論文

グラフ情報の自然言語表現に関する研究[†]

小林 一郎*

本論文では、人の知的活動は言語の使用によって支えられているという日常言語コンピューティングの考えに基づき、意味をつくりだす方法となる言いまわしがどのようにテキストの意味を表現するはたらきを担っているかについて考察をおこなっている。その計算機処理への応用として、非言語情報を言語情報で説明することを試み、海外為替の変動を示すグラフからその挙動を説明する文を修辭的に生成する枠組を選択体系機能言語理論を用いたテキスト生成の技術を導入し示している。この中で、非言語で表現されるマルチモーダル情報を言語情報への関連づけに対してファジィが役立つことを示し、同時に、非言語情報を言語情報へ変換するひとつのアプローチを示している。

キーワード：言語に基づく知的情報処理、テキスト生成、選択体系機能言語理論

1. はじめに

「ファジィ集合を用いた知的情報処理は、言葉を用いた情報処理である」という Zadeh[1]の考えは、本来、われわれ人間の知的情報処理が言語活動によって支えられていることから必然であり、より人間の知的情報処理を計算機上を実現するために必要な考えであると言える。

しかし、ファジィ理論がとらえている‘言葉’は、ファジィ集合をつうじて表現されるあいまい性に密接に関わる単語を対象としている。このことは、人間がおこなっている言語にもとづく知的情報処理は言語現象のすべてを包括していることと比較すると、単語のレベルにおける情報処理では依然として人間の知的情報処理の一部を担っているに留まっている。人間の言語にもとづく知的情報処理は、言語現象を引き起こす言語体系がもつ資源を使用することによりおこなわれており、言葉によっておこなわれる思考は、語彙・文法資源を用いてテキスト¹をつくり出す過程に相当している。テキストをつくり出すということは、相手に対して伝える意味をつくり出すことに相当し、語彙・文法などの言語資源を用いて、言いまわし(wording)により様々なテキストがつくり出される。

また、人間は言語により様々なモダリティで表現される情報を認識し、異なるモダリティ情報の関連づけなどを可能にし、頭のなかで効率の良い情報処理を実現している。これは、言語を情報の媒介としていることより意味のレベルで情報を処理しているからと考えられる。

これらのことをふまえて、本稿では、人間が言語でおこなっている知的情報処理を計算機上で実現するための技術開発の一端として、グラフで示された数値情報を自然言語テキストで説明する手法を提案し、語彙・文法を用いて言いまわしにより、伝えたい意味がどのようにテキストとして実現されるかを示す。

2. 研究背景

2.1 日常言語コンピューティング

本稿における言語にもとづく人間の知的情報処理の一例は、日常言語コンピューティングの枠組[2]において実施される。日常言語コンピューティングは、選択体系機能言語理論という言語理論を理論的な基盤として、人間の知性が言語体系を反映した意味の処理にもとづきおこなわれていることを計算機上を実現しようとするものである。通常のコンピューティングと日常言語コンピューティングの違いは、言語に対する言語学のアプローチの違いによって説明される。言語学のアプローチを大きくふたつに大別すると、Chomskyに代表される言語の形式性を重視する言語理論と Halliday に代表される言語の機能性を重視する言語理論に分けられる。前者の言語理論が統語構造などの形式的な言語の性質と分析の単位を文としコンテキストなどの情報を排除していたのに対し、後者の言語理論は社会活動のなかでの言語の使われ方に着目し、言語の機能的な性質を捉え、分析の単位をコンテキストの中に存在するテキストとしている。このことは、コンピューティングのアプローチにも現れる。人工知能などのコンピューティングは前者の言語学のアプローチを受け、情報の基本形式を論理としその基本的計算手法は演繹法が中心となる。それに対して、日常言語コンピューティングは後者の言語学のアプローチを受

[†] A Study on Natural Language Representation of a Line Chart

Ichiro KOBAYASHI

* 法政大学 経済学部

Faculty of Economics, Hosei University

け、語彙・文法を用いて言いまわしによって作り出されるテキストの意味が情報に替わるコンピューティングの対象と捉えている。

本稿では、日常言語の枠組を適用することにより、テキストを生成することが意味をつくり出すことに相当し、情報の処理を意味の処理に替える人間の知的情報処理の実現を目指したコンピューティングの一例を示す。

2.2 選択体系機能言語理論

選択体系機能言語理論は、言語を社会記号のひとつの体系とみなした観点から分析をおこなっている機能言語理論であり、社会活動のなかにおいて言語がどのような形態をもって使われるかという機能を捉えることで言語の意味を捉えている。また、テキストはコンテキストを反映して言語資源が表現される「体系網(system network)」から、テキストをつくり出すための要素を選択し、言いまわし(wording)により実現(realize)される。この基本的な概念により、選択体系機能言語理論は1980年代から活発に研究されてきたテキスト生成技術の主流の言語理論として用いられてきた[3]。選択体系機能言語理論における最近の研究においては、マルチモーダルテキストの分析[4]やマルチモーダルの情報を生成する研究もすすめられており[5,6]、言語体系だけではなく、言語体系の解析の手法を活かし他の記号体系の生成もその対象としている。本稿においては、この選択体系機能言語理論にもとづいたテキスト生成の手法を取り入れ、グラフの挙動を説明する言語テキストを生成することを考える。

