

I-042

バンプマッピングを用いた写真に揺らめき表現を付加した動画生成法 Animating Pictures with Flicker using Bump Mapping

森 智美†
Tomomi Mori

坂本 雄児†
Yuji Sakamoto

1. はじめに

近年、デジタルカメラやパソコンが広く普及し個人で写真データを扱うのが容易となった。それに伴いユーザが自前で用意した画像に加工を施して楽しむ分野も広がりを見せている。写真からの動画生成もそのうちの一つと言える。これまでには、簡単な三次元モデルを構築する事により視点変化のアニメーションを生成する手法[1]や、指定したスケルトンや領域に対する力学シミュレーションに基づいて描画変更を行う時間変化のアニメーションを生成する手法[2][3]などが提案されてきた。

個人での動画制作では写真などの素材や制作に掛かる時間といったコストが低いほど誰もが簡単に扱え、より手軽な制作が可能となるので好ましい。本件球では、単一のルールにより一枚の写真画像からアニメーションを生成することを目的としている。その中でも水面の揺らめきなどの光の揺らめきによって視認される動きを対象とした。

2. 提案手法

2.1 概要

一枚の写真画像から水面などが揺らめく様子を表現した時系列画像を出力し、アニメーションを生成する。

まず元画像の各画素に対して擬似的な高さ情報を構築する。高さ情報から画像の擬似的な形状を設定できるので、バンプマッピングの手法[4]を用いて、仮想光源を当てることにより明暗情報が得られる。明暗情報から元画像の輝度値を変更し、これを出力画像とする。

高さ情報を時刻に従って単振動させる事により、明暗情報も更新される。その結果、時系列画像が出力されてアニメーションが生成される。

2.2 高さ情報の構築と時間変化

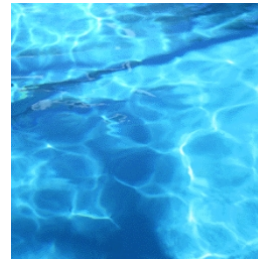
画像の各画素における擬似的な高さを 0~255 の値で表現し、これを高さ情報として時刻 t を用いて $h(t)$ と表す。値が小さいほど低く、値が大きいほど高い事を意味する。

まず初期の高さを構築する。使用する画像は写真一枚のみであるため正確な高さは分らないが、画像の形状を踏まえたものが望ましい。そこで時刻 $t=0$ の高さ $h(0)$ には元画像の輝度値を利用する。これは必ずしも高さを表すものではないが、画像の形状を表現しているものである。元画像と初期の高さの例を図1(a), (b)に示す。

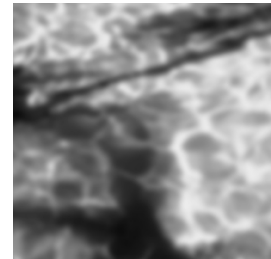
次に高さを時刻 t 毎に変化させる。高さは単振動に従うものと設定し、次式によって表される。

$$h_{ij}(t) = A \sin(\omega t + \alpha_{ij}) + C \quad (1)$$

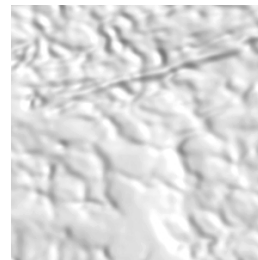
ここで、 $h_{ij}(t)$ は時刻 t における座標 (i, j) の高さ、



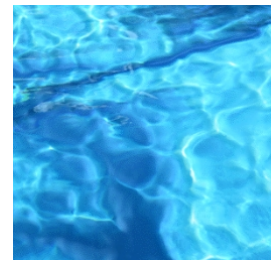
(a) 元画像



(b) 初期の高さ情報



(c) 明暗情報



(d) 出力画像

図1: 処理例

α_{ij} は座標 (i, j) の初期位相、 A は振幅、 C は振動の中心、 ω は周波数をそれぞれ表している。 ω は周期、つまりアニメーションのコマ数を調節する値でありユーザが指定する。

2.3 初期位相の決定

各画素の初期位相である α_{ij} を決定する。

時刻 $t=0$ において式(1)は

$$h_{ij}(0) = A \sin(\alpha_{ij}) + C \quad (2)$$

となり、この式より α_{ij} は

$$\alpha_{ij} = \arcsin\left(\frac{h_{ij}(0) - C}{A}\right) \quad (3)$$

として求められる。 $h_{ij}(0)$ は、2.2で求められた高さの初期値である。しかし、式(3)からだけでは α_{ij} は一意に求める事ができず、二通り考えられる。次時刻には高さの値が増加する $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha_{ij} < \frac{\pi}{2}$ と、次時刻には高さの値が減少する $-\pi \leq \alpha_{ij} \leq -\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2} < \alpha_{ij} < \pi$ である。

そこで、方向性を示すベクトル \mathbf{D} を設定した。 \mathbf{D} はユーザが指定するベクトルであり、式(1)で表される単振動、つまり正弦波の進む方向を示すものである。 \mathbf{D} と、 $h(0)$ から求められる各画素の勾配ベクトル \mathbf{G} の内積の正負を用いて α_{ij} を決定する。

$$\mathbf{D} \cdot \mathbf{G} = |\mathbf{D}| |\mathbf{G}| \cos(\theta) \quad (4)$$

†北海道大学大学院情報科学研究科

θ は \mathbf{D} と \mathbf{G} のなす角である. (4) の値が正となる時, つまり方向と勾配の向きが一致する場合は $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha_{ij} < \frac{\pi}{2}$ とし, 負となる時, つまり方向と勾配の向きが逆となる場合は $-\pi \leq \alpha_{ij} < -\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2} < \alpha_{ij} < \pi$ とした. これにより, 画像全体が \mathbf{D} に従った方向性を持つ動きが表現可能となる.

