

GPを用いた多様な発話表現生成手法

笠 信太郎, 目良 和也, 市村 匠, 相澤 輝昭

広島市立大学 情報科学部

1 はじめに

近年, 急速な高度情報化に伴いコンピュータが幅広く普及, 浸透しつつある。その中でATMなどに見られるように自動応答システムも広がってきている。しかし, 自動応答システムの単調さというのは依然問題として挙げられる。対話文の生成については what-to-say(何を言うか)と how-to-say(どのように言うか)の2つの過程があるが, 従来は what-to-say に重点が置かれていた。how-to-say に関する研究もいくつかなされてきているが, 特定の手法, 表現しか言い換えることができないのであればユーザに与える印象は単調なものとなってしまふ。そして特定の規則のみを対象とするため規則の追加も容易ではない。

本研究では単調さを解消するために, システムに多様な表現の文を生成する, 遺伝的プログラミング (Genetic Programming 以下, GP) を用いた手法を提案する。文中の格の位置を Ginversion によって入れ換えたり, また文中の語を Gmutation によって変化させ, 生成された文を適合度評価により妥当か否かを吟味して新しい文を生成する。

2 Genetic Programming (GP)

Genetic Algorithms (GA) とは進化論的な考え方に基づいてデータを操作し, 最適化の問題や学習, 推論を扱う手法である。GP は GA を拡張したもので, グラフ構造や木構造を扱えるようにしたものである [伊庭 96]。具体的には Gmutation (突然変異), Ginversion (入れ換え), Gcrossover (交叉) の3つのデータ操作を次々と繰り返し, 変化したデータに対し適合度を用いてデータの評価を行う。最終的に最適なデータを求める。

GP のアルゴリズムは次のようになる。

1. ランダムに木構造を生成する
2. 各木構造のデータに対して適合度を求める
3. 適合度の大きなデータに対して一定数のペアを取り出す
4. 取り出したペアに対して Gcrossover を適用し, 適合度の小さなデータと置き換える
5. 各木のデータに関して, ランダムに Ginversion, Gmutation を適用する

6. 以上によって求められた新しいデータを, 次の世代のデータとして2へ戻る

なお, Gmutation は木の中身, つまり要素を全く異なる別の要素へ変換するものである。変換後の要素はランダムに作成される。また, Ginversion は木の兄弟同士の位置を入れ換える操作である。

3 GPの日本語への適用

3.1 処理の流れ

本論文では GP を日本語へ適用する手法を提案する [笠 02, 市村 01]。処理の流れを図1に示す。

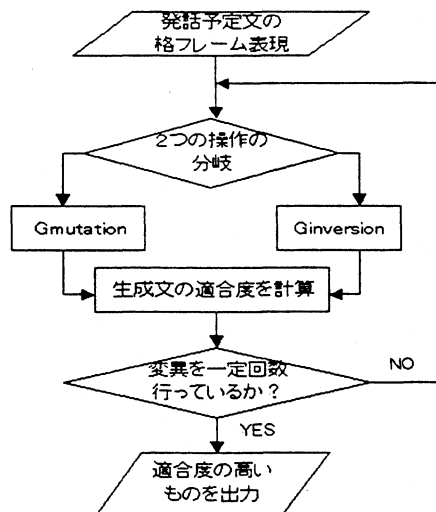


図1. 本手法のフローチャート

1. 文に対する変異として, Gmutation か Ginversion のうち一つを選択, 実行
 2. 整形された文の適合度を計算
- 1, 2については詳しく後述する。Gcrossover を日本語に適用すると, 2つの文の格を交換することになる。以下に例文を二つ挙げる。

例文 A: 私は8時にバスで学校に来た

例文 B: 私は9時に起きた

例文 A の「私は」という格と例文 B の「9時に」と

いう格を交換すると、それぞれの文は次のようになる。

例文 A：9時に8時にバスで学校に来た

例文 B：僕は私は起きた

交換後の例では日本語として不適切な表現となっている。さらに文の持つ意味も壊れてしまっている。この例以外の格を交換してもやはり文の本来持っている情報が失われる可能性が高い。従って本手法では Gcrossover を扱わない。