2.3 テキスト生成の概観

選択体系機能言語理論を用いて、テキストが生成される概観を図1に示す。

コンテキストは、言語使用域であるフィールド(Field)、話者の社会的立場を示すテナー(Tenor)、コミュニケーションの手段であるモード(Mode)の三つの社会的要因から規定されているとし、それぞれがテキストの意味的機能を担う、観念的意味機能(ideational function: われわれを取り巻く世界を表現する事象とその関係を表現する機能)、対人的意味機能(interpersonal function: 話者間に存在する社会的立場を反映し、テキストの中に表現する機能)、テキスト形成的意味機能(textual function: 観念的意味機能と対人的意味機能をむすびつけ、テキストを形作るときに意味をつくり出す機能)に反映されている。これらテキストの意味をつくりだすための機能を言語の三つのメタ機能と呼び、テキストはコンテキストを反映して、これらメタ機能がつくり出す意味を反映するように、適切な語彙・文法資源が選択され三つの意味が重なりあうことにより、ひとつのテキストを実体(instance)としてつくり出している。このとき、語彙・文法はその資源をシステムネットワークと呼ばれる選択肢で構成されるネットワークで表現されている(図1中、語彙・文法の部分に表示)。システムネットワークとは、テキスト²を構成する要素で構成される体系網であり、それら要素がテキストの一部として表出する潜在的な可能性が選択形式³のネットワークで表現されるものである。また、各選択肢には、表出制約(realization statements)と呼ばれる語彙・文法的制約が付随されており、これは、その選択肢が選ばれたときにテキストの中に表出する語彙・文法的特徴が記されている。この表出制約には、語彙に関する意味的な制約や選択された品詞にたいする文法的な制約(語順や必須格の有無、等)などが記述されており、これら制約条件にもとづいて文の統語構造や適切な語彙が決定され、テキストがつくりあげられる。

3. グラフ構成要素分析

本稿においては、例として海外為替の変動を表示するグラフとそれに対して説明をおこなっているテキストをとりあげ、グラフの挙動の説明がどのようにテキストとして表現されているかを示す⁴。対象としたテキストは、日経新聞ホームページのマーケット欄⁵より1998年11月より1999年1月までの間の3ヵ月間において参照した約380の円ドル為替の変動を説明する文とした。

為替変動を示すグラフと為替の変動について解説をおこなっているテキストの例を以下に示す。

「12日の東京市場の円相場は反落。17時現在では前日(17時時点)と比べ98銭円安・ドル高の1ドル=115円

図1 体系機能言語理論によるテキスト生成の概観

66—69銭となった。午前は前日の海外市場での米国株・債券相場高の堅調を背景にドル買いが先行。その後は材料に乏しく下げ渋った。午後は、特段の材料がなく、115円台半ばで推移した。15時過ぎからは欧州系と見られるドル買いが膨らみ、円の下げ幅がやや拡大、円は一時115円82銭を付けた。午後5時過ぎには損切りの円売りを巻き込んで、円は一時116円台に下落した。」(1999.8.12 日経新聞ホームページより)

これらのテキストは、グラフの動向のどの部分に焦点をあてているかによって、その記述のしかたが異なっている。(上記、為替の変動状況を記す記事のなかで太字で表現されている箇所はグラフの挙動を説明している。) グラフの挙動に対して注目される箇所を図3に、また、それらを定性的・定量的に捉えるための数式的解釈を表1に示す。

3.1 グラフ構成システムネットワーク

グラフの挙動を説明するテキストのコーパスを分析した結果より、グラフを構成する要素からなるシステムネットワークが図4のように得られた。このネットワークは、グラフの挙動を説明するときの説明しうる可能性の体系であり、グラフの挙動を特徴づける9つの項目のいずれがテキストのなかに表出されるかに関する選択体系のネットワークをなしている。また、それはグラフの挙動を表現する二次元の数値情報と対応し、その挙動を言語で表現する際の意味資源に相当する。このシステムネットワークで選択されたグラフ要素が語彙・文法資源を用いて言語テキストとして実現される。

