

FIT2006 第5回情報科学技術フォーラム イベント企画  
**圧縮符号化情報を用いた  
高速動画像モザイク手法**

清水 智行  
株式会社KDDI研究所  
マルチメディア通信グループ



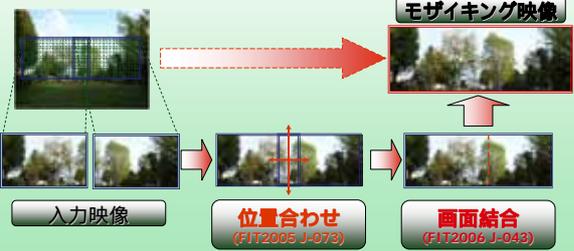
## はじめに

- より高解像度の映像を用いたアプリケーション
  - HDTV以上の超高解像度映像
  - 超広角パノラマ映像
- 専用ハードウェア・コーデック
  - 数百万円～数千万円のコスト
- 複数のビデオカメラ映像を入力とした動画像モザイク
  - 低コスト: 20万円以下の民生用カメラを複数利用
  - 任意の解像度: 必要な解像度に応じてカメラを追加

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 複数カメラ映像のモザイクング - 全体像 -

- 圧縮符号化データを利用した複数カメラの映像の合成によって、より高解像度の映像を高速に生成



入力映像 → 位置合わせ (FIT2005 J-073) → 画面結合 (FIT2006 J-043) → モザイクング映像

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 位置合わせ方式概要 (FIT2005 J-073)

- 入力映像: H.264/AVCを想定
- 動き補償フレーム(P, B)における高速位置合わせ補正手法を提案
  - 動き情報を用いて前フレームでの位置合わせ結果を補正
  - 1フレームにおいては既存手法の適用を想定
- 2段階に分けて位置合わせを実行
  - 第1段階: グローバル動きを用いた位置合わせ補正
  - 第2段階: 位置合わせ微調整

Sep. 6, 2006 FIT2006

### 第1段階: グローバル動きを用いた位置合わせ補正

フレーム n

フレーム n+1

Sep. 6, 2006 FIT2006

### 第1段階: グローバル動きを用いた位置合わせ補正

- 前フレームからの画面動きによって現フレームの位置合わせを補正
  - 現フレームの位置合わせ行列が行列積の演算で計算可能

$$R_{n+1} = V_A^n R_n (V_B^n)^{-1}$$

$R_n, R_{n+1}$ : 位置合わせ射影行列  
 $V_A^n, V_B^n$ : グローバル動きベクトル

- グローバル動き
  - 動きベクトルから計算可能
  - 背景領域の抽出が必須

Sep. 6, 2006 FIT2006

### 第1段階: グローバル動きの検出

背景と移動物体が共存するマクロブロックブロック分割からエッジを推定可能

MB分割

動きベクトル

背景であっても複雑なテクスチャに対して小さなブロック分割が発生する場合

Sep. 6, 2006 FIT2006

### 第1段階: グローバル動きの検出

- 動き補償ブロックサイズに基づいて移動物体領域を除去
  - 8×8以下のモードのMBを除去
    - 移動物体のエッジ
    - 複雑なテクスチャ
  - 分割ブロック単位でエッジを判定
    - 大きく異なる動くベクトルが隣接 移動物体と背景領域の境界
  - エッジおよび囲まれた領域を移動物体として判定
- 残りの背景領域からグローバル動き(射影行列)を導出
  - 最小二乗法を利用して計算

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 第2段階: 位置合わせ微調整

- 位置合わせ誤差の発生
  - グローバル動きの精度
    - 動きベクトルの精密さ: 必ずしも実際の運動を反映していない
  - 位置合わせ射影行列の誤差の増大
    - グローバル動き:  $10^{-3}$ 画素精度の誤差  
数画素レベルの誤差に増大

