

人工生命による画像劣化プロセス解析

6K-3

神谷一隆 根尾秀一 趙玲 伊與田光宏
千葉工業大学

1. はじめに

近年人工生命の研究が盛んになりつつある。しかしその手法や目的が確立されているわけではない。人工生命研究の工学的な基本的なアプローチは、自然生命系の特徴を持つ人工システムを構築することにより、情報パターンの抽出を目的としていることにある。本研究においては、情報パターンの抽出という点に着目し、人工生命を画像工学分野へ応用することにより、実用可能なシステムの可能性を見出すことにある。

2. 劣化画像と人工生命

本稿においては、人工生命の持つ進化・適応性に着目し、画像の劣化プロセスを解析する。雑音パラメータの推定に人工生命を用いて、画像上に対象モデルとなる劣化現象へと近似させることでモデル化する。このモデル化においては、将来的に復元への応用も考慮に入れて行うことを前提にしている。

対象モデルは、デジタル画像を劣化させる通過フィルタを施す画像に着目した。これらは復元画像生成において、画像情報の変化を劣化モデルより予測し、復元率の向上を目指すことを最終目的としたためである。カメラなどのイメージングシステムでは観測できない情報などによる劣化画像を復元するためには、先験的な知識を用いなければ不可能である。このようなことから、先験的な知識を持たない劣化画像に対して、画素を一つの生命単位として扱い、環境モデルによる各種パラメータの設定を用いて、画素単位で画像に着目する。本稿では、これらを具体的なモデルで作成することにより、人工生命による劣化現象のプロセス解析法を提案する。

3. 劣化現象のモデル化

3.1. 対象画像

提案する劣化モデルを図1に示す。今回デジタル画像を扱う上で、2値画像に着目した。これは、生命モデルを構築することを考えた場合、画素データの取り扱いが容易であることや、2値画像処理の基本であるエッジ強調などへの応用を考慮したからである。劣化フィルタ

による画像処理においては、画像全体を様々に劣化させるものとした。ここで得られた画像を基本モデルとし、原画像に人工的な環境を想定し、劣化モデルを作成する。

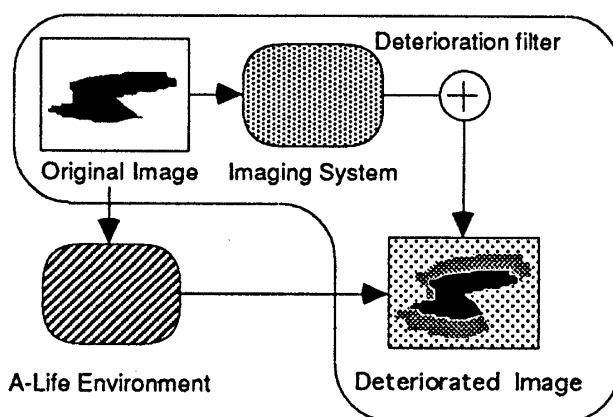


図1. 提案劣化モデル

3.2. 遺伝情報

画像を個体の2次元移動平面フィールドとして定義する。個体群は、平面フィールドで与えられた環境に置かれ、行動遺伝情報、自己遺伝情報で保守している。各個体は、寿命が続く限り行動遺伝情報に基づく行動をすることになる。

自己遺伝において、各個体のエネルギー値は、行動遺伝情報に関係するものであるが、同時に他の個体の餌となった場合の取得エネルギー値となる。表1に自己遺伝情報と行動遺伝情報を示す。

表1. 自己遺伝情報と行動遺伝情報

自己遺伝情報
1. 周囲の環境に適した判断能力
2. 距離関数 (他の個体への影響)
3. 移動能力
4. エネルギー情報
行動遺伝情報
1. 自己複製
2. 交差条件
3. 自己認識 (生存条件)
4. エネルギー値