3.2 語彙・文法解析

グラフの挙動の特徴がどのような文法カテゴリでテキストとして実現されているかを調べる。体系機能言語理論の枠組[7]では、文は、「核過程(process)(動詞として実現される)」、「参与子(participant)(名詞として実現される)」、「状況(circumstance)(副詞、前置詞群として実現される)」の三つの意味的範疇により構築され、とくに核過程が中心的な役割を果たし、文の構造、意味的特性を決定する。日本語においては、実利過程(material process)、心的過程(mental process)、言動過程(verbal process)、関係過程(relational process)の四つの核過程タイプをもつことが示され[8]、これらの核過程タイプには、それぞれ対応する参与子が決まっている。このことは、テキストとしてなにを表現したいかは、テキストの核過程部を決定することより、その文のなかに現れる文法的なカテゴリが明確になるため、文の構造が決定されるということを意味す

図2 円ドルの為替変動グラフ(1999.8.12)

図3 グラフの挙動に対する焦点箇所

る。

調べる対象となる核過程部は、Teruya[8]によって開発された日本語の選択体系機能言語文法にもとづいている。例として挙げた376文のうち95%以上が実利過程の出来事タイプと関係過程により表現されていることから、それらに相当する部分のシステムネットワークを図5に示し、本論文において、グラフを表現するために必要となる文法資源とみなす。

以下に上に示した各核過程のタイプの特徴と表出制約の概要を図6に整理して示す⁷。

また、グラフの挙動の特徴が文の構造を決定する核過程のどのタイプに現れているのかを、収集したテキストに対して調べた統計解析結果を図7に示す。

上図は、核過程のタイプごとに収集されたテキスト数が異なることから、明確な統計的考察を述べることはできないが、その傾向として各核過程がグラフ表現のどの部分を担っているかが概観できる。例えば、「イベント：変化」を表す核過程は、その意味がグラフの変動方向と変動状態を表現する傾向が強いことや、水

表1 グラフの特徴とその数式的解釈

グラフの観察対象	グラフの表現対象	数学的解釈
	観測水準	<ul style="list-style-type: none"> 値 $y = p_0$ 幅 $\Delta y = y(t_0) - p_0$ 値以上 $y(t_0)$ 却 p_0 値以下 $y(t_0)$ 却 p_0
	観測時間	<ul style="list-style-type: none"> 瞬時 $t = t_0$ 時間帯 <ul style="list-style-type: none"> t_0以前 $\dots t < t_0$ t_0とt_1の間 $\dots t_0 < t < t_1$ t_1以後 $\dots t_1 < t$ 時間帯内瞬時 <ul style="list-style-type: none"> t' $\dots t < t_0$ t'' $\dots t_0 < t < t_1$ t''' $\dots t_1 < t$
	観測時間	<ul style="list-style-type: none"> 瞬時の値 $y = y(t_0)$ 時間帯の値 <ul style="list-style-type: none"> t_0以前 $\dots y(t < t_0)$ t_0とt_1の間 $\dots y(t_0 < t < t_1)$ t_1以後 $\dots y(t_1 < t)$ 時間帯内瞬時の値 <ul style="list-style-type: none"> t' $\dots y(t')$ t'' $\dots y(t'')$ t''' $\dots y(t''')$
	観測時間	<ul style="list-style-type: none"> 瞬時の値の比較 $y(t_0) \rightarrow y(t_1)$ (時点t_0が視点) 時間帯の動向の比較 $y(t_0 \sim t_1), y(t_1 \sim t_2), y(t_2 \sim t_3)$ 時間帯の動向は状態、傾向、加速性がある。 下にそれらをしめす。 時間帯内の瞬時の比較
	変動状態	<ul style="list-style-type: none"> ある基準p_0との暗黙の比較で得られる。 状態: <ul style="list-style-type: none"> 正 $p_0 \rightarrow p_+$ 負 $p_0 \rightarrow p_-$ 変化なし $p_0 \rightarrow p_0$
	変動傾向	<ul style="list-style-type: none"> 傾向: <ul style="list-style-type: none"> 正 負 変化なし 観測時間: <ul style="list-style-type: none"> 時間帯と瞬時とは、観測時間$[t_0, t_1]$のとり方が異なる。
	変動加速性	<ul style="list-style-type: none"> 加速性: <ul style="list-style-type: none"> 正 負 変化なし 2つの観測時間帯$[t_0 \sim dt, t_0], [t_1 \sim dt, t_1]$における傾きを、$a_0, a_1$とすると、変動加速率の近似式$\alpha$は、以下になる。 $\alpha = \frac{a_1 - a_0}{t_1 - t_0}$
	変動量	<ul style="list-style-type: none"> 状態量 変動幅量 変化傾向量 状態量 (ある特定時点間の状態の比較) $\Delta y = y(t_1) - y(t_0)$ 変動幅量 (ある特定時点間の振幅の幅の平均で観測) $\Delta y(t) = y'(t) - y''(t)$ $y'(t)$は振幅の上側の近似直線 $y''(t)$は振幅の下側の近似直線 変動幅量β $\beta = \int_{t_0}^{t_1} \Delta y(t) dt$ 変化傾向量 (ある特定時点の近似直線幅の比較) $\Delta y(t_0) = y'(t_0) - y''(t_0)$ $\Delta y(t_1) = y'(t_1) - y''(t_1)$ とするとき、 変化傾向量Γ $\Gamma = \frac{\Delta y(t_1) - \Delta y(t_0)}{t_1 - t_0}$
	変動方向性	<ul style="list-style-type: none"> 動向: <ul style="list-style-type: none"> 蛇行 継続 反転 他のグラフに依存 変動方向性は、ある2つの時点における傾きの正負により調べる。 継続 $\alpha = \frac{y(t_0) - y(t_0 - t')}{t_0 - (t_0 - t')}$ 傾き 蛇行 (ある特定時間内に変動方向の反転がいくつもある場合) ある特定時点間をn等分に分割し、その時のとなりどうしの傾きを、$a_1, a_2, \dots, a_n$とすると、これらm個のグループに分け、各々のグループ内において、正負の個数がある閾値を越えたら、蛇行しているとすると、 反転 ある特定時点$[t_0 \sim t', t_0 \sim t'/2]$とすると、$[t_0 \sim t', t_0 \sim t'/2]$における傾き $a_1 = \frac{y(t_0 \sim t'/2) - y(t_0 \sim t')}{t_0 \sim t'/2 - (t_0 \sim t')}$ $[t_0 \sim t'/2, t_0]$における傾き $a_2 = \frac{y(t_0 \sim t') - y(t_0 \sim t'/2)}{t_0 \sim t' - (t_0 \sim t'/2)}$ のとき、a_1とa_2の積が負となる。 他のグラフに依存 他のグラフに変動方向、変化量が近似していることより判断する。
	振幅率	<ul style="list-style-type: none"> 多い ふつう 少ない ある特定時間幅$[t_0, t_1]$において、グラフの変動方向の反転数として観測される。 特定時間帯$[t_0, t_1]$をn分割し、それぞれの傾きを$a_1, a_2, \dots, a_n$とすると、そのときの傾きの正負の個数より振幅率を計測する。

