

ピクトグラムの構成要素に関する配置ルール抽出方式

松田 基弘[†] 伊藤 一成[†] Martin J.Dürst[†] 橋田 浩一^{††}

[†] 青山学院大学 理工学部

〒 229-8558 神奈川県相模原市淵野辺 5-10-1

^{††} 産業技術総合研究所 情報技術研究部門

〒 101-0021 東京都千代田区外神田 1-18-13 秋葉原ダイビル 10 階

E-mail: matsuda@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp, hasida.k@aist.go.jp

あらまし ピクトグラムの世界共通性を利活用した事例が数多く報告されている。しかし、ピクトグラムには様々な配置が想定され、世界共通に理解可能なピクトグラムをデザイン原則の知識なしに作ることは難しい。この問題を解決するには、自動的に不適切な配置を排除し、適切な配置を支援する仕組みが必要であると考えられる。本稿では、そのような配置を抽出する手法として、多人数のデータ集合を想定としたルール抽出アルゴリズムを提案する。本アルゴリズムでは、ピクトグラムの構成要素間の相対的な位置・回転角度・大きさ・反転状態の4要素を基準としてルールを抽出する。ルール抽出に際しては配置の信頼性を考慮することで、少人数のデータ集合への適用も考慮するとともに、多様なニーズへの対応を図っている。被験者数名の作成した配置データをもとにその有効性を検証する。

キーワード ピクトグラム, ルール抽出, 空間配置, 構造化

A Rule Extraction Method for Arranging Pictogram Components

Motohiro MATSUDA[†], Kazunari ITO[†], Martin J. DÜRST[†], and Kôichi HASIDA^{††}

[†] College of Science and Engineering, Aoyama Gakuin University

Fuchinobe 5-10-1, Sagamihara, Kanagawa, 229-8558 Japan

^{††} National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

10F Akihabara-Daibiru 1-18-13 Sotokanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-0021, Japan

E-mail: matsuda@sw.it.aoyama.ac.jp, {kaz, duerst}@it.aoyama.ac.jp, hasida.k@aist.go.jp

Abstract There are a lot of reports about using pictograms as an universal language. However, because pictograms can be laid out in various ways, without the knowledge of design principles it is difficult to create pictograms that can be universally understood. To solve this problem, pictogram creators should be aided by a system which automatically rejects inappropriate layouts and assists in creating suitable layouts. In this paper, we propose an algorithm that extracts rules for pictogram layout assuming input from a large number of people. This algorithm extracts layout rules for relative location, angle, size, and mirroring of pictogram components. In addition, by using trust values for input and output, our algorithm is able to work with small datasets and can be adapted to various needs. The effectiveness of the algorithm is verified based on the layout data created by several test subjects.

Key words pictogram, rule extraction, spatial arrangement, semantic structure

1. はじめに

障害者生活支援や、幼児期における学習支援の分野で、ピクトグラム（絵文字、絵記号）を活用した事例が数多く報告されている。また、近年インターネットを利用した世界的な支援プロジェクト [1] [2] も多くの人々に知られるところとなり、今後グローバルコミュニケーションの流れにおいて、ピクトグラムが重要な役割を担うことが期待されている。

2005年4月に制定されたコミュニケーション支援用絵記号デザイン原則 (JIS T 0103) [3] では、「絵記号については、描きやすいこと、伝えたい内容が理解されやすいこと並びに地域及びノ又は文化の背景を超えて世界に共通するものが望まれている。」と記述されている。また、ピクトグラムは「単数で用いるよりは複数の組合せで言葉のようにつづりとして用いることが多く、説明的又は写実絵画的表現が特徴となっている。」とも記されている。

しかし、新しいピクトグラムを複数のピクトグラムの組み合わせで作成する場合、構成要素となるピクトグラムには様々な配置が考えられる。そのため、配置次第ではデザイン原則に違反したり、伝えたい内容が十分に理解されない場合も考えられる。そこで、自動的にそのような不適切な配置を排除し、適切な配置を支援する仕組みが必要であると考えられる。本稿では、そのような配置を抽出する手法として、多人数の配置データ集合から適切な配置をルール抽出するアルゴリズムを提案する。

2. ピクトグラムに関する研究動向

ピクトグラムとは日本語で“絵文字”と呼ばれるグラフィックシンボルであり、意味するものの形状を使って、その意味概念を理解させる記号である [4]。本論文では、名詞や動詞と一対一対応のイメージをピクトグラムと呼ぶことにする。

一概にピクトグラムといっても多種多様なものが存在し、その分かりやすさは対象物との視覚的な類縁性により様々である。代表的なピクトグラムとして PIC が挙げられる。PIC (Pictogram Ideogram Communication) [5] とは、1980年にカナダで重度の脳性麻痺のために音声言語を使用することが難しい人々向けに開発されたコミュニケーションの体系である。それを日本とカナダの文化による違いなどを考慮に入れてシンボルの絵柄を一部変更、追加をしたのが日本版 PIC である。日本版 PIC は心理学や認知科学の点から様々な研究がされており [6]、知的障害や自閉症の児童とのコミュニケーションや、外国人に日本語教育を行った事例が紹介されている [7]。その他、認知症者のコミュニケーション支援を目的とした

