

機関番号：32601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2010

課題番号：20700097

研究課題名（和文）ピクトグラムと自然言語の対応に基づいた意味構造化に関する基礎研究

研究課題名（英文）Study on Meaning Structure based on Correspondence of Pictogram and Natural Language

研究代表者

伊藤 一成 (ITO KAZUNARI)

青山学院大学・社会情報学部・准教授

研究者番号：20406812

研究成果の概要（和文）：既成のピクトグラムを組み合わせる図形作成行為と、それに対応付ける自然文の組みさえ登録し、利活用する Web サービスのフロントエンド Web アプリケーション開発した。この実装システムを活用して2つの評価実験を行った。第一は、ピクトグラムの一次元配置と二次元配置に関して検討を行った。第二は、ピクトグラムの2コマ表示と1コマ表示の認識特性を実験により調査し、反応時間や一致率、明瞭度の結果に基づいてピクトグラム単体での認識向上について考察した。いずれにおいても優位性を見いだすことができた。

研究成果の概要（英文）：

We have developed a web application which works as web service frontend. This system can combine multiple pictograms and natural language easily. And two experiments were conducted to evaluate this attempt. First, we considered one-dimensional arrangement and two-dimensional arrangement of pictograms. Second, we pursue recognition properties of two-frame pictogram.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学，データベース

キーワード：コンテンツ・アーカイブ，ピクトグラム，XML，SVG

1. 研究開始当初の背景

ピクトグラムとはモノや概念などを単純化したグラフィックシンボルである。またその用途は、交通標識やアイコンなどサインとしての役割が主であるが、障害者生活支援、幼児の概念教育や異文化コミュニケーション支援の分野でコミュニケーション実現や意思伝達の手段としての役割も担っており、研

究が進められている。研究代表者も2004～2006年度まで科学技術振興調整費「認知・知的障害者の知識表現支援技術の開発と評価」（以下科振費プロジェクト）にて、文字によるコミュニケーションが困難な認知・知的障害者のための知識の伝達手段として、RDFベースのメタデータを元にピクトグラムを二次元的に組み合わせることによって単文程度の自然言語を表現する手法を提案

した。特に認知・知的障害者にとって従来方式や写真よりもピクトグラムの二次元配置の方が理解しやすいことを示すとともに、その作成を支援するプロトタイプツールを研究・開発し、その有用性を確認していた。

2. 研究の目的

ピクトグラムの組み合わせを考える場合、個々のピクトグラムの加工容易性が重要となってくる。特にコミュニケーション用途で同時に自然文を付記しない利用方式の場合は状況や文脈を考慮する上で必要不可欠である。例えば“公園で自転車に乗る”の場合、主題が「公園」という場所なのか、「自転車に乗る」という行為なのかによって対象のピクトグラムの明度を変更するなどの方式で差異を表現しなければならない。同様に“雷が発生したら木に近寄るのはやめましょう”を表現する場合、雷が状況であることや、その条件下で木に近づくことが危険であることを明瞭化しなければならない。そのため個々のピクトグラムを文に対応して順番に表示したり、人のピクトグラムをアニメーションで動かすなどの工夫が必要となる。多くの既存研究と同様に科振費プロジェクトでも、バイナリ形式の画像ファイルを用いていたため限界を感じていた。この対応としてW3Cで提唱されているベクタグラフィックスフォーマットであるSVG(Scalable Vector Graphics)を採用する。SVGはXML形式のテキストファイルなのでピクトグラムの組み合わせ変換はXMLの部分木を置換、削除する作業に帰着される。またこの操作は自然言語の部分文を生成する行為にも相当する。またバイナリデータでは事実上不可能な、右に示す様なオブジェクトの形状変化やアニメーション効果もSVGでは特定の属性値を一つ変化させるだけである。

また用途や状況・文脈に応じて提示すべきピクトグラムは変わってくる。ピクトグラムの利用方法には次の4通りがあると研究代表者は考えている。

- (1)サイン、シグナル、インデックス(文字による補助表示が必要なものも含める)
- (2)コミュニケーション、意志表現(ピクトグラム単独で表現するもの)
- (3)コミュニケーション、意志表現(文字による補助表示が必要なもの)
- (4)文章の挿絵(イラスト)