なお, \mathbf{D} を零ベクトルとした場合は画像に方向性が無いものとし, 全画素の初期位相は $-\frac{\pi}{2} \leq \alpha_{ij} < \frac{\pi}{2}$ の値をとる.

高さ情報の時間変化による動きの例を示す. 図2は \mathbf{D} を画像 y 軸の正方向を指すベクトルとして設定した時の, 高さ情報の y 軸方向のある一列を取り出したグラフである. 縦軸が高さを表し横軸は y 座標を表す. 図2(a)の初期状態から半周期分の時刻が経過したグラフが図2(b)であり, 時間と共に高さが推移していく様子が確認できる.

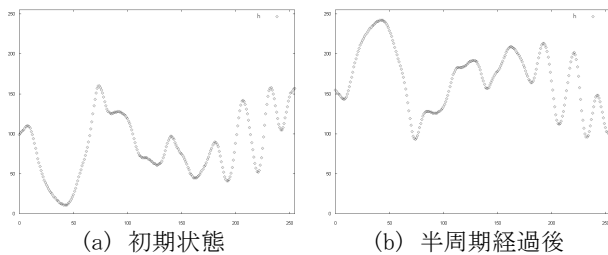


図2: 高さ情報の推移の例

2.4 明暗情報の作成と付加

バンプマッピングの手法を用いて明暗情報を作成する.

具体的には, 式(1)により求められる高さ $h(t)$ より各画素の x 方向と y 方向の高低差を表すベクトルを求め, その外積を法線とする. 求めた法線と仮想光源からの光線によって各画素の明暗の情報が得られ, これを時刻 t における明暗の情報とした.

明暗情報に基づいて元画像の輝度値を増加・減少させて変更し, 出力画像として作成する. 図1(c), (d)は明暗情報と出力画像の例である.

この処理を時刻 t を変化させるごとに行い, 時系列画像を生成する.

3. 実験結果

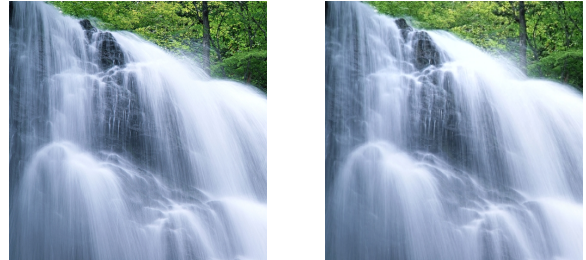
元画像に対して時刻 t に従う明暗情報を付加した新たな画像を出力し, 水面のゆらぎを表現したアニメーションを生成した. 本研究では式(1)において, 振幅は $A=127.5$, 振動の中心は $C=127.5$ と設定した. これは, 全画素が $0 \sim 255$ の範囲の高さを振動することを意味する.

方向を示すベクトル \mathbf{D} を変更すると, 異なる動きが確認された. しかし図1(a)のように, 元々方向性を持たない画像に対して \mathbf{D} を変更してもあまり有用ではない.

そこで, 滝や炎などの流れや動きに方向性を持つ画像に対して, 動きに沿ったベクトル \mathbf{D} を設定しアニメーションを生成した. 図3に滝の例を示す. 図3(a)の初期画像から半周期分の時間が経過して得られた画像が図3(b)である. 画像を並べて見比べても違いは分かり難いが, 時刻毎に画像を切り替えたアニメーションとして表示させると, \mathbf{D} の設定により滝の流れるような動きが確認され

た.

上記のようにして複数の画像に対して実験を行い, 水面や炎が揺らぐ様子や滝が流れる様子などが表現されている事を確認した. また, 初期位相を決定する際に動きの方向を示すベクトル \mathbf{D} を設置し, \mathbf{D} を変更することで異なる動きが得られる事も確認した. 特に炎や滝などといった動きに方向性がある画像については流れに沿った \mathbf{D} を設定すると効果的であった.



(a) 初期画像

(b) 半周期経過後の画像

図3: 滝の例

4. まとめ

一枚の写真画像から構築した擬似的な高さ情報に対してバンプマッピングの手法により仮想光源から明暗情報を作成し, これを元の写真画像に付加して出力画像を生成, 時刻毎に高さを更新する事により時系列画像を出力し, アニメーションを生成する手法を提案した.

水面や滝, 炎などの画像に対して実験を行い, アニメーションが生成された事を確認した. 特に滝などの流れを持つ画像では方向ベクトル \mathbf{D} の効果が確認できた.

参考文献

- [1] Youichi Horry, Ken-Ichi Anjyo, Kiyoshi Arai, "Tour into the picture: using a spidery mesh interface to make animation from a single image", Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.225-232, 1997.
- [2] Mikio Shinya, Masakatsu Aoki, Ken Tsutsuguchi, Naoya Kotani, "Dynamic texture: physically based 2D animation", ACM SIGGRAPH 99 Conference abstracts and applications, p.239, 1999.
- [3] Yung-Yu Chuang, Dan B Goldman, Ke Colin Zheng, Brian Curless, David H. Salesin, Richard Szeliski, "Animating pictures with stochastic motion textures", ACM Transactions on Graphics, v.24 n.3, 2005.
- [4] James F. Blinn, "Simulation of wrinkled surfaces", Proceedings of the 5th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, pp.286-292, 1978.