電子メールソフト [8] や、NHK の絵文字チャット [9] などが挙げられる。

このように、ピクトグラムを活用した事例は数多く報告されているが、ピクトグラムを内部構造化し、その構造化データに対してルール抽出する試みは行われていないのが実情である。そこで本稿では、我々の提案する、複数のピクトグラムを二次元的に配置させる絵文 [10]、絵文を定義するスキーマ [11] をもとに、ピクトグラムをあらかじめ内部構造化する。その構造化データをもとに配置ルールを抽出する。これにより、ピクトグラムの構成要素間の意味構造に着目したルール抽出を行う。

3. ピクトグラムの内部構造

本章では、2. 章で述べた、ピクトグラムの構成要素間の関係について詳細に述べる。

3.1 要素間関係

ピクトグラムは何らかの構成要素の組合せで作られ、その構成要素間には意味関係が存在すると考えられる。次ページの図 1 に例を示す。図 1 は、“ジュース”と“コップ”のピクトグラムを構成要素として、“ジュースをコップに注ぐ”というピクトグラムを作成した例である。ジュースとコップの間には“注ぐ”という関係が成り立つ。“ジュース”と“コップ”の間に生じる意味関係は、それらの配置に関する座標関係と捉えることもできる (図 1 下)。本稿では、RDF (Resource Description Framework) [12] のトリプルと対応づけして考える (図 1 上)。また、以下、2 つのピクトグラム間の座標関係によって定義される関係を“要素間関係”と呼ぶことにする。

ただし、要素間関係は構成要素間の相対的配置であり、ピクトグラム全体から見た絶対的配置を定義する必要がある。本稿では、要素間関係は構成要素間の二項関係だけでなく、構成要素単体の一項述語の役割も含むことでこの問題を解決する。構成要素単体の一項述語は、構成要素を何も持たない空のピクトグラムから構成要素への二項関係で定義する。これは、構成要素を何も持たない空のピクトグラムは、単体では名詞の意味を持たない、構成要素を配置するための空間領域と捉えることができるからである。絶対的配置を定義することによって、要素間関係のみでのピクトグラム全体の再構築を可能とする。

3.2 配置の適切性

ピクトグラムの構成要素は、自由に配置可能であり、様々な配置が考えられる。また、配置によって意味関係が生起、変化、消滅すると考えられる。本稿では、座標関係を位置・角度・大きさ・反転の 4 要素に分類する。それら 4 要素の例を次ページの図 2 に示す。図 2 に示されるように、“ジュース”から見て“コップ”が、注げない位

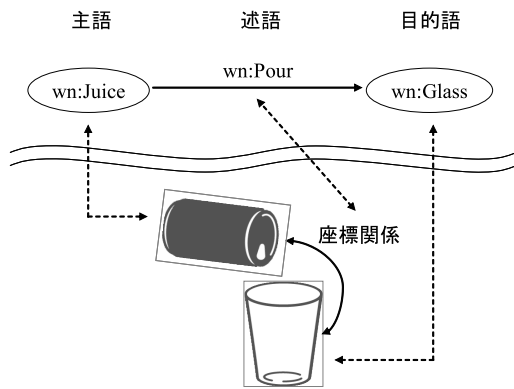


図 1 ピクトグラムの構成要素間に生じる意味関係



図 2 4要素の状態例

置にある(位置), 小さすぎる(大きさ), 注げない方向を向いている(角度・反転)といった状態では, “ジュースをコップに注ぐ”を表現するピクトグラムとしては不適切である。また, キャンバス上において“コップ”は, 小さすぎる(大きさ), 下方を向く(角度・反転)といった使い方はあまりされないであろう。つまり, “ジュースをコップに注ぐ”というピクトグラムを表現する場合, “ジュース”から見た“コップ”, キャンバス上における“コップ”の, 位置・角度・大きさ・反転の4要素の条件を同時に満たす場合であると言える。このように, 意味関係を表現するのに適切な配置というものが存在する。

4. 定義

本章では, 本手法の説明に必要な, 定義を与える。

4.1 正規化座標

一般的に, ピクトグラムの座標はキャンバスを基準とした物理座標系で表現される。しかし本稿では, 要素間関係は基準となる構成要素から対象となる構成要素への座標位置関係によって定義する。ピクトグラムの構成要

