

Title	食い違い度理論に基づいたデジタルハーフトーニング における点配置問題に関する研究
Author(s)	大島, 穰
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/1784">http://hdl.handle.net/10119/1784</a>
Rights	
Description	Supervisor:浅野 哲夫, 情報科学研究科, 修士

# 食い違い度理論に基づいたデジタルハーフトーニング における点配置問題に関する研究

大島 穰 (210011)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2004年2月13日

キーワード: 点配置問題, 食い違い度理論, デジタルハーフトーニング, ランダム丸め, スペースフィリング曲線.

本研究は, デジタルハーフトーニング技術を点配置問題の一つである食い違い度理論に基づいて調査することを目的とする. また, この理論に基づいた新しいデジタルハーフトーニング手法を開発し, 既存手法との比較を行う.

近年, デジタルカメラの普及が急速に広がっていると同時にデジタルカメラ自体の高性能化も著しく, 高画質のデジタル画像を扱う機会が増えてきている. そのため, デジタル画像の質をなるべく劣化することなくプリント出力させるような, インクジェットプリンタなどの高画質化も重要な問題である.

現在のインクジェットプリンタの高画質化は, 機械的により細かく点を置くことにより高い解像度で表現できる, といったハード面での飛躍的な向上が大きい. インクジェットプリンタの出力はプリント用紙にインクの点を置く方法である. つまり, 各色のインクをその点に置くか置かないかの組み合わせによって表現することになる. そのため, インクジェットプリンタにはインクの数に限られているためにフルカラーでプリントすることができない. このときに問題になるのは, 入力となる連続階調の画像にできるだけ類似した違和感の感じることのない2値の画像をいかにプリントするか, といったようなソフトウェア的な問題である. この問題は連続階調の画像を2値の画像に変換する問題として捉えることができる. また, 連続階調で表現された入力画像にできるだけ類似している2値で表現された画像を出力させる手法をデジタルハーフトーニングという. デジタルハーフトーニングには現在までに単純2値化法やオーダーディザ法, エラーディフュージョン法といった代表的なアルゴリズムがある. これらのアルゴリズムにはそれぞれに長所・短所があるが, どのアルゴリズムにおいても出力画像に特有の模様が現れてしまうといった欠点を持つ. 特に, 明るさが一定の領域で特有の模様が目立って現れている.

本研究では, デジタルハーフトーニングを計算機幾何学の分野の一つである点配置問題(単位正方形内に一定量の点を一様に分布させる問題)に置き換え, 良い点配置を求めるアルゴリズムを考案し, そのアルゴリズムをデジタルハーフトーニングに応用する.

これまでのデジタルハーフトーニング手法のほとんどで見ることができる特有の模様が表れる問題を解決するには、計算機幾何学の分野で研究されてきた食い違い度理論 (*discrepancy theory*) が非常に有用である。B. Doerr らはランダム丸めに基づいたアルゴリズムを開発し、そのアルゴリズムを食い違い度理論に基づいて解析した。B. Doerr らのアルゴリズムは、各々の処理において、処理領域内の誤差値を常にある一定値以下に保ちながら、その領域内の画素を確率的に丸める手法である。しかし、B. Doerr らの手法は各々の処理を施す度に食い違い度が蓄積されるため、入力画像のサイズに比例して全体の食い違い度が大きくなってしまふ。また、処理を施す際に、ある一つの画像が影響を与えている領域は大きくても  $2 \times 2$  画素と小さいため、出力画像に多くの粒状の点が表れる。そこで、本研究では以下の2つの点を考慮して B. Doerr らのアルゴリズムを改良した。

1 つめは、既に処理済みである画素全体の誤差を次に処理を施す領域に伝播することである。各々の処理の際に処理済の画素全体の誤差を伝播しているため、全体の食い違い度を常に小さくすることができると考えられる。

2 つめは、ある一定方向のみの走査ではなくランダムに方向を変えながら処理を行なうことである。ラスタ順やスネーク順などの走査順で処理を行うと、一定方向の誤差伝播により、ある特有の模様が現れてしまふ。ランダムな走査順序の生成法についてはスペースフィリング曲線を用いる。代表的なスペースフィリング曲線にはヒルベルト曲線やペアノ曲線、シェルピンスキー曲線などがあるが、特有の模様が現れないようにするためには、ランダムに走査する規則性のないスペースフィリング曲線が有効であると考えられる。そこで、スネーク順などの基本的な走査順から少しずつランダムに変形させる方法とランダムに作成した全域木を利用した方法の2つの視点からアプローチする。

以上の点を基に設計したいくつかのアルゴリズムを実装し、見た目などの評価や既存の手法に対する比較を行った。見た目からの評価では、既存のアルゴリズムで見られた特有の模様が現れない出力画像が得られた。しかし、既存のアルゴリズムであるエラーディフュージョン法より出力画像が荒く画質が劣っている。これは、一度に処理を行う領域が小さいためであり、その領域を大きくすることで画質が向上すると考えられる。

食い違い度理論からの評価については、誤差を伝播していることや走査順序がランダムであることから、評価の解析が困難である。これについては今後の大きな課題の1つとして挙げられる。