

適応的探索法を用いたスケールスペース法による領域分割  
-探索アルゴリズムの併用-

Image Segmentation by Scale Space Method using Adaptive Search Method

-Combination of the Search Algorithm-

千葉 淳平<sup>†</sup>      広永 美喜也      西村 卓也  
Junpei CHIBA<sup>†</sup>      Mikiya HIRONAGA      Takuya NISIMURA  
近畿大学  
Kinki University

**Abstract** To reduce the undesirable image segmentation, a search range is applied for a scale tree production. We introduced a new search function to restrict the search range for the next node to build the tree. It is confirmed that our method obtains the better segmentation result than before.

### 1. はじめに

画像の解析を行う前処理として画像の領域を分割する研究が行われている。本研究ではスケールスペース法を用いた領域分割を提案し分割の自動化を目指す。新たな手法を提案して既存手法と領域分割の結果の比較検討を行った。

### 2. スケールスペース法による領域分割法

Fifshitz[1]らによるスケールスペース法による領域分割では、まずガウシアンフィルタの分散 $\sigma$ を変えながら複数のぼかした画像を生成し極点の位置の変化を調べて経路を連結する事により元の画像の構造木を作成する。この構造木からある分岐に属する点列を1つの領域とすることで分割する。

### 3. 探索手法

構造木を生成する際に誤った連結を防ぐために連結候補点の探索に制限を設ける。

#### 3-1 既存手法

##### 3-1-1 正円方式(Circle)

最も基本的な Circle では結合探索領域は半径  $R$ 、着目点  $c(x_c, y_c)$  を中心とする正円である。Circle は円形に近い領域で構成された画像では問題なく領域分割が可能である。しかし扁平な構造を含む複雑な画像では同じ輝度の別領域を同じ領域として分割することがある。

##### 3-1-2 適応的連続法 (AO8 $\gamma$ : Adaptive Oval 8 $\gamma$ )

AO8 $\gamma$  は探索領域である楕円を画像の特徴に合わせて連続的に変化させる。周辺 8 画素に方向微分マスクをかけて 8 方向で輝度勾配が平らな方向を探し、その方向に探索領域の楕円を傾ける。結合探索領域は半径  $R$ 、着目点  $c(x_c, y_c)$  とする楕円である。

$$R = \sqrt{\left(\frac{x_c - x_a}{a}\right)^2 + \left(\frac{y_c - y_a}{b}\right)^2} \quad (1)$$

ただし、 $a$ 、 $b$  は Eq.(2)、Eq(3)により決定する。

$$a = 2 - \left(\frac{n}{255}\right)^{1.0/\gamma} \quad (2)$$

$$b = 2 - \left(\frac{o}{255}\right)^{1.0/\gamma} \quad (3)$$

$a$ 、 $b$  は隣接する画素の輝度差によって探索関数により連続的に変化させる。

##### 3-1-3 AO8 $\gamma$ \_C (Adaptive Oval 8 $\gamma$ Circle)

AO8 $\gamma$  は探索範囲を 8 方向いずれかへ常に伸ばすため連結点が伸ばした方向に無い場合間違えて連結することがある。そこで AO8 $\gamma$ \_C では周辺 8 方向の輝度勾配の最大(MAX)と最小(MIN)とを比較して  $MAX - MIN \leq \text{Threshold}$  だと Circle で、それ以外は AO8 $\gamma$  で探索を行う。

##### 3-1-4 AO8 $\gamma$ LP (Adaptive Oval 8 $\gamma$ Leap)

輝度勾配が小さいときは楕円を伸ばさないほうが正解率が高くなる。よって AO8 $\gamma$ LP では着目点と隣接する画素の輝度差が小さい場合は楕円を伸ばさずに探索を行い輝度差が一定の値(LP)以上になるとその LP 分だけ探索関数をずらして AO8 $\gamma$  で探索を行う。

##### 3-1-5 AO8 $\gamma$ CLG (Adaptive Oval 8 $\gamma$ Ceiling)

隣接輝度差は最大で 255 までであるが実際の平滑化された画像はそこまで輝度差が発生する可能性は低い。そこで AO8 $\gamma$ CLG では探索関数の値を CLG 倍することで隣接輝度差が 255 以下である場合でも楕円の直径が最大である 1 として探索を行う。

### 3-1-6 AO8 $\gamma$ LP\_C (Adaptive Oval 8 $\gamma$ Leap Circle)

AO8 $\gamma$ LP では隣接輝度差が LP 以下だと探索領域を伸ばさずに探索を行う。これは正円である Circle に比べ精度が低下する。そこで AO8 $\gamma$ LP\_C では周辺 8 方向の輝度勾配の最大(MAX)と最小(MIN)とを比較して  $MAX-MIN \leq Threshold$  だと Circle で、それ以外は AO8 $\gamma$ LP で探索を行う。

