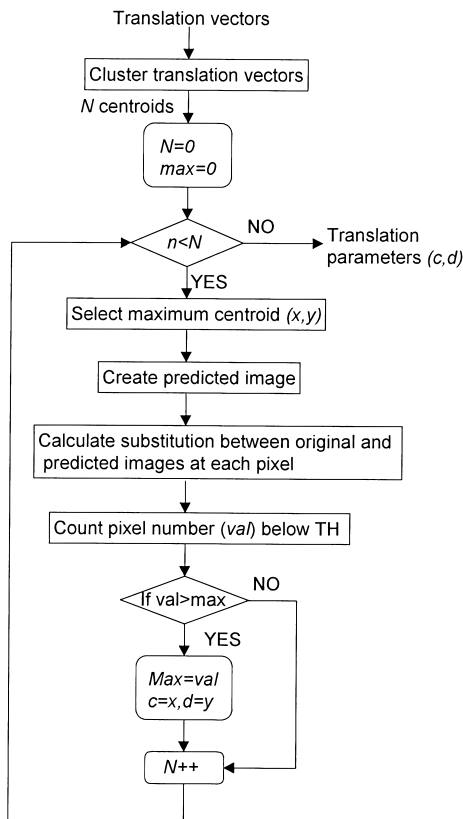


図 4 クラスタ選択法の詳細

Fig. 4 Flowchart of cluster selection method.

クロブロックごとの移動ベクトルを 2 次元の特徴空間内でクラスタリングする．そこで求められた N 個のセントロイドに対して以下の処理を施す．まず，選択されたセントロイド（仮の GM）を用いて予測画像を算出する．算出された予測画像と原画像の絶対差分値の画像を求める．この差分画像に対してあるしきい値 TH よりも小さい値をもつ画素数 (val) をカウントする．このカウントされた画素数が一番大きいセントロイドがアウトライヤの影響を最も受けにくいものであると考えられる．

3. GM 算出実験

提案アルゴリズムを表 1 に示す三つの画像に適用して GM 算出実験を行った．“MIT sequence”，“Stefan” は MPEG-4 で用いられる標準画像，“Anime” は著者が任意で用意したアニメーション画像である．各々の画像に対して，以下の三つの条件のもとでの GM を算出した．

- 輝度こう配対策，クラスタ選択ともに行わない
- 輝度こう配対策のみ行う
- 輝度こう配対策，クラスタ選択ともに行う

提案アルゴリズムのアウトライヤ除去効果を確認するために，GM 算出に関してはセグメンテーションマスクを用いずに画像全体の情報を使用した．また，クラスタリングには K 平均法を用いた．

3.1 提案アルゴリズムの評価法

提案アルゴリズムを評価するために以下の二つの手法を用いた．

(1) 原画像と予測画像から得られる MSE (Mean Square Error) を用いた評価

(2) スタティクスブライト生成による主観的評価

前者は，三つの画像において算出した．“Stefan” においてはセグメンテーションマスクを用いて背景部分のみだけで評価を行い，“MIT sequence”，“Anime” ではセグメンテーションマスクがないので，画像全体の MSE を算出して評価した．後者は，上記の “Anime”

表 1 GM 算出実験に用いた画像

Table 1 Video sequences used for GM estimation experiments.

Video	Type	Frames	Segmentation mask	
			GM	MSE
MIT sequence	SIF	1-150	OFF	OFF
Stefan	SIF	1-150	OFF	ON
Anime	SIF	1-150	OFF	OFF

を用いて、第1フレームを基準フレームとして前小節の条件によるGMを算出し、更にスタティックスプライトを生成し、その主観画質からGMの算出精度を評価した。

なお、スタティックスプライト生成には以下の手順を用いた。

- (1) 隣接フレーム間のGMを算出する
- (2) 隣接フレーム間GMを順次、基準フレームからのGM(絶対GM)に変換する
- (3) 絶対GMを用いて、各フレームを基準フレームの座標(基準座標)にマップする(アラインメント)。その際、あらかじめ基準フレームの格子点にあたる画素値を線形補間して求めておく。
- (4) 基準座標の各格子点において、時間方向にメジアン値を計算し、その値をスタティックスプライトの格子点の値とする。