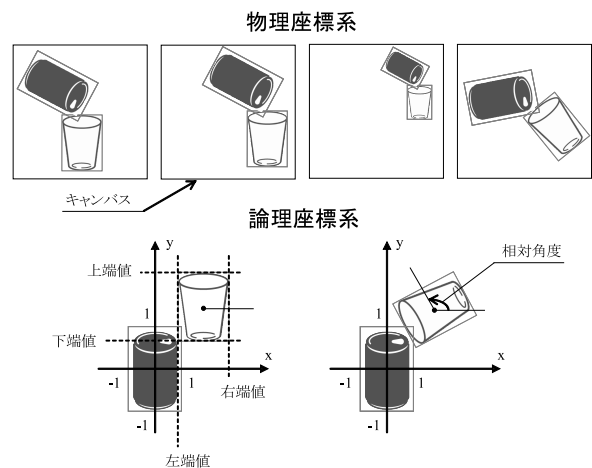


図 3 物理座標系と論理座標系における表示例

素を物理座標系と論理座標系, それぞれに着目した例を図 3 に示す。

図 3 上に示す物理座標系では, 要素間関係は位置・角度・大きさ・反転の状態に左右され, それぞれ異なる意味関係として定義される。しかし論理座標系では, 図 3 右下に示すように, それらの関係はすべて等しい配置関係と捉えることができる。つまり, 物理座標系から論理座標系に変換することによって, 情報の冗長性が削減できる。また, 物理座標系は, その座標系を定義する媒体に左右され, 汎用性に欠けるという問題がある。物体を論理座標系で表現する試みは数多く見受けられるが, ピクトグラムの構造化において異なるのはこの点である。

論理座標系の定義を以下に示す。まず, 基準とする構成要素(“ジュース”)の中心点を原点にとり, その左端値, 下端値を -1 , 右端値, 上端値を 1 とする。対象とする構成要素(“コップ”)は, 基準とする構成要素の原点を基準とした座標系によって表現する。対象とする構成要素の左端値, 下端値, 右端値, 上端値は, 図 3 左下に示すように, 基準から見た対象の相対角度を逆回転した場合の値とする。この際, 基準および対象とする構成要素の, 下端および上端, 左端および右端は, x 軸, y 軸にそれぞれ平行である。

4.2 信頼度

ピクトグラムを作成する過程で作成, 蓄積される要素間関係は, 情報の信頼性を考慮する。なぜなら, ピクトグラムを作成する人物, 媒体, 方法などの様々な要因によって情報の信頼性が異なると考えられるからである。また, 配置ルールを作成する場合, 一人の教師データを利用する方法と, 多人数のデータ集合からルール抽出する方法の 2 つが考えられる。本稿では, 教師データを絶対視することなく多人数のデータ集合と画一的に取り扱ってお

り、それぞれを明確に区分する尺度が必要となる。

本稿では要素間関係の信頼性を“信頼度”と呼ぶ。信頼度は0から1の実数値をとるものとする。信頼度を考慮することによって、多人数のデータ集合からのルール抽出だけでなく、信頼度を考慮した少人数のデータ集合からのルール抽出も可能とするとともに、多様なニーズに対応することが可能となる。

4.3 入出力

本手法で想定とする入出力データについて定義する。入力データは、図3に示した論理座標系で定義される左端値、右端値、上端値、下端値、相対角度とする。出力データは、それらの情報を代表値として持つ他、抽出ルールに包含される要素間関係が配置され得る各辺の最大値および最小値を囲む矩形の幾何的制約を付加する。代表値とは、出力データが定義する矩形領域に包含されるデータ集合から類推される、最もふさわしい配置を示す。また、入出力データは信頼度を考慮する。

5. 手法

本章では、4要素それぞれのルール生成手法のアルゴリズムについて述べる。

ピクトグラムの配置ルール抽出は、多次元空間下におけるルール抽出と同義である。多次元空間下における主な手法として、密度情報を用いるDBSCAN [13]、階層構造を用いるBIRCH [14] [15]、格子構造を用いるCLIQUE [16]などがある。このような手法を応用し、ルール抽出に関する様々な研究がなされているが、以下の点に着目した研究は見受けられない。

- 入出力データの信頼度
- 入出力データの形状

本稿では、以上の点に留意し、ルール生成手法のアルゴリズムを提案する。

5.1 位置

位置に関するルール生成手法について説明する。このアルゴリズムは、Apriori [17]をもとに、DBSCANを拡張したものである。要素間関係の重なりに着目し、ルール生成する。

Step 1. 前処理

対象とする u 個の要素間関係を $p_i, (i = 1, 2, \dots, u)$ とし、その信頼度をそれぞれ t_i とする。 $\max(t_i), \forall_i$ を持つ p_k を取り出し、 p_k とそれ以外の要素間関係のペア列 $P_j, (j = 1, 2, \dots, v)$ を作成する。

