

時間方向の特徴に着目した画像構造記述方式の検討

相馬 浩之 村井 正人 児玉 明 富永 英義

早稲田大学理工学部電子通信学科

住所: 東京都新宿区大久保 3-4-1 55号館 N06-02号室

TEL: (03) 5286-3385

FAX: (03) 3200-6735

E-mail: hiro@tom.comm.waseda.ac.jp

あらまし 画像情報を管理することを考えた場合、機能要求として画像情報の扱いやすさが挙げられる。本稿では画像情報の操作性の向上を目的とした情報管理用画像符号化アーキテクチャを提案する。このアーキテクチャとして画像構造内部に識別子を持たせ、識別子として画像が個々に有する特徴情報(FI)に着目することにより、情報操作はFIの扱いに委ねられ、画像情報の扱いやすさの向上を図ることができる。ここでは、画像情報が時間軸方向に有している特徴に着目し、これをFIとして扱うことを考える。この特徴に着目することにより、時間軸方向に秘匿度の操作が行なえる構造化が構築でき、FIとしての信頼性も十分に得られることが示された。

和文キーワード 情報管理, 画像構造記述方式, 代表特徴情報, 集合フレーム, 象徴フレーム

A Study on Video Information Architecture of Temporal Feature
Hiroyuki SOUMA Masato MURAI Mei KODAMA Hideyoshi TOMINAGA
Dept. of Electronics and Communication Engineering, WASEDA University

Address: 55N-06-02 4-1 Ohkubo-3 Shinjuku-ku, Tokyo 169, JAPAN

TEL: +81-3-5286-3385

FAX: +81-3-3200-6735

E-mail: hiro@tom.comm.waseda.ac.jp

Abstract It is important to be able to manage much video information in future visual communication services. In this paper, we propose an image coding architecture which consists of feature information (FI) and enhanced information (EI). We aim at easy information management, and in various visual communication services, FI is used as ID information. This architecture is defined, and its features are explained. We extract temporal feature from video information, and this feature is used as FI. This video information architecture of temporal feature provides security control, and it is shown that this feature function effectively as FI.

英文 key words Information Management, Video Information Architecture, Feature Information(FI), Group of Frame(GoF), Symbol of Group(SoG)

1. はじめに

画像情報の操作および管理について、その取り扱いやすさの向上を目的とした画像情報の構造化について、前回その定義および適用例について述べた(1)(2)。

そこで本稿では、画像情報の管理の向上を図った画像情報の構造化について、時間軸方向の特徴量に着目して行なっていく。

この構造化においては、ある時間単位での特徴情報の取り出しを行ない、その抽出された特徴情報からさらに特徴情報を抽出するといった階層構造を考えていく。また、それにより決定された構造の評価についても行なっていく。

2. 時間軸方向における特徴情報抽出手法

ここでは、時間方向での特徴情報の抽出手法を具体的に述べる。その取り出し方として、次の手法を取り上げる(図1)。

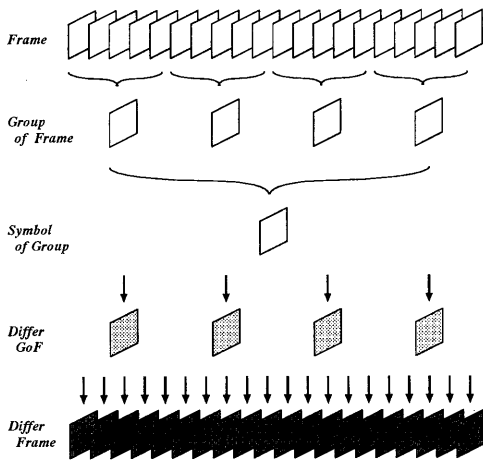


図 1: 時間軸方向における特徴情報抽出例

1. まず、時間軸方向に連続したフレームを複数枚毎の集まりとして捉え、その集合毎にその集合内のフレームの画素値の最小値を抜き出し、最小値のみのフレーム (Group of Frame;GoF) を作り出す。
2. また、この GoF を複数組抜き出し、上述の手順でさらなる代表フレーム (Symbol of Group ;SoG) を作り出す。