3. 終了判定

本手法では終了判定を世代数（変異した回数）で行う。ある一定の適合度に達したら終了するという条件も考慮したが、収束する前に終了してしまう恐れがあるので、ここでは世代数を終了条件とする。ここで終了しない場合は、1の分岐部分へ戻る。

4. 適合度の最も高いものを出力

終了世代時に適合度の1番高いものを出力する。

3.2 格フレーム表現

システムの発話文は格フレーム表現で表すことができる。そして、格フレームは木構造で表すことができる。「太郎はバスで学校に来た」という例文を木構造で表したものを図2に示す。

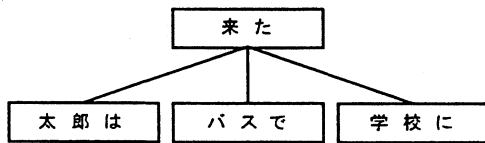


図2. 格フレーム表現

本手法では格要素および述部単位でノードを構成する。

3.3 Gmutation の日本語への適用

本手法に適用する GP のデータ操作のうち、まず Gmutation について詳しい説明をする。本手法での Gmutation はノードの要素である単語を別の単語と交換するというものである。

Gmutation は本来、全てのノードに対して適用されるものであるが、本手法では Gmutation を名詞にしか適用しない。なぜならば他の品詞を変異させた場合、文の本来の意味が損なわれる可能性が高いためである。

名詞に関する変異であるが、名詞といっても k n p による解析結果だと一口に名詞というわけにはいかず、「普通名詞」「サ変名詞」「固有名詞」「地名」「人名」「組織名」「数詞」「形式名詞」「副詞の名詞」「時相名詞」の10個に細分化されている。k n p は格フレームを生成するのに

必要な、日本語文の構文解析を行うシステムである。

これらと同じ名詞という区分にして変異した場合、本来の意味を損なう可能性が高い。従って、それぞれに対して変異候補を変える必要がある。

さらに普通名詞は、学校・バス・ラーメン・彼・私・心・車・おはぎなど、概念の範囲が非常に広い。これでは変異させるにもあまりにも意味が広すぎて本来の文の意味が損なわれてしまう。そこで本研究では表1のような名詞用の変異データを作成し、それを用いた。

表1. 名詞用変異データ

	変異元データ	変異候補データ
一人称代名詞	私、俺、自分、僕、わし…	NIL、私、俺、自分、僕、わし
二人称代名詞	あなた、君…	NIL、あなた、君
三人称代名詞	あいつ、彼、彼女…	NIL、あいつ
男の人名	太郎…	NIL、あいつ、彼
女の人名	花子…	NIL、あいつ、彼女
乗り物	バス、電車、車、バイク、原付…	NIL、それ、あれ、これ
場所	学校、教室、研究室、家、学食…	NIL、そこ、ここ、あそこ
食べ物	ラーメン…	NIL、それ、あれ、これ

変異元データの中の語はすべて普通名詞である。変異のために8種類のグループ(一人称代名詞、二人称代名詞、三人称代名詞、男の人名、女の人名、乗り物、場所、食べ物)に細分化した。各グループにはそれぞれ変異候補が用意されており、Gmutation の際にはこの中からランダムで一つ選んだものと変異元の単語を入れ換える。変異候補データ中の NIL は、データを空(φ)にすることで、その句を省略してしまう変異である。

また表1中には男の人名、女の人名というグループがあるが、k n p では「太郎」が人名であるのに対し、「花子」が普通名詞で検出される。そこで、新たに人名のための2つのグループを作ることにより統一化を図り、人名は普通名詞の処理に含むことにした。

表1中以外の普通名詞については省略もしくは一般的な指示詞である「それ」とのどちらかを適用する。

普通名詞以外の処理は次のようになっている。

- ・サ変名詞については、「～する」のように動詞の一部のように考えることができ、動詞の省略につながると考え、本手法では変異させないこととした。
- ・固有名詞は、文に不可欠な情報であると判断し、本手法では変異しない。
- ・地名は代名詞「ここ」や「あそこ」に変異させることができるようにした。
- ・人名は普通名詞中の「男の人名」と「女の人名」に振り分けられ、その後は普通名詞の処理と同様にした。
- ・数詞は変えてしまうとまったく意味が違ってしまふの