これまでの研究は、(2)を対象にしていた。これは自然言語による意思表示が難しい障害者を対象としていたことにも起因する。また前に述べた相互変換処理も、手始めは(2)を主眼に置いている。よって用途毎にピクトグラムと自然言語のコーパスセットを収集し、それらの関係性や変換ルールを分析する。その

上で用途間の変換処理を試みる。

(1)の場合、前提となる状況を把握した上で、簡略化し視認性を高めなければならない。サイン用途とコミュニケーション用途で定義されている「レストラン」の例をあげると、サイン用途では建物という前提と視認性を高めるため皿がなくなっている。またコミュニケーション用途では、ピクトグラムに含まれる構成素間の関係だけではなく、シーケンス間の関係も解析していかななければならない。(3),(4)では主題把握や理解支援の役割を担う、よって自然文章の中に介在する意図、主題や単語の重要度を、従来の単語頻度ベースの解析手法とは異なった方法で判定できると考える。さらに、(3)の問題をより複雑にした(4)に関する研究を見据える。

3. 研究の方法

これまでは通常のアプリケーションとして実装していたため応用に限界があった。そこでWebサービスベースにシステムをリバイズし、さらにAPIを整備することで応用アプリケーションを実装できるようにする。またそのシステムを利用した評価実験を行うことで生成されるコンテンツの妥当性について検証する。1点目は、ピクトグラムの二次元配置と二次元配置の理解度や直感性を調査する。実験は、ピクトグラムの二次元配置、ピクトグラムの二次元配置、イラスト、文、写真の5種類の表現法を、相互に変換する問題を用いる。2点目は、関連性のある2コマのピクトグラムの連続的提示である。それらの差異部分から文脈、対比、帰結関係などの意味をより正確に伝達できるという仮説を立てるに至った。そこで、類似ピクトグラムの連続提示と単体提示の認識特性を実験により調査し、反応時間や一致率、意味明瞭度の結果に基づいてピクトグラム単体での認識向上について考察する。

4. 研究成果

既成のピクトグラムを組み合わせるいわば図形作成行為と、それに対応付けする自然文の組みさえ登録すれば、内部で自動的にSVG、GDAに変換されDBに格納することができるWebサービスのフロントエンドWebアプリケーション開発した。実行画面を図1に示す。登録時に表示されるIDや、単に自然言語をキーにして別アプリケーションに組み込むこともできる。図2は実際にWebサービスを使った一活用例である。このように任意のホームページに対して手軽に埋め込むことができる。また図3はスマートフォンを2台使用した活用例である。

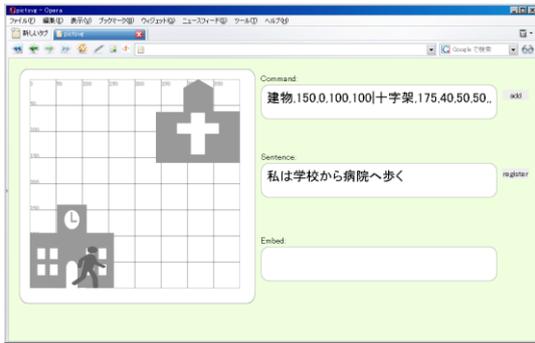


図1 システム構成図



図2 ホームページに埋め込んだ例



図3 スマートフォンを2台使用した応用例

この実装システムを活用して2つの評価実験を行った。

第一は、ピクトグラムの一次元配置と二次元配置に関して検討を行った。実験結果から、年齢によって正しく解釈できる比率（以下正答率と呼ぶ）の差が認められた。二次元配置は他の表現法と同様に、高齢者でも正答率が落ちにくい。これは、一次元配置の理解の複雑さに起因していると考えられる。一方で、一次元配置は加齢につれ正答率が低下すると考えられる。一次元配置を理解するためには、それぞれのピクトグラムの意味を理解し

