

鈴木良太郎

蓼沼眞

美濃導彦

(株) ATR 知能映像通信研究所

京都大学

1. はじめに

前回[1]、前々回[2]の発表において、映像素材から抽出したリズム情報に基づいて映像の同期合成を行う Image Wave 研究の概要と映像解析技法の報告を行なった。今回は、その映像同期技法について説明する。

2. リズム情報に基づいた映像合成

2.1 マルチメディア同期合成のモデル

以下に示すように、マルチメディア素材の同期合成処理は、Image Wave から抽出したリズムパラメータから時間変換パラメータを求める処理と、それに基づいて映像を合成する処理から成る。

$$C = C_1 \cdot C_2$$

$$C_1 \left(\bigcup R_i, cond \right) = \bigcup T_i$$

$$C_2 \left(\bigcup T_i, \bigcup Component_i \right) = O$$

但し、
 C : マルチメディア素材の同期合成処理
 C_1 : リズムパラメータから時間変換パラメータを求める処理
 C_2 : 時間変換パラメータに基づく合成処理
 R_i : Image Wave から抽出したリズムパラメータ
 $cond$: リズム同期条件
 T_i : 時間変換パラメータ
 $Component_i$: 入力マルチメディア素材
 O : 合成映像

2.2 リズムパラメータの抽出

一般に、リズムには固定リズムと自由リズムがあると考えられる。対位法的リズムは自由リズムの典型的な例であり、一方、固定リズムの例としては、ダンス音楽における単調な反復的リズムを挙げる事ができる。

本研究では、この固定リズムと自由リズムというリズムの特性に着目し、映像素材からオプティカルフロー解析や空間周波数解析により抽出した時系列特徴量(それを Image Wave と呼ぶ)からこれらのリズムタイプに対応する形式のリズムパラメータを抽出し、それぞれに応じた技法による映像同期合成を行なう。

固定リズムの特徴は周期的な反復性にあるため、そのリズムパラメータは周波数と位相であると考えられる。一方、自由リズムの場合には固有周波数を持たず、時系列上でリズムを構成するアクセントの配置間隔が不定になる。そこで、それらのアクセント(特徴点)の分布そのものを

をリズムパラメータと見なす。

固定リズムの抽出には、FFT、MEM 等による周波数解析を利用する。一方、自由リズムに対しては、Image Wave をスムージングし、その主要な極大点/極小点を特徴点として抽出する。また、固定リズムの位相パラメータの抽出にも同様な特徴点抽出を利用する。

2.3 リズム同期技法

固定リズムと自由リズムの代表的同期技法として主に周波数同期と対位法的同期を取り上げて説明する。

1) 固定リズム：周波数同期

2つの映像要素の間で、位相 P と周波数 F が一致する時、リズム同期する。ここで、ある映像要素 E_1 に対して、もう一つの映像要素 E_2 を T_2 により時間変換し、合成すると仮定すると、リズム同期条件は、

$$P(E_1) = P(T_2(E_2, k, s))$$

$$F(E_1) = F(T_2(E_2, k, s))$$

となり、これに基づいて T の移動パラメータ k と拡大パラメータ s が決定される。

2) 自由リズム：対位法的同期

2つの映像要素の特徴点一致する時、リズム同期する。ここで、アフィン変換の範囲内では、任意数の特徴点完全に一致する事は保証されないため、より一致度が高く、一致数が多い方が点数が高くなるような評価関数 V が存在し、その値によって、リズム同期の程度が評価されると考える。最も単純な評価関数の一つとしては、Image Wave そのものを用い、その相関値を評価値とする事が考えられる(これをリズムパターン同期と呼ぶ)。即ち、評価関数 V は、2つの Image Wave データ x, y に対する相互相関関数

$$V(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{n-k-1} (x(t) - \bar{x})(T(y(t), s, k) - \bar{y})$$

Image Wave No3 : Movie Component Synchronization Method

Ryotaro Suzuki, Makoto Tadenuma

ATR Media Integration & Communications Research Laboratories
 Seika-cho Soraku-gun Kyoto-fu 619-0288 Japan

Michihiko Mino

Kyoto University

Yoshidahonmachi Sakyo-ku Kyoto-shi Kyoto-fu 606-8501 Japan

であり、その値を最大にする ImageWave データ y の移動パラメータ k と拡大パラメータ s を求める事になる。しかしながら、あらゆる k と s に対して V を求める事は、計算負荷が大きい。また、これまでの観察結果からも、ごく限られた特徴点の一致によって充分なリズム同期が認知される事が期待できる。そこで、ImageWave を直接用いる代わりに、特徴点位置に鋭いピークを持つ関数 p_x , p_y を想定し、その相互相関を評価関数とする（これを対位法的同期と呼ぶ）。

$$V(k) = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^{n-k-1} p_x(t) T(p_y(t), s, k)$$