3. 次に、SoG の画素値を、その前に作成した GoF の画素値から差し引いた値を取り出し、この差分値からなるフレーム (differ GoF; 差分 GoF) を作り出す。

4. さらに、GoF の画素値を、本来のフレームの画素値から差し引いた値を取り出し、この差分値からなるフレーム (differ Frame; 差分フレーム) を作り出す。

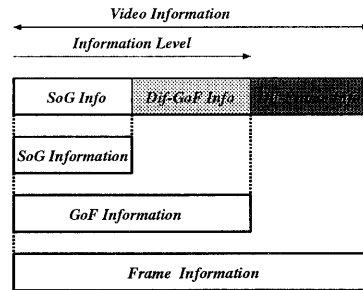


図 2: 時間軸方向における画像情報構造例

このときの画像情報のデータ構造を図2に示す。図2は、画像情報がSoG情報、差分GoF情報、差分Frame情報から構成されており、SoG情報および差分GoF情報は、複数枚のフレームが共有する情報である。この画像情報構造によると、SoG情報がFI(Feature Information)、差分GoF情報および差分Frame情報が個々のフレームを特定するEI(Enhanced Information)となる。

3. 各観点からの特徴情報抽出の決定

ここでは、FI作成において、何枚のフレームからの抽出が最適かを色情報数、SN比、平均および分散値のデータを取りながら考察していく。

3.1 色情報数からの決定

まず、図3にFIフレームのデータを示す。

この図を見ると、抽出を行なうフレーム数が少なければ色情報数は多く、フレーム数が多くなるとして色情報数は減少していくのがわかる。これは、FIフレームの画素値として複数フレームからの最小値をとっているため、全体の画素値は低下し、その結果色情報数も減少していくといえる。ただし、シーンチェンジの多いシーケンスに対して

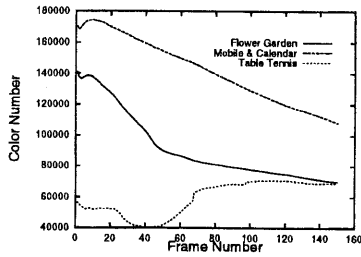


図 3: FI における色情情報数とフレーム数の関係

は、逆に抽出を行なうフレームが増えれば情報数が増えるため色情情報数も増えてしまう。

次に、図 4 に EI フレームの色情情報数を示す。

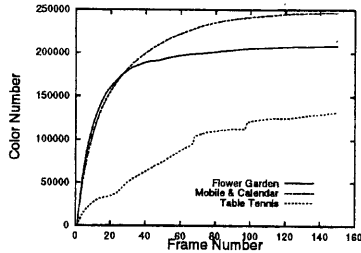


図 4: EI における色情情報数とフレーム数の関係

この図を見ると、FI フレームが少数のフレームから抽出されたものであれば、EI フレームの色情情報数は少なく、多数のフレームから抽出されたものであれば、その色情情報数は増加し、ある枚数のところで安定することがわかる。これは、FI フレームが前者の場合、FI フレームでの色情情報数が多いため、EI での色情情報数はその分少なく、逆に後者の場合は、FI フレームでの色情情報数が少ないため、EI ではそれだけ付加するべき情報が増えるためである。ある程度のところで安定するのは、FI フレームがただ単に複数フレームの最小値を取ったフレームでしかなくなるため、EI フレームでの色情情報数も飽和してしまうためである。

つまり、この結果によると、FI フレーム作成において、抽出するフレームの枚数が増えるほど EI での色情情報数は増加し、それにともない EI の情報量が増え、EI 間での識別のための情報をさらに抜き出すことができることがわかる。しかし、フレームの枚数が増えれば、本来のフレームよりも色情