図4 グラフ構成の体系網

準や変動量については、実利的核過程ではほとんど具現されないことがわかる。また、図示していないが、参与子については変動状態や変化加速率、状況語については、水準、観測時間、比較などが表現される傾向があることが統計的調査よりわかっている。これらのことより、グラフをテキストで説明する際に、グラフの特徴がどの部分にでてくるかを大まかに知ることができ、文生成の際に統語構造が効率的に決定される指針となる。

4. テキスト生成の手続き

テキストの構成は、述部に相当する核過程部、主語や目的語に相当する参与子、場所や時間を示す状況語の三つに区分されるため、グラフの挙動を説明するテキストを生成する方針として、グラフの特徴がそれら核過程部、参与子、状況語のいずれに出現するかを考えてやればよい。核過程部が文の統語構造を決定づけるため、はじめに述部にどの語彙を用いてグラフの挙動を説明するかを決定し、つぎに述部により決められる参与子、そして残りのグラフの特徴を状況語で表現する。テキスト生成のアルゴリズムを図8に示す。

図8のアルゴリズムを基に、グラフの挙動を説明する文を生成する手続きの内容を以下に示す⁸。

step1. グラフに対する焦点の入力

テキスト生成のための入力情報は、グラフの挙動を説明したい箇所にあてられる焦点(グラフの挙動を表現する9個の要素で規定される)となり、グラフィメージの上に図9のように、矢印、点、範囲などをマークすることにより与えられる。

step2. 入力情報のグラフ要素への分類

焦点があてられたグラフの特徴は、図4に示されたグラフ構成のシステムネットワーク内の要素に振り分けられ、表1に示される各要素を表現する数式的な解釈をととして二次元で表現される数値情報へと変換される。