Analysis of deteriorated image process by Artificial Life

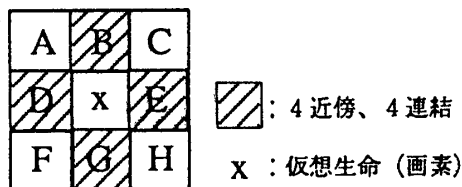
Kazutaka KAMIYA, Syuichi NEO, Chou LEI,

Mitsuhiro IYODA

Chiba Institute of Technology

3. 3. 劣化モデル環境

人工生命環境における仮想生物の定義として、画素一つを単体生物と見なし、生命活動範囲を周囲3×3の領域とする。本モデルにおいては、画像上に存在する個体周囲の画像パターンを図2のようなパターン別に分類する。本来3×3マトリクスパターンの変化の数は、 2^8 通り存在するが、個体の行動基本パターンの初期的な行動要素及び自律的な進化による行動パターンの進化を学習させるために、6種類に限定した。中心画素の4近傍に注目し、4連結で接続されている画素のうち2つのビット変化を基本環境パターンとした。図2における#はdon't care (0でも1でもかまわない。)として表現することにする。人工生命環境の対象とする劣化画像との比較を行い、環境変化を起こすことによって、その対象モデルへ近づけていく。環境パターンを一代ごと学習させ、次世代へのパラメータとすることにより、最適な人工生命環境モデルを構築する。



{#, 1, #, 0, 1, #, 0, #}
 {#, 1, #, 0, 0, #, 1, #}
 {#, 1, #, 1, 0, #, 0, #}
 {#, 0, #, 0, 1, #, 1, #}
 {#, 0, #, 1, 1, #, 0, #}
 {#, 0, #, 1, 0, #, 1, #}

図2. 画像パターン

4. モデルのアルゴリズム

上述のモデルを用いて以下のようなアルゴリズムを考案した。

1) 初期生物の発生

$M \times N$ の画像に対してランダムな位置に、個体数 X だけ発生させる。

$$X \leq \frac{M \times N}{9} \quad \text{個体数}$$

2) 劣化画像と劣化環境モデルとの比較

発生させた個体と劣化画像との位置関係を調査。個体の周りのデータを環境パターンと照合し、周りの画素との差を求め、適応度の測定をする。

3) 適応度に応じた個体の淘汰、自己遺伝

淘汰: 個体数全体の中で、適応度の低い方から Y 割

を強制的に淘汰させる。

自己遺伝: 残りを自己遺伝によって残す。

4) 交差, 突然変異

交差方法: 画素の遺伝情報部と自己遺伝情報を n 点交差させる。

突然変異: 残っている個体の中で適応度の低い方から Z 割を一定の確率で突然変異させる。

5) 2) に戻る。

2) ~ 5) までも1ステップとして m ステップを一代とする。一代ごとの環境パターンの統計をとり、最も有効なパターンの抽出を行う。

5. シミュレーション

現在上記のアルゴリズムに従い、データを採取している。シミュレーションデータは以下のように設定した。

対象画像: 160×120

初期個体数: 500

交差条件確率: 0.1

突然変異確率: 0.001

餌獲得確率: 0.1

これは、以前ランダムノイズの発生過程を調査したときに最も有効なパラメータであったため、今回の画像調査においても、このデータを使用した。

6. おわりに

本稿では、劣化環境モデルと劣化画像の画素情報を対比させ、その劣化過程を調査し、劣化画像のプロセス解析法としての人工生命理論の可能性を検討した。以前同理論により調査した、ランダムノイズの劣化画像プロセスにおいて、ノイズなのか原画像の画素情報なのかの判定が困難であるということがシミュレーションにより実証された。この点を考慮に入れ、本稿でのシミュレーションにおいては、環境パターンを細かく設定し、劣化画像との画素パターンを照らし合わせることによる劣化画像プロセス解析法を提案した。今後、これらの進化パターンのプロセスを画像復元へと応用することを論じたいと考えている。

参考文献

- 1) 鈴木恵二, 嘉数脩昇: オブジェクト指向型人工生命への自律的展開性の導入, 情報処理学会第47回全国大会, 2-251, 1993.
- 2) 伊庭齊志: 人工生命と虫型探索, 電子情報通信学会誌, Vol.77, No.2, pp.143-149, 1994.
- 3) 安居院猛, 長尾智晴: 画像の処理と認識, 昭晃堂, 1992
- 4) 斎藤恒雄: 画像処理アルゴリズム, 近代科学社, 1993