

スポーツ映像からのコミック風コマ割りダイジェスト画像の自動生成

水野慎士[†] 宇杉友志^{††}

長時間におよぶスポーツ試合映像では、その試合経過を短時間で把握することができるダイジェストの活用場面が多い。テレビのスポーツニュースなどでは、試合の重要なシーンを集めて編集したダイジェスト映像がよく用いられるが、スポーツ新聞やWebサイトなどではダイジェストは必ずしも動画ではない。そこで本研究では、スポーツ映像からダイジェスト画像を自動的に生成する手法を提案する。そしてダイジェスト画像は、内容の直感的な把握を目的としてコミック風のコマ割りを持たせる。提案手法では、重要なシーンの抽出、シーンを代表する静止画生成、コマ割り生成などの処理により、コミック風ダイジェスト画像を自動的に生成する。本論文ではサッカー中継映像を処理対象として、提案手法の有効性を検証する。

Automatic Generation of an Image Digest with a Comic-like Layout from a Sports Video

SHINJI MIZUNO[†] TOMOYUKI USUGI^{††}

A digest of a long sports match video is useful to catch the progress of the match in a short time. Video digests which include important scenes are often used in sports news programs. However, image digests are useful in sports papers and web pages. In this paper, we propose a method to generate an image digest from a sports match video. An image digest generated by our method has a comic-like layout, and it is easy to catch the progress of the match from the image digest intuitively. The process of the proposed method is extracting important scenes, generating images which represent the scenes, and arranging the images in a comic-like layout. We use videos from soccer TV programs in experiments and evaluate our method.

1. はじめに

近年、放送チャンネルの増加やネットワーク技術の発達に伴って、人々が目にするビデオなどの映像情報量は大幅に増大している。特にスポーツ中継など長時間におよぶ映像では、その内容を短時間で把握したいという要望が少なくなく、スポーツニュースなどで見られるように重要なシーンを集めたダイジェストを活用する場面が多くなっている。そのような背景の中、スポーツ中継等のダイジェスト映像を自動的に生成する研究もいくつか報告されている[1][2]。例えば、谷治らは野球の中継映像から映像の切れ目となるカット点や検出し、投球動作やテロップなどを手がかりにしてダイジェスト映像を自動的に生成する手法を提案している[1]。これらの手法では、主に動画によるダイジェストを生成している。しかし、スポーツ映像のダイジェストでは短時間で試合全体の経過を把握出来ることが求められているため、必ずしも動画表現が最適であるとは限らない。新聞や写真週刊誌、Webページのように、小数枚の静止画像で構成されたダイジェストによって試合内容を表現する場合も多い。

そこで、本研究では静止画像を用いたスポーツ映像のダイジェストの自動生成手法を検討する。提案手法では、ス

スポーツ映像中のシーンを推定して、シーン中やシーンの切り替わり部分の画像を生成する。これらの画像を時系列に並べることでダイジェスト画像を生成することができる。

本研究では画像の配置方法にコミックで用いられるコマ割りに着目する。コミックでは、イラストの大きさや配置方法を適切に変化させることで、内容や経過を直感的に把握できるように工夫している。そのため、ビデオ映像の要約やイベントアルバムの自動生成にコミック風コマ割りを適用する研究が報告されている[3][4]。本研究ではスポーツ映像から生成されたシーンを代表する画像をコミック風コマ割りで並べたダイジェスト画像を生成する。

本論文ではテレビのサッカー中継映像を処理対象として、提案手法の有効性を検証する。

2. コミック風コマ割り

コマ割りとはコミックなどに用いられる表現技法である。一つ一つの枠をコマと呼び、その配置方法によって場面の転換や時間の流れ、強調などを読者に想起させることができる。コミックのコマ割りは図1に示すように1ページは5〜8コマ前後で構成される。また段数は3段か4段であることが多い。読者の視線は右から左へ流れて下の段へ進んでいくのが基本である。コマとコマの間隔は横の間隔より縦の間隔を幅広く取る方が読者にとって読みやすいとされている。ただし、これらのコマ割りルールは一般的なもので、例外も多く存在する。

[†] 愛知工業大学情報科学部

Faculty of Information Science, Aichi Institute of Technology

^{††} デュプロ販売(株)

Duplo Sales Co., Ltd.

