

鈴木良太郎 蓼沼眞
(株) ATR 知能映像通信研究所

美濃導彦
京都大学

1. はじめに

筆者等は、第59回大会において、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 研究の概要を紹介した[1]。今回は、本研究において時系列特徴量を映像から抽出する代表的技法である空間周波数に基づいた映像解析技法について報告する。

2. 空間周波数に基づいた映像特性の解析

Image Wave 及びその元となった Multimedia Montage の研究は、S. M. Eisenstein のモンタージュ理論を映像概念の拠り所としている。同理論におけるモンタージュは映像構成技法全般を指す広範な概念であるが、モンタージュとは狭義には通常のショットの中にクローズアップの短いショットを挿入する事により緊張感のある映像のリズムを構成する技法を指す。このように構成された映像の特徴は、物理量としては、ショット長とカメラアングルの構成に基づいた特徴量として抽出される事になる。

カメラアングルが違えば、それに伴って映像のテクスチャの複雑度も変化する。一方、空間周波数は画像テクスチャとの相関性を持つ。そこで、空間周波数解析によって、このようなカメラアングルの違いによる映像の特性を抽出する可能性が考えられる。このような考え方に基づいて、空間周波数による映像の分析実験を行ったので、以下にその方法と実験結果を報告する。

3. 映像の空間周波数解析の方法

本研究における空間周波数に基づいた映像解析は、既に予備実験として第58回大会においても報告した[2]。だが、この時の解析方法には、各周波数域ごとの特性の違いを明確に識別する事ができない、画像の内容による空間周波数特性とカメラアングルの影響による空間周波数特性との区別が不正確である等の問題があった。そこで、解析方法を改善した上で、カメラアングルの影響が分かり易い映像素材を用いてその性能を確認した。

今回の映像解析技法の基本的な流れを以下に示す。

- 1) 元の映像を 2^n 画素サイズの正方形に正規化した各画像フレームに対して、2次元離散フーリエ変換により空間周波数を求める。
- 2) 空間周波数値を最小値 $2^0 \times 2^{0.5}$ から最大値 $2^{n-1} \times 2^{0.5}$ までの対数スケールの周波数域に分割し、各周波数域におけるパワースペクトラムの平均値を求める。
- 3) 各周波数域におけるパワースペクトラムの平均値の時系列変化を求めて分析する。

