

## ビデオ映像の誇張表現

大竹 沙織<sup>†</sup> 茅 暁陽<sup>††</sup>

実世界では見られない特徴を加えることで運動を誇張するカートゥーンアニメーションと呼ばれる手法がある。この手法は、運動を始める前の段取り（予備動作）、運動を止める際の反動（フォロースルー）などの効果を加えることでキャラクターの動きを大きく誇張させることにより、キャラクターをより生き生きとしてみえるように表現することができる。しかし、このような誇張効果を得るためには熟練したアニメーターによる作業が必要であり、膨大な時間と手間がかかってしまう。そこで、本研究ではビデオ映像にカートゥーンアニメーション効果を容易に加える手法を提案する。

## Motion Exaggeration of Video

Shinobu Ohtake<sup>†</sup> and Xiaoyang Mao<sup>††</sup>

Cartoon animation refers to the technique of manipulating motion to emphasize the primary actions while minimizing irrelevant movements, making the characters look more vivid and impressive. Those effects are usually manually created by expert animators and the task is difficult and time consuming. This paper proposes a new technique for easily processing a video clip to have the cartoon animation effect.

### 1. はじめに

実世界では見られない特徴を加えることで運動を誇張する「カートゥーンアニメーション」と呼ばれる手法がある。代表的な作品例として「トムとジェリー」(図 1)やディズニー映画があげられる。これらはキャラクターが運動を始める前の段取り（予備動作）、運動を止める際の反動（フォロースルー）などを大きく誇張している。このようなアニメーションは一般的なものよりも、動作が誇張されているために生き生きとしてみえる。しかしながら、手動でこのようなアニメーションを作るには熟練したアニメーターによる作業が必要になるため、非常に手間がかかってしまう。そこで Wang らは幾何オブジェクトの運動曲線に対して動作を誇張するフィルタを提案した<sup>[1]</sup>。しかし Wang らの方法は運動曲線をもたない映像には適用できない。

本研究では、オブジェクトの幾何形状と運動曲線を必要とせず、ビデオ映像に対して動作の誇張表現を生成する手法を提案する。



図 1: トムとジェリー(public domain/著作権切れ作品)

<sup>†</sup>株式会社 YSK e-com  
YSK e-com Cooperation  
<sup>††</sup> 山梨大学大学院医学工学総合研究部  
University of Yamanashi

## 2. 関連研究

### 2.1 The Cartoon Animation Filter

Wang らは幾何オブジェクトの運動曲線に対しフィルタリングを行うことで、運動を誇張する Cartoon animation filter と呼ばれるフィルタを提案した[1]. このフィルタは以下の式で定義される.

$$x^*(t) = x(t) - \bar{x}''(t) \dots (1)$$

この式は、現在位置  $x(t)$  から平滑化した加速度  $\bar{x}''(t)$  を引くことで新しい速度  $x^*(t)$  を求め、速度変化がある個所を誇張するというものである. また、このフィルタによる効果として「予備動作・フォロースルー」を得ることができる. 予備動作とは、動作を行うときに進行方向とは逆へ反動をつけてから動作を開始することであり、フォロースルーとは動作終了時に反動で進みすぎてしまう効果であり、これらの効果によって運動を誇張することができる. しかし、このフィルタは、オブジェクトの運動曲線に対してフィルタリングを行うことで誇張された運動を生み出すため、運動曲線が定義されている 3 次元幾何オブジェクトにしか適用できない.

### 2.2 Motion Magnification

Liu らはビデオシーケンスにおいて「顕微鏡で物を見る」ように微細運動を拡大して対象の動きを観察し易くする Motion Magnification と呼ばれる方法を提案した[2]. 小さな運動は重要な情報を含む場合も多くあるにもかかわらず、非常に観察し難く見落としてしまう可能性がある. そこで小さな運動を拡大することで観察しやすくする. この手法は、入力ビデオ映像からフレームを抽出しフレーム毎に自動でレイヤー分割を行い、ユーザが拡大したいレイヤーを選択しレンダリングを行う. この手法は微細運動の拡大を目的としているため本研究の目的である動きの誇張、すなわち元々大きな運動をさらに拡大する処理に直接適用することはできない.

## 3. 提案手法

本研究ではオブジェクト抽出および運動曲線を用いずにビデオ映像を誇張手法を提案する. 提案手法では、「オプティカルフローによるピクセルの誇張」と「フレーム再生速度の変更による誇張」の 2 つの手法を用いてビデオ映像における動きの誇張を試みる. 両手法ともにピクセルの位置変化をオプティカルフローによって求めて画素ごとに処理を施すため、オブジェクトの幾何形状と運動曲線を必要としない.