3.2 実験結果及び考察

輝度こう配対策、クラスタ選択を施した予測画像と着目画像との間のMSEを図5に示す。すべての画像で輝度こう配対策を施した場合の予測効率が良くなっていることがわかる。特に平たんな色使いを特徴とするアニメーション画像の“Anime”において大きな効果が見られた。一般的に、アニメーションを作成するときに全く同じフレームを複数フレームに使用する場合がある。図5“Anime”において、よりMSEが0に近くなるフレームが周期的に現れている様子が見られる。すなわち全く同じフレームを複製して次のフレームとしている様子が見られる。

“MIT sequence”, “Stefan” において、MSEの値を三つの条件にて比較してみると、輝度こう配対策ON, クラスタ選択ONの場合が一番小さなMSEを示している。ここで、“MIT sequence” はもともと1枚の静止画をパン・ズームのカメラ操作で撮影したものである。すなわち、アウトライヤを含まない背景のみの画像である。同様に、“Stefan” においては、MSEによる評価は、セグメンテーションマスクを用いて背景のみを切り出したものを用いている。すなわち、この二つの画像においては背景部分のみのMSEで評価をしている。クラスタ選択を行うと背景部分のMSEが小さくなることから、クラスタ選択を行った場合の方が行わない場合よりも正確に背景部分のみを反映したGMを算出できていることがわかる。

一方、“Anime” は、輝度こう配対策ON, クラスタ選択OFFの場合のMSEが最も低い値を示している。

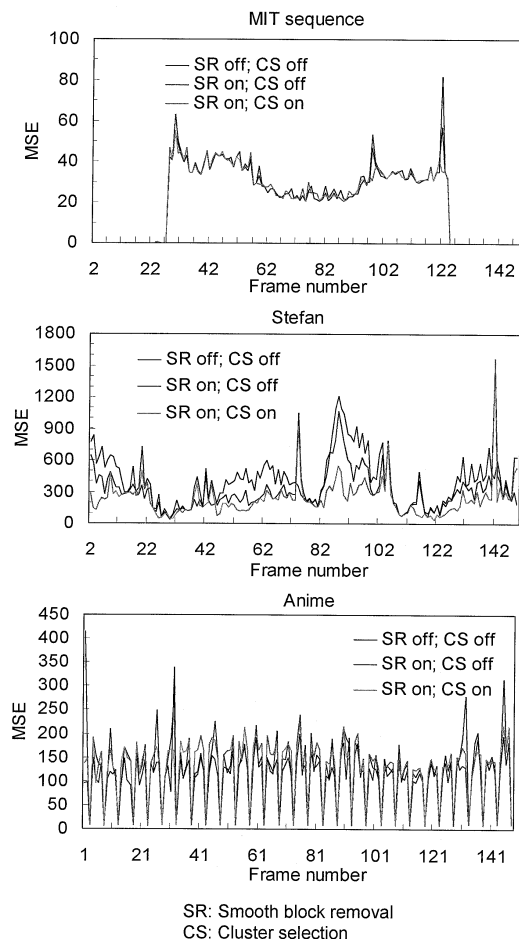
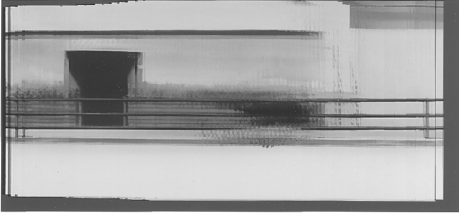


図5 GM算出実験による提案手法の効果
Fig. 5 Effect of smooth block removal and cluster selection.