例えば、信頼度の高い順に要素間関係 p_1, p_2, p_3 があった場合、 $(p_1, p_2), (p_1, p_3)$ の組合せが作成される。

Step 2. 仮ルールの生成

P_j の仮ルール C_j を生成する。その生成例を図4に示す。

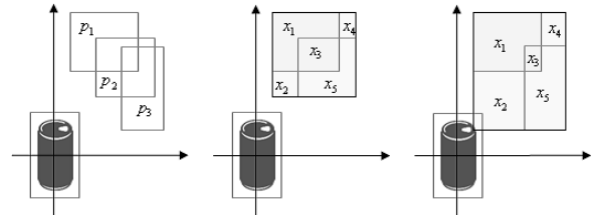


図4 位置状態に関する仮ルールの生成例

図4左のように、対象とする要素間関係が3個存在する場合を考える。例えば、 p_1 を基準として仮ルールを生成する場合、図4中央、図4右の、2種類の仮ルールが生成される。仮ルールは、要素となる2つの要素間関係の、左端値の最小値、右端値の最大値、下端値の最小値、上端値の最大値を4辺とする領域である。

Step 3. 仮ルールの信頼度の算出

図4に示されるように、仮ルールの領域内には要素間関係の左端、右端、下端、上端によって w 個に分割される領域 $x_k, (k = 1, 2, \dots, w)$ がある。その領域内の要素間関係の信頼度を t_x とした場合、分割された領域の信頼度 $rel(x_k)$ を以下に定義する。

$$rel(x_k) = \begin{cases} 0 & (\text{if } w=0) \\ 1 - \prod_{\lambda \in x_k} (1 - t_\lambda) & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (1)$$

C_j の信頼度 $T_{location}(C_j)$ を算出する。 x_k の面積を S_{x_k} とした場合、 $T_{location}(C_j)$ の定義を以下に示す。

$$T_{location}(C_j) = \frac{\sum_{g=1}^w (S_{x_g} \times rel(x_g))}{\sum_{g=1}^w S_{x_g}} \quad (2)$$

Step 4. 仮ルールの判定および正式ルールの生成

要素間関係 p_A, p_B によって生成される仮ルールを C_{AB} と表現した場合、正式ルールの生成に関する判定基準を以下に示す。正式ルールは、最終的に決定されるルールと定義する。

$$T_{location}(C_{AB}) > \max(t_A, t_B, threshold) \quad (3)$$

判定結果から処理を行う。式(3)を満たす場合はStep5に進む。満たさない場合は、さらに以下の判定基準で分岐する。

$$\max(t_A, t_B) > threshold \quad (4)$$

式(4)を満たす場合は、 $\max(t_A, t_B)$ を持つ要素間関係を正式ルールとして記憶し、Step1に戻る。正式ルールは、擬似的に要素間関係とみなし、以降の処理対象に満たさない場合は、 C_j を破棄し、Step1に戻る。

Step 5. 仮ルールの併合

$T_{location}(C_{AB})$ を持つ仮ルールを記憶し、その仮ルールによって定義される領域内に、左端、右端、下端、上端が完全に含まれる要素間関係を以降の処理対象から除外する。その後、記憶した仮ルールを要素間関係とみなし、仮ルールとそれ以外の要素間関係でペア列を作成し、Step 2 に戻る。

例えば、先ほどの例において $rel(p_1, p_2)$ の信頼度が一番高かった場合、要素間関係 p_1 および p_2 を以降の処理対象から除外し、 $(C_{p_1 p_2}, p_3)$ の組合せを作成する。

Step 6. 生成ルールの出力

$i = u$ となるまで Step 1 ~ Step 5 の処理を行い、最終的な正式ルールの状態を結果として出力する。

5.2 回転角度

回転角度に関するルール生成手法について説明する。この手法では、要素間関係の相対角度を単位とする。

Step 1. 前処理

対象とする u 個の要素間関係を相対角度値を基準として昇順ソートし、 $p_i, (i = 1, 2, \dots, u)$ を取得する。その信頼度、相対角度値をそれぞれ $t_i, angle_i$ とする。隣接する相対角度値の差分値 $angle_i - angle_{i+1}$ を取得し、その集合を $q_i, (j = 1, 2, \dots, u)$ とする。

Step 2. 仮ルールの生成

$\max(t_i), \forall_i$ を持つ p_k を取り出す。 p_k と隣接する左右の要素間関係の最小値 $\min(p_{k-1}, p_{k+1})$ を p_l とするとき、以下の式を満たす場合には p_l をグループ化し、仮ルール $C_j, (j = 1, 2, \dots, v)$ とみなす。グループ化した要素間関係は以降の処理対象から除外し、 C_j と隣接する左右の要素間関係を処理対象とする。 $length$ は要素間関係の併合を決定するパラメータである。

$$length > q_i, t_i > threshold \quad (5)$$

この処理を、式 (5) を満たさなくなるまで実行する。左右に式 (5) を満たす要素間関係が存在しなくなった場合には、仮ルールを正式ルール $D_m, (m = 1, 2, \dots, w)$ として記憶する。そして、併合処理を実行していない要素間関係を対象として、 $\max(rel(C_i)), \forall_i$ を持つ仮ルールを検索し、併合処理を続行する。