4. 映像解析実験

連続的なズームアウトと部分的なデフォーカスの含まれた映像素材を上記の方法で解析した。その結果を図1に示す。

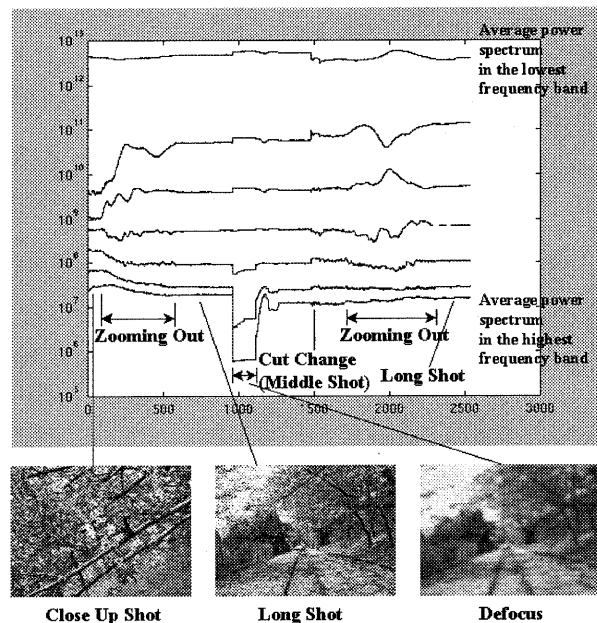


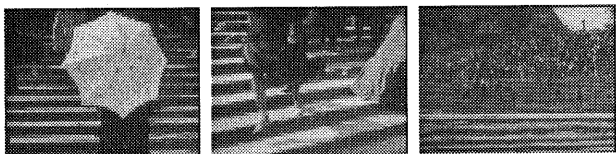
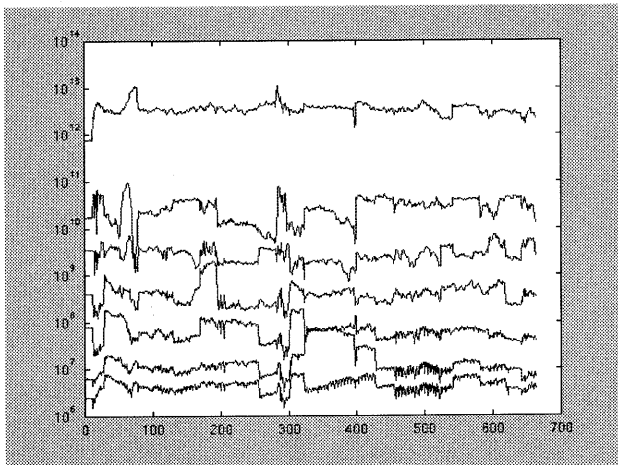
図1. ズーミングとデフォーカスによる空間周波数特性の変化

Image Wave No. 2 : Movie Analysis based on Spatial Frequency
Ryotaro Suzuki, Makoto Tadenuma
ATR Media Integration & Communications Research Laboratories
Seika-cho Soraku-gun Kyoto-fu 619-0288 Japan
Michihiko Minoh
Kyoto University
Yoshidahonmachi Sakyo-ku Kyoto-shi Kyoto-fu 606-8501 Japan

この図から次の事が分かる。

- 1) デフォーカスした時のパワースペクトラムの変化から明らかなように、空間周波数に最も反映されるのは映像のぼけの程度である。
- 2) ズームアウト時における各空間周波数域のパワースペクトラムの連続的变化から分かるように、空間周波数とカメラアングルとの間にも、ゆるやかな相関性が存在する。但し具体的にどの周波数域の成分が多くなるかは、コンテンツに大きく依存する。
- 3) 全般的な傾向としては、クローズアップの方が高周波数成分の比率が高い。即ち、画像がより鮮明である。これはクローズアップの方がピントが正確に合うためと考えられる。
- 4) 空間周波数と時間周波数の間にも相関性がある。より空間周波数が高い領域のパワースペクトラムの時間変化はより周波数が高い。

この実験により、本手法で空間周波数とカメラアングルとの関連性を分析する事が可能である事が確認された。そこで、モンタージュ技法を用いた映像の実例として「戦艦ポチョムキン」の「オデッサ階段」のシーンの分析を行った。その前半部分の結果を図2に示す。



58 フレーム 191 フレーム 210 フレーム
図2. 「オデッサ階段」シーンにおける空間周波数特性

主な特徴を以下に示す。

28~76 フレーム：

ショットの後半で日傘がズームアップされる。日傘のサイズに対応してパワースペクトラム値が変化する。

169~193 フレーム：

階段を駆け下りる足元のクローズアップ。階段のサイズに対応して（最低周波数域から）4番目の空間周波数域の値が大きくなる。

194~255 フレーム：

手前のクローズアップショットに続く階段のロングショット。手前のショットに比べ、低周波数域（2~4番目）の値が急に低くなる。

このように「オデッサ階段」は大階段を中心とするシーンであるため、カメラアングルによって階段のテクスチャーがどのように写るかが空間周波数特性を大きく左右する。また、最高周波数域の400フレーム付近(2Hz)および500フレーム付近(4Hz)の波形に見られるように、時間変化の特性としても興味深い傾向が観察される。

5. 結論と今後の課題

今回の実験を通して、空間周波数に基づいた映像特性の解析が可能である事が明らかになった。同一カメラアングルでの時間変移の特性については、被写体の動きや陰影の変化との関係において、さらに分析を必要とする。

S. M. Eisenstein のモンタージュ理論では、動きを中心とするリズムック・モンタージュと陰影を中心とするトーン・モンタージュとが映像を構成する質の違いとして明確に区別されている。「オデッサ階段」は前者の代表であり、一方、その手前のシーンである「オデッサ港」は後者の代表である。現在、空間周波数解析とオプティカルフロー解析とを組み合わせる映像解析を行う事により、これらの映像の違いを物理量として抽出する実験を進めている。

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-、情報処理学会第59回全国大会、1999
- [2]Csaky,M., Suzuki,R.:Spatial Frequency Analysis of Movies、情報処理学会第58回全国大会、1999