ちなみに、“Anime” はアウトライヤのある画像であるにもかかわらず、セグメンテーションマスクがないため、フレーム全体でMSEを求めて評価している。ここで、図6における“Anime”を用いたスプライト作成によるGM算出精度の様子を見ると、輝度こう配対策、クラスタ選択を行ったものがカメラモーションを反映したGMを算出できることがわかる。すなわち、クラスタ選択を行わないで算出される初期重心は、アウトライヤも含めた2乗誤差を最小にする値であるので画像全体のMSEは小さくなるが、カメラモーションを正確には反映していないといえる。言い換えれば、クラスタ選択を行うと、フレーム全体のMSEは大きくなる可能性があるが、算出されるGMはアウトライ

Smooth block removal: OFF, Cluster selection: OFF



Smooth block removal: ON, Cluster selection: OFF



Smooth block removal: ON, Cluster selection: ON



図6 スプライト生成によるGM算出の評価
Fig. 6 Sprite production using proposed GM.

ヤの影響を含まないものであるといえる。また、図6より、カメラモーションを正確に反映したGMがスプライトの主観的画品質向上に大きく貢献していることがわかる。

4. 画像符号化への適用

本章では、MPEG-4 VM Ver.11[7]に基づき、表2に示す“MITsequence”、“Stefan”、“Coast guard”の3種類の画像に対して符号化実験を行った。各々の画像に対してQP値を変化させ(1)LME符号化(2)GME符号化(3)ダイナミックスプライト符号化(4)スタティックスプライト符号化を施し、QP値を変化させて符号量と画品質を比較検討した。三つの画像とも、MPEG-4で使用されている標準画像である。なお、GM算出はセグメンテーションマスクは使用せず、フレーム全体の情報を用いた。

4.1 符号化方法

以下に、各符号化方法を簡単に説明する。

4.1.1 LME(Local motion estimation)符号化
DCT + 動き補償による通常の符号化。動き予測は

表2 画像符号化実験に用いた画像

Table 2 Video sequences used for video coding experiments.

Video	Type	Frames	Framerate
MIT sequence	SIF	1-150	30
Stefan	SIF	1-150	30
Coast guard	SIF	1-150	30

マクロブロック単位の平行移動モデルを用いる。DCT係数、動きベクトル、動き補償による差分情報が符号化される。

4.1.2 GME符号化

GM予測は提案アルゴリズムで算出されたものを用いる。全フレームにおいてGME=ONとし、GMとGMを用いた動き補償による原画像との差分を符号化する。

4.1.3 ダイナミックスプライト符号化(DS)

提案アルゴリズムによるGMを用いて時間的に変化する“Anime”において、ダイナミックスプライトを生成する。GMとスプライトから切り出された予測画像と原画像の差分を符号化する。基本的にGME符号化と同じであるが、ダイナミックスプライト符号化ではデコーダ側にスプライトを格納するための大きなバッファを確保する必要がある。

4.1.4 スタティックスプライト符号化(SS)

提案アルゴリズムによるGMを用いてビデオシーケンス全体の静的(スタティック)スプライトを生成する。GMとスプライトを符号化する。原画像との差分は一切符号化しない。

4.2 実験結果及び考察

表3に使用した画像、主な符号化パラメータ並びに符号化結果を示す。GM算出に用いた平行移動モデルによる動きベクトルはハーフペルの検出精度のものである。算出された実数値のGMは文献[1],[7]の通り、4点の座標変換として符号化される(注4)。図7に符号化効率と画品質(SNR)の関係を示す。図8に生成されたスプライトの例を示す。図9に“MITsequence”による符号化して復号した画像の例を示す。ここで、スタティックスプライトの符号量は、他の符号化方式と比較するために、便宜上、シーケンス全体のビット数を秒で除した値を用いている。図8より、ス

(注4): 一度算出された実数値のGMをもとの平行移動動きベクトルの検出精度に合わせて丸める処理は行っていない。よって、GMの精度は最初に算出される平行移動モデルによる動きベクトルの検出精度によらない結果になっている。

表 3 符号化効率並びに画品質
Table 3 Coding conditions and experimental results.

