

説明の構造とアニメーション化

乃万 司† 山本邦雄† 近藤和将††

†九州工業大学 情報工学部 知能情報工学科 ††(株)朋栄

図表やグラフの目的の一つは、データの特徴を他者に伝えるためにある。しかし、陽な説明がなければ、意図が相手に正確に伝わるとは限らない。本稿では、説明の構造記述から、擬人化エージェントによる説明(プレゼンテーション)のアニメーションを生成するシステム *DataPresenter* を紹介する。説明の構造は、プレゼンテーションツリーとよばれる木構造のデータで表現され、また、表やグラフが本来持つ構造を利用して、記述を容易にしている。このツリー構造を走査する際に、説明文とジェスチャのテンプレートを参照することにより、エージェントによるアニメーションが生成される。

Use of Explanation Structures for Animation

Tsukasa NOMA† Kunio YAMAMOTO† Kazumasa KONDO††

† Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology

†† FOR-A Co., Ltd.

This paper discusses the use of explanation structures for automatic explanation of tables and graphs, and then introduces a prototype system called *DataPresenter*. In the *DataPresenter*, a user edits a table and/or a series of tables on Microsoft Excel, and also specifies the presentation contents for explaining the tables and their associated graphs in the form of tree structure, called *presentation tree*. The system then generates animated explanation by an agent. Traversing the presentation tree then yields speech texts for explaining the tables and graphs, and the resultant texts animate the agent.

1 はじめに

データや情報の特徴を理解しやすくする手段として、図表やグラフが古くから用いられてきた。また最近では、それらを発展させたものとして、可視化が非常に成功を収めてきている。これらの手法には、(1) 情報(データ)に内在する特徴を発見するためと、(2) 発見した特徴を他者に伝えるためという二つの目的がある。(2)の目的を効果的に達成するには、伝えたい特徴に合わせて図表や可視化の表現を工夫する必要があるが、陽な説明がなければ、いずれにせよ誤解を生む可能性がある。

本稿では、(2)の目的を確実なものにするために、擬人化エージェント¹⁾に説明(プレゼンテーション)させる手法を提案する。

擬人化エージェントを動作させる従来の言語やシステムは、主に、(1) 動作(ジェスチャ)の列を記述する低水準な汎用言語^{2) 3) 4)}か、あるいは(2) 観光案内、天気予報など特定の分野の専用システム^{5) 6)}に限られていた。説明する分野ごとに専用システムを構築するのは非現実的である一方、図表やグラフの説明を、低水準の汎用言語のスクリ

プトとして記述するのも負担が大きい。

そこで本稿の提案では、図表やグラフのデータが持つ構造を利用し、さらにユーザが説明したい内容の構造を図的に記述することにより、擬人化エージェントによる説明を(半)自動的に生成させる。実際に、図やグラフを説明させるためには、Microsoft Excelで表を作り、後述するプレゼンテーションツリーにより説明内容を図的に指定するだけでよい。

本稿の構成は次の通りである。2節では、1枚の表を例に、本研究のシステム *DataPresenter* がどのように動作して説明のアニメーションを生成するかを述べる。3節では、複数枚の表やグラフなど、より複雑なデータの扱いを紹介する。4節で現在までの実現と結果を紹介した後、最後に5節で結論と今後の課題を述べる。

2 *DataPresenter* の動作原理

本節では、1枚の表を説明する例を通して、*DataPresenter* が説明のアニメーションを生成する原理を紹介する⁷⁾。

表 1: 表の例
ADSL Monthly Charges

Country	1.5M	8M
Japan	3,419 yen	3,377 yen
Korea	3,135 yen	4,076 yen

2.1 表とその構造

表はデータを格子状に並べたものであり、本稿では個々のデータのことをセルとよぶ。表では通常、行の左端と列の上端の項目で、セルの属性が示されている。たとえば、日韓の ADSL の月額料金を表した表 1 では、右下の “4,076 yen” というセルは、「韓国」での「8M」の料金とわかる。

このような表を説明するというのは、一般には、同一の属性における増減などの傾向や属性間あるいはセル間の比較を行う事が多い。そのような説明のアニメーションを、擬人化エージェント用の汎用言語^{2) 3) 4)}で作成しようとする時、ユーザは陽に、(1) 説明の文章(せりふ)、(2) 説明対象の表上のセル(またはその位置)、(3) 文章中で参照するタイミング、(4) ジェスチャ等の適切な動作などをすべて指定する必要がある。

