

予測に基づく複数要素選択の一手法

東海林 俊^{1,a)} 土橋 宜典^{1,b)} 山本 強^{1,c)}

概要: 画像編集で最も頻繁に行われる作業の一つに要素 (線や輪郭で囲まれた閉領域) の選択がある。細かな要素を多数含む画像やスマートフォンなどの小型のデバイスを用いる場合、複数の要素を一つ一つ選択する作業は容易ではない。本研究では、この作業をより簡単に行うため、ユーザの選択に基づいて、ユーザが選択を望む要素を予測することで効率よく複数要素を選択できる手法を提案する。ユーザにより選択された少数の要素とそれ以外の要素との類似度を計算し、ポテンシャル場生成して、ユーザのストロークを適切に変形することで予測を行う。

キーワード: ユーザインタフェース, 要素選択, ストローク予測

A Predictive Method for Multiple Elements Selection

SHUN TOKAIRIN^{1,a)} YOSHINORI DOBASHI^{1,b)} TSUYOSHI YAMAMOTO^{1,c)}

Abstract: One of the most frequently-used operations in image editing is selection of elements (such as regions enclosed by lines, curves, or contour lines). When an image contains many small elements or small devices, such as smartphones, are used, it is time-consuming to select multiple elements one by one. This paper presents a predictive system that makes such elements selection process more easier. Our system predicts the elements that the user wants to select by using the elements already selected by the user. Our system computes similarities between the user-selected elements and other elements and generates a potential field. The potential field is used to deform the user's stroke to predict the elements the user wants to select.

Keywords: User Interface, Elements Selection, Graphcut

1. はじめに

画像編集で最も頻繁に行われる作業の一つに要素 (線や輪郭で囲まれた閉領域) の選択がある。しかし、細かな要素を多数含む画像やスマートフォンなどの小型のデバイスを用いる場合、複数の要素を一つ一つ選択する作業は容易ではない。また、近年では表示デバイスの高性能化により、高解像度の画像を扱うことも多くなっており、画像の拡大・縮小を繰り返して要素選択を行う必要があり、要素選択にさらに手間がかかる。この作業を効率化するための走り書

きベースの手法がある [1]。この手法は、ユーザが選択したい要素をなぞるようにストロークを描画することで、複数の望んだ要素を一度に選択をすることができる。しかし、より多くの要素を選択したい場合には長いストロークを描く必要があったり、画面外の要素の選択ができないといった問題点もある。

本研究では、以上の問題を解決する手法の開発を行っている。本稿では、多数の要素や画面外の要素の選択を効率的に行うため、予測に基づく選択手法を開発したので報告する。ユーザにより選択された少数の要素の特徴から、ユーザが選択を望む要素を予測し、候補として表示する。これにより、少ない選択操作で多数の類似した要素を効率的に選択することを可能とする。画面外の要素についても予測を行う。提案法の基本的な考え方は、ポテンシャル場によってユーザのストロークを変形することでユーザの選

¹ 北海道大学
Hokkaido University, Kita 14, Nishi 9, Kita-ku, Sapporo,
060-0814, Japan

a) toukairin@ime.ist.hokudai.ac.jp
b) doba@ime.ist.hokudai.ac.jp
c) yamamoto@ist.hokudai.ac.jp

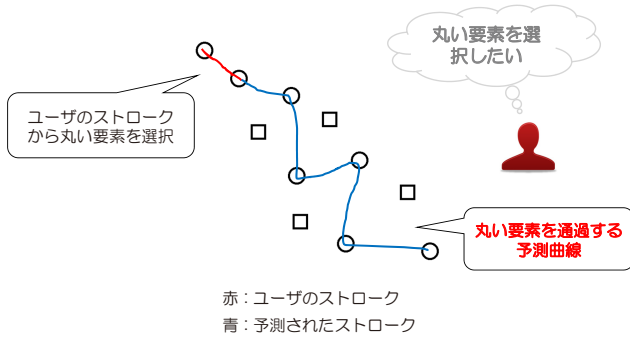


図 1 提案法の基本的な考え方.