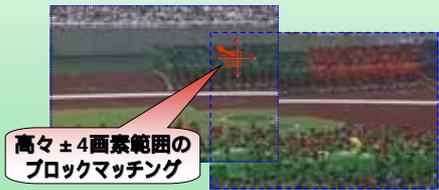


**大雑把な位置合わせは可能だが  
微調整が必要**

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 第2段階: 位置合わせ微調整

- 重なり領域でブロックマッチング
  - 動画圧縮の動き探索と同様の原理
    - MMX等による高速化が容易
  - 整数画素探索範囲  $\pm 4 + 1/2$ 画素探索
    - 高々誤差の補正 全探索でも十分高速

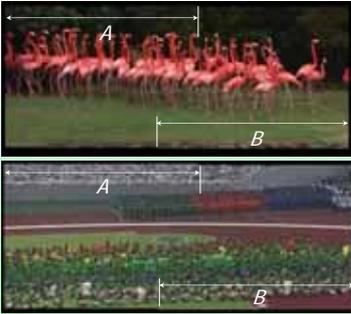


**高々 $\pm 4$ 画素範囲の  
ブロックマッチング**

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 実験

- H.264 Baseline Profile (JM 9.3)
  - IPPP構造
  - 1フレーム間隔 = 15
- 320 × 240画素
- 30フレーム/秒
- 全447フレーム
- Pentium4 3.2GHz



Sep. 6, 2006 FIT2006

## 実験結果

- 第1段階のみ

入力動画	Flamingoes	Groupgame
誤差絶対値平均 (x, y) [画素]	(1.073, 0.425)	(0.776, 0.583)
誤差分散 (x, y) [画素]	(1.591, 0.146)	(0.641, 0.271)

- 第1段階 + 第2段階

入力動画	Flamingoes	Groupgame
誤差絶対値平均 (x, y) [画素]	(0.575, 0.420)	(0.766, 0.318)
誤差分散 (x, y) [画素]	(0.143, 0.099)	(0.144, 0.049)

Sep. 6, 2006 FIT2006

## 実験結果

- 第2段階の追加によって  
誤差の分散が大幅に低減
  - 補正により安定した位置合わせ
- **1/2画素前後の誤差が発生**
  - 1/2画素平面の精度の影響
- 処理速度:  
1フレームあたり**1ミリ秒未満**
  - 30フレーム/秒でもリアルタイムに処理可能

Sep. 6, 2006

FIT2006

## 考察・問題点

- 入力映像の符号化方式 = H.264/AVC
  - グローバル動きの検出が可能であれば符号化方式は何でもよい
- 実際上フレーム毎の位置合わせは必要か?
  - 合成後の画面サイズが一定にならない
- 合成後の高解像度映像の出力形式は?
  - 再符号化する場合は高速なエンコーダが必要
  - HDTV以上の解像度の場合は実現困難

Sep. 6, 2006

FIT2006

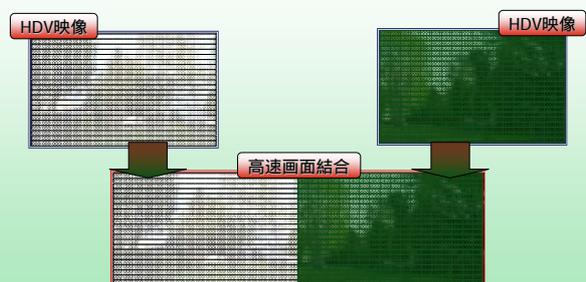
## 高速画面結合方式概要 (FIT2006 J-043)

- 複数のHDVカメラ映像の高速画面合成
  - MPEG-2出力: 一般のソフトウェアプレーヤで再生可能
    - プロファイル・レベルは規格違反
- 左右の画面が正確に隣接している場合を想定
  - 重なり領域が存在する場合については今後の課題
  - 原画像をそのまま保持して結合 符号量のみ変化
- 複数の入力映像間でピクチャタイプが完全に同期している場合を想定