で、省略しかできないこととした。

- 形式名詞は「こと」「もの」などのことであるが、これも変換すると文章自体がおかしくなると考え、変異させないことにした。
- 副詞の名詞は出現頻度が他の名詞に比べあまりにも低いので本手法では扱わない。
- 時相名詞は「昨日」「明日」などであるが、これも数詞と同じく、意味がまったく違うものになる可能性があるがあるので省略のみできるようにした。

図3に本手法におけるGmutationの例を示す。

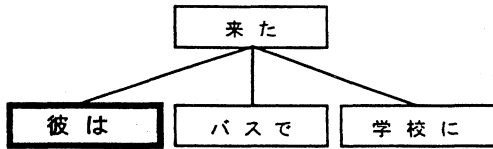


図3. 本手法におけるGmutation

3.4 節構造を含む変異

節とは述語を中心としたまとまりのことをいう。この節構造に突然変異を適用することにより、言い回しのパターンが大幅に増える。例えば、主語に「私」があったとする。この「私」に関して「ラーメンが大好き」や、「昨日事故を起こした」という情報が事前に与えられていた場合、変異としては「私」から「ラーメンが大好きな私」など原文中にはない情報を持った文に変異させることができる。対話システムにおいては、ユーザの発話や今までの知識からさまざまな情報を得ることが可能であるため、この節構造を用いた変異が多様性の面から大変有効である。図4に例を示す。

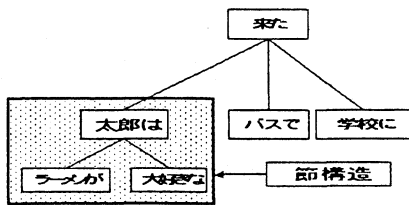


図4. 節構造を含むGmutation

3.5 Ginversionの日本語への適用

Ginversion は木の要素の位置をお互いに入れ換えるものである。本手法においては格の位置を入れ換える役割を持つ。日本語では語の順番があまり固定されていないので格の位置を入れ換えてもあまり不自然ではない。図5に本手法におけるGinversionの例を示す。

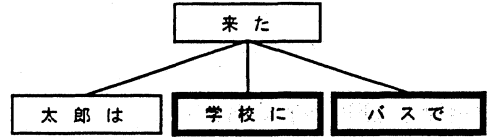


図5. 本手法におけるGinversion

3.6 適合度・適合度評価規則

適合度とは整形された文がどれだけ妥当かを示す度合いである。これまでのGmutationとGinversionによって、文はでたために整形、むしろ変形される。その中には当然文章として成り立たないものも多々ある。そこで、適合度評価が必要になる。

本研究では文法的に妥当であるとされる規則(適合度評価規則)をいくつか用意し、どれだけ規則を満たしているかによって適合度を評価する。具体的には、それぞれの規則にあらかじめ設定した整数を増減させ、その合計を適合度として計算する。本研究では高いほど出力としてふさわしい、ということになる。

表2に今回使用した適合度評価規則を示す。適合度は-2~+3の範囲で増減させる。信頼度が高いものほど増加させる値を高くする。通常は+2であるが、信頼度が低いもの、高いものはそれぞれ増減させている。

表2. 適合度評価規則一覧

適合度評価規則	適合度増減値
動詞が文末であれば適合度増加	+2
文頭に名詞+主語になりうる格で適合度増加	+3
動作主体省略不可規則 (ハ格とヲ格のときの名詞がNIL)	-2
動作対象省略不可規則 (ヲ格とニ格のときの名詞がNIL)	-2
省略が3つ以上で適合度減少	-2
節を含む要素が前で適合度増加	+2
終助詞が文末で適合度増加	+3