Step 3. 生成ルールの出力

Step 1 ~ Step 2 の処理を行い、最終的な正式ルールの状態を結果として出力する。

Step 4. 生成ルールの信頼度の算出

正式ルール D_m の信頼度 $rel(D_m)$ を、式 (1) を応用して算出する。 D_m に含まれる要素間関係を p_i で表現する場合、 $rel(D_m)$ の定義を以下に示す。

$$rel(D_m) = \begin{cases} 0 & (\text{if } w=0) \\ 1 - \prod_{\lambda \in p_i} (1 - t_\lambda) & (\text{otherwise}) \end{cases} \quad (6)$$

5.3 大きさ

大きさに関するルール生成について説明する。この手法では、要素間関係の縦方向長と横方向長の二種類によって行う。これら二種類のルール生成はそれぞれ独立して行われるが、具体的な処理手順は同じである。ここでは、縦方向長に関する手法についてのみ説明する。

Step 1. スケール変換

まず、対象とする要素間関係のスケール変換を行い、以下の処理はその縦方向長に対して行っていく。要素間関係の縦方向長は無限大もしくは無限小に値を取り得るため、縦方向長に比例してばらつきが大きくなる。この問題は、 \log スケールに変換することによって解決できる。要素間関係の縦方向長を L とした場合、スケール変換後の縦方向長 L_s を以下に定義する。

$$L_s = \log_{10} L \quad (7)$$

Step 2. 仮ルールの生成

以下の処理は、5.2 節と同じ手法によって定義できるため、省略する。

5.4 反転状態

反転状態に関するルール生成について説明する。この手法では、要素間関係の反転状態を単位とする。

Step 1. 反転状態信頼度の算出

対象とする要素間関係群が反転している割合を示す反転状態信頼度 T_{flip} を算出する。

$$T_{flip} = \frac{\sum t_t(t) - \sum t_f(t)}{\sum t_t(t) + \sum t_f(t)} \quad (8)$$

反転している要素間関係 p_T の信頼度を $t_t(n)$ 、反転していない要素間関係 p_F の信頼度を $t_f(n)$ とした場合、 T_{flip} は $t(k)$ を重みとする平均和で定義される。

Step 2. 生成ルールの出力

T_f を基準として、有意な結果が得られた場合には結果を出力する。

$threshold < T_{flip}$ の場合、

要素間関係は反転して使用する場合が多いと考えられるので、 p_F を結果として出力する。

$T_{flip} < -threshold$ の場合、

要素間関係は反転せずに使用する場合が多いと考えられるので、 p_T を結果として出力する。

$-threshold \leq T_{flip} \leq threshold$ の場合、

要素間関係は反転状態に関連性はないと考えられるので、結果は出力しない。

5.5 代表値算出

5.1 節から 5.4 節までの結果は領域あるいは値の範囲となっている．これはピクトグラムから RDF のトリプルへの変換を考える場合，構成要素となるピクトグラムの位置関係制約の条件には，ある程度の揺らぎが必要だからである．一方，RDF のトリプルからそれを表現するピクトグラムへの変換を考える場合は，ある代表的な位置関係のみを提示すればよい．この場合の各要素の値を代表値と呼んでいる．対象となる要素間関係の左端値を $left(i)$, ($i = 1, 2, \dots, n$) とした場合，代表値を以下に定義する．

$$\text{左端値の代表値} = \frac{\sum_{k=1}^n (t(k) \times left(k))}{\sum_{k=1}^n t(k)} \quad (9)$$

右端値，下端値，上端値の代表値も式 (9) と同様の方法で求められる．相対角度の代表値は，以下の式で定義される．

$$S_{cos} = \sum_{k=1}^n \cos(\text{angle}(k)) \times t(k) \quad (10)$$

$$S_{sin} = \sum_{k=1}^n \sin(\text{angle}(k)) \times t(k) \quad (11)$$

相対角度の代表値 =

$$\arcsin\left(\frac{S_{sin}}{\sqrt{S_{sin}^2 + S_{cos}^2}}\right) \times \frac{\pi}{180} \quad (12)$$

反転状態の代表値は 5.4 節の結果を出力する．

6. 実験

本章では，本研究で行った実験について説明する．6 つの問題を用いてピクトグラムを作成し，その配置データに対して本手法を適用する．抽出ルールが配置データから類推されるものとしてふさわしいか否かを確認することで，有効性を検討した．また，抽出ルールをもとに，ピクトグラムと言語情報の差異によって生じる配置の相違性，類縁性について検討した．