数は増えてしまい、情報量も増えることになる。ここで、本来のフレームの色情情報数を表 1 に示す。

表 1: 各シーケンスにおける色情情報数

シーケンス	色情情報数
Flower Garden	141,236
Mobile & Calendar	170,369
Table Tennis	56,549

表 1 と図 4 より、本来のフレームの色情情報数を超えない枚数は、10～20 枚であることがわかる。

以上の結果より、FI 作成の際、フレーム数が増えれば FI の情報量は抑えられるが、EI においては逆に情報量が増えてしまうということがいえる。しかし、フレーム数が多ければ、EI においては本来のフレームよりも色情情報数が増えてしまい、情報量も膨らんでしまう。したがって、FI、EI の作成においては抽出するフレーム数は 10～20 枚が最適であるといえる。

3.2 SN 比からの決定

まず、図 5 に FI フレームの SN 比を示す。

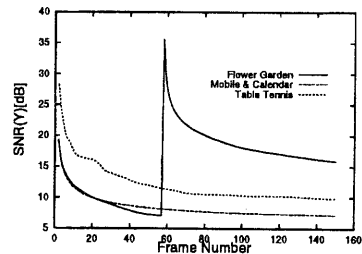


図 5: FI における SN 比とフレーム数の関係

この図を見ると、抽出を行なうフレーム数が少なければ SN 比は高い値を示し、フレーム数が多くなるにしたがって SN 比は低下していくのがわかる。これは、フレーム数が多くなるほどそれだけ共有する特徴情報が減少していくためである。ただし、シーケンスによっては SN 比が突然高くなるものもある。これは、画像情報が背景情報を大部分を占めており、ある物体がその背景を横切り、通過し終わって再び背景情報が大部分を占めるようになったためと思われる。

次に、図6にEIフレームのSN比を示す。

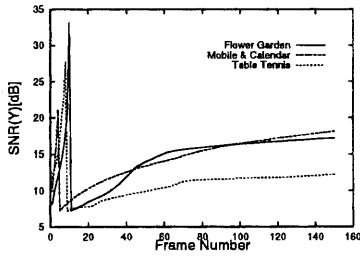


図 6: EIにおけるSN比とフレーム数の関係

この図を見ると、FIフレームが少数のフレームから抽出されたものであれば、EIフレームのSN比は高い値を示すが急激に低下する。また、多数のフレームから抽出されたものであれば、そのSN比は徐々に上昇していくのがわかる。これは、フレーム数が少ない間は、EIフレームでの差分値が増加していくためにSN比が上昇し、その後急激に低下するのは、背景などの時間軸方向の変動がフレーム全体に及んだため、SN比算出に大きく影響していることを示している。また、オブジェクトがフレームの大部分を占めていればそのオブジェクトの変動によってもSN比の急激な変動は起こり得る。さらに、シーンチェンジの多いシーケンスに対しても同じことがいえる。また、急激な低下の後、SN比が次第に上昇するのは、EIの情報量が増加していくためである。

以上の結果より、FI作成の際、フレーム数が増えればFIの秘匿度⁽³⁾は増し、EIにおいては逆に秘匿度が低下するということがいえる。したがって、EIの秘匿度を高めることを考えると、FI、EIの作成においては抽出するフレーム数は15～20枚が最適であるといえる。

