

Title	定数作業領域だけを用いたアルゴリズムに関する研究
Author(s)	田中, 宏
Citation	
Issue Date	2009-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/8110">http://hdl.handle.net/10119/8110</a>
Rights	
Description	Supervisor:浅野 哲夫 教授, 情報科学研究科, 修士

# 定数作業領域だけを用いたアルゴリズムに関する研究

田中 宏 (0710044)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2009年2月5日

キーワード: アルゴリズム, 小作業領域アルゴリズム, 2値画像, 連結成分ラベル付け, ユークリッド距離変換.

情報の記憶はコンピュータにとって欠かせない機能である。情報の記憶が行われる記憶装置にはいくつか種類があり、速度や容量、価格帯などが異なる。そのため、汎用的なシステムでは記憶装置を階層構造にすることが多い。階層構造により記憶装置の特徴を上手く使い分ける事で、素早い処理の実行と、大きなデータの取り扱いという、二つの機能の実現を可能にしている。しかし、すべてのコンピュータがそのような環境を利用できる訳ではない。組込みシステムと呼ばれる機器では、多くの場合、上記のような環境は整っていない。したがって、組込みシステム上のソフトウェアである組込みソフトでは、一般的なソフトウェアと異なり、ローカルメモリ内での処理することを強いられる。例えば、スキャナやデジタルカメラでは、いくつかの画像処理アルゴリズムをハードウェア上で行わなければならない。多くの場合、ソフトウェアから利用できる総作業領域は厳しく制限されている。一方で、取り扱うデータ量はハードウェアの性能向上に伴い、どんどん増加している。最新のスキャナでは、読み取り精度に対してメモリ容量が不足している。そのため、高解像度で読み取る時には、読み取れる領域を制限する事で画像の容量をメモリ容量以下に抑えている。さらに補正や加工などの画像処理を行う場合、その作業の為にさより多くのメモリが必要になり、画像の為に使える領域が減ってしまう。

扱うべきデータが巨大である場合には、メモリを効率良く使う事がなおさら重要になってくる。そのため、メモリ効率の良いアルゴリズム、特に入力サイズに依存しない定数作業領域で実現出来るアルゴリズムが求められる。定数作業領域で実現出来るアルゴリズムが増えれば、必要となるメモリは最小限で済み、同じメモリサイズでより大きなデータを扱えるようになったり、ハードウェア上でより多くの処理を行えるようになる。メモリ効率の良いアルゴリズムは記憶装置が階層構造である汎用的なシステムにとっても、低速な記憶装置が不要になるかもしれないという利点がある。

本研究は、定数作業領域で実現できるメモリ効率の良いアルゴリズムの開発が目的である。特に、ハードウェア上でよく行われる処理を対象にしたアルゴリズムを開発することで、限られた資源であるメモリをより有効に使うことができる。

それらの処理の一つが連結成分ラベル付け問題である。0 と 1 からなる 2 値画像が与えられたとき、繋がった 1 のピクセル部分を連結成分とみなし、連結成分毎のラベルを決め、連結成分に属する各ピクセルにラベルを付ける問題である。画像処理を行う上で、基本となる操作である。現在利用されているアルゴリズムに、FILL アルゴリズムや Rosenfeld-Pfaltz のアルゴリズムがある。FILL アルゴリズムは、連結成分内でスタックを用いてラベルを伝播させていく方法で実現する。Rosenfeld-Pfaltz のアルゴリズムは集合ユニオンファインド木を用いた方法である。どちらのアルゴリズムも入力サイズに対する線形時間で実現出来るが、作業領域も入力サイズに比例した領域が必要となる。

別の問題に、ユークリッド距離変換問題がある。この問題も 0 と 1 からなる 2 値画像に対する処理であり、各 1 のピクセルに対して、直線距離で最も近い 0 のピクセルまでの距離を求める問題である。この問題では、線形時間で実現出来るアルゴリズムが二つ知られている。1995 年に Kirkpatrick らが提案したアルゴリズムではボロノイ図の考え方を用いる。また、1996 年に Hirata らが提案したアルゴリズムでは、ユークリッド距離の計算を放物線の下側包絡線を求める問題に還元している。これらのアルゴリズムは入力サイズに比例した線形時間で解くことができるが、入力サイズに依存した作業領域が必要となる。

本稿では、入力画像のサイズを  $n \times n$  として、連結成分ラベル付け問題、及び、ユークリッド距離変換問題に対して、作業領域の点で優れたアルゴリズムを提案する。既存のアルゴリズムはどちらの問題でも入力サイズに依存した  $O(n^2)$  作業領域を必要とする。提案アルゴリズムでは、 $O(1)$  作業領域、つまり、入力サイズに依存しない定数作業領域のアルゴリズムを実現する。時間さえかければ定数作業領域で解くことは難しくない。しかし、どちらの問題も単純な方法では  $O(n^4)$  時間必要となり、時間のコストが大きい。よって、計算時間に関しても、既存のアルゴリズムと同等かそれ以上のものを目指す。

連結成分ラベル付け問題の提案アルゴリズムは、0 のピクセルと 1 のピクセルとの境界に着目し、境界を辿りながら目印を付け、効率的にラベルを付ける方法を用いる。

ユークリッド距離変換問題の提案アルゴリズムは、Hirata らのアルゴリズムを基にしている。必要となる情報を出力行列中に一時的に埋め込む方法を用いる。