しかし、表の持つ構造を利用すると、ユーザが陽に指定する内容を大幅に減らすことができる。たとえば、表 1 において、“3,419 yen” と “3,377 yen” とを比較するというだけで、表の項目から、「日本の ADSL 料金」について、「1.5 M」と「8 M」とを比較することがわかる。これは、各セルが行と列の属性を持つという表の構造により可能になっている。

2.2 DataPresenter の動作原理

DataPresenter を利用する場合、最初に、Microsoft Excel のようなスプレッドシート上で、説明すべき表を編集する。次に、その表の説明内容を、プレゼンテーションツリーとよばれる木構造のデータで指定する。ユーザが指定するものは原則としてこれだけである。図 1 は、表 1 を説明するプレゼンテーションツリーの例である。

図 1 では、各矩形は表の中の各セルを表し、プレゼンテーションツリーでは木構造の終端ノード(葉)となる。一方、各楕円は説明における「機能」を表し、プレゼンテーションツリーでは木構造の非終端ノードとなる。たとえば、Topic ノードは、トピックセンテンスのようなトピックを明示することを表し、Contrast ノードは、その子ノード(または部分木)を対比することを表し、Compare (Price) ノードは、その子ノードを価格として比較するこ

とを表している。子ノード間には順序があり、その順序が説明の順序に反映される。図 1 では、その順序を破線矢印で明示している。

また、非終端ノードのタイプ(機能)ごとに、説明文のテンプレートとジェスチャの組合せが対応付けられている。現在実現している各非終端ノードのタイプ、機能の意味、および説明文(ジェスチャとそのタイミング情報は省略)を表 2 に示す。

表 2 のテンプレートを適用しつつ、プレゼンテーションツリーを走査すると、表の説明文が生成される。図 1 を走査して、その説明文を生成する例を図 2 に示す。ここで生成される説明文は次のようなものである。

This table shows ADSL monthly charges. For 1.5 M, 3,419 yen of Japan is more expensive than 3,135 yen of Korea. But for 8 M, 3,377 yen of Japan is cheaper than 4,076 yen of Korea.

下線はそこで該当する表中のセルを指示することを表している。この説明文から、^{2) 4)}の要領で、説明のアニメーションが生成される。なお、“more expensive” や “cheaper” などの句は、Compare というノードタイプで指定されていた Price という分野およびセルの値そのものの比較によって得られている。現在の実現で扱える分野は、Area, Depth, Height, Length, Quality, Quantity, Size, Weight, Width, および Price である。たとえば、分野が Price の場合は、“expensive” や “cheap” などの形容詞が用いられるが、分野が Height の場合は、“high” や “low” が用いられる。

2.1 項で述べたように、汎用言語を用いて説明のアニメーションを生成するには、4 種類のデータを陽に指定する必要があるが、DataPresenter では、(2) 説明対象の表上のセルのみを指定するだけでよい。(1) 説明の文章(せりふ)、(3) 文章中で参照するタイミング、および(4) ジェスチャ等の適切な動作は、すべてプレゼンテーションツリーの走査時に、適切なテンプレートが選択されることによって自動的に生成される。