Image	QP	Coding efficiency (upper)[kbps] and SNR (lower)[dB]				
		LME	GME	DS	SS (key=1)	SS (key=75)
MIT sequence	1	—	—	—	98.92	285.48
		—	—	—	26.51	24.28
	7	—	—	—	27.76	70.55
		—	—	—	26.03	24.42
	12	385.59	334.59	336.45	18.49	50.09
	31.18	31.14	31.14	25.39	24.34	
	21	—	—	—	12.45	36.19
		—	—	—	24.43	24.14
	31	188.61	96.32	99.13	9.51	29.52
		26.63	26.36	26.38	23.50	23.91
Stefan	1	—	—	—	163.01	135.33
		—	—	—	19.19	19.25
	12	747.61	745.27	742.91	27.23	23.04
		29.69	29.68	29.67	25.39	24.34
	21	—	—	—	17.79	14.71
		—	—	—	19.00	19.00
	31	251.75	229.72	228.19	13.43	10.98
		24.22	24.20	24.22	18.86	18.82
Coast guard	1	—	—	—	86.66	86.86
		—	—	—	20.74	20.94
	12	472.21	459.40	458.92	11.08	11.17
		29.96	29.91	29.91	20.78	20.91
	21	—	—	—	7.84	7.86
		—	—	—	7.86	20.86
	31	180.45	142.05	143.20	6.56	6.53
		26.32	26.16	26.18	20.71	20.80

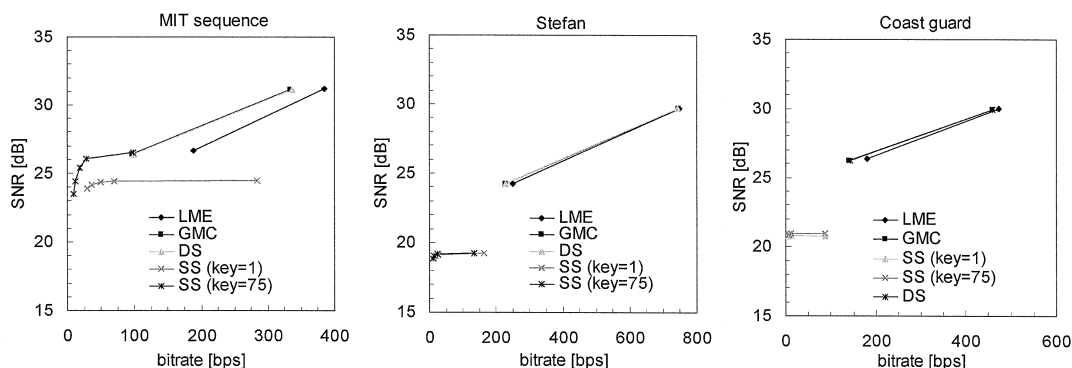


図 7 復号画像の原画像に対する SN 比の変化
Fig. 7 Examples of decoded images.

プライトが良好に生成されているのがわかる。フレームの統合時に時間方向にメジアンをとっているため、動物体（テニスプレーヤ、船舶など）が消去されている。図 7 より、LME、GME、DS の 3 者と SS の符号化の特性の相違が明確に現れていることがわかる。前者は高いレートで高い SNR を達成できるが、QP を最大値の 31 に設定しても LME では約 200 kbit/s

が最高圧縮であり、GME、DS では “MIT sequence” が約 100 kbit/s と低レート化には限界がある。また、3 者のうち GME と DS はほぼ同一の特性を示すことがわかる。GME と DS は “MIT sequence” において LME の約 3/4 の符号量を達成しているが、符号化効率の大幅改善には至らない。一方、SS においては、100 kbit/s ~ 数 kbit/s の超低レートを達成できること

