

# 三次元2値画像におけるラベル付け処理の高速アルゴリズム

中山 尚規<sup>†</sup> 何 立風<sup>†</sup> 巢 宇燕<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>愛知県立大学 <sup>‡</sup>名古屋産業大学

## 1 はじめに

パターン認識やコンピュータビジョンにおいて、2値中の独立な対象物（連結成分）に別々のラベルを付けるラベル付けは、対象物の形状やサイズ（面積や体積）などの特徴を知るために欠くことのできない最も基本的かつ重要な処理の一つである[1]。ラベル付けは、エッジ検出やノイズ平滑化などの他の基本的画像処理技術手法と比べて演算時間が長い。また、コンピュータ技術及び発展により、三次元画像は医療分野をはじめ、様々な分野に応用が広がっている。三次元画像のラベル付けの高速化は必要不可欠であると考えられる。

## 2 先行研究

何らは図1のマスクを用い、各画素の隣接画素数順にチェックするアルゴリズムを提案した[1]。 $v_9 \rightarrow v_3, v_6 \dots, v_{13}$ の順にマスク中の画素をチェックし、マスク中に存在するラベルを統合する。

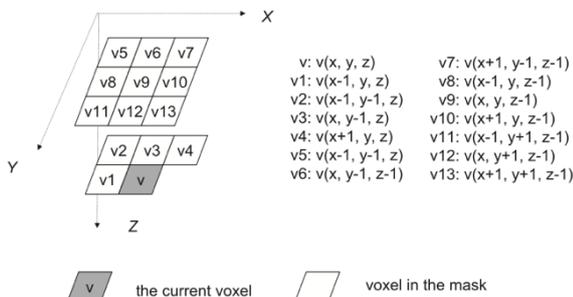


図1 三次元2値画像における26連結マスク

## 3 提案手法

図2のような $v$ と $u$ が重なるマスクを用い、 $v$ の処理を行なった後 $v$ の処理で判明した情報を用いて $u$ の処理を行う。この方法を用いることで都度 $v_9 \rightarrow v_3, v_6 \dots, v_{13}$ のチェックをしていたが、最大6回最小0回平均2.33回のチェックでラベル付けを行うことができる。

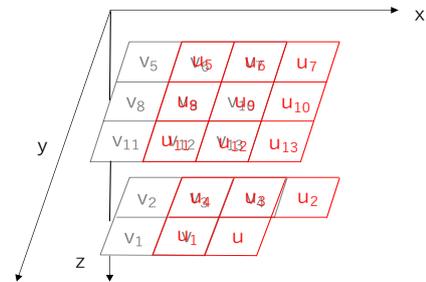


図2 提案マスク

例えば、 $v$ が注目対象物画素である時、最も隣接画素数が多い $v_9$ をチェックし対象物画素であれば $v$ に $v_9$ の暫定ラベルを付与する。 $x$ 軸方向に1マス進め $u$ が注目対象物画素である場合、 $u_1, u_8$ と隣接していない画素 $u_4, u_7, u_{10}, u_{13}$ が存在する。最も隣接画素数が多い $u_{10}$ から対象物画素であるか背景画素であるかをチェックする必要がある。 $u_{10}$ が対象物画素かつ $u_3, u_6, u_9, u_{12}$ がすべて背景画素である場合 $u$ を介して初めてラベルの統合を行う必要があるため、 $u_{10}$ と $u_1$ のラベルを統合する( $u_3, u_6, u_9, u_{12}$ のいずれかが対象物画素である場合、連結性の解決が必要な場合は既にラベルの統合が完了している)。そうでない場合、次に隣接数の多い $u_4, u_7$ のチェックをする。この場合隣接数が同じであるためどちらからチェックしても良い。本論文では $u_4$ から行う。 $u_4$ が対象物画素かつ $u_6, u_9$ が背景画素である場合 $u_4$ と $u_1$ のラベルを統合する。また、 $u_{13}$ が隣接していないため、 $u_{13}$ もチェックする必要がある。対象物画素であればラベルを統合する。 $u_4$ が背景画素である場合、 $u_7$ をチェックし、最終的に $u_{13}$ をチェックし終了となる。次に $v_9 \rightarrow v_3, v_6$ をチェックし背景画素である場合を考える。 $v_1$ が対象物画素の時 $v$ に $v_1$ の暫定ラベルを付与し、隣接していない $v_4, v_7, v_{10}, v_{13}$ をチェックする。今回も同様に隣接画素数の多い順にチェックするため $v_{10}$ から行う。 $v_{10}$ が対象物画素で $v_{12}$ が背景画素である場合 $v_1$ と $v_{10}$ のラベルを統合する。注目画素を $x$ 軸方向に1つ進め $u$ が注目対象物画素である場合図3のようになる。 $u_9$ が対象物画素であることは分かっているため $u$ に $u_1$ の暫定ラベルを付与するだけでチェックをすることなく終了できる。