3 複数の表とグラフの利用

DataPresenter では、単一の表ばかりでなく、複数の表のリストから別の表を作成して説明したり、グラフ化して説明することもできる。

3.1 複数の表による説明

2.1 項で述べたように、表の各セルは、行と列の属性に対応付けられている。各セルのデータ自身も考えると、1 枚の表が表すデータ空間の次元は

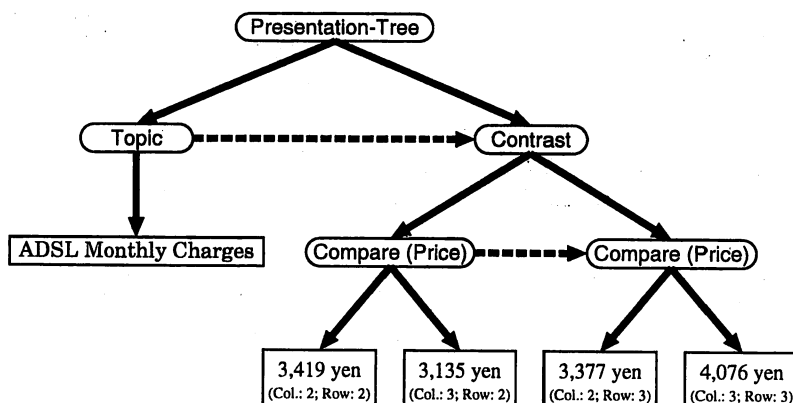


図 1: プレゼンテーションツリーの例

表 2: 非終端ノードのタイプ, 機能の意味, および説明文の英文テンプレート. (注: { } 内の句は (Child1) と (Child2) とを評価して得られる. (CommonIndex) は, 同じ行/列にある (Child1) と (Child2) に共通の属性である. 逆に, (DIndex1) と (DIndex2) は, (Child1) と (Child2) を区別する属性である. (CellValue) はセルの値である. (DataAxisName) は表のデータの種類である.)

ノードタイプ	機能の意味	説明文テンプレート
Causation	2つの子ノード間に因果関係を持たせる	(Child1) So (Child2)
Compare	2つの子ノードを比較する	For (CommonIndex), (Child1) of (DIndex1) is { more expensive than / the same as / cheaper than } (Child2) of (DIndex2). (注: 上記テキストは分野が Price の場合である. 分野に応じて適切な形容詞が選択される.)
Contrast	2つの子ノードを対比する	(Child1) But (Child2)
Order	指定された行/列上で n 番目に { 大きい / 小さい } セルを示す	In (LineIndex), (DataAxisName) of (CellIndex) is { largest / smallest } to the n -th. (注: (LineIndex) は対照とする行/列の属性である. (CellIndex) はそのセルのもう一方の属性である.)
Rank	指定されたセルがその行/列上で何番目に { 大きい / 小さい } かを示す	In (LineIndex), (DataAxisName) of (CellIndex) is { largest / smallest } to the n -th. (注: (LineIndex) および (CellIndex) は上と同じ.)
Report	指定されたセルの値を示す	The value of (ColumnIndex) and (RowIndex) is (CellValue).
Topic	表/グラフのタイトルを示す	This { table / graph } shows (Child).
Variation	指定された行/列での値の増減を示す	(DataAxisName) of (LineIndex) { increases / decreases / is (mostly) constant / is like this }.

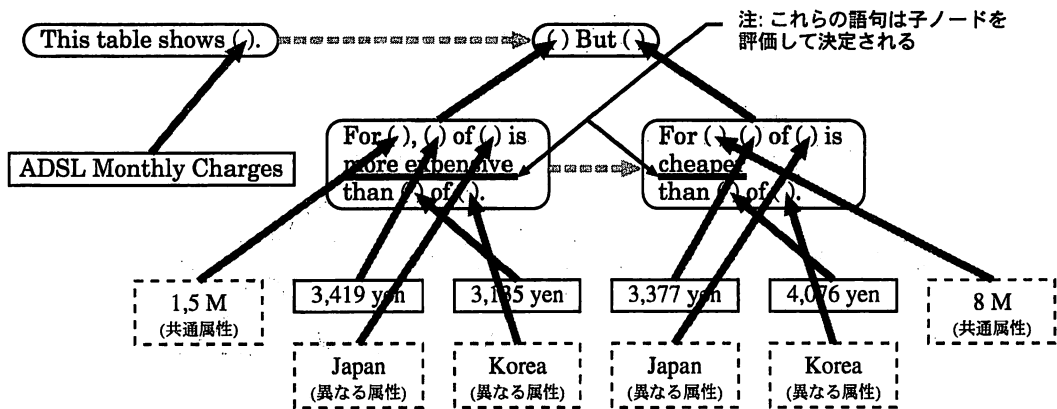


図 2: プレゼンテーションツリーの走査と説明文の生成 (破線矩形は属性を表す)