Sep. 6, 2006

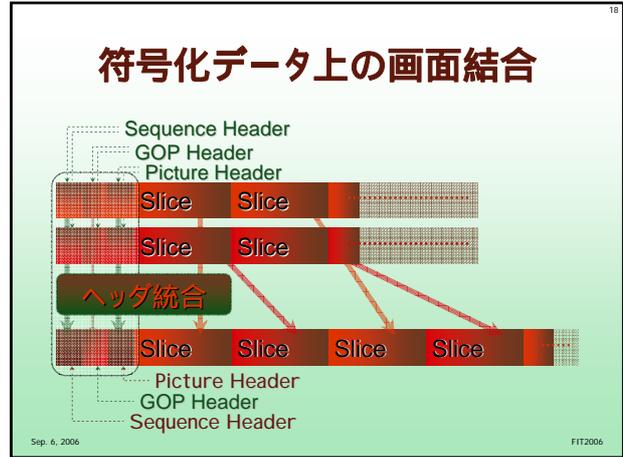
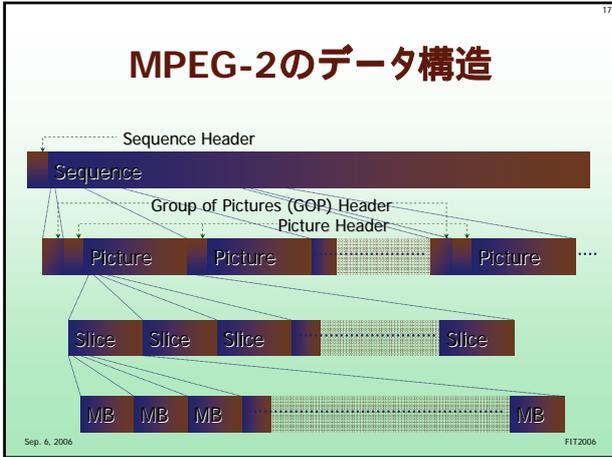
FIT2006

## 基本原理: スライスの再配置



Sep. 6, 2006

FIT2006



- ### ヘッダ統合・部分再符号化
- ヘッダ情報
    - 画面解像度・ビットレートに関するパラメータ  
結合後のサイズに合わせて修正
    - マクロブロックのパラメータに関するパラメータ  
統合し、かつマクロブロック内のパラメータも修正
      - f\_code, intra\_dc\_precision, ...
  - マクロブロック内パラメータの再符号化
    - ヘッダ統合の影響を受けるパラメータのみ再符号化
      - 動きベクトル、イントラDC係数、...
    - 復号画像は保持、ただし符号量は増加

### 実験結果: 処理速度比較

復号+結合+再符号化 [sec]	提案手法 [sec]	速度 比率
905.09	68.40	<b>x13.2</b>
復号+結合 50.29	部分復号 38.25	
再符号化 854.80	部分再符号化 18.25	
	結合・出力 11.90	

### 実験結果: 符号量比較

	符号量 [byte]	ビットレート [Mbps]
(1) 入力画像(左)	167,367,874	25.011
(2) 入力画像(右)	167,358,107	25.010
(1) + (2)	334,725,981	50.021
(3) 提案手法	335,477,505	50.134
(3) - ((1) + (2))	751,524	0.112

Sep. 6, 2006 FIT2006

- ### 考察・問題点
- 重なり領域が存在する場合の対処
  - 回転・リサイズ等を伴う画面結合への対処
    - 画面を復号した上で再符号化する必要あり
    - 片側の画面だけを保持して部分的に再符号化
  - ピクチャタイプが同期しない場合への対処
- Sep. 6, 2006 FIT2006

- ### 結論・今後の課題
- 符号化データを利用することによって  
高速なモザイクングを実現
    - 高速位置合わせ手法
    - 高速画面結合手法
  - 今後の課題:  
位置合わせと画面結合の組み合わせ
    - **なるべく復号せずに任意の位置合わせで  
高速な画面結合を達成するには?**
- Sep. 6, 2006 FIT2006