### 3-2 提案手法

#### 3-2-1 AO8 $\gamma$ CLG\_C

##### (Adaptive Oval 8 $\gamma$ Ceiling Circle)

AO8 $\gamma$ CLG は探索関数を CLG 倍して探索を行う。周辺 8 方向の輝度勾配の最大(MAX)と最小(MIN)とを比較して  $MAX-MIN \leq Threshold$  だと Circle で、それ以外は AO8 $\gamma$ LP で探索を行う。

#### 3-2-2 AO8SP (Adaptive Oval 8 snap)

既存手法で使用する探索関数を検討した結果、8 方向の輝度勾配がある値となるまでとそれ以降で傾きの異なる特徴を示す探索関数を用いると高い正解率が得られることが分かった。そこで AO8SP ではこれらの特徴を持つ探索関数を使用して探索領域である楕円を連続的に変化させて探索を行う。

#### 3-2-3 AO8SP\_C

##### (Adaptive Oval 8 snap Circle)

周辺 8 方向の輝度勾配の最大と最小の差により Circle と AO8SP とを切り替える事で精度の向上を目指す。周辺 8 方向の輝度勾配の最大(MAX)と最小(MIN)とを比較して  $MAX-MIN \leq Threshold$  だと Circle で、それ以外は AO8SP で探索を行う。

### 4. 探索関数

既存手法で使用する探索関数の例を Fig.1、提案手法で使用する探索関数の例を Fig.2 に示す。

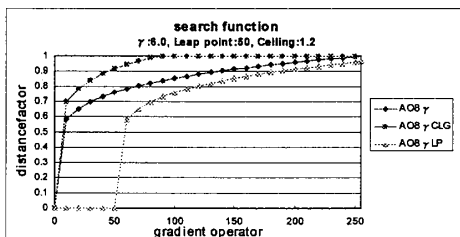


Fig.1 Search Function of existing method

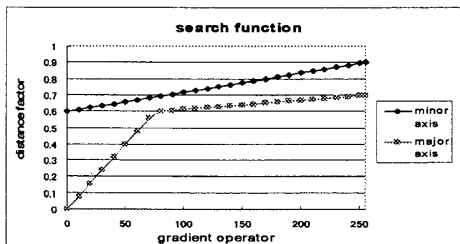


Fig.2 Search Function of new method

### 5. 研究結果

領域分割の結果を判定するために使用した Original image と Answer image をそれぞれ Fig.3、Fig.4 に示す。Fig.3 と Fig.4 を用いて既存手法である Circle、AO8 $\gamma$ 、AO8 $\gamma$ LP、AO8 $\gamma$ CLG 提案手法である AO8SP の正解率を求めて結果を Table.1 に示す。また、既存手法である AO8 $\gamma$ C、AO8 $\gamma$ LP\_C と提案手法である AO8 $\gamma$ CLG\_C、AO8SP\_C の正解率を Table.2 に示す。

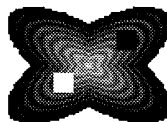


Fig.3 Original image



Fig.4 Answer image

Table.1 Results of segmentation

	Circle	AO8 $\gamma$	AO8 $\gamma$ LP	AO8 $\gamma$ CLG	AO8SP
A: Total domains	573	530	501	518	530
B: Total pixels	2695	2330	2180	2243	2253
C: Correct domains	424	407	398	414	429
D: Correct pixels	1320	1182	1157	1193	1219
E: Incorrect domains	149	123	103	104	101
F: Incorrect pixels	1375	1148	1023	1050	1034
G: Correct Percent domains (C/A $\times$ 100)[100%	74.00	76.79	79.44	79.92	80.94
H: Correct Percent pixels (D/A $\times$ 100)[100%	48.98	50.73	53.07	53.19	54.11

Table.2 Results of segmentation

	AO8 $\gamma$ C	AO8 $\gamma$ LP_C	AO8 $\gamma$ CLG_C	AO8SP_C
A: Total domains	541	531	528	505
B: Total pixels	2353	2262	2279	2150
C: Correct domains	436	436	436	416
D: Correct pixels	1279	1264	1269	1215
E: Incorrect domains	105	95	92	89
F: Incorrect pixels	1074	998	1010	935
G: Correct Percent domains (C/A $\times$ 100)[100%	80.59	82.11	82.58	82.38
H: Correct Percent pixels (D/A $\times$ 100)[100%	54.36	55.88	55.68	56.51

### 6. 考察、まとめ

提案手法は既存手法より正解率が向上している事から誤った領域分割を抑制できたものと考えられる。また今後の課題は誤った領域に対しての処理を検討していく必要性が挙げられる。

#### 参考文献

- [1] Lawrence M.Lifshitz and Stephen M.Pizer, 1990, "A multiresolution hierarchical approach to image segmentation based on intensity extrema", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol 12, No 6, 1990, P.529-P.540
- [2] 永原、広永、西村、"適応的探索方を用いたスケールスペース法による領域分割-適応アルゴリズムに関する一考察-", 情報処理学会 2006 年

†近畿大学 大学院 総合理工学研究科

〒557-8503 大阪府東大阪市小若江 3-4-1

TEL:06-6721-2332 E-mail: 0633340427e@kindai.ac.jp