6.1 実験設定

5. 章で説明した本手法の有効性を確認する．実験に際しては，我々の開発したピクトグラムのオーサリングツール (Pictorial Authoring Tool)[18] を用いた (図 5 参照)．学生 8 名の被験者にツールを用いてピクトグラムを作成してもらう．その配置データに対して本手法を適用する．実験時に設定した各パラメータを表 1 に示す．配置データの信頼度はすべて 0.5 に統一し，生成するルールは信頼度 0.7 を閾値として制限した．

角度・大きさのルール抽出に必要なパラメータ $length$



図 5 Pictorial Authoring Tool の実行画面

表 1 実験時に用いたパラメータ

| パラメータ | 値 |
|-------------------------|-----|
| 信頼度 | 0.5 |
| ルール生成時の閾値 | 0.7 |
| $threshold$ (位置・角度・大きさ) | 0.5 |
| $threshold$ (反転) | 0.7 |

表 2 データ収集に用いた問題一覧

| 問題番号 | 基準 | 対象 | 問題文 |
|------|------|--------|----------------|
| 1 | 机 | 車 | 机の上にミニカーがある |
| 2 | 机 | 車 | 机の上に自動車がある |
| 3 | 机 | 車 | 机からミニカーが落ちる |
| 4 | ジュース | コップ | ジュースをコップに注ぐ |
| 5 | ジュース | ワイングラス | ジュースをワイングラスに注ぐ |
| 6 | ジュース | 口 | ジュースを口に注ぐ |

の値は，以下の式で定義した．

$$length = \frac{\sum_{i=1}^u q_i}{u} \quad (13)$$

式 (13) は角度に関するパラメータ設定であるが，大きさも同様の方法で求められる．

6.2 データ収集

6.2.1 データ収集に用いた問題

実験に用いた問題を表 2 に示す．各問題は，基準と対象に指定されたピクトグラムを構成要素として，問題文の意味を指すピクトグラムを作成させる．問題 1 から見て問題 2, 3 は，使用するピクトグラムを変更せずに，対象，行為の意味を変化させた問題である．問題 1, 2 の間には大きさ，問題 1, 3 の間には位置，角度に差異が生まれることを期待している．問題 4 から見て問題 5, 6 は，“ジュース”を基準として対象となるピクトグラムを変化させた問題である．これら問題間には，すべての要素で大きな差異が生まれないことを期待している．

6.2.2 データ収集の手順

実験手順を以下に示す．被験者一名に対して以下の手順で配置データを収集した．すべての被験者に対し，同様の手順を繰り返した．

Step 1. 表 2 に示した問題文をすべて提示する．

表 4 代表値の抽出結果 (数値)

| 問題番号 | 左端値 | 右端値 | 上端値 | 下端値 | 相対角度 | 反転状態 | 信頼度 |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|
| 1 | -0.252 | 0.028 | 1.099 | 0.852 | 0.0 | なし | 0.737 |
| 2 | -1.767 | 1.521 | 3.214 | 0.555 | 0.0 | なし | 0.904 |
| 3 | -1.412 | -1.073 | 0.300 | -0.008 | 297.7 | なし | 0.534 |
| 4 | 1.244 | 4.100 | -0.049 | -2.359 | 293.4 | なし | 0.782 |
| 5 | 1.110 | 3.563 | -0.482 | -2.311 | 276.3 | なし | 0.729 |
| 6 | 1.501 | 6.293 | 1.273 | -1.160 | 328.6 | なし | 0.771 |

Step 2. 実験者は、各問題のピクトグラムを作成するために必要となる二つの構成要素を、Pictorial Authoring Tool の画面左上隅と右下隅に配置する。構成要素の大きさ、相対角度、反転状態は統一する。

Step 3. 被験者に二つの構成要素を自由に配置させ、ピクトグラムを作成させる。

Step 4. Step 2 ~ Step 3 をすべての問題について行う。

ただし、Pictorial Authoring Tool の操作方法については、あらかじめすべての被験者に教示しておいた。

6.3 実験結果

今回作成した問題文では、被験者が作ったピクトグラムの共通性を、構成要素間を囲む矩形の幾何的制約としてすべて記述できた。得られた配置結果を次ページの表 3 に示す。表 3 で定義される代表値は表 4 である。これらを論理座標系で表現したものを、図 6 に示す。青色線によって区画された領域は、それぞれ各問題ごとに本手法で生成されたルールを示す領域である。内側と外側の青色線によって、対象となるピクトグラムの各辺を配置可能な左端値、右端値、上端値、下端値それぞれの上限と下限を示している。ピクトグラムの左端値、右端値、上端値、下端値によって定義される緑色線は、ルールの代表値を示している。ピクトグラムの中心点から示す角度は、相対角度の上限、代表値、下限を表現している。

6.4 考察

それぞれの問題で抽出された配置ルールは、問題文の意味を満たすような配置を形成しており、適切な配置状態を導出していると考えられる。

問題 1, 2 では、同じピクトグラムを使用しているにも関わらず、生成されたルールでは大きさに差異が生じた。これら問題の差異は、問題文の差異、つまり“自動車”と“ミニカー”である。このことから、車のピクトグラムに複数の意味が存在することが推測できる。