これらの適合度評価によって得られる文の適合度(fitness)は、以下の式によって求められる。

$$fitness = \frac{\sum f_i}{a}$$

if $fitness > 1$ then $fitness = 1$

f_i にはそれぞれの適合度評価規則から得られる増減値である。また、 a は今回10として計算する。

4 評価実験と考察

“人間の発話”、“対話システムの発話”、“本手法の発話”2つの出力が対話としてどれだけ妥当かを評価する質問紙調査を行った。調査は1~5の5件法で行った。結果を

表3に示す。

表3. 質問紙調査結果

	単文の評価	対話全体の評価
人間の発話	3.5	3.3
対話システムの発話	3.1	2.9
本手法の発話	3.5	3.2

文単体の評価は発話文がどれだけ自然であるかの評価である。対話全体の評価は、対話全体でどれだけ発話文がその場面で適切であるかの評価を示している。対話全体の評価値で、人間の発話は3.3、本手法の発話は3.2を示している。このことより本手法を用いて整形された文は、人間の感覚に近い出力ができていると考えられる。

しかし、本システムが毎回自然な文を生成できるかというとうそうではない。その原因の一つは、文の意味や文の主題を本システムでは解析できないからである。従って、文中のある語がその対話の中で重要な語だったとしてもシステムでは解析できない。「サークルに行くんですよ。」という発話への応答を以下に示す。

本手法適用前：サークルは週に何回あるんですか

不自然な整形例：それは何回くらいあるんですか

ここでは「週に」何回サークルに行くのかを聞きたいのであるが、本システムではこれを省略してしまう場合がある。これでは文本来の意味とは違う意味になってしまう。これを解消するためには文の本題を文中から見つけなければならない。上記の例でいくとまず、「週に」という語を必要な情報と解析し、本システムにデータを受け渡す際に重みをつけるなどして変異させない、変異の確率を下げるといった処理が考えられる。

また、語と語のつながりの問題もよく見られた。一部の格は、ひとまとまりにしないと意味がおかしくなる。しかし、Ginversionのときに2つの語が切り離されてしまい、適合度は高いが不自然になってしまう。以下に例を示す。

本手法適用前：あなたはあんまり歩いても全然

問題ないんですね

不自然な整形例：あんまり全然問題歩いてもないんですね

これは語と語のつながりを無視しているのが原因だと考えられる。「問題ない」という部分をknpにかけた時、得られる出力では「問題」と「ない」に分かれてしまっている。よって整形が不自然になってしまうのだが、これを改善するには係り受けの関係をシステム側に理解させる必要がある。これも本研究では判別することができないのでこれからの課題となる。

5 まとめ

本論文では対話システムが生成する文の単調さの解消のためにGPを用いた手法を提案した。具体的には応答文の格フレームデータとknpの解析結果から品詞データを抽出し、格フレームを木構造化したものに対し、入れ換え、突然変異の操作をランダムに行い、世代を進ませ、適合度の高いものを最終的に出力する。適合度の適合度評価規則は文法書を参照することで複数の規則を得ることができた。これにより、ランダムな整形、複数の規則の適用が可能となった。

本手法により生成された文の妥当性について評価実験を行ったところ、人間のものとはいかないまでも、それに近い文は出力でき、なおかつ対話システムがそのままの出力をするより自然な流れの対話をつくることができた。

今後の課題として4節に挙げたような問題がある。まず、主題を判別すること、そして係り受けの関係を見つけることである。さらにそれらを解決する適合度評価の方法をシステムに組み込む必要がある。そして、最終的にはどんなパターンの発話にも対応できるようなシステムにし、チャットシステムなどの自動応答システムに組み込めるように研究を進めていく。

参考文献

- [伊庭 96] 伊庭奇志：遺伝的プログラミング
東京電機大学出版局 (1996)
- [市村 01] Takumi ICHIMURA, Kazuya MERA, Ken MACKIN, Toshiyuki YAMASHITA, Makoto YOSHIE : Automatic Generation Method for Spoken Sentences by Genetic Programming and its Application to Emotion Oriented Dialog Systems, Proc. of Intl. Conf. on IEEE SMC, pp.175-180 (2001)
- [笠 02] 笠信太郎：遺伝的アルゴリズムによる多様な言い回しの生成手法, 広島市立大学情報科学部平成13年度卒業論文(2002)