択したい要素を予測する. ポテンシャル場は, 要素間の類似度をもとに生成する.

2. 提案法の考え方

提案手法の基本的な考え方を図 1 に示す. ユーザは選択したい要素のうちの一部をなぞるストロークを描画する. このストロークから Lazy Selection 手法 [1] を用いてユーザが選択を望んでくる要素を特定する. 図 1 の場合は, ユーザは丸い要素の選択を望んでいると判定される. すると, システムはユーザが望んでいるであろう要素を通過するストロークを自動的に予測して生成する. 図 1 では, 丸い要素を通過する青い曲線が自動的に生成される.

提案手法では, ポテンシャル場を用いてユーザの選択したい要素を通過するストロークの生成を行っている. ユーザが最初に選択した要素とそれ以外の要素の形状を比較して類似度を計算し, 類似した特徴を持つ要素位置のポテンシャルが低くなるようなポテンシャル場を生成する. そして, ユーザの描画したストロークの終点からポテンシャルが低い領域を通過するようにストロークを外挿する. そして, 予測されたストロークが通過する要素を選択候補としてユーザに提示する. この考え方を応用し, 補助ストロークを用いる方法および逐次予測による方法を手案する (4 節参照).

3. ポテンシャル場の計算とストロークの変形

ポテンシャル場はガウス分布の重ね合わせにより生成する. ユーザが最初に選択した少数の要素とそれ以外の要素との類似度を計算し, しきい値処理によってすべての要素を類似要素または非類似要素の二つのグループに分類する. 類似度については, 文献 [1] と同様に, 要素形状に対して主成分分析を施し, その第二主成分までを用いて計算する. 類似要素 i および非類似要素 j , それぞれについて, 大きさが同じで符号が異なるガウス分布 $P_{d,i}$ および $P_{o,j}$ を割り当てる.

$$P_{d,i}(x, y) = -\exp\left(-\frac{(x - x_{d,i})^2 + (y - y_{d,i})^2}{2\sigma}\right) \quad (1)$$

$$P_{o,j}(x, y) = \exp\left(-\frac{(x - x_{o,j})^2 + (y - y_{o,j})^2}{2\sigma}\right) \quad (2)$$

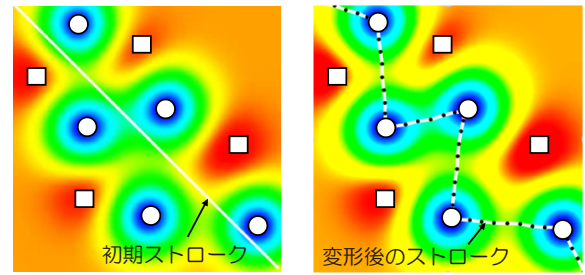


図 2 ポテンシャル場とストロークの変形.

ここで, $(x_{d,i}, y_{d,i})$ および $(x_{o,j}, y_{o,j})$ は, それぞれ, 類似要素 i および非類似要素 j の重心位置を表す. これらを用いてポテンシャル場は次式により計算する.

$$P(x, y) = \sum_i^{N_d} P_{d,i}(x, y) + \sum_j^{N_o} P_{o,j} \quad (3)$$

ここで, N_d および N_o は, それぞれ, 類似要素および非類似要素の個数を表す. 図 2 にポテンシャル場の例を示す.

次に, ポテンシャル場を用いたストロークの変形方法について説明する. 基本的には, 与えられたストロークを点列で表現し, 各点にポテンシャルの勾配に比例する力を作動させて, ポテンシャルの低い方向へと移動させる. ただし, これでは滑らかな曲線とならず, また, 複数の点が一か所に集中してしまい, 不自然な結果が得られてしまう. そこで, 隣接する点は仮想的なバネでつながっているものし, また, 不自然な折れ曲がりを防ぐためにヒンジ力も考慮する. これによって, 滑らかに変化する曲線へとストロークを変形できる. 図 2 の右図に, 左図の直線を初期状態として変形したストロークを示す.

4. 選択要素の予測

ユーザの望む要素の予測として, 以下の三つの方法を用いる.