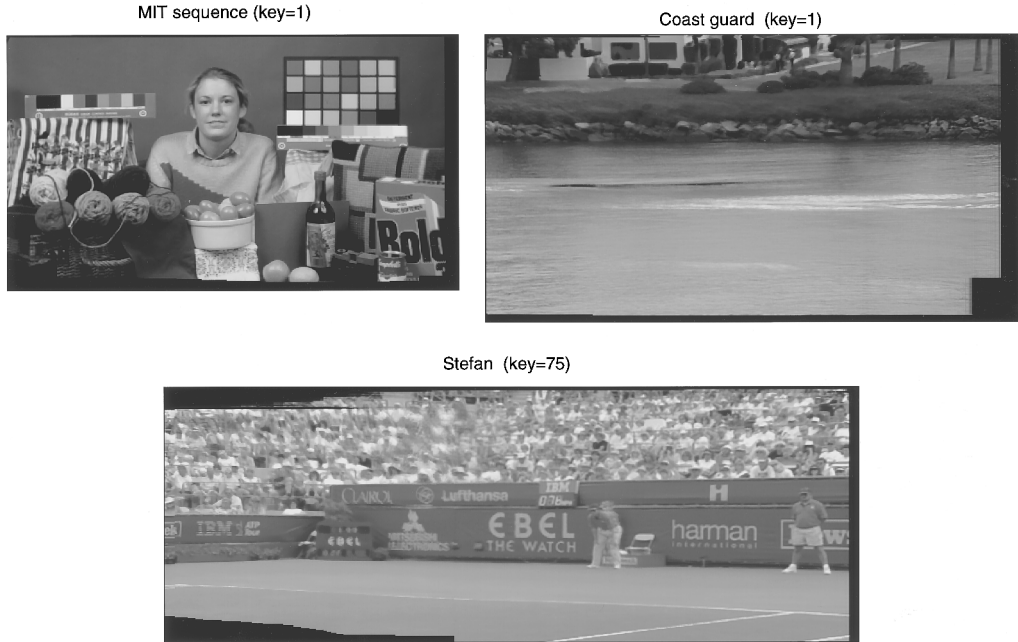


図8 生成されたスタティックスプライト
Fig. 8 Produced static sprites.

がわかる．これは LME の限界符号量の約 $1/2 \sim 1/30$ に相当する．

SNR による画品質を評価すると、逆に SS は低い値となる．これは、SS においてはスタティックスプライト生成時のアラインメント、インテグレーション処理のときに、線形補間されてぼけた画素が選択される、あるいは、GM の若干の誤差の蓄積による画素のずれなどが原因と考えられる．主観画質に着目して、図 9 を参照し、符号量と主観画質で評価を行う．画像は“MIT sequence”の第 30 フレームを用いた．上段には LME, GME, DS における QP=12 の画像、中下段には基準フレームを 1 フレーム及び 75 フレームにおいた SS の QP=12, 21, 31, すなわち低符号量時の復号画像を示した．SS (Key=75) の QP=12 及び 21 が LME QP=12 とほぼ同じ主観画質を与えている．符号量に着目すると、LME と比較して前者が約 $1/8$ 、後者が約 $1/12$ の符号量を達成している．

一方、“Stefan”や“Coast guard”に対しては、もともと、観客、テニスプレーヤ、船舶、波などのアウトライヤが含まれた画像であり、ここから忠実に背景を抽出するのは困難である．このように背景が時間的に変化する場合のスタティックスプライトの精度向上

手法として、文献 [1] で提案されている Low-latency sprite が挙げられる．これは、最初は精度の粗いスタティックスプライトを送信して、徐々に精度を上げていく手法である．