コミックのコマ割りには様々な技法が存在する。例えば図1の1段目のように、コマとコマの横間隔を大きく取ることで時間の経過や場面転換を表現する場合がある。逆に間隔を小さくすることで、複数の事象が同時に起こっている状態を表現する場合がある。2段目では斜線でコマ割りを行っている。これはスポード感を増す効果がある。3段目では場面を強調するために大きなコマを用いている。これは時間を長く見せるためにも用いられる。

このように、コミックでは読者に場面を分かりやすく印象的に伝えるために、コマ割り方法が工夫されている。

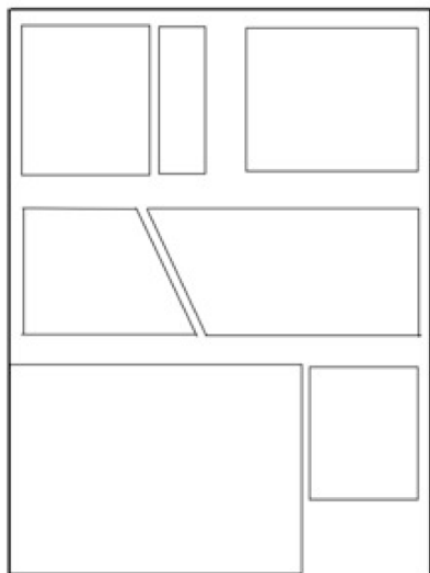


図1 コミックのコマ割りの例。

Figure 1 An example of a layout in a comic book.

3. 処理手順

テレビのサッカー試合の中継映像からコミック風のコマ割りを持つ試合のダイジェスト画像を生成するには、以下の手順が必要であると考える。

- ・映像中からの重要なシーンの抽出。
- ・重要なシーンを代表する画像の生成。
- ・生成された画像のコミック風コマ割り配置。

以下にそれぞれの処理について述べる。

3.1 リプレイに基づく重要なシーンの抽出

サッカーの試合は2時間程度であり、その中から適切に重要なシーンを抽出する必要がある。本論文では重要なシーンとして試合中のゴールシーンを抽出することとする。

テレビのサッカーの中継映像では、チャンスやゴール、ファウルなどの試合中の特徴的なシーンでリプレイ映像を流すことが多い。特にゴールシーンでは必ずと言っていいほどリプレイ映像を流す。そこで、本研究では重要シーンであるゴールシーンをリプレイ映像から抽出することを試

みる。

テレビのサッカー中継では、リプレイ映像を挿入する際に、その前後にディゾルブなどの特殊映像効果を用いてリプレイシーンであることを明確に示すことが多い(図2)。そこで、本研究ではサッカー中継映像に含まれるディゾルブを検出することでリプレイシーンを抽出する。

ディゾルブの区間の前後では、映像全体の輝度値が単調に大きく変化することが多く、長坂らはその性質を利用したディゾルブ検出手法を提案している[5]。本研究ではこの手法を応用してディゾルブの検出を行う。本研究の具体的な処理としては、動画の現在のフレームから過去8フレームについて、各フレームの平均輝度値を用いてフレーム間の輝度値差分値 D_i を求める。そして D_i が単調変化するとともに、 D_i の分散がしきい値以下の場合にディゾルブであると判定する。



図2 ディゾルブの例。

Figure 2 An example of the dissolve effect.

リプレイはゴールシーン以外でも挿入されるため、抽出したリプレイ映像がゴールシーンではない可能性もある。著者らが複数のサッカー中継映像のリプレイシーンを調べたところ、ゴールシーンでは様々なアングルからのリプレイを行うため、他のシーンに比べてリプレイ時間が大幅に長くなることがわかった(表1)。そこで、ディゾルブに基づいて抽出したリプレイ映像に対して、そのリプレイ時間がしきい値を超える場合にゴールシーンであると判定して、以後の処理に用いることとする。

表1 リプレイ時間。

Table 1 Lengths of replay videos.