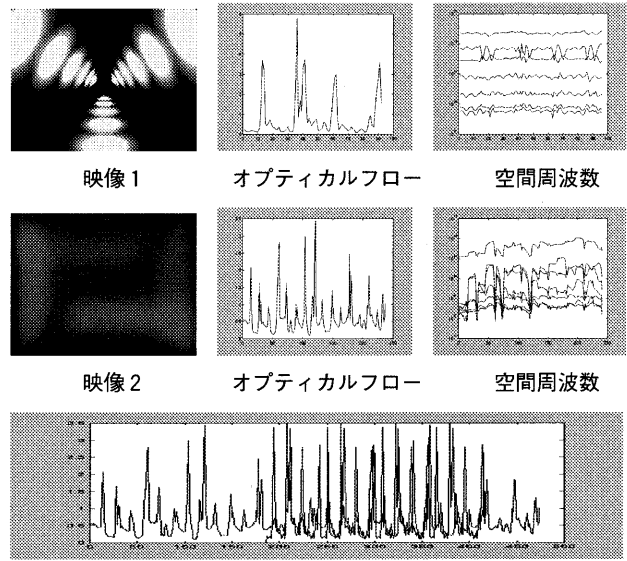
尚、 p_x , p_y は、特徴点のベクトルとそれぞれの重みとピークの許容誤差の比率（＝ピークの鋭度）により規定される。また、 p_x , p_y の平均値は 0 に近いため、簡略的に 0 と見なす。

ピークが鋭ければ、ほぼぴったり一致する特徴点の重みと数によって、評価値が決定される事になる。そこで、最大評価値を与える映像要素の選択とそのパラメータ値の決定のアルゴリズムとしては、特徴点の一致を最優先し、あらゆる 2 つの特徴点の完全な一致の組み合わせを与えるパラメータ値設定に対して、上記の評価値の計算を行う。

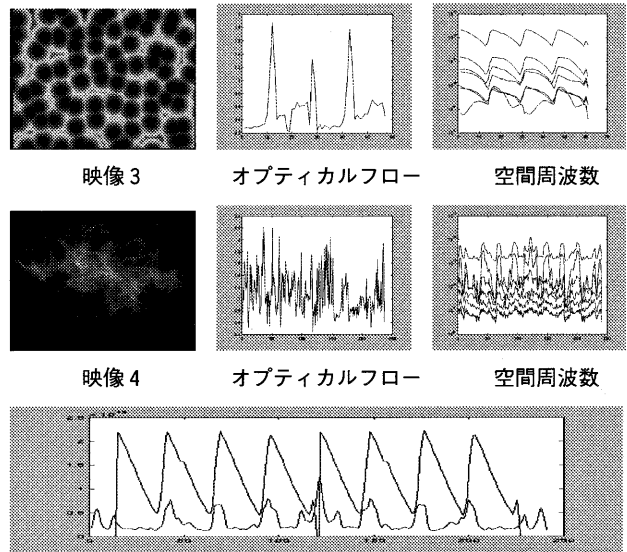
3. リズム同期実験

最近の新しい映像分野として VJ (Video Jockey) が注目され、様々な VJ システムが開発されている。VJ では映像素材が合成され、また音楽的リズムとの関係が重視されるため、本研究の対象として適当と思われる。そこで、既存の VJ システム (m7 と FUSE) に予め用意された映像素材の中からリズム的特徴が顕著なものを数十個選択し、それらを対象とした同期合成実験を行った。固定リズム/自由リズムに関しては、今回は対位法的同期合成の実験のみを行った。

図 1 に動き主体の映像素材の事例とそのオプティカルフローによる Image Wave を用いた同期合成結果を示す。また、図 2 にテクスチャ主体の映像の事例とその空間周波数 (低周波数域) による Image Wave を用いた同期合成結果を示す。これらの合成結果において、波形的なピークの一致に対応して映像が同期している事が確認された。



オプティカルフロー ImageWave の対位法的同期合成結果
図 1. オプティカルフローによる対位法的同期合成



空間周波数 ImageWave の対位法的同期合成結果
図 2. 空間周波数による対位法的同期合成

4. 今後の課題

今回は、対位法的同期合成のみの実験を行ない、固定リズムの映像素材に対してもそれを適用した。実際には、対位法的同期と周波数同期とは、同一の映像素材に対して異なった同期解をもたらす。それらの違いを確認し、認知レベルでも検証する事が今後の課題である。

参考文献

- [1] 鈴木良太郎, 岩館祐一, 美濃導彦: Image Wave イメージの同期に関する研究一, 情報処理学会第 59 回全国大会, 1999
- [2] 鈴木良太郎, 藤沼真, 美濃導彦: Image Wave その 2: 空間周波数を用いた映像解析, 情報処理学会第 61 回全国大会, 2000