問題 1, 3 でも同様に、問題文の述語関係に差異があることによって、生成されたクラスでは位置、角度に大きな差異が生じた。このことから、問題 1, 3 には何らかの異なる述語関係が存在することが推測できるが、大きさにも小さな差異が生じている。また問題 3 では、ルール生成時の信頼度の閾値が 0.7 ではルールが生成できなかったため、閾値を 0.5 に下げて算出している。これらの理由から、述語関係の存在を見極めることは難しい。

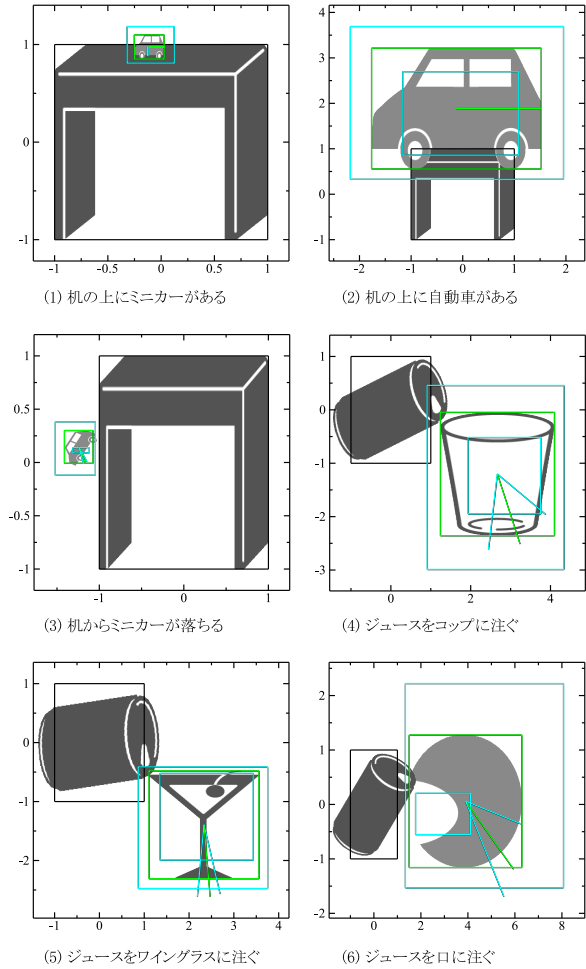


図 6 抽出された配置結果

問題 4, 5, 6 では、問題文、使用するピクトグラムに、“コップ”、“ワイングラス”、“口を開けた頭”という差異があるにも関わらず、ほぼ同じルールが得られた。このことから、“ジュース”から見たこれら 3 者には類似的な関係“注がれる”があることが推測でき、これら 3 つのオブジェクトが特定の条件下で同等のクラスとして定義できることを示唆している。問題 6 については相対角度値の値がやや大きい、つまりジュースの注ぎ方が異なるという点も興味深い。

問題 1, 3, 5 では、信頼度が低い問題も上げられる。問題 3 では、“ミニカー”を配置の自由度があまりにも高く、ルールを生成することは難しかった。配置の自由度が高い場合は、より厳密な仕組みが必要となるだろう。問題 1, 5 では、ルールが大きく二分されたために信頼度が低下している。

全体としてサンプル数が少ないため、上述した問題を現状で判断することは難しい。また、サンプル数が大きい場合に的確にルールを抽出できるかを確かめる必要性

表 3 配置ルールの抽出結果 (数値)

| 問題番号 | 左端値の下限 | 左端値の上限 | 右端値の下限 | 右端値の上限 | 上端値の下限 | 上端値の上限 | 下端値の下限 | 下端値の上限 |
|------|---------|---------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| 1 | -0.319 | -0.123 | -0.130 | 0.123 | 0.976 | 1.184 | 0.810 | 0.888 |
| 2 | -2.176 | -1.162 | 1.083 | 1.952 | 2.696 | 3.690 | 0.328 | 0.860 |
| 3 | -1.520 | -1.313 | -1.118 | -1.046 | 0.139 | 0.382 | -0.120 | 0.089 |
| 4 | 0.916 | 1.938 | 3.758 | 4.338 | -0.520 | 0.453 | -2.992 | -1.953 |
| 5 | 0.869 | 1.352 | 3.434 | 3.754 | -0.523 | -0.416 | -2.477 | -1.995 |
| 6 | 1.338 | 1.770 | 4.108 | 8.066 | 0.203 | 2.219 | -1.533 | -0.555 |
| | 相対角度の下限 | 相対角度の上限 | 幅比率の下限 | 幅比率の上限 | 高さ比率の下限 | 高さ比率の上限 | | |
| | 0.0 | 0.0 | 0.185 | 0.426 | 0.167 | 0.352 | | |
| | 0.0 | 0.0 | 2.245 | 4.128 | 1.836 | 3.149 | | |
| | 290.0 | 305.0 | 0.267 | 0.402 | 0.260 | 0.375 | | |
| | 261.0 | 328.0 | 2.400 | 3.244 | 1.953 | 2.500 | | |
| | 263.0 | 287.0 | 2.082 | 2.646 | 1.580 | 1.953 | | |
| | 313.0 | 350.0 | 2.738 | 6.295 | 1.437 | 3.250 | | |