図5 日本語文法の体系ネットワーク

表2 述部で表現される語彙とグラフの特徴の関係例

核過程タイプ		表出制約		例文
実利的核過程：出来事タイプ		意味的制約	語彙・文法的制約	
動き：	振舞い	行為者(Actor)は、振舞い者(Behaver)となり、一般的には知覚者(Conscious beings)。また、意味的に範囲(Scope)とよく似て、振舞タイプの中において状況語として機能する接触対象(Taction)は「名詞+に」によって具現される場合が多い。	+位置情報：空間：接触：名詞句「～に」(名詞句「～で」、名詞句「～まで」なども述部の必要格として頻出する)	<ul style="list-style-type: none"> 115 円 90 銭近辺でもみ合ったが 円は一時 119 円 77 銭まで下げ決った。 円安・ドル高進行に連動した 円は 1 2 2 円台前半に伸び悩んだ。
	動作：	核過程が特定の動作にむすびついた空間内のある地点を示唆する。	(+位置情報：空間：動作)	<ul style="list-style-type: none"> 東京外為市場の円相場は 1 ドル=120 円台後半で強含みで推移している。 対ドルでのマルク安が進行している。 じりじりと円の下値が切り上がっており ドルは対主要通貨で下落した。
	範囲あり	核過程が動作過程の空間の範囲を規定する。	+範囲(Scope)：名詞句「～を」	<ul style="list-style-type: none"> 正午過ぎに一ユーロ=1.1370 ドルと前日の安値(1.1380)を下回った。 1 マルク=71 円台を抜けると損切りの円買い・マルク売りが活発化した。 ドルの対主要通貨での頭を抑えた。
イベント：	変化	主体によって引き起こされる活動ではなく、自然発生的に生じる活動	核過程が事象の変化を示唆する。	<ul style="list-style-type: none"> 対ドルでも 121 円を抜けたところで買い戻しが膨らんだ。 円相場は 1 ドル=1 2 4 円台に下げ幅を拡大している。 123 円ちょうど近辺でこう着状態となった。
	分離		核過程が事物との分離を示唆する。	<ul style="list-style-type: none"> 一時 123 円 37 銭まで下げた。 円相場は続落し
	付着		核過程が事物との接触を示唆する。	<ul style="list-style-type: none"> 113 円 60-70 銭で寄り付いた後も、 一時 16 日以来の安値となる 122 円 64 銭を付けた。
関係核過程		述部が特徴や性質を表現する。		<ul style="list-style-type: none"> この日の値幅は 60 銭。 午後は値動きも小さかった。 その後の上値は限られている。

図6 核過程のタイプの特徴と表出制約の関係

図7 グラフ動向実現と核過程の関係

step3. 各グラフ要素に対する状態判別

数量化されたグラフの特徴量は、数値情報、またはグラフィカルなパターンとして、ファジィ集合あるいはファジィ関係の言語ラベルにより定性的に認識される。これらの各グラフ要素のとり値の違いが、グラフの挙動を説明する語彙の語義の違いとなり、グラフの挙動を説明するのにもっともふさわしい語彙を判別することができる。

step4. 述部の語彙選択

文の統語構造は核過程部によって決定されるため、step3において定性的に認識されたグラフの特徴量が多く表現される述部(動詞、形容詞)の語彙を選択する。述部の語彙は、表2に示すようにひとつ一つの語彙に対してその語義がグラフの要素の値によって規定された辞書として存在する。定性的に認識されたグラフの特徴量と語彙の辞書のマッチングにより、グラフの特徴量を多く満たす語彙をそのグラフに対して与えられた焦点をもっともよく表現するものとして選択する。

図8 テキスト生成のアルゴリズム

step5. 核過程のタイプ判別

step4において選択された述部を示す語彙がどの核過程のタイプに所属するかを判別する。語彙の辞書中に各語彙が所属する核過程のタイプが記述されているので、その情報を取得する。

step6. 統語構造の決定にもとづく参与子の決定

判別された核過程がもつ表出制約に従い、文法的制約を取得する。それにより参与子(主格、目的格)として表現されるグラフの要素を判別する。どのような目的格をとるのかは核過程のタイプごとの表出制約により記述されている場合が多い、また目的格が決定された後に参与子として表現されるグラフの要素が主格として表現される。

step7. 状況語の決定

step6までにおいて表現されないグラフの要素は表出制約の文法制約を受けないものであり、時間、比較対象などがそれに相当し、状況語として表現される。

核過程部、参与子、状況語により、どのようにグラフの要素が表現されるかという関係は、単文がどの程度グラフの要素を表現可能であるか、また選択された語彙がもつ意味的制約などに依存している。現段階において、表出制約による語彙・文法的制約は、日本語の語彙・文法のすべてを網羅している訳ではないので、上記の step4、step6、step7などにおいて語彙選択が一意に決定されない場合も多い。それに対し、本研究では、実現される語彙がもつ意味的制約を積極的に取入れることにより、語彙選択をグラフの要素に対応させる程度パターン化することにより、語彙選択の失敗を最小限にとどめるテンプレート型のテキスト生成を行う。

核過程部表現	水準	変動量	変動方向	振幅率	変化率	変動状態	変化加速率	観測時間	比較対象
[実利的：出来事：動き：振舞] タイプ									
伸び悩む			正		$ a_0 < a_1 $			中	
留まっている	水準 (p_0)	$ y(t_0) - p_0 \approx y(t_1) - p_0 $						長	
[実利的：出来事：動き：動作：範囲なし] タイプ									
上(下)がる			正/負			$y(t_0) < (>) y(t_1)$			
[実利的：出来事：動き：動作：範囲あり] タイプ									
～を速める			正/負		$ a_0 < a_1 $			中	
[実利的：出来事：イベント：変化] タイプ									
膨らむ		$ y(t_0) - p_0 < y(t_1) - p_0 $							
活発化する				$ a_0 < a_1 $					
[実利的：出来事：イベント：変化：分離] タイプ									
急落する			負				$ a_0 >> a_1 $	短	
[関係的] タイプ									
付近	幅 (w_0)								
小動き		$ y(t_0) - p_0 \approx y(t_1) - p_0 $		少				中～長	