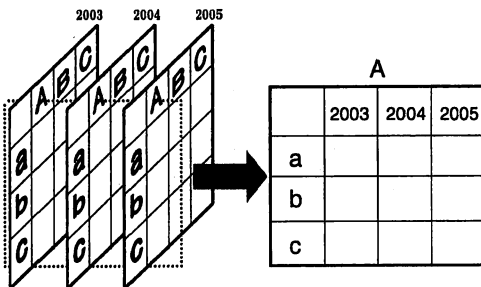


図 3: 4D データ空間の断面による表の生成

3次元であると考えられる。さらに(ほぼ)同じ形式の表を、別の軸で複数用意することにより、表のリストを4次元データとして考えることができ、その4次元データの断面を様々な向きで考えることにより、表を生成することができる(図3)。

DataPresenter のプレゼンテーションツリーでは、このような表のリストから新しい表を作り、説明する機能を有している。

3.2 グラフによる説明

DataPresenter では、表からグラフを生成し、それを説明するアニメーションを生成することもできる。表2における Order, Rank, Variation などのタイプは、主にグラフの説明で用いられる。

4 実現と結果

DataPresenter のプロトタイプの実現には、Microsoft Excel, JScript, および XML を使用した。まず、ユーザは Excel 上で表を作成し、さらに、その説明のプレゼンテーションツリーを XML で記

述する。図4は、XMLによるプレゼンテーションツリーの例であり、世界の人口を比較したものである⁸⁾。Excel上でJScriptのプログラムを走らせることにより、このプレゼンテーションツリーをジェスチャ付きの説明文に変換する。この説明文のXML表現が図5である。この説明文では、`<point>` と `</point>` に挟まれた部分でエージェントによって画面中の表の該当部分が指示されることになる。

現在のプロトタイプでは、Microsoft Visual C++ .NET 2003 環境下で、XMLの処理には Microsoft MSXML3.0、音声出力には Microsoft Speech API 5.1、グラフィックスAPIには OpenGL、プロセス間通信には DynaCall をそれぞれ用いている。

実現したプロトタイプにおいて、世界の人口⁸⁾を説明する例を、図6に示す。

5 むすび

本稿では、説明の構造から擬人化エージェントによる説明(プレゼンテーション)のアニメーションを(半)自動的に生成する手法を提案し、プロトタイプシステムである *DataPresenter* を紹介した。その特徴は、説明のセリフではなく説明の構造を記述させることと、表やグラフの持つ構造を利用することにある。

従来、アニメーションによる説明の自動化においては、分野の知識を利用するアプローチが主流であったが^{5) 6)}、本稿の提案では、分野に依存しない図表などの構造に着目している。

また、Mittalら⁹⁾やCorioら¹⁰⁾のように、表やグラフから説明を完全に自動的に生成することも考えられるが、説明したい図表の特徴は説明

```

<?xml version="1.0" ... ?>
<presentation-tree>
<table-file>population_e.xls</table-file>
<topic><title /></topic>
<table main="age/^:all ages$" x="country" y="year">
  <topic><title /></topic>
  <graph type="line" category="year" series="country">
    <contrast>
      <compare domain="quantity">
        <cell><line target="year/^2000$" /><line target="country/^India$" /></cell>
        <cell><line target="year/^2000$" /><line target="country/^China$" /></cell>
      </compare>
      <compare domain="quantity">
        <cell><line target="year/^2050$" /><line target="country/^India$" /></cell>
        <cell><line target="year/^2050$" /><line target="country/^China$" /></cell>
      </compare>
    </contrast>
    <variation><line target="country/^India$" /></variation>
    <variation><line target="country/^China$" /></variation>
    <variation><line target="country/^Germany$" /></variation>
  </graph>
</table>
(中略)
</presentation-tree>

```

図 4: プレゼンテーションツリーの XML 表現

```

<?xml version="1.0" ... ?>
<speech-text>
Now, let me explain the population of the countries.
</speech-text>

<?xml version="1.0" ... >
<speech-text>
This table shows the population of all ages.
</speech-text>

<?xml version="1.0" ... >
<speech-text>
<point x="364" y="213">In 2000, the population of India</point> is less than
<point x="364" y="165">the population of China.</point>
</speech-text>

```

(以下略)