スタティックスプライトの符号量の大部分をスプライトデータが占めているため、オフラインであらかじめスプライトを送信した場合、伝送する情報は GM のみとなるので、更に高い符号化効率を達成できる．上記の“MIT sequence”の場合、150 フレーム分の GM のビットレートは約 5 kbit/s であり、LME 符号化の全ビットレートの数十分の 1 以下である．また、“MITsequence”のスタティックスプライトの符号化結果からわかるように、10 kbit/s でフレームレート 30 を達成できる．このように、スタティックスプライト符号化は低ビットレートで高フレームレートを実現する場合に有効である．ただし、SS は以下の二つのデメリットがあることを明記しておく．一つは、他の 3 手法が One-pass 符号化であるのに対して SS は Two-pass 符号化であるためにアプリケーションが限られてくることである．もう一つは、SS は差分を符号化しないために、場合によっては視覚的におかしな画像が生成される場合があり、適用できる画像に制限が

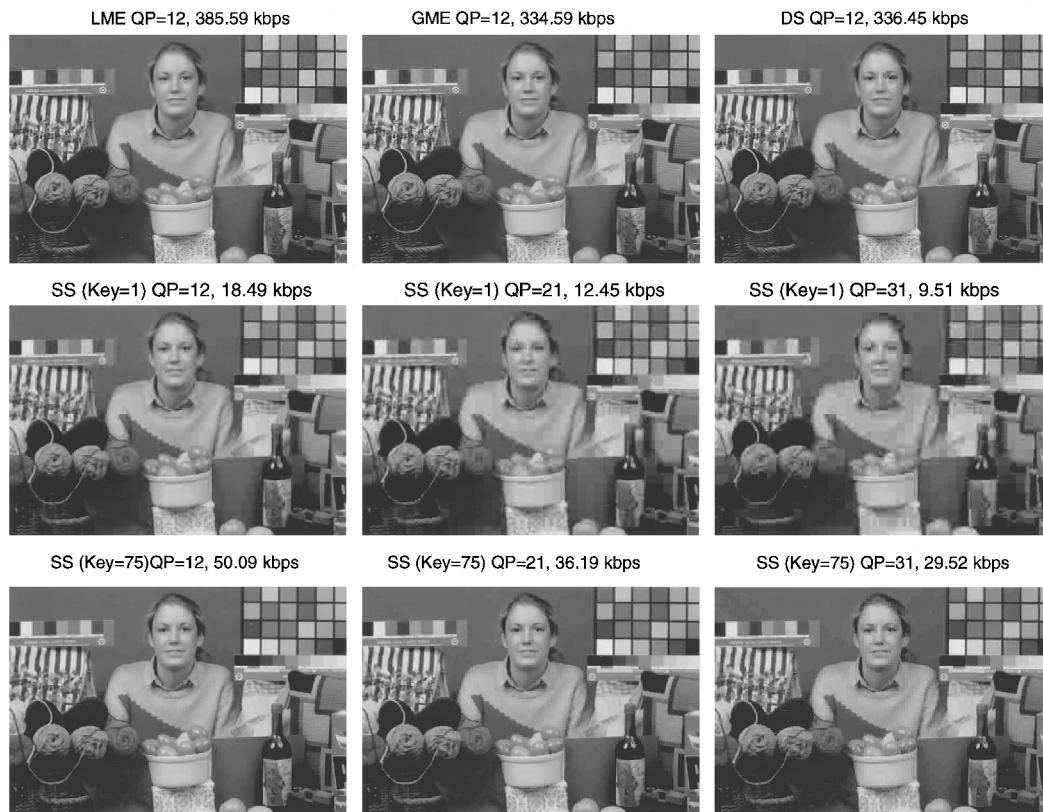


図9 復号画像の例
Fig.9 Examples of decoded images.