- ストロークの予測
- 補助ストローク
- 逐次予測

以下, それぞれの方法について説明する. なお, いずれの方法においても, ユーザが要素を新たに選択するごとに前節で述べた方法によってポテンシャル場が更新される. これによりユーザが選択操作を行うごとに予測の精度が向上することが期待できる.

4.1 ストロークの予測

この方法では, ユーザが描画した短いストロークから, その進行方向へ自動的にストロークを予測して伸長する. 具体的には, ユーザの描画したストロークの終点を直線状に延長した仮の予測ストロークを生成する. そいて, この仮のストロークをポテンシャル場に従って変形させることで, ユーザが望んでいると期待される要素のみを通過する

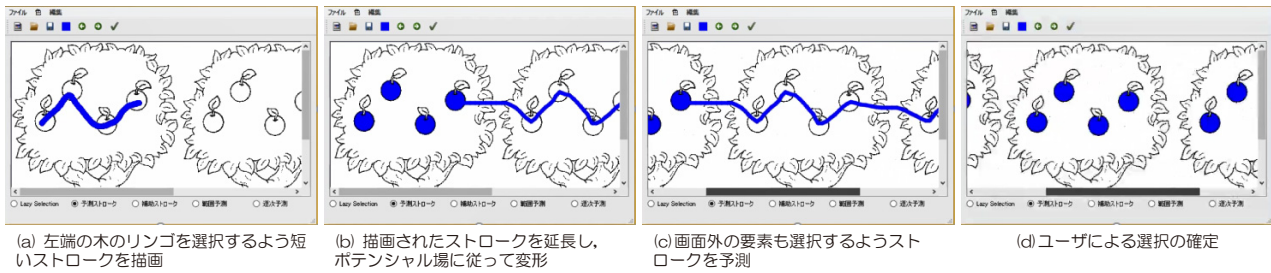


図 3 ストロークの予測による選択.

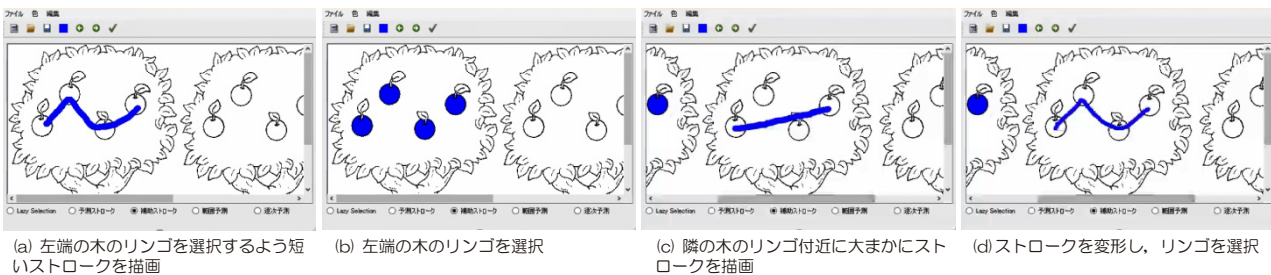


図 4 補助ストロークによる選択.

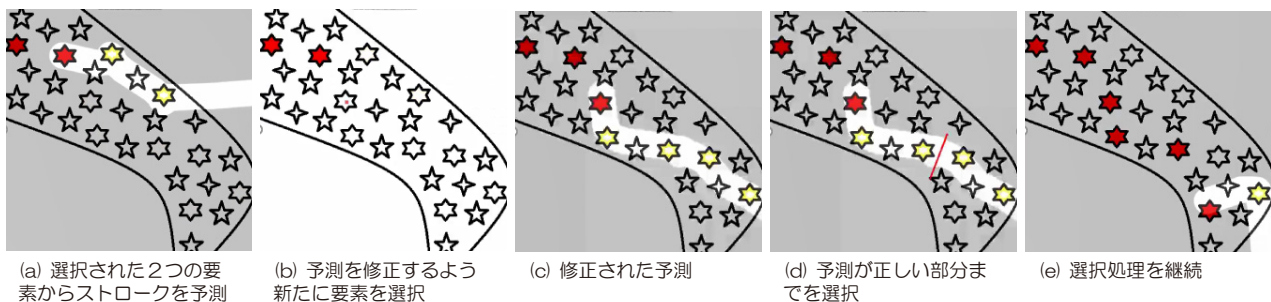


図 5 逐次予測による選択.