	リプレイ件数	平均時間 (秒)
ゴールシーン	6	30.33
その他のシーン	22	9.14

3.2 シーンを代表する画像の生成

抽出したゴールシーンからダイジェスト画像の各コマに用いる画像の生成を行う。そのため、最初にゴールシーンにおけるカメラアングルを4種類に分類する。4種類のカ

メラアングルは、(a)左右ゴールエリア、(b)ゴール前、(c)遠景、(d)その他、である。



図 3 4 種類のカメラアングル.

Figure 3 Four types of camera angles.

カメラアングルの分類は、画像中の芝領域の分布状態、および画像中の直線検出など、画像の特徴量に基づいて行う。最初に、HSV 形式に変換した各フレーム画像の色相成分を用いて芝領域の抽出を行う。そして抽出された芝領域全面積 S 、画像中の左右領域に含まれる芝領域面積 S_l , S_r 、画像中の上下領域に含まれる芝領域面積 S_u , S_d を計算する (図 4)。また、ゴール正面のアングルでは、ゴールポスト、ゴールネット、看板、観客列などによって直線成分が多く含まれるため、Hough 変換によって画像中の直線を検出して、その本数 L を計算する。

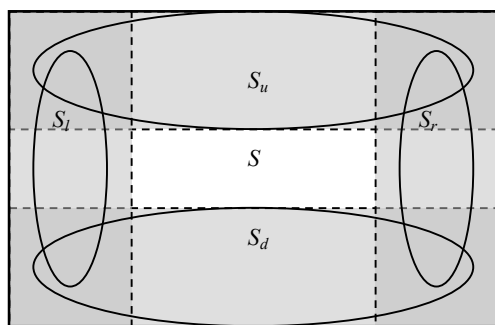


図 4 芝領域の面積計算.

Figure 4 The area of grass regions.

そして以下の手順によって 4 種類のカメラアングルを判定する。

1. S の大きさに芝の見え方を判定する。 S がしきい値以上の場合には手順 2 に進む。そうでない場合には手順 3 に進む。
2. S_l と S_r との比率を計算して、左右の差がしきい値より大きい場合には、左右いずれかの「ゴールエリア」アングルと判定する。そうでない場合には「遠景」アングルと

判定する。

3. S_u がしきい値未満で、 S_d がしきい値以上であり、さらに L がしきい値以上である場合、画像中下部のみに芝領域が存在して、直線が十分多く検出された状態であるため、「ゴール前」アングルと判定する。そうでない場合は「その他」アングルと判定する。

図 5、図 6 に処理の様子を示す。画像中の白い領域が抽出された芝領域である。「左ゴールエリア」アングルでは画像全体ではかなり大きな面積で芝領域が映っている。ただし、画像中の左右領域の芝領域を比べると、右領域に比べて左領域の芝領域がかなり小さくなっていることが確認できる (図 5)。また「ゴール前」では、画像中の下領域に芝領域が確認できると共に、ゴールポストや観客列などによって画像全体に渡って直線が検出されていることがわかる (図 6)。



図 5 左ゴールエリアの芝領域.

Figure 5 The grass region around the left goal area.



(a)ゴール前の芝領域



(b)Hough 変換で検出された直線.

図 6 ゴール前.

Figure 6 In front of the goal.