3.3 平均値および分散からの決定

まず、図7,8にそれぞれFIフレームの平均値、分散を示す。

これらの図を見ると、抽出を行なうフレーム数が少なければ平均値、分散値は高く、フレーム数が多くなるにしたがってそれらの値は低下し、安定していくことがわかる。

これは、FIフレームの画素値として複数フレームから画素値の最小値をとっているため、全体の画素値が低下し、値を取り得る範囲も狭くなっている

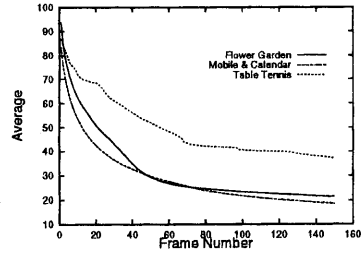


図 7: FIにおける平均値とフレーム数の関係

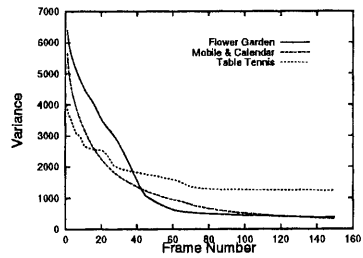


図 8: FIにおける分散とフレーム数の関係

ためである。また、ある枚数のところで一定値を示すのは、FIフレームが最小値からなるフレームとして作成され、取り得る範囲も固定されていることを示している。

次に、図9,10にそれぞれEIフレームの平均値、分散を示す。

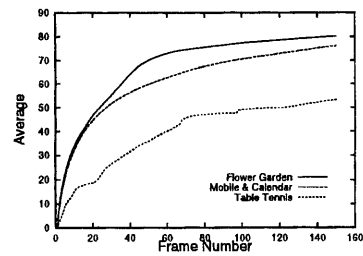


図 9: EIにおける平均値とフレーム数の関係

これらの図を見ると、FIフレームが少数のフレームから抽出されたものであれば、平均値、分散値は低く、多数のフレームから抽出されたものであれば、それらの値は増加し、安定することがわかる。

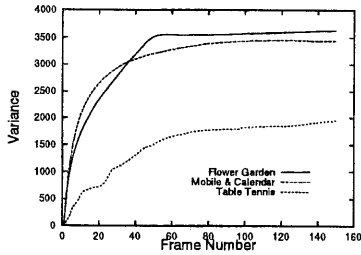


図 10: EI における分散とフレーム数の関係

これは、FI フレーム作成時に抽出されるフレーム数が増えれば、FI フレームの画素値は小さくなるため、EI フレームでの画素値は大きくなり、取り得る範囲も広くなるためである。また、ある枚数のところで一定値を示すのは、FI フレームがある枚数のところでただ単なる最小値だけからなるフレームとして作成されるため、EI フレームにおいても画素値が固定されるためである。

以上の結果より、FI 作成の際、フレーム数が増えれば情報量は削減できるが FI の識別能力は弱まり、逆に EI の識別能力は強くなるということがいえる。したがって、お互いの識別能力に必要な情報量としてそれぞれ同じ情報量を振り分けることを考える。つまり、図 7 および図 9 でのそれぞれのシーケンスの曲線が交差する点を考えると、20～30 枚付近であるといえる。ゆえに、FI、EI の作成においては抽出するフレーム数は 20～30 枚が最適であるといえる。

4. 時間軸方向における画像構造記述方式の構成

4.1 画像構造の構成

上記の基準により、これに基づいた FI フレームを図 11 に示す。ただし、このフレームは 20 枚のフレームから抽出したものである。図 11 より、各シーケンスともに視覚的に特徴情報が抽出されており、その内容がある程度把握できる。また、このときの FI フレームの SN 比も本来のフレームと比較すると満足できるものとはいえず、したがって不正視聴に対するセキュリティも十分確保できるといえる。

ここに示した画像は、前述した SoG にあたる。次に GoF においては、抽出する枚数が少なければ、作成される GoF フレームの枚数は増え、抽出する枚数が多ければ、作成される GoF フレームの枚数



図 11: SoG 画像 (Mobile & Calendar)

は減る。つまり、抽出枚数が少なければ情報量は増え、多ければ情報量は抑えられるといえる。また、SN 比から考えれば、抽出枚数が少ないほど秘匿度は高くなるので、どの程度まで見せるかによって抽出枚数を考えていく必要がある。上記のデータと考え合わせると、5～10 枚のフレームからの抽出が適当である。ここでは、抽出枚数を 5 枚と設定して GoF の作成を行なった。これを図 12 に示す。

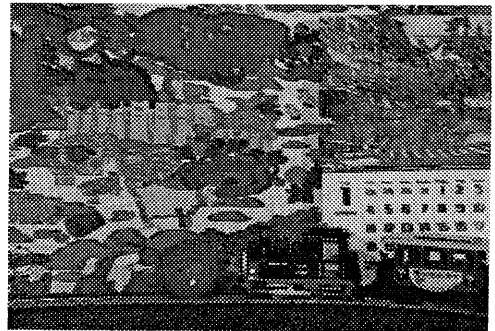


図 12: GoF 画像 (Mobile & Calendar)

