

普遍文法のニューラルモデル

日大生産工（院） ○ 齊木 規広
日大生産 松田 聖

1 まえがき

人は生まれてから僅かな年数で言葉を上手く話せるようになる。全ての人は、生まれてからの僅かな年数の内に文法的なことを勉強した記憶はないだろう。それにも関わらず私たちは特別意識せずに、他者とのコミュニケーションを取る為に使っている。

ある人は、僅かな年数の内に、耳から入る情報の中で文法的なことを学習していると言う。またある人は、生まれながらにして、言語を覚える際に特別な機関、システムを用いて学習をしていると言う。本研究では、後者の生まれながらにして、普遍文法（ユニバーサルグラマー、以下UG）を持っているとの仮説に基づき、エルマンネットワーク（脳を模倣したニューラルモデルの一種）と遺伝的アルゴリズムを用いて、普遍的な文法への適応能力を持つエルマンネットワークが遺伝的進化によって形成されることをシミュレーションによって示す。

2 第一言語獲得について

第一言語獲得とは、一般的に2～3歳時であり、その時触れている語を習得する事である。これは母国語を学習する、ということではなく、環境による言語を習得するということである。例えばアメリカに住みながら、その時期に触れていた言語が日本語のみならば、日本語を習得するということである。では、どのようにして習得するのか。それはUG（ユニバーサルグラマー）が関係していると言われている。UGの詳細は、確かな見解が今もって無いとされている。ただ、一般的にUGとは、入力された言葉を、内部パラメータを変化させることによって、入力された言葉に対しての文法、構造を変換して出力しているとされている。

3 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム（GA）とは、遺伝子群の評価値によるある操作を行うアルゴリズムである。その操作とは選択、交叉、突然変異、淘汰の4つである。選択とは評価値の高い遺伝子を選ぶことであり、ルーレット、ランクなど様々な手法があるが、本シミュレーションではルーレット選択、エリート戦略を用いている。交叉とは遺伝子群の遺伝子の列を交換することである。一点交叉、多点交叉などがあるが、今回は一点交叉を行う。交叉を行う際、スキーマを壊すことが最大のネックだが、本シミュレーションでは、交叉点を決めることによりスキーマを壊すことなく交叉を行っている。突然変異とは遺伝子のある箇所

4 エルマンネット

以下にエルマンネットの図を記載する。

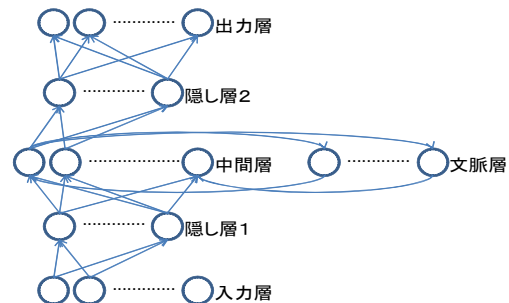


図1 実験のアルゴリズム

本実験は、文章をいくつか用意する（今、日本語の例題として、私は日本人です、を用いる）、その文章中の単語を1個ずつ入力層の各ニューロンに対応させる。出力層には、入力層と同じ単語をニューロンに対応させる。入力された単語の、次の単語を出力するように、BPにより、学習する。

5 普遍文法のニューラルモデル

以下の図は、シミュレーションのフローチャートとシミュレーションで用いる日本語と英語の例題である。

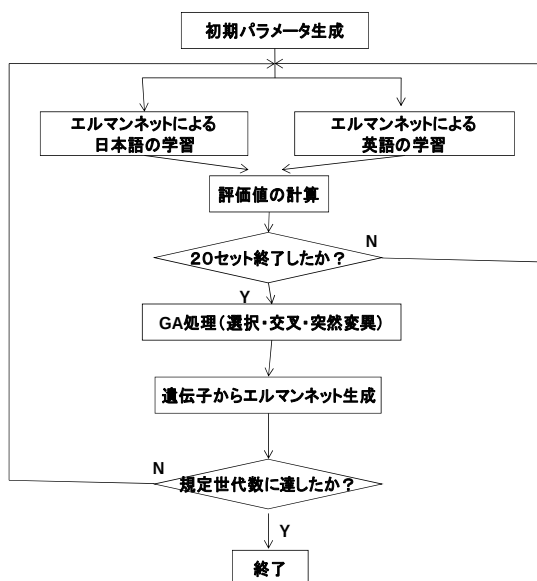


図2 フローチャート

私は アリス です。
私は 歌う こと が 好き。
アリスは 毎日 徒歩 で 学校 に 行く。
アリス は 彼女 に ダンス の 仕方 を 教える 。

I am Alice.
I like singing.
Alice always goes to school on foot.
Alice teaches her how to dance.

図3 シミュレーションで用いる文

本シミュレーションは、図1に書いてあるエルマンネットが主軸になっている。初期パラメータ生成は、入力層や隠し層1など各層の間にある結合荷重を乱数で20セット生成する。20セット生成した結合荷重を日本語、英語のエルマンネットに適応する。日本語、英語では、文章の単語を入力として与え、正しい出力値になるまで学習を行う。各ネットワークで学習が終了した後に、評価値を計算する。評価値の優劣は、シミュレーションのステップ数が少ない程良いとする。20セット分の結合荷重を適応したシミュレーションが終了するまで続ける。

20セットが終ると、次にGAの処理を行う。隠し層1から中間層、中間層から隠し層2の間にある結合荷重を1列に並べた物を遺伝子として扱い、この遺伝子20セットをGAにより遺伝的進化をさせていく。この遺伝子群にエリート戦略を用い、評価値の高い遺伝子を2つ次世代に残し、残りの18個の遺伝子をルーレット選択で選んだ後、一点交叉による交叉を行い、次世代の遺伝子を生成する。新たな遺伝子を作った後は、新しい遺伝子群をエルマンネットに適応し、再度日本語、英語のエルマンネットワークのシミュレーションを行う。終了判定である世代数になるまで上記の操作を続ける。遺伝子20セットに対してGA操作を行うこと理由は、そのGA操作を行う部分の結合荷重によって日本語、英語のエルマンネットワークの学習が早くなる遺伝子を作ることができるならば、その遺伝子がUGの一つのモデルとして表現できていると言えるのではないかと思ひ、GAを一部分の結合荷重に対して行うものである。

6 結果

シミュレーションの結果、適応度の上昇が確認でき、日本語・英語の双方に対して、初期ランダムは結合荷重をもったエルマンネットよりも短時間に学習できるエルマンネットが遺伝的に形成されたことが確認できた。この結果から得られたことは、二つのエルマンネットワークに対して、ランダム数値よりも、より早く学習できるということになる。このことから、GAを適応した遺伝子を進化させたことにより、普遍的な文法への適応能力を持つエルマンネットワークが形成されたと言えるだろう。しかし、GAの突然変異率の変化によるものや、本シミュレーションでは一点交叉を行っているが、実数値GAを適用し、交叉を工夫することで違う結果が得られると推測される。今後は用いる手法をいくつか試し、より良い結果を得られることを期待する。

「参考文献」

Distributed Representations, Simple Recurrent Networks, and Grammatical Structure

Elman:Machine learning vol.7 pp,195-225
1991年