A Fast Labeling Algorithm for Three-Dimensional Binary Images  
<sup>†</sup> Naoki NAKAYAMA, Graduate School of Information Science, Aichi Prefectural University  
<sup>†</sup> Lifeng HE, Faculty of Information Science, Aichi Prefectural University  
<sup>‡</sup> Yuyan CHAO, Faculty of Modern Business, Nagoya Sangyo University

これは  $u_3, u_6, u_9, u_{12}$  ( $v_4, v_7, v_{10}, v_{13}$ ) の画素が重要であり、 $v_{10}, v_4$ かつ  $v_{13}, v_7$ かつ  $v_{13}$ が対象物画素であればマスク内のすべての画素と隣接しているため、 $u$  に暫定ラベルを付与するだけでラベルの統合のための画素チェックを行う必要がない。

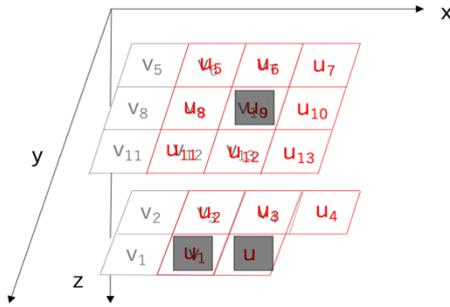


図3  $v_{10}$  が対象物画素の状態

### 4 評価実験

$64 \times 64 \times 64$ ,  $163 \times 163 \times 163$ ,  $204 \times 204 \times 204$ ,  $232 \times 232 \times 232$ ,  $256 \times 256 \times 256$  の五つのサイズのノイズ画像を用いて評価実験を行なった。各サイズの画像を 1000 階調までの白色雑音を加え、しきい値を 0 から 1000 まで 25 ごとに変化させ 2 値化させた。従来手法と提案手法の最大及び平均実行時間を表 1, 2 に示す。

表 1 最大実行時間 (ms)

	$64^3$	$163^3$	$204^3$	$232^3$	$256^3$
従来手法	5	295	402	380	566
提案手法	20	104	193	264	305

表 2 平均実行時間 (ms)

	$64^3$	$163^3$	$204^3$	$232^3$	$256^3$
従来手法	2.1	51.4	99.5	136.1	167.0
提案手法	3.3	40.0	73.7	124.0	165.9

図 4 のような  $129 \times 129 \times 129$  の人工 3D 画像 5 種類に従来手法と提案手法を適用した。結果を表 3 に示す。

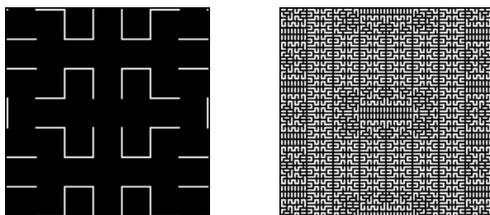


図 4 人工 3D 画像

表 3 人工 3D 画像の実行時間 (ms)

	1	2	3	4	5
従来手法	8	14	14	18	23
提案手法	7	7	6	8	9

### 5 考察

$64 \times 64 \times 64$  以外のサイズの三次元画像において最大・平均実行時間共に従来手法より速くラベル付けを行うことができた。最大実行時間においては  $v$  と  $u$  のマスクを用い連続した対象物画素にアプローチしているため、より長い時間を要すると考えられる対象物画素が多い三次元画像に有効になっていると考えられる。平均実行時間もそれに応じて各画像サイズにおいて高速になっていることが分かる。唯一、従来手法より遅かった  $64 \times 64 \times 64$  のサイズでは、本来全サイズで従来手法を上回る計算だが、従来手法の時点で既に高速であり、提案手法でアルゴリズムをより複雑にしたため余計に時間がかかってしまったと考えられる。人工 3D 画像においても提案手法がより高速にラベル付けができた。対象物画素が多くより複雑な三次元画像において従来手法との実行時間の差が大きく出ている。

### 5 おわりに

本論文では「三次元 2 値画像における高速ラベル付けアルゴリズム」を拡張させ、一つ前の注目対象物画素のラベル付け時に判明した情報を用いてラベル付けを行うアルゴリズムを提案した。評価実験により五つのサイズのノイズ画像を用いて従来手法と提案手法での最大・平均実行時間を比較し、提案手法が有用であることを示した。しかし、提案手法の方が遅い場合も存在するため、処理手順の効率の検証、より効率的なアルゴリズムの提案などが課題となる。

### 謝辞

本研究は、日東学術振興財団の助成を受けたものである。

### 参考文献

[1] [1]鳥脇純一郎, 画像理解のためのデジタル画像処理 pp. 45-47, 昭晃堂, 東京, 1988.  
 [2] 何立風, 巢宇燕, 鈴木賢治, 中村剛士, 伊藤英則, 三次元 2 値画像における高速ラベル付けアルゴリズム, 電子情報通信学会論文誌 D Vol. J92-D No. 12 pp. 2261, 2009. 12. 01