ゴールシーン映像の中で、カメラアングルが切り替わったときや同じアングルが長く続く場合に、ビデオ映像をコマ割り用静止画像として切り出していく(図 7)。これにより、切り出された画像は様々なカメラアングルから眺めたゴールシーンが含まれており、同じ種類のアングルが続く場合には定期的に画像を切り出すことでゴールに至る経過が観測できることが期待される。

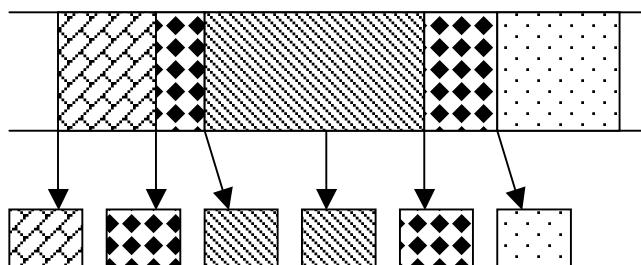


図 7 コマ割り用静止画像の切り出し。

Figure 7 Picking up images for a comic-like image digest.

3.3 コミック風コマ割り配置

切り出した画像をコミックのコマ割りのように並べていく。コマ割りの構成は小さいコマと大きいコマの二種類とする。そして図 8 のように、右上から左下に向かって切り出した順に画像各段で 1~2 枚ずつ、時系列に配置していく。

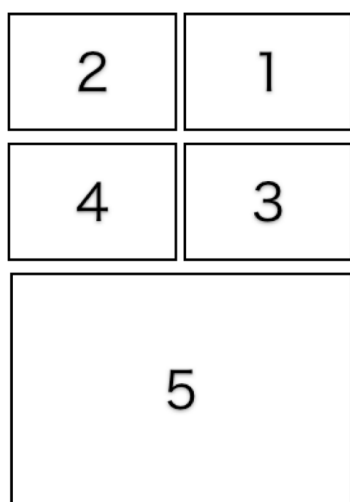


図 8 芝領域の面積計算。

Figure 8 The area of grass regions.

第 2 章で述べたように、コミックではコマ割り方法によって様々な表現を行うが、本研究ではまず強調させたい場面のコマ割りを大きくする技法を実現した。リプレイで流れるゴールシーンから切り出された画像は、前節で述べた手法により 4 つのカメラアングルに分類されている。このうち、実際にボールがゴール内に蹴り込まれる場面はゴール前画像か左右ゴールエリア画像に含まれることが多い。

そこで、ボールがゴール内に蹴り込まれた場面を強調するため、ゴール前映像と左右ゴールエリア画像は可能な場合には大きいコマ割りで配置する。ただし、コマを配置する位置が左側の場合には大きいコマ割りを使えないため、ゴール前であっても小さなコマ割りで配置する。また、連続してゴール付近を配置する場合には、すでに前の画像が大きなコマ割りで配置されていることがあるため、小さなコマ割りで配置することにする。

4. 実験

提案した手法の有効性を確認するため、いくつかのテレビのサッカー中継映像に対して手法を適用して、コミック風ダイジェスト画像を生成する実験を行った。ソフトウェアの開発は、MacOS X10.6 上に C++ と OpenCV ライブラリを用いて行った。なお、ディゾルブ効果はサッカーリーグや放映テレビ局によって種類が異なり、芝領域の色についてもスタジアムによって異なるため、リプレイ画面の抽出やカメラアングルの判定を行うためのパラメータやしきい値はそれぞれで最適になるように手動で設定した。

図 9 に自動生成されたコミック風コマ割りを持つダイジェスト画像を示す。ボールをキープする選手が他の選手に囲まれながらもゴールを決める様子を表すコミック風コマ割りダイジェスト画像が生成されている。



図 9 生成されたコミック風コマ割りダイジェスト画像 1。

Figure 9 A comic-like layout image digest #1.