### 3.1 オプティカルフローによるピクセルの誇張

オプティカルフローとは任意フレームのある点に注目した場合、その点が次フレームではどこへ移動したかを表すベクトルである. オプティカルフローの算出に勾配法を用いる. 勾配法とは動画像から任意点の動きのパラメータを時空間微分によって推定する手法である. この手法は物体上の点の明るさは移動後も変化しないという仮定に基づいて時空間微分とオプティカルフローとの関係式を導出する. この関係式をオプティカルフロー拘束式と呼び、この拘束式を用いて任意点の動きを推定する. オプティカルフローを算出する手法は他にブロックマッチング法と呼ばれるものがある. ブロックマッチング法は、輝度値の急激に変化する所でもフローの誤差が少なく雑音にも強いいため移動物体の検出に有用である. 手法 1 ではピクセル毎にオプティカルフローを必要とするため勾配法を用い、手法 2 では移動物体を切り出すためにブロックマッチング法を用いてオプティカルフローを算出する.

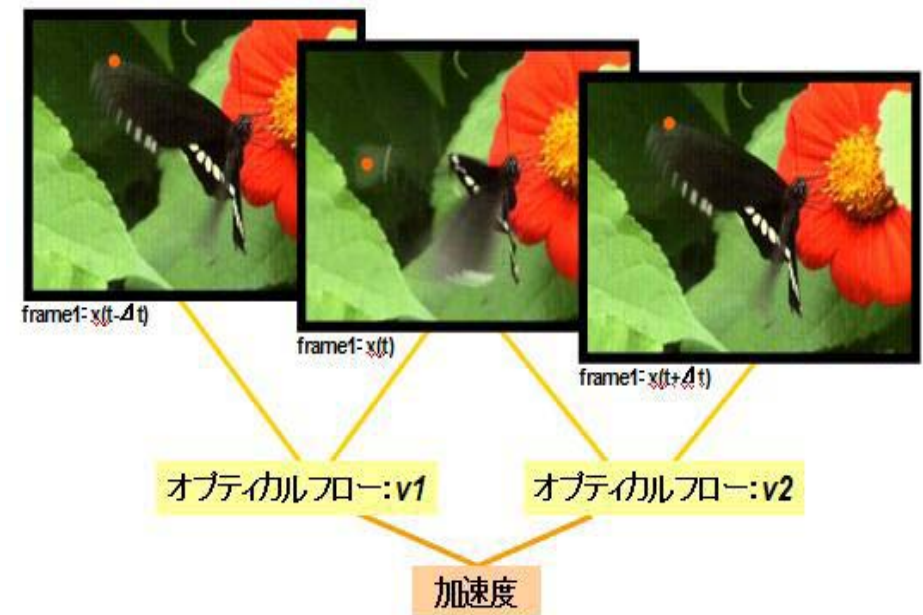


図2 オプティカルフローを利用した加速度の算出

### 3.1.1 加速度算出

ビデオ映像をフィルタリングするために、ビデオフレーム間におけるピクセルの加速度を求める。加速度とは速度の差分であるため、ビデオ映像の3フレーム間のオプティカルフローを用いて求めることができる。図2に示すように、注目フレームをframe2 時刻 $t$ としたとき、そのフレーム内の各画素の加速度 $\bar{x}''(t)$ は下記式により求めることができる

$$\bar{x}''(t) = v_2 - v_1 \dots (2)$$

ここでは $v_1$  frame2 の $\Delta t$ 前の frame1 から注目フレーム frame2 に至るまでのオプティカルフローであり、 $v_2$  は frame2 から $\Delta t$ 後の frame3 へ至るオプティカルフローである。

### 3.1.2 加速度による誇張

3.1.1 で求めた加速度を 2.1 節の式 (1) に当てはめ全フレームの各ピクセルの新しい位置を算出し、各フレームにおいて画素を新しい位置に移動することで動きを誇張したビデオ映像を得ることができる。さらに誇張の大きさを調節できるようにするために、式 (1) の加速度の項にユーザが指定する定数 $a$ を乗ずることとする。

$$x^*(t) = x(t) - a\bar{x}''(t) \dots (3)$$

図4がオプティカルフローによるピクセルの誇張の結果例である。上から順に誇張倍率 $a$ を1倍、3倍、5倍、8倍、10倍した結果である。結果の画像から倍率に伴い木の葉の揺れが誇張されていることが見て取れる。誇張の倍率を大きくするほどピクセルが誇張されるため木の葉の揺れが大きく誇張されている。しかし8倍、10倍と誇張しすぎると逆に不自然な映像となってしまう。この様に、誇張倍率を変えることによりユーザの要求に応じた誇張を行うことができる。