これらの図を見ると、図に示した SoG 画像よりもその秘匿度は抑えられており、シーケンスを特定することがより容易になる。

このように、階層構造を持たせることにより、秘匿性の制御が可能であり、また、各情報はそれぞれ本来の情報の一部を有しており、その情報間での結びつきが画像情報のセキュリティを確保している。

4.2 画像構造の評価

ここでは上記の構造化に対する評価を行なう。つまり、上記で作成した SoG および GoF が FI として機能し得るかどうかを検証する。

ここでは検証として、正当率の算出を行なう。

まず、GoF フレームでの正当率を算出する。前述により作成された GoF フレームと本来のフレームとの間で SN 比を算出する。この際、各フレームとの SN 比がもっとも高い GoF フレームを選出し、そのときの GoF フレームがフレームの含まれるグループから作成されたものである場合を正、そうでなければ誤とし、正当率を割り出していく。この結果を表 2 に示す。

表 2: GoF とフレームとの正当率

シーケンス	Y	Cb	Cr
Flower Garden	1.000	1.000	1.000
Mobile & Calendar	1.000	1.000	1.000
Table Tennis	0.983	0.800	0.883

表 2 を見ると、かなり高い正当率を示していることがわかる。これより、ここで作成した GoF においては本来のフレームを特定する識別能力が十分にあるといえる。つまり、本来のフレームの 5 枚から抽出することによって作成された特徴情報は、本来のフレームに対して FI として十分有効である。

次に、SoG フレームでの正当率を算出する。前述により作成された SoG フレームと GoF フレームとの間での正当率を上記の手順で算出する。この結果を表 3 に示す。

表 3: SoG と GoF との正当率

シーケンス	Y	Cb	Cr
Flower Garden	0.917	1.000	1.000
Mobile & Calendar	1.000	1.000	1.000
Table Tennis	0.917	0.750	0.750

表 3 を見ると、これもかなり高い正当率を示していることがわかる。このことから、ここで作成した SoG においては GoF に対して十分な識別能力を有しているといえる。つまり、GoF フレーム 4 枚から抽出することによって作成された特徴情報は、GoF に対して FI として十分有効であるといえる。ただし、シーケンスによってはその正当率が低い場

合もあり、これに対して抽出する GoF の枚数の決定を考えていく必要がある。

また、SoG フレームと本来のフレームとの間での正当率を上記の手順で算出する。この結果を表 4 に示す。表 4 を見ると、シーケンスによってその

表 4: SoG とフレームとの正当率

シーケンス	Y	Cb	Cr
Flower Garden	0.650	0.967	0.917
Mobile & Calendar	0.967	0.967	0.950
Table Tennis	0.333	0.333	0.550

正当率は異なることがわかる。このことから、ここで作成した SoG においては本来のフレームを特定する識別能力は十分ではないといえる。つまり、ここで作成した SoG から本来のフレームを特定することは、信頼性の低く誤った識別を行なってしまう可能性がある。しかし、表 4 に示すようにシーケンスによってその正当率は様々な値を取り得るので、この正当率そのものもフレームを特定する特徴情報になり得ることがいえる。また、階層構造を有することが識別力を高めているといえる。

5. まとめ

本研究では時間軸方向での特徴情報抽出を種々の基準と照らし合わせて行ない、それに基づいた構造を作成した。この構造に対し、正当率に着目した評価を行なったが、この構造が階層構造を有することにより、より画像情報の特定を行なうことができることがわかった。

今後の課題としては、高速性、秘匿性に着目した構造化の評価、また、空間方向、歪み方向での特徴情報抽出と、それに基づいた構造化が挙げられる。

参考文献

- (1) 相馬 浩之, 児玉 明, 富永 英義: "情報管理のための画像符号化アーキテクチャとサービスへの応用", 情処研報, 14-5 (1996).
- (2) 相馬 浩之, 児玉 明, 富永 英義: "ブラウジングのための画像符号化構成法の検討", PCSJ (1996).
- (3) 相馬 浩之, 三掘 英彦, 児玉 明, 富永 英義: "階層構造を用いた動画像スクランブル方式の検討", 信学技報, IE95-20, pp.37-42 (1995).