あることである。また、スプライト生成の精度が画品質に大きく影響するため、今後はスプライト生成の高精度化が研究の課題である。

5. むすび

本論文では、輝度こう配対策とクラスタ選択を特徴としたアウトライヤの影響の少ないグローバルモーション算出アルゴリズムを提案し、算出精度の評価を行った。輝度こう配対策は、アニメーション画像において効果を発揮した。クラスタ選択はカメラの動きのみを反映したグローバルモーション算出においてその精度向上に大きく寄与することがわかった。また、上記の背景画像に対して、MPEG-4 Ver.11における(1) LME符号化(2) GME符号化(3) ダイナミックスプライト符号化(4) スタティックスプライト符号化を行った。現状では再現の忠実性に課題を残すものの、スタティックスプライトはその他の符号化方法に比べて高い圧縮効率を達成できることがわかった。今

後はスプライト生成の高精度化、Low-latency スプライトの検討が課題である。

謝辞 本研究を遂行するにあたって有用なディスカッションを頂いた NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト画像符号化技術グループ員の皆様に感謝致します。また、データ収集に御協力頂いた(株)NTTソフトウェアの三方年之氏、相馬孝生氏、米原紀子氏に感謝致します。

文 献

- [1] “Committee Draft,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N2202.
- [2] H. Jozawa, K. Kamikura, A. Sagata, H. Kotera, and H. Watanabe, “Two-stage motion compensation using adaptive global MC and local affine MC,” IEEE Trans. Circuit and Systems for Video Tech., vol.7, no.1, pp.75–85, Jan. 1997.
- [3] M. Irani, S. Hsu, and P. Anandan, “Video compression using mosaic representation,” Signal Processing: Image Communication, vol.7, pp.529–552, 1995.
- [4] J.Y.A. Wang and E.H. Adelson, “Representing mov-

- ing images with layers,” IEEE Trans. Image Processing, vol.3, no.5, Sept. 1994.
- [5] K. Jinzenji, S. Ishibashi, and H. Kotera, “Algorithm for automatically producing layered sprites by detecting camera movement,” IEEE International Conference on Image Processing '97 (ICIP'97), MP.07-15, Oct. 1997.
- [6] 秦泉寺久美, 渡辺 裕, 石橋 聡, 小林直樹, “スタティックスプライト生成のためのグローバルモーション算出と符号化への適用,” 信学技報, IE98-36, July 1998.
- [7] “MPEG-4 Video Verification Model Version 11.0,” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 MPEG98/N2172.
(平成 10 年 10 月 30 日受付, 11 年 6 月 10 日再受付)



秦泉寺久美 (正員)

平 1 上智大・理工・電気電子卒。平 3 早大大学院修士課程了。同年 NTT に入社。高機能高効率通信のための画像処理, 符号化の研究に従事。現在 NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト研究主任。平 9 年度学術奨励賞受賞。IEEE, 映像情報メディア学会各会員。



渡辺 裕 (正員)

昭 55 北大・工・電子卒。昭 57 同大大学院修士課程了。昭 60 同大大学院博士課程了。同年 NTT 入社。以来, 研究所において, 画像の高効率符号化の研究を中心に, テレビ電話・テレビ会議用 CODEC の開発, 蓄積メディア用ビデオ符号化方式の研究, MPEG1, 2 の標準化に従事。現在, NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト主幹研究員。昭 63 電子情報通信学会学術奨励賞, 平 9 画像電子学会技術賞, 平 9 映像情報メディア学会著述賞各受賞。工博。IEEE, 映像情報メディア学会, 情報処理学会, 画像電子学会, 日本音響学会各会員。



小林 直樹 (正員)

昭 54 東工大・理・応用物理卒。昭 56 同大大学院物理情報工学修士課程了。同年日本電信電話公社(現 NTT)に入社。以来, マルチメディア情報の入力技術, ヒューマンインタフェース設計技術, 画像符号化の研究開発に従事。現在 NTT サイバースペース研究所メディア通信プロジェクト主幹研究員。