た上で、一次元配置の配置順から、ピクトグラム同士の関係を推測し理解するという過程を経ていると考えられる。結果では、一次元配置は加齢に伴い、誤答率よりも、不解率の上昇が見られる。つまり、高齢者は一次元配置を提示されると、その複雑さから理解を放棄する傾向があると考えられる。養護学校の特定の生徒にも同様の現象が見られた。また、直感度の調査から二次元配置は、文、写真、イラストとの間で統計学的な有意差は認められないという結果が得られた。このことから、ピクトグラムの二次元配置が新たな表現・コミュニケーションメディアとして有効であると考えられる。

画像の作成にかかるコストも重要な点である。文がもっとも低く、一次元、二次元、イラスト、写真の順で作成コストは増加すると考えられる。それは、イラストは描画する能力が要求され、写真では表現したい状況を写実しなくてはならないためである。一方、ピクトグラムはそれが用意されていれば、サイズを変更し、配置するという作業で作成可能である。しかしながら、その低コスト性は必要なピクトグラムがある場合にのみ保障されている。そのため、今後は必要なピクトグラム群の整備が必要であろう。

子供グループの実験結果から、10歳以上でほぼ100%の正答率を得ている。ところで、小学校中学年頃（9、10歳）に学力の個人差が拡大する“9歳の壁”という現象が存在することが知られている。その転換期で獲得されるのは、具体的事物、事象に関連しながら、しかも具体物からは直接的には導かれない、より高いレベルでの一般化、概念化された思考であるという。本実験でも、写真という具体的事物から、ピクトグラムの一次元配置、二次元配置、文という一般化、概念化された事物への変換で“わからない”や誤答が9歳以下の子供に多くなる傾向が見られ、この現象が正答率に大きな影響を及ぼしたのではないかと考えられる。

最後に養護学校の生徒に関する実験の考察を述べる。生徒個々の障害の程度や特性の違いが大きいため、一般的な結論を導くことは難しいが、実験中の被験者の様子も含めて、テストケースとして報告する。はじめに、画像内の注目部分により、正答率に影響がでるといふ知見が示唆された。絵から取り込みやすい情報が、比較的目に付きやすい画像は照合が楽であり正答率が上昇する。そうでない場合は照合が困難なため、正答率が減少すると考えられる。さらに、配置順や並び順により回答可能かどうか左右される可能性も示唆された。例えば、選択肢の並び順や一次元配置のピクトグラムの並び順に相当する。つまり、位置や色のような注目しやすさの情報の特徴が正答率に影響している可能性が

示唆されたということである。

生徒たちは基本的に、それぞれの画像を構成素に分解して捉えているので、その分解のしやすさにより正答率が左右されると考えられる。今回扱った表現法では、画像中の構成素としては、二次元配置がもっとも認識しやすく、次に写真、イラストと続く。一次元配置では、分解ではなく逆に統合という行為が必要になる。これが、二次元配置が比較的良好な結果である理由と考えられる。また、画像を分解して統語的に考えられる被験者、分解した構成素の中から1つの構成素に注目できる被験者に加え、構成素を全く注出できない被験者もいた。さらに、短期記憶領域が少ない生徒の場合には、一次元や文は情報が多すぎると考えられる。二次元は情報が簡略化されているのに対し、イラストや写真は情報量がピクトグラムの二次元配置よりも多い。そのため、短期記憶領域が少ない場合には、画像の分解が上手くいかず誤答してしまうことが多い。

直感度を個人の感性として捉えるならば二次元配置は、写真、イラストと同様に人の感性に働きかける作用があると結論づけることができる。さらに大人、子供、養護学校の生徒を対象とした実験の結果から、二次元配置がイラストや、写真と同様に、新たな表現メディアとして利用できるという感触を得た。今回の実験では、被験者に回答時間を制限していないため、一次元配置や二次元配置の理解に必要な時間を計測できていない。利用状況によっては瞬時の理解が必要な場合もあり、二次元配置の認識に必要な時間の計測が今後の課題である。また、今回の実験の回答方式は選択式であったため、被験者は与えられた選択肢から意味の近いものを選択している可能性がある。この点についてもさらなる考察が必要である。