### 3.1.3 誇張画素の制御

全ピクセルに対してフィルタリングを行った場合、手ブレや微細な運動も誇張してしまい結果として見づらい映像となってしまう。そこで誇張を行う画素を制御できるようにすることでより自然な映像が得られる。本研究では二つの制御方法を実装した。一つは速度による方法で、一定速度以上の画素のみに対して誇張フィルタリングを施す。もう一つは誇張表現したい個所をユーザに対話的に指定してもらう方法です。オプティカルフローには計算エラーが存在する。そのため、最適なオプティカルフロー

が求められなかった箇所が出る可能性がある。これを防ぐためにユーザ入力によって誇張箇所を簡単に指定することを可能にした。ユーザはビデオ映像の第1フレーム中の画素をマウスポインティングにより任意に選択する。そしてシステムはその色情報を元に類似箇所を自動探索する。

## 3.2 フレーム再生速度の変更による誇張

ビデオ映像は静止画の連続であり、1秒間に一定枚数以上の静止画を見せることで人間の目にはそれが動いている様に見える。このとき映像を倍速再生すると動いている物体はより速く動いているようにみえる。速く動いている物体の動きを誇張させるためには、それらの物体のみを抜き出し倍速再生し、背景やゆっくり動いている物体は本来の再生速度を保つようにすればよい。本手法ではビデオ映像を背景レイヤーと速度レイヤーと呼ばれる二つのレイヤーに分け、速度レイヤーの再生速度を変更することで映像の誇張を実現する。図3にその手順を示す。

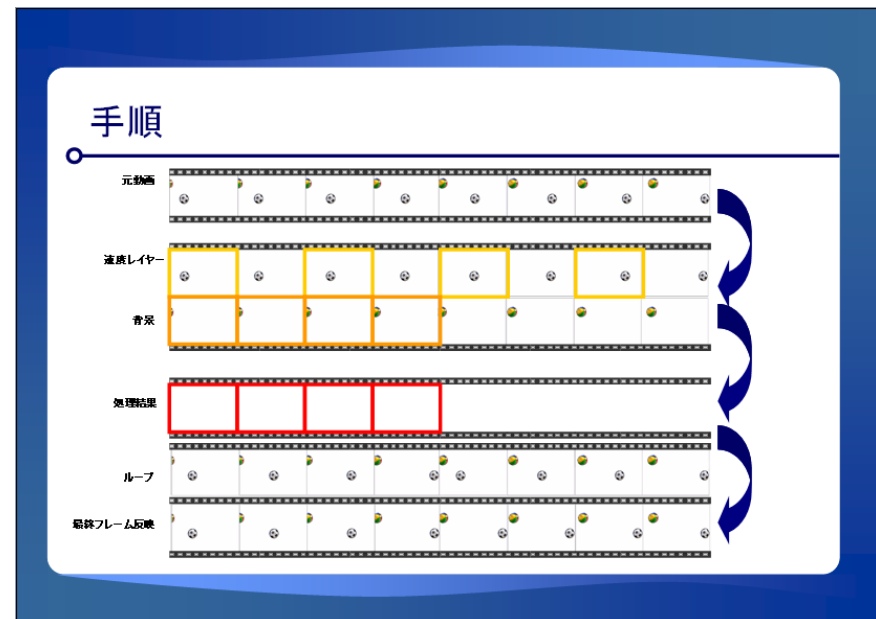


図3 フレーム再生速度の変更による誇張の手順

問題点として、背景の穴と速度レイヤー再生時間の短縮があげられる。速度レイヤーのみ倍速再生し、背景レイヤーと統合をした場合背景に穴が生じてしまう。そこで、この背景の穴を埋めるために2つの手法を試みる。1つ目は速度レイヤーと対となっている背景レイヤーを統合時に用いる手法である。速度レイヤーは倍速であるため1フレームずつ飛ばしてレイヤーを保持しているが、そのとき対となる背景を保持し統合時にこの背景を用いることで穴を埋めていく。しかしこの手法では一時ファイルが重くなってしまふ。そこで映像全体を通して背景を穴埋めに利用する手法を考える。この手法はフレーム毎に作られる背景レイヤーを映像全体を通して統合することで1つの背景画像を作成する。これにより背景レイヤーの移動物体を切り出したことによる穴が他のフレームの背景レイヤーにより補完されることで、最終的に穴が埋められた1つの背景画像となる。この穴埋めをした背景レイヤーを用いて統合時に穴が空いた箇所を埋める（この場合、移動物体以外の背景を静止しているものをみなす。）また、速度レイヤーの倍速再生は速度レイヤー再生時間の短縮を引き起こす。すなわち、速度レイヤーだけが先に再生が終わって背景レイヤーはまだ再生中である現象がおきる。これを解決する方法として速度レイヤーの最終フレームを背景レイヤーの再生が終わるまで表示し続ける方法と、繰り返し再生する手法が考えられる。前者は物体の運動が最終的に静止する場合に有効であり後者は同じような動きを繰り返す映像に有効である。