がある。サンプル数を増やし、統計的にパラメータ設定を検討したいと考えている。

7. まとめと今後の課題

本稿では、ピクトグラムの構成要素に関する配置ルール抽出方式を提案した。本手法では、ピクトグラムの構成要素間に生じる座標関係を、位置・回転角度・大きさ・反転状態の4要素とみなし、それらを基準として適切な配置を算出する。これらのアルゴリズムは、6つの例題を通じて被験者から収集したピクトグラムの配置データをもとに、その有効性を明らかにした。

今後の研究課題として、本稿手法をより高度な配置状態に対しても適用可能とすることが挙げられる。例えば、4要素の組合せを考えると、本稿では、より代表的な配置を抽出することを重要視している。しかし、組合せによってより詳細なルールを抽出することを重要視する場合も考えられ、その手法について検討したいと考えている。

また、今回の実験では、ピクトグラムと言語情報の差異によって配置の相違性、類縁性が得られた。これらを自動的にルールとして再利用することで、汎用的なオントロジが構築されていくであろう。その仕組みの確立が急務である。

謝 辞

本研究の一部は、文部科学省科学技術振興調整費「障害者の安全で快適な生活の支援技術の開発 - 認知・知的障害者の理解特性に合わせた情報提示技術の開発」(平成16年度~18年度)によるものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Takasaki, T.: PictNet: Semantic Infrastructure for Pictogram Communication, in *The Third International WordNet Conference (GWC-06)*, pp. 279-284 (2006).
- [2] NPO Pangaea ホームページ, <http://www.pangaeaan.org/>.

- [3] JIS T 0103 (コミュニケーション支援用絵記号デザイン原則), 日本規格協会 (2005).
- [4] 大田幸夫: ピクトグラムのおはなし, 日本規格協会 (1995).
- [5] Maharaji, S. C.: Pictogram Ideogram Communication., *The George Reed Foundation for the Handicapped*. (1980).
- [6] 清水寛之: 視覚シンボルの心理学, プレーン出版 (2003).
- [7] 藤沢和子: 視覚シンボルでコミュニケーション日本版 PIC 活用編, プレーン出版 (2001).
- [8] 清田公保, 中山典子, 藤澤和子, 井上智義: 視覚シンボルを利用した知的障害者児向け電子メールソフトの開発, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 103, pp. 19-24 (2004).
- [9] NHK 絵文字チャット, <http://www.nhk.or.jp/nankyoku-kids/ja/frame.html>.
- [10] 大江原容子, 伊藤一成, 橋田浩一: 自然言語文との相互変換を目的とした絵文字デザイン, 第53回日本デザイン学会研究発表大会 (2006).
- [11] 伊藤一成, 橋田浩一: 絵文字の利用と理解を促進するためのオントロジマッピング, 日本データベース学会論文誌 DBSJ Letters, Vol. 5, No. 2, pp. 93-96 (2006).
- [12] Resource Description Framework (RDF), <http://www.w3.org/RDF/>.
- [13] Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J. and Xu, X.: A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise, in *Second International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, pp. 226-231 (1996).
- [14] Zhang, T., Ramakrishnan, R. and Livny, M.: BIRCH: An Efficient Data Clustering Method for Very Large Databases, in *In Proc. 1998 ACM-SIGMOD Int. Conf. Management of Data*, pp. 103-114 (1996).
- [15] Zhang, T., Ramakrishnan, R. and Livny, M.: BIRCH: A New Data Clustering Algorithm and Its Applications, *Journal of Data Mining and Knowledge Discovery*, Vol. 1, pp. 141-182 (1997).
- [16] Agrawal, R., Gehrke, J., Gunopulos, D. and Raghuvaran, P.: Automatic Subspace Clustering of High Dimensional Data for Data Mining Applications, in *In Proc. 1998 ACM-SIGMOD Int. Conf. Management of Data*, pp. 94-105 (1998).
- [17] Agrawal, R. and Srikant, R.: Fast Algorithms for Mining Association Rules, in *Proceedings of the 20th International Conference on Very Large Databases*, pp. 487-499 (1994).
- [18] 加藤一葉, 橋田浩一, 伊藤一成: 認知・知的障害者のための絵文字によるコミュニケーションツールの開発, 第52回日本デザイン学会研究発表大会 (2005).