第二は、ピクトグラムの2コマ表示と1コマ表示の認識特性を実験により調査し、反応時間や一致率、明瞭度の結果に基づいてピクトグラム単体での認識向上について考察した。いくつかのテーマにおいて1コマ表現よりも2コマ表現の方が、意味明瞭度や一致率の観点において優位性を見いだすことができた。つまり類似ピクトグラムの連続提示から得られる様々な差異情報により、ピクトグラム単体での認識向上が十分見込めると結論付けられる。今回いくつかの点については、既存の研究に基づいた推測的考察にならざるを得なかった。実環境での実験を含めた、より詳細な検証が今後の課題である。その知見に基づき、最終年度では、特にスマートフォンでの表示や教育コンテンツにおいてピクトグラム表現がどう作用するかについて幅広く研究を遂行した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計3件)

- ① 伊藤一成, “プログラミング, 何をどう教えているか: Scratchを用いた授業実践報告”, 情報処理学会誌, 査読有, Vol. 52, No. 1, pp. 111-113 (2011)
- ② 藤森誠, 伊藤一成, Martin J. Dürst, 橋田浩一: 差異表現に基づくピクトグラムの主題提示と認識度向上, 日本感性工学会論文誌, 査読有, Vol. 8, No. 3 (2009)
- ③ 藤森誠, 伊藤一成, Martin J. Dürst, 橋田浩一: ピクトグラムの群配置における感性的認識に関する検証, 日本感性工学会論文誌, 査読有, Vol. 8, No. 1, pp. 113-118 (2008)

〔学会発表〕(計9件)

- ① 伊藤一成: スマートフォン, タッチタブレットを活用した教育の情報化, 大学教育改革フォーラム in 東海 2011, (2011/03/12), 名古屋大学
- ② 伊藤一成: スマートフォンが大学をどう変えるか?, モバイル学会 第10回モバイル研究会, (2010/12/17), 産業技術総合研究所
- ③ 伊藤一成: モバイルデバイスを活用したプログラミング教育の実践報告, 情報コミュニケーション学会第8回全国大会 CIS2011, 2p. (2011/02/20), 園田女子大学
- ④ 伊藤一成: モバイル端末を活用したビジュアルプログラミング教育, 第26回日本教育工学会, 2p. (2010/09/17), 金城女子大学
- ⑤ 伊藤一成, 加藤慈: モバイル端末によるシームレスなジェスチャー送信を可能とするプレゼンテーションシステムの実装, 第35回教育システム情報学会全国大会, 2p. (2010/08/27), 北海道大学
- ⑥ 伊藤一成, 橋田浩一: 知的障害者に対するピクトグラムを用いた情報理解支援の試み, 第23回人工知能学会全国大会, (2009/06/18), サンポートホール高松
- ⑦ Makoto Fujimori, Kazunari Ito, Martin J. Dürst, Kōiti Hasida: Topic Presentation and Recognition Improvement using Differential Pictogram Expressions, The International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2009, (2009/03/27), 宝塚造形芸術大学

- ⑧ 藤森誠, 伊藤一成, Martin J. Dürst, 橋田浩一 : 差異表現に基づくピクトグラム
の主題提示と認識向上, 第10回日本感性
工学会大会, (2008/09/08), 大妻女子大
学 千代田キャンパス
- ⑨ Motohiro Matsuda, Kazunari Ito, Martin
J. Dürst, Kōiti Hasida: Method of
Concept Extraction using Differential
SVG Graphics, Proceedings of the 12th
International Conference on
Knowledge-Based and Intelligent
Information & Engineering Systems
(KES2008), (2008/09/01), クロアチア・
ザグレブ

[その他]

ホームページ等

<http://sw.si.aoyama.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 一成 (ITO KAZUNARI)

青山学院大学・社会情報学部・准教授

研究者番号 : 20406812