図9 入力情報となるグラフの焦点例

5. グラフとテキストの対応例

ひとつのグラフの挙動に対して異なる焦点を与えることで、異なる説明文が生成される過程を以下に示し、生成されるテキストの例を表3(a)(b)に示す。

表3の例(a)について、入力情報として「水準」、「時間帯」、「変動方向」、「変化加速率」を元にして、ある水準が一つの目安となり、それ以降の時間帯でのグラフの挙動に焦点が当たっている(テキスト生成の手続き step1に相当。以下、単に step1と示す。)

「水準」、「時間帯」、「変動方向」、「変化加速率」の各グラフ要素は、数式的解釈をつうじて定量的に把握

される (step2)。

焦点として与えられている情報のうち、「変化加速率」が述部として表現される語彙のなかに頻繁に現れることから、述部において変化加速率(図10中に「変化率の比較」として示される)を表現する動詞／形容詞を語彙辞書より調べる(図10)。

図10において、「変化加速率(変化率の比較)」を表現するいくつかの動詞の候補が選択される(矢印で示されているもの)。図10中の「変化率の比較」で示されている値は、ファジィ関係によって表現され⁹、数量化されたグラフの変化加速率を表現するのに一番適したファジィ関係をもつ語彙が、この場合の「変化加速率」

表3 グラフの焦点と生成されるテキストの例

(a)		図 1 標準的価格変動の類型			
グラフ形状	焦点	1ドル＝121円台後半を	抜けると、	ドル買い円売りが	活発化した。
<ul style="list-style-type: none"> ● 水準 ● 時間帯 ● 変動方向 ● 変化加速率 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水準 ● 時間帯 ● 変動方向 ● 変化加速率 	対象：範囲	過程：実利的：動き：動作：範囲あり	行為者（媒介者）	過程：実利的：出来事：イベント：変化
		水準：幅	観測箇所：単数、期間記述：非明示、時間間隔：時間帯	変動方向：（対円：負）	変化加速率、時刻：過去

為替のテキストに出てくるグラフと関係する表現(過程中核部)

	歷程中模倣表現	実動方向	時間幅	特定時間帯	変化率	変化率の比較	全観測時間帯	振幅数
→	活発化する ～は軟調 ～は構造的 下(上)が洗る 押し戻される ～が文通する ～が優勢となる	同じ方向 負(正) 反転 反転 正	中くらい～長い 中くらい～長い 中くらい～長い	2分割 複数分割		a0 < a1 a0 > a1 > a2 a0 almost a0 > a1 a0*a1<0 a(n)=a(n+1)<0 a0 < a1	多数(2以上) 多数(3以上)	1回 複数(2以上)
→	(円亮)etc.)が進む ～が急反発する ～が小反発する 反発する	同じ方向 反転 反転 反転	強い 強い 強い		a1 は大きく a2 は小さく 言及なし	a0*a1<0 a0*a1<0 a0*a1<1	多数(2～3) 多数(2～3)	振幅数1 振幅数1 振幅数1
→	～が強まる	正				a0 < a1	多数(2～3)	
→	～が急伸する	同じ方向	強い			a0 << a1		
→	～まで急落する	負	強い			a0 << a1		
→	～に弾みがつく ～は反落する ～に転じる	反転 不定	不定 不定			a0 < a1 a0>0, a1<0 a0*a1<0	多数(2～3)	
→	～が衰える ～は緩落する ～は急落 ～は緩伸 暇々悩んだ	負(同じ方向) 負(同じ方向) 負 正(同じ方向) 正	長い 長い 強い 強い 中くらい			a0 > a1 a0<0, a1<0, a2<0 a0 < a1 a0 > a1 < a2 a0 > a1	多数(2～3) 多数(3～5) 多数(3～5)	
→	～を速める ～が加速 強含む場面もある ～まで貫かれる ～が出る(変化率解釈) 勢いはない ～が進行 膨らみ:	正 正 正 正 正 同じ 同じ方向	中くらい 中くらい 中くらい 中くらい 中くらい 中くらい～長い	現在を含む過去と未来		a0 < a1 a0 < a1 (a0 > a1 (v(t) がp0に近づいてくるにつれて a0<小さい前半)前半と後半 a0,a1,a2は小さく a0 < a1	多数(3以上)	

図10 述部選択(一部)

を表現するのにもっともふさわしいものとして選ばれる。表3の例(a)では、「活発化する」、「～が強まる」、「～に弾みがつく」などが有力な候補として挙げられるが、各々がもつファジィ関係に観測されたグラフの「変化加速率」の値がもっとも大きな値でマッチする語彙「活発化する」が最も適した動詞として選択される(step3、step4)。