ストロークを生成する。この方法では、画面内に収まって要素を選択することも可能である。図 3 にこの方法を用いて要素選択を行った例を示す。リンゴの木が三つ並んでおり、ユーザは短いストロークを描画して、左端の木のリンゴの選択を行っている。この選択結果とストロークをもとに、予測ストロークを計算し、画面外にも存在するすべてのリンゴを通過するようストロークが予測されている。最終的には、ユーザの確認により、選択処理を確定している。

4.2 補助ストローク

この方法では、少数の要素を選択したのち、補助的なストロークを描画し、そのストロークを変形することで選択したい要素を決定する。この補助的なストロークは、選択したい付近にだまかに描画すればよく、必ずしも選択したい要素を通過している必要はない。この方法は、一面面に収まりきれないほど多くの細かな要素がある場合に役に立つ。まず、少数の要素が画面内含まれるように視野を調整し、そこで、目的の要素を選択する。次に、スクロールや拡大縮小機能などを利用して、他の要素が画面内に入るように調整したのち、だまかにストロークを描画するだけで、

目的の要素を効率よく選択できる。図 4 にこの方法によって要素選択を行った例を示す。まず、左端の木に対して、リンゴを選択するよう正確なストロークを描画する。その後、別の木のリンゴを選択するストロークを描画しているが、必ずしもリンゴは通過していないが、ストロークが自動的に変形され、リンゴが適切に選択できる。

4.3 逐次予測

この方法は、ユーザの逐次的な操作により予測を絞り込む。この方法では、ユーザは一つずつ要素選択していく。選択された要素から他の要素との類似度を計算し、3 節の方法によりポテンシャル場を生成する。最後に選択された要素と一つ前に選択された要素の位置関係から 4.1 の方法により予測ストロークを自動生成し、選択要素を予測する。ユーザは予測が正しければ選択処理を終了する。そうでなければ、選択すべき適切な要素を新たに指定する。システムは、新たに指定された要素を考慮してポテンシャルを計算しなおし、同様の処理を行う。これを繰り返すことで目的の要素を少ない操作で選択することができる。図 5 に逐次予測による選択操作の例を示す。最初に選択した赤色で



図 6 ストロークの予測による選択結果.

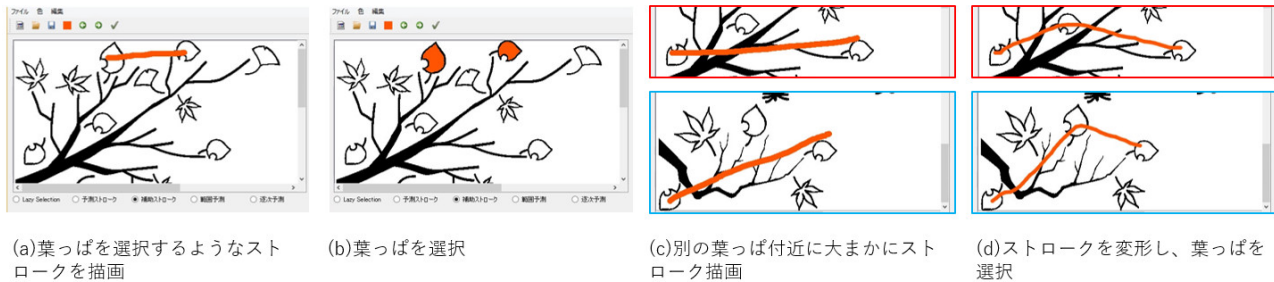


図 7 補助ストロークによる選択結果.