別のサッカー中継映像から自動生成されたダイジェスト画像を図 10 および図 11 に示す。図 10 ではやはりボール

を持つ選手がゴール正面付近で他の選手に囲まれるが、その後にゴールを決めたことがダイジェスト画像からわかる。ただし、ボールがゴールネットを揺らすような典型的な瞬間は含まれていない。一方、図 11 のダイジェスト画像にはゴールシーンが含まれていない。これは、大写しされた選手がディゾルブとして誤検出されてしまい、試合中の平凡なシーンが誤ってゴールシーンとして抽出されてしまったことが原因である。またカメラのアングルが下位置からの場合には、ゴールエリア付近ではなくてもゴールエリア周辺と判定されてしまう場合がある。

5. まとめ

本研究では、テレビのサッカー中継映像からコミック風のコマ割りを持つ試合ダイジェスト画像を自動的に生成する手法を提案した。提案手法は、リプレイ映像中に試合の最も特徴的なシーンであるゴールシーンが含まれるはずであるという前提に基づき、中継映像全体からリプレイ映像を抽出して、そこからカメラアングルの切り替えタイミングに基づいて画像を抽出して、それらの画像をコミック風のコマ割りによって配置した。このとき、リプレイ映像の抽出にはディゾルブの検出を利用した。またカメラアングルは、映像の色情報や直線検出などの画像特徴量を用いて、4 種類のカメラアングルを判定した。そして切り出した画像は、コミックで用いられるコマ割りテクニックを参考にしながら、カメラアングルによってコマの大きさを変化させながら配置することで、最終的なコマ割りダイジェスト画像を生成した。

生成されたダイジェスト画像は、ゴールシーンの映像が時系列でコマ割り表示されており、試合の見所シーンを短時間に視覚的に把握することができた。ゴール前ではコマが拡大されて、ボールがゴールネットを揺らす状態を確認することもできた。しかし、テロップ情報などは特に意識して処理をしているわけではないため、得点の変化やゴールを決めた選手などの情報は、必ずしも捉えることができなかった。

今後の課題としては、シーンの把握に画像特徴量以外の知的な情報を用いることで、より適切に試合の重要なシーンを抽出したり画像を切り出したりすることが挙げられる。例えば、テロップ情報、選手の顔や背番号、ユニフォーム色などを利用した個人の特定、実況や歓声などの音声情報の利用などを検討する。本論文ではコマの大きさを変化させるだけの単純なコマ割りだけを実現したが、知的情報を利用することで、時間経過やアングルの異なる同時シーンを並列に取り扱うようなコマ割りを実現したり、ダイジェスト画像にコミックの吹き出しのような文字情報を追加したりすることも検討する。また、今回はサッカーだけを対象としたが、テレビで中継される他のスポーツについても手法の適用を進めていくつもりである。



図 10 生成されたコミック風コマ割りダイジェスト画像 2.

Figure 10 A comic-like layout image digest #2.



図 11 生成されたコミック風コマ割り
ダイジェスト画像 3 (失敗例)。

Figure 11 A comic-like layout image digest #3.

謝辞 本研究を進めるにあたり、熱心に討論して頂いた愛知工業大学情報科学部澤野弘明講師と、水野慎士研究室および澤野研究室の皆様に深く感謝する。本研究の一部は科研費基盤(C) (23500139), および愛知工業大学特別研究助成による。

参考文献

- 1) 谷治隆史, 両角聡, 向井信彦, 小杉信: 投球シーンの解析とテロップ情報を用いた野球中継ダイジェスト版の自動生成法, 映像情報メディア学会技術報告, 28(71), pp. 27-30 (2004).
- 2) 宮崎英吾, 大関和夫: サッカー動画における画像処理によるハイライト生成, 映像情報メディア学会技術報告, 35(8), pp. 17-19 (2011).
- 3) Myodo, E., Ueno, S., Takagi, K., Sakazawa, S.: Automatic Comic-like Image Layout System Preserving Image Order and Important Region, Proc. of the 19th ACM International Conference on Multimedia, pp. 795-796 (2011).
- 4) Calic, J., Gibson, D.P., Campbell, N.W.: "Efficient Layout of Comic-like Video Summaries", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, Vol. 17, No. 7, pp. 931-936 (2007).
- 5) 長坂晃朗, 宮武孝文, 谷口勝美: 輝度変化の単調性に着目したデゾルブ検出手法, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, 1996年, 情報・システム(2), p. 403 (1996).