その動詞は、‘実利的過程：出来事タイプ：イベント性：変化’に所属することから(step5)、文法的特徴として主体／媒介者となる主格(参与子)のみをとる。選択された動詞「活発化する」は与えられたグラフの焦点のうち「変化加速率」しか表現しないが、為替のグラフを表現する場合、意味的な制約として、主格に「為替」および「為替の変動方向性」の意味をもつ語彙をとる。それゆえ、与えられたグラフの焦点のひとつである「変動方向」を示す語彙として「ドル買い円売り」が「活発化する」の主部として実現される(step6)。

次に、「水準」、「時間帯」が「活発化する」を述部とする文において状況語として実現されるかを考えるが、実現の可能性がある「時間帯」は表3(a)のグラフのイメージ図に示されるように、水準によって規定された時間の後の特定の時間帯に着目した「時間帯」となっているため、「活発化する」を述部としてもつ文の状況語として表現できる語彙(「水準」と「時間帯」をその意味に含むもの)が存在しないため、「活発化する」を述部としてもつ文は「ドル買い円売りが活発化する」になる。

「水準」をともない特定時間に着目する「時間帯」を表現するために、範囲(空間通過)をともなう過程(実利的過程：出来事タイプ：動作：範囲：(空間通過))に所属する動詞「抜ける」をもちいる¹⁰。「水準」は数式的解釈をつうじてもっとも適切なファジィ言語ラベル「1ドル=121円台後半」によって表現され、「抜ける」における範囲(空間通過)となり、特定の水準をもった時間帯を抜けた後の時間帯を示す表現として、「1ドル=121円台後半を抜けると」が実現される。これにより焦点があてられたグラフの要素すべてが文のなかで実現され、最終的には「1ドル=121円台後半を抜けると、ドル買い円売りが活発化した。」という文が生成される。

例(b)については、特定「時点」における「変動状態」を同「水準」の以前の状態と「比較」することに焦点が当たっている(step1)。

焦点が当たったグラフ要素のうち「変動状態」が頻繁に述部として表現される語彙のなかに現れることから、焦点が当てられたグラフの状態を表現する述部を調べると、ある想定された基準から状態が変化したこ

とを示す定性表現である「下げた／上げた」が選択される(この段階においては、参与子が決まっていなため、候補として上記のふたつが挙げられる。step4)。動詞「下がる／上がる」は、‘実利的過程：出来事タイプ：イベント性：分離’に所属することから(step5)、語彙・文法的な特徴として、主語(参与子)の文法的特徴は、主体／媒介者となる。この場合、主格に「円」をとると動詞は「下がる」になり、「ドル」をとると動詞は「上がる」になる(step6)。この例の場合、「円」を主格にとるものとして話を進める。動詞「下げる」は、その他の語彙・文法的制約をもたないため、特定時点の比較対象となる「水準」、および、「特定時点」は状況語として具現される。一瞬の「特定時間」を示す語彙として「一時」が選択され、特定時点の比較対象となる「水準」には、グラフの値を観測して「122円64銭」が導かれる。また、「比較」は特定時間に焦点をあてながらの時点間の比較となるので、グラフの値を観測して「16日以来」という語彙が選択される(step7)。そして、最終的には「円は、一時、16日以来の水準である122円64銭まで下げた。」という文が生成される¹¹。

6. おわりに

本稿は、人間が言いまわしによりテキストをつくりだし意味を伝えることを基本的な人間の言語による知的活動とみなし、それを計算機上に実現する試みの一例として、ある事象を説明するテキストを計算機上でつくり出す手法を示した。その具体例として、グラフで示される二次元の数値情報を自然言語テキストとして表現することをおこなった。その手法は、マルチモーダル情報の一部が言語で表現できることも示しており、このことは、数値データをグラフにし視覚化することよりその数値データの概観をとらえることができるようになることのように、自然言語を媒介にしてモダリティを変換・表現することよりあらたな事実が発見するデータマイニングや知識発見の技術へも応用できることも示唆している。

今後の課題として、テキストをつくり出すための語彙辞書の拡充、文法資源の拡充、語彙間の意味的制約の抽出などをおこないつつ、効率の良いテンプレート型のテキスト生成ができるようにするつもりである。

参 考 文 献

- [1] L. A. Zadeh, "Fuzzy Logic=Computing with Words", IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol.4, No.2, 103-111, May 1996.
- [2] Ichiro KOBAYASHI and Michio SUGENO,

