

線画の階層的記述の生成とその再利用によるインタラクティブな描画

Interactive Drawing Based on the Hierarchical Descriptions of Line Drawings

井上 武史
Takeshi Inoue

松本 武生
Takeo Matsumoto

岡 夏樹
Natsuki Oka

京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Kyoto Institute of Technology

We built an interactive drawing software which learns how to make line drawings by imitation. The system classifies the parts of drawings by similarity between the parts, and classifies the whole drawings by similarity between their corresponding parts and between the arrangement of them. The system thereby makes hierarchical descriptions of given drawings, memorizes the descriptions, and makes drawings interactively based on the current input drawing and the memorized descriptions.

1. はじめに

親子が落書きをしあうような感じで線画を描き合うことを通じて、模倣を中心として絵の描き方を学習するシステムを試作した。システムはユーザにより一筆で描かれた、絵の構成要素の一つの部品であると認識し、形状の類似度に基づいて部品のクラスタリングを行い、部品形状のクラス記述(統計量)を学習していく。さらに、絵全体をそれを構成する部品の形状と大きさの類似度や部品配置の類似度によってクラスタリングし、上位階層のクラス記述を記憶していく。ユーザが絵を描き始めると、システムは描かれた部品の形状・大きさ・配置を、階層的なクラス記述と照合・解釈しながら、ユーザの絵と対応する絵をインタラクティブに描いていく。

人工知能画家 静 第3版[迎山 04]はユーザによって描かれた線画を認知プリミティブという線画の相対関係を保持しているデータに分解して獲得し、それを形状の類似度に基づいて再利用している。本研究[井上 04]でも部品の形状の類似度や部品の相対位置のデータを利用した描画を行うが、迎山が自己組織化マップを用いた処理を行っているのに対して、我々は人の側の描画に対して、システムがオンラインで学習するとともに、間髪をいれず書き返すことを重視し、計算量の小さい処理を採用している。

2. インタラクティブな描画システム

本システムの外観は図1・図2のようであり、2つの画面に分かれて描写するようになっている。左側のキャンパスはユーザが絵を描写するのに使用するキャンパスであり、そのキャンパスに描かれた絵をシステムは学習し、右側のキャンパスに絵を描く。その際、筆をキャンパスに置いてから離すまでを1つの絵の部品(要素図形)であると扱い、部品が描かれると即座にシステムが反応してそれに対応する部品を描き返す。

ユーザはシステム側のキャンパスを見て描く絵を考え、一方で、システムはユーザ側のキャンパスを見て描く絵を考える事により、人とシステムがインタラクションを行うシステムを実現する。また、undo機能を用いることにより、システムがユーザの望まない描写をした場合などに、ユーザが積極的にシステムに干渉する事が可能となっている。

また、本システムには clear 機能を搭載しており、ユーザがキャンパスに一つの描き終えたときには、この機能を使用することにより、ユーザとシステム両方のキャンパス内の状態が白紙に戻るとともに、システム側はユーザが clear を押すまでに描いてきた絵を一つの絵であると認識する。



図1：インタラクティブな描画システムの外観-1。左側はユーザによる描画。右側はそれを模倣してシステムが描いたもの。

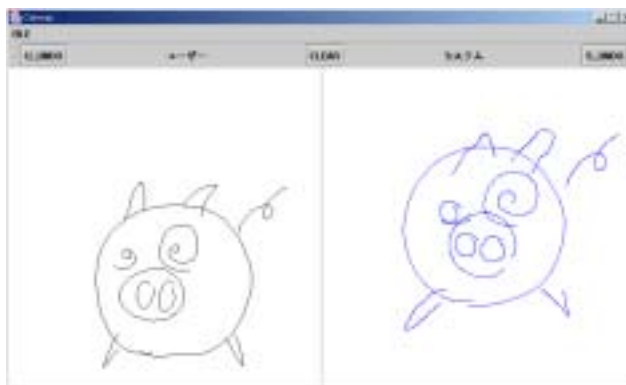


図2：インタラクティブな描画システムの外観-2。

連絡先: 岡夏樹, 京都工芸繊維大学工芸学部電子情報工学科, 〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町, 電子メール: oka@dj.kit.ac.jp

2.1 システムの学習

本システムでは、ユーザが描写した個々の絵の部品について、ペンの位置の(x, y)座標値を時間でサンプリングしたものを学習データとしており、これを部品の形状・位置・大きさの3つのパラメータに分解する。部品の形状の学習では、形状の類似度に応じた部品のクラスタリングを行い、クラスごとの形状の特徴量の分布を記憶する。部品の位置の学習では上記3つのパラメータを重み付けした類似度に基づいて絵全体のクラスタリングを行い、クラスごとの特徴量の分布を記憶している。以上のように、描かれた絵を部分-全体関係の階層的なクラスとして記述し、保持することで学習を進める。システムによる学習と描画の処理の流れは図3の通りである。