#### 4. おわりに

本研究では、オブジェクト抽出を行わず及び運動曲線を必要としないビデオ映像の運動誇張を試みたが、今後の課題として、より多くのビデオ映像をもちいて実験を行い、手法の実用性を検証する必要がある。また、現在用いている手法ではオプティカルフローが正しく算出されない場合がありそのときは正しい結果が得られない、より精度の高いオプティカルフローの算出法が必要である。

#### 参考文献

- 1) Wang, J., Drucker, S. M., Agrawala, M., and Cohen, M. F., "Cartoon animation filter", ACM SIGGRAPH 2006, pp1169-1173, 2006.
- 2) C. Liu, A. Torralba, W.T. Freeman, F. Durand and E.H. Adelson, "Motion Magnification", ACM SIGGRAPH 2005, pp. 519-526, 2005.

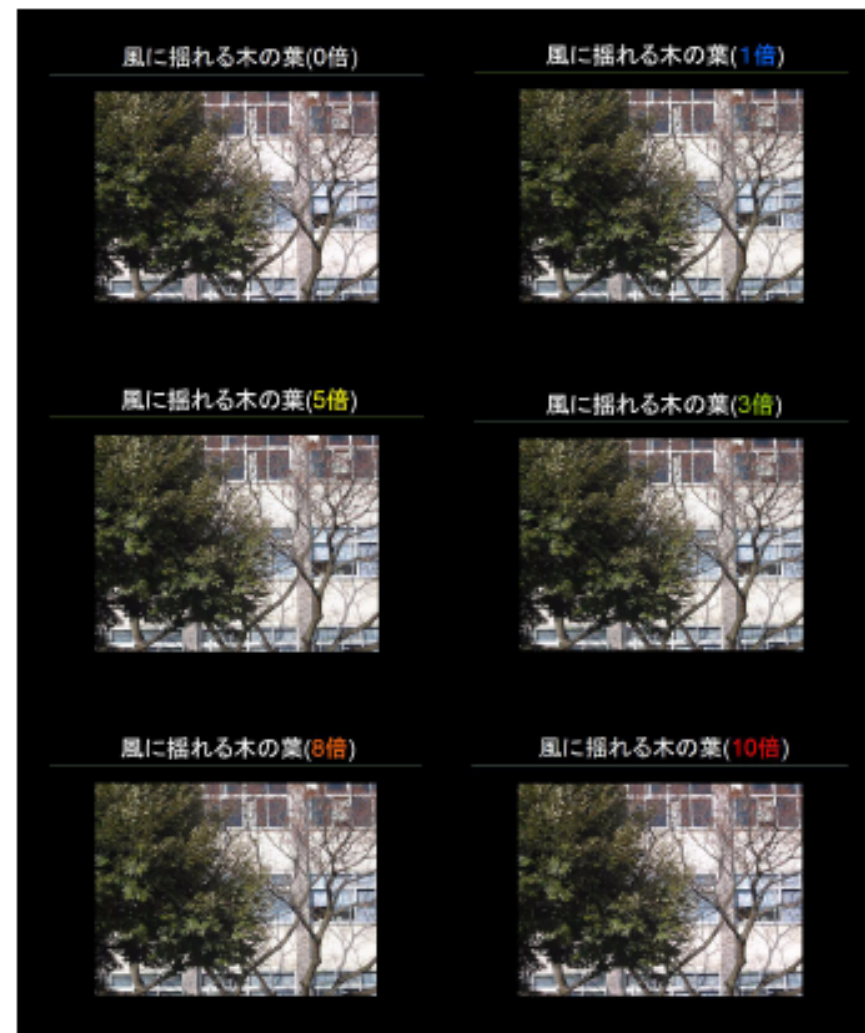


図 4 オプティカルフローによるピクセルの誇張  
上から順にオリジナル映像、誇張1倍、3倍、5倍、8倍、10倍