- “Toward Everyday Language Computing-Computing from a Viewpoint of Linguistic Theory-”, The Journal of Advanced Computational Intelligence, Vol.1, 1, NO.1, pp.1-8, Nov.1997.
- [3] John Bateman(乾 健太郎訳), “文生成とシステムミックス文法”, 岩波講座「言語の科学」[8]言語の数理, 第4章, pp.137-194, 岩波書店, 1999.
- [4] Gunther Kress and Theo van Leeuwen, “Reading Images The Grammar of Visual Design”, Routledge, 1996.
- [5] C. Matthiessen, I. Kobayashi, Zeng L., and M. Cross, “The Modelling of Multimodal Resources and Processes for Defense”, Australian Defense Force Academy, AI in Defense Workshop, Canberra, Nov., 1995.
- [6] C. Matthiessen, Zeng L., and M. Cross, I. Kobayashi, K. Teruya, and Wu C., “The Multex generator and its environment: application and development”, The 9th International Workshop on Natural Language Generation (INLG-98), Aug. 1998.
- [7] M.A.K.Halliday, “An Introduction to Functional Grammar”, Edward Arnold, 1985.
- [8] Kazuhiro Teruya, “An exploration into the world of experience: a systemic-functional interpretation of the grammar of Japanese”, Ph.D thesis, Macquarie university, 1998.
- [9] 小林一郎, “グラフ情報からのテキスト生成への一考察”, 言語処理学会第5回年次大会予稿集, pp.149-152, Mar. 1999.
- [10] 小林一郎, “グラフ情報の自然言語モデリングへのアプローチ”, 第15回ファジィシステムシンポジウム予稿集, pp.239-240, Jun. 1999.
- [11] Ichiro Kobayashi, “Toward Text Based Information Processing: with An Example of Natural Language Modeling of A Line Chart”, IEEE-SMC99, Vol.5 pp.202-207, Tokyo, Oct. 1999.
- [12] C.Matthiessen and J.Bateman, “Text Generation and Systemic-Functional Linguistics: Experiences from English and Japanese”, Pinter, 1991.
- [13] 龍城正明, “テキスト・ジェネレーションにおける語の選択”, 特集「言語学のニューウェーブ」, 月刊「言語」, Vol.25, No.11, pp.54-56, 1996.

脚注

1. 本稿では、テキストとは言いまわし(wording)によってつくられる文の意味、および文と文のつながりにより相手に伝える意味のことを指す。
2. 言語のみならず他の記号体系も含む。後に、図4においてグラフ構成のシステムネットワークを示している。
3. 選択形式には、基本的に or を示す[と、and を示す{ が存在する。
4. 本研究においては、グラフとして存在する事実関係を表現することのみに主眼を置き、観念的意味機能のみを取りあつかうこととする。
5. URL: <http://www.nikkei.co.jp/business/market/>
6. 関係過程は実際はより詳細に分類されるが、本稿においては実利的核過程で表現される単文の生成を対象とするため、詳細な説明はおこなわないものとする。
7. 図6における語彙・文法的制約はとくに必須条件としてあげられる場合のみ示してある。
8. 本論文では、グラフの挙動を説明する文の生成には単文の生成を対象にしているため、焦点があてられる特徴量の数量に制限(単文として生成できるだけの数量)があるものとしている。
9. $|a_0| > |a_1|$ などは「 $|a_0|$ が $|a_1|$ よりやや大きい」のようにファジィ関係で表現されている。
10. この判断は語彙選択のパターンのひとつによりなされている。
11. 表3例(a)(b)の生成されたテキストはわかりやすいように著者により成形されたものである。

(1999年7月12日 受付)

(2000年2月17日 再受付)

[問い合わせ先]

〒194-0298 東京都町田市相原町4342

法政大学経済学部

小林 一郎

TEL: 042-783-2589(直通)

FAX: 042-783-2611(学部資料室)

E-Mail: koba@mt.tama.hosei.ac.jp

著者紹介

小林 一郎 (こばやし いちろう)

法政大学経済学部

1995年9月 東京工業大学大学院総合理工学研究科システム科学専攻博士課程単位取得退学、同年10月 法政大学経済学部特別研究助手、1996年 法政大学経済学部助教授、現在に至る。工学博士。主として言語情報処理に関する研究に従事。

A Study on Natural Language Representation of a Line Chart

by

Ichiro KOBAYASHI

Abstract :

In this paper, under the idea of everyday language computing that human intellectual activity is supported by the use of language, I consider how wording, which is the way of producing a text, works to represent the meaning of a text. As an approach to computing based on this idea, I propose a framework for representing non-verbal information with verbal information with an example of how a text, which explains the behavior of a line chart of foreign exchange rate changes, is generated rhetorically, introducing the text generation technology based on systemic functional linguistic theory. Moreover, I show fuzziness works to bridge the gap between non-verbal information and verbal information and then propose an approach to transforming non-verbal information into verbal information.

Keywords : Intelligent Computing with Natural Language, Text Generation, Systemic Functional Linguistic Theory

Contact Address : **Ichiro KOBAYASHI**

Faculty of Economics, Hosei University

4342 Aihara-machi Machida-shi Tokyo 194-0298 JAPAN

TEL : 042-783-2589 (direct)

FAX : 042-783-2611 (faculty office)

E-mail : koba@mt.tama.hosei.ac.jp