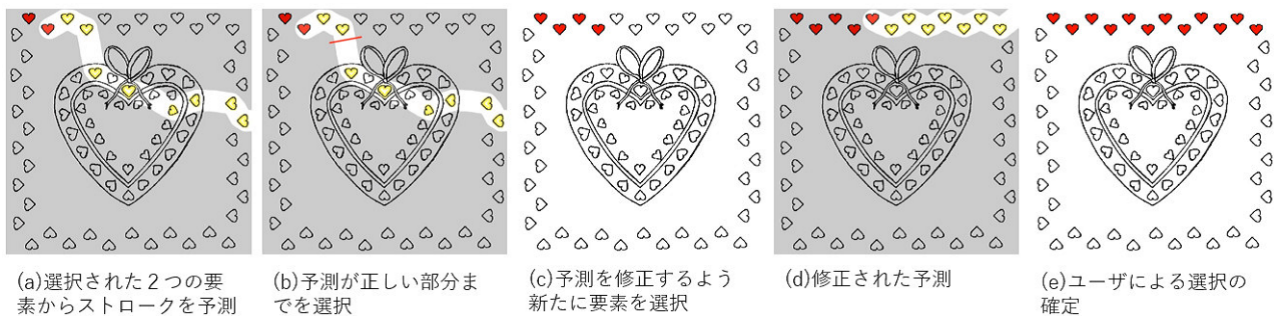


図 8 逐次予測による選択結果.

示す二つの要素からストロークの予測を行った結果が黄色で示されている (図 5(a)). しかし、この予測結果はユーザの満足いくものではないため、ユーザは予測には含まれていない要素の一つを選択している (図 5(b)). その結果、修正された予測結果が表示される (図 5(c)). 次に、ユーザは予測結果のうち、予測が正しい部分までを赤線を描画することで指示している (図 5(d)). そして、新たに要素を指定して選択処理を継続している (図 5(e)).

5. 実験結果

図 6, 図 7, 図 8 はそれぞれ 4 節で述べた三つの提案手法を試した結果を示す.

図 6 のストロークの予測による選択結果では、カエデを選択しようと操作を行った. 一度のストロークで画面外の要素を含む複数の要素を選択できていることが確認できる. この方法ではストロークの進行方向へ予測を行うため、同じ方向へ並んでいる要素に対して有効である.

図 7 の補助ストロークによる選択結果では、葉っぱを選択しようと操作を行った. 最初に選択した要素を基に、追

加のストロークが変形して要素を選択できているのが確認できる. この方法では追加のストロークが必要ではあるが、大まかにストロークを描画するだけでよいいため、より容易に要素を選択できる. また、変形させるストロークをユーザが描画するため、同一方向の要素を予測できるストロークの予測による選択よりも、より柔軟な選択が行える.

図 8 の逐次予測による方法では、外枠のハートを選択しようと操作を行った. 結果を確認しながら予測を修正していき、最終的に望んだ要素のみの選択を行えていることが確認できる. この方法では徐々に予測を絞っていくため最初は望んだ結果が得られないかもしれないが、予測結果を確認しながら選択が行えるため、選択を最初からやり直す必要がなくなる. また、この画像のサイズは 1000×1000 pixel のため、同じような選択をしようと長いストロークを描画するのは面倒な作業となる. 一方で、この方法ではクリックによる操作で選択が行なえるため、大きな画像の場合でも簡単な操作で複数の要素を選択することができる.

6. まとめ

本研究では、画像編集における要素選択をより効率よく行える手法として、予測に基づく複数要素選択手法を提案した。ユーザにより選択された要素とそれ以外の要素との類似度からポテンシャル場を生成し、それを基にユーザのストロークを変形させることで予測を行った。また、この考えを基に補助ストロークによる方法および逐次予測による方法も提案した。この三つの方法を用途に合わせて使い合わせるにより、容易に複数要素の選択を可能とした。今後の課題としては、この提案手法は2次元の要素にしか対応していないため、3次元の要素への拡張を考えている。

参考文献

- [1] Pengfei Xu, Hongbo Fu, Oscar Kin-Chung Au, Chiew-Lan Tai, "Lazy selection: a scribble-based tool for smart shape elements selection", ACM Transactions on Graphics, Vol. 31 No. 6, Article No. 142, November (2012).