学習後、それぞれのパラメータを組み合わせて絵の部品を作り出すことによって、システムが絵を描いていくことが出来る。

2.2 部品の形状の学習

部品の形状の学習では、時間サンプリングを行った入力データ(部品の描写開始位置からの相対的な座標値)をある一定基準で補間することにより、ユーザが絵の部品を描く速度の違いにより、学習時に別の絵の部品であると判断されてしまう問題をなるべく吸収するようにした。また、位置や大きさによらず形状だけで描画データの比較・学習を行うために、サンプリングと補間を行った入力データに対し正規化を行い、これとシステムに保存されているデータとを比較して類似度を求め、システム内で設定した閾値以上の類似度があれば、類似度が最大となるクラスに分類し、そのクラスの特徴量データ(平均値データと分散値データ)を更新する。一方、閾値以下であれば新しいクラスを作り、新たな形状データを格納する。

また、システムが描写するのに必要な出力用の形状データは、分類されたクラスから常に出力されるのではなく、図4のようにユーザから入力された形状と各クラスで記述されている形状との類似度により、形状を出力するクラスの選択確率を決定する。そして、選ばれたクラスに保持されている平均値データと分散値データをもとに、形状データを決定し形状の出力としている。

2.3 部品の相対位置の学習

部品の相対位置の学習では、部品のクラスタリングではなく絵全体のクラスタリングを行う。位置は描く部品の最初の位置、つまりユーザが部品を描くためにペンをおろした位置をその部品の位置と認識している。ユーザが描きつつある絵と、絵全体がクラスタリングされて階層的に保持されているデータとを、図5のように、位置・形状・大きさを重み付けして比較して、類似度を計算する。そして、次にシステムが描く位置を、前のシステムの描写位置に対する相対位置として出力する。

また、ユーザが絵を描き始めてから clear を押すまでに描かれた絵を1つの完成された絵であると捉え、位置・形状・大きさを重み付けして比較し、クラスタリングすることにより、その絵がどのクラスに属するかを決定して、そのクラスの特徴量データを更新する。

