単純再帰ネットワークを用いた言語獲得過程の評価

○ 竹谷仁志　岩村雅一　下村正夫　阿曽弘具
東北大学大学院工学研究科

1. はじめに　人の高次の脳機能の一つとして言語が挙げられる。 言語の獲得過程については, 言語は生得的に保持しているという立場と周囲の環境から学習することで獲得するという立場がある。 本研究では後者の立場を取り、 Elman のモデルを言語獲得に適用し、 学習によって文法が獲得され得るか否かを評価する。

2. 言語獲得過程のモデル　本研究では、学習者が周囲でなされる会話 (ここでは文章) を聞き、次に話される単語を予測しているうちに、結果として言語を獲得するものと仮定する。そこで、実際に言語を獲得できるかを実験により検証する。本研究では文法の獲得を言語の獲得であると考える。

本研究では単語を 29 種類用意し、それぞれ 29 次元の単位ベクトルで表す。1 の位置が単語の種類を表す。文は SV または SVO の文型をとる名詞と動詞のみからなるとし、多数の文を切れ目なく繋げたものを文章とする。語尾変化や句読点等は考えない。

単純再帰ネットワーク (SRN) は三層パーセプトロンに、隠れ層の値を一時保存する文脈層を付加したものである (図 1)。 SRN を学習者、 ネットワークへの入力系列を単語からなる文章とし、次に入力される単語の予測を学習課題とする。入力層と出力層の各ノードを各単語に対応させて入力層と出力層のノード数は 29 とした。隠れ層と文脈層のノード数は 150 とした。

ここで文の作成方法について説明する。29 種類の単語は人を表す名詞や動物を表す名詞、自動詞や他動詞など 12 種類に分類され、 これをカテゴリーと呼ぶ。文は、カテゴリーをどのように並べるかが記述されている 16 種類のテンプレートを用いて作成する。一つのテンプレートをランダムに選択し、さらにテンプレートに記述されているカテゴリーの中から単語をランダムに選択して、一つの文を作成する。

3. 評価方法　通常のネットワークは教師信号との誤差によって評価する。しかし、文の生成規則から、ある単語の後にどの単語が続くかを一意に決定することは出来ない。例えば、 man という単語の後には like や eat などの複数の動詞が続き得る。そのため、学習後でも次に続き得る単語に対応する複数のノードが大きな値を出力するようになる。単語 x が入力されたときの出力層の各ノードの出力を x の次に入力される単語の生起確率の予測値と考える。x は入力系列中に複数回現

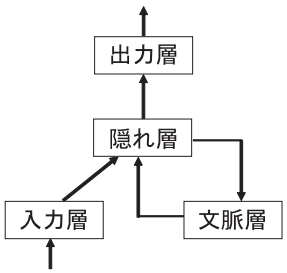

図 1: 単純再帰ネットワーク (SRN)

表 1: 類似度大

	COSINE
book	0.942
bread	0.948

表 2: 類似度小

	COSINE
man	0.415
bread	0.648

れるので、予測値の平均を求める。これをさらにカテゴリーごとに平均したものを 12 次元ベクトル $\mathbf{O}_x$ とする。学習の評価は、文の生成規則から算出される予測値の理想値 $\mathbf{P}_x$ と $\mathbf{O}_x$ の比較によって行う。具体的にはベクトルの類似度 $\mathrm{COSINE}_x = \frac{\mathbf{O}_x \cdot \mathbf{P}_x}{|\mathbf{O}_x||\mathbf{P}_x|}$ を用いる。COSINE_x が 1 に近ければ文の生成規則をネットワークが学習していると考える。本研究では文の生成規則を正しく学習することが出来た場合に文法が獲得出来たとする。

4. 実験　実験を行い COSINE_x により評価した。入力系列として 10000 個の文からなる 27419 語の単語系列を使用し、これをネットワークに 6 回学習させた。 学習則は BP 法を用いた。29 種類の単語の COSINE の平均は 0.789 となり、ある程度 1 に近い値となった。個々の単語に注目すると次に続く単語の種類が多い場合や、入力系列における出現頻度が低い場合に学習が十分に進まないことがあった (表 1、 表 2)。

5. まとめ　実験では、SRN は文法をある程度獲得することが示された。この結果は、人が周囲の環境から言語を獲得するという立場を支持するものである。

参考文献

[1] J. L. Elman. “Finding Structure in Time, ” Cognitive Science, vol.14, pp.179–211, 1990.

[2] J. L. Elman, E. A. Bates, M. H. Johnson, A. Karmiloff-Smith, D.Parisi, and K. Plunkett, “Rethinkin Innatenness,” MIT Press, Cambridge, 1996.