図 5: 生成されたジェスチャ付きの説明文

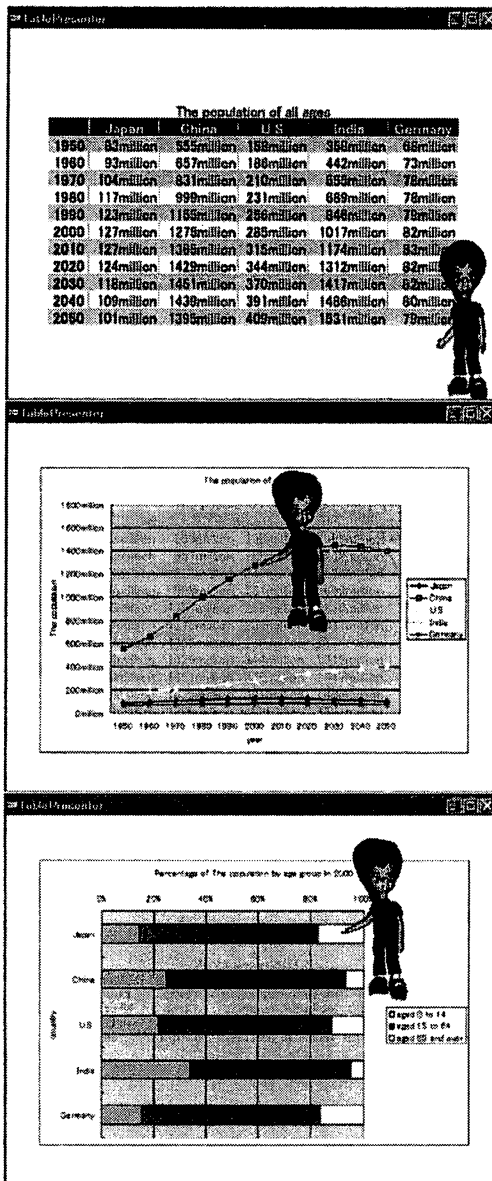


図 6: 結果 (世界の人口の説明)

者によって様々であり、何を説明するかは陽に与えさせるのが適切であると判断している。

現在のシステムでは、プレゼンテーションツリーを直接 XML で記述しているため、これを容易に記述できるようなグラフィカルエディタの開発が急務である。また、様々な図表や可視化手法に対応

するとともに、プレゼンテーションツリー (またはその発展形) が、人間の説明の構造を幅広くカバーできるようにすることも今後の課題である。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金 (基盤研究 (C)17500072) の支援を受けた。

参考文献

- 1) J. Cassell, J. Sullivan, S. Prevost, and E. Churchill, *Embodied Conversational Agents*, MIT Press, 2000.
- 2) T. Noma and N.I. Badler, "A virtual human presenter," *Proc. of IJCAI-97 Workshop on Animated Interface Agents*, 1997, pp. 45-51.
- 3) M. Hayashi, H. Ueda, and T. Kurihara, "TVML (TV program Making Language) — Automatic TV Program Generation from Text-based Script —," *Imagina 99*, 1999.
- 4) T. Noma, L. Zhao, and N.I. Badler, "Design of a virtual human presenter," *IEEE Comput. Graph. Appl.*, Vol. 20, No. 4, pp. 79-85, 2000.
- 5) E. Andre, T. Rist, and J. Muller, "Employing AI methods to control the behavior of animated interface agents," *Artificial Intelligence*, Vol. 13, No. 4, pp. 415-448, 1999.
- 6) T. Noma, Y. Shiratori, and H. Baba, "Automated generation of animated weather reports with a virtual weatherman," In: S. Hashimoto (ed.), *Multimedia Modeling (Proc. Int'l Conf. on Multimedia Modeling 2000)*, World Scientific, 2000, pp. 413-427.
- 7) K. Kondo, K. Yamamoto, and T. Noma, "TablePresenter: A life-like agent explaining tables," *Proc. of VIIP 2005*, 2005, pp. 727-730.
- 8) 総務省統計研修所 (編), *世界の統計 2006*, <http://www.stat.go.jp/data/sekai/>, 総務省統計局, 2006.
- 9) V.O. Mittal, J.D. Moore, G. Carenini, and S. Roth, "Describing complex charts in natural language: A caption generation system," *Comput. Linguist.*, Vol. 24, No. 3, pp. 431-467, 1998.
- 10) M. Corio and G. Lalpalmé, "Generation of texts for information graphics," *Proc. of 7th European Workshop on Natural Language Generation*, 1999.