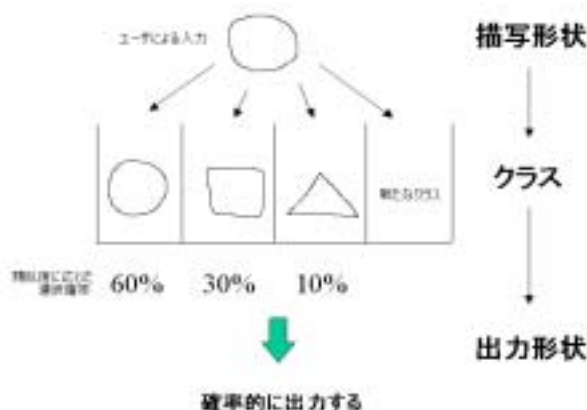


図4：部品形状のクラスタリングと描画部品の形状の決定

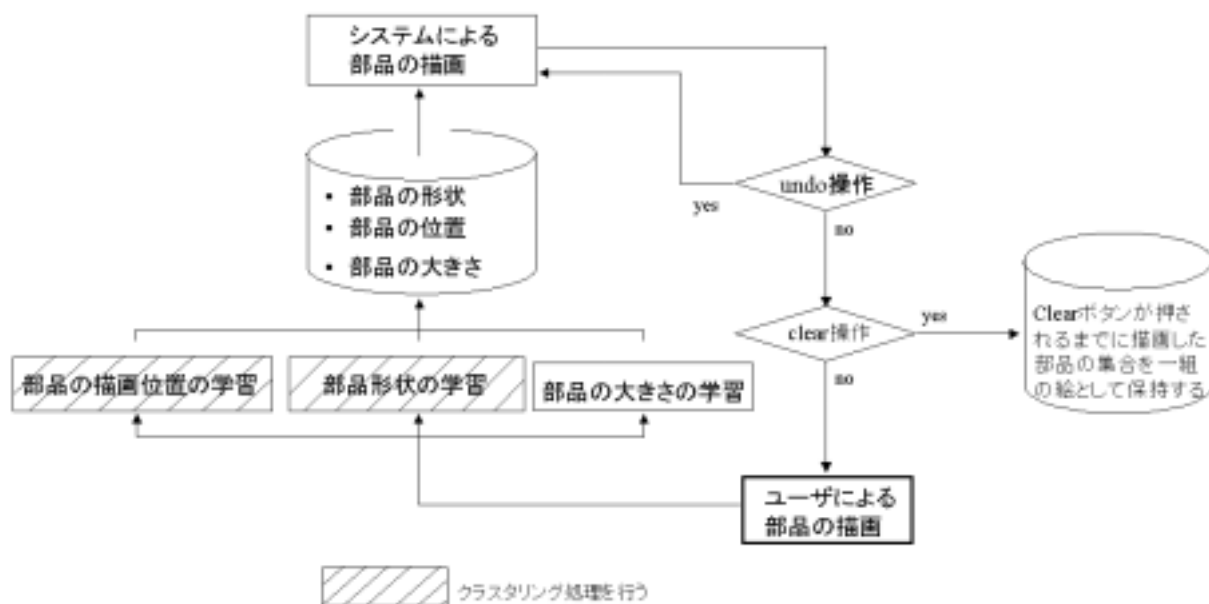


図3：システムによる学習と描画の処理の流れ。

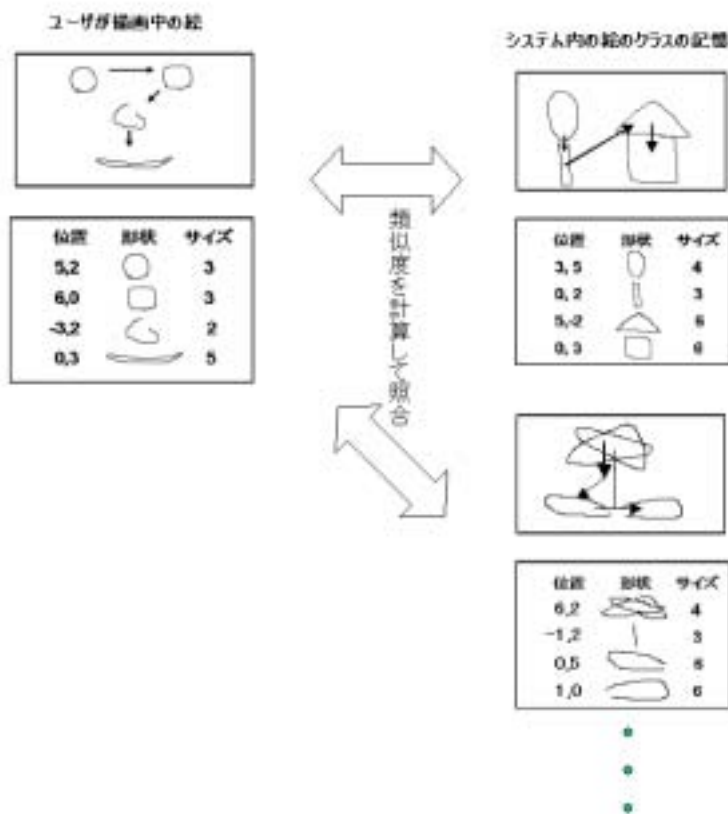


図5：絵全体の類似度の計算とクラスタリング

本研究の一部は国立情報学研究所との共同研究「人間とエージェントの相互適応」によるものである。

参考文献

- [迎山 04] 迎山 和司: 人工知能画家 静 第3版, インタラクシオン 2004, 197-198, 2004.
 [井上 04] 井上 武史: 連想的かつ操作可能な表象の獲得, 京都工芸繊維大学大学院修士論文, 2004.

2.4 大きさの学習

ユーザが描いた絵に対して, x 方向と y 方向の最大幅を計算し, その最大幅の大きい方をその絵の大きさとして持つておく. システムが大きさのデータを保持する時には, クラスタリングは行わず, 大きさのデータをそのまま保持しておく. そして, 実際にシステムが絵を描く時には, ユーザの描写の大きさに比例した大きさの描写をするのではなく, システムが保持している大きさを確率的に出力する.

2.5 システムが描く絵の決定

これらシステムが描く絵の部品を構成している 3 つの出力パラメータである, 形状・大きさ・位置をもとにシステムが絵の部品を作り出し, キャンバスに描く事によって, ユーザの描写に対応した絵を描く事ができる.

3. おわりに

本稿では, 我々が試作したインタラクティブな描画システムにおける, 線画の階層的な記述方法, その獲得方法, および, それを用いた描画方法を解説した. システムはユーザが描画した線画を, 部分-全体関係の階層的なクラスとして記述し, それを保持することで学習を進める.

今後の課題として, 絵の部品と部品が接しているか離れているかといった判断や, ユーザが何を意図して描いているかの判断を可能にすること, 1枚の絵をインタラクティブに描き合うモードを追加することなどが挙げられる. また, 長期的な使用を通じたシステムの学習過程を観察分析することや, 複数のユーザによる使用/学習実験を行い, デザイン支援の可能性を検討することを予定している.