

カオス神経回路網を使った自然言語意味理解のための動的シソーラスについて

2E-8

津田一郎

野村浩郷

九州工業大学 情報工学部

1. はじめに

近年、計算言語学における自然言語の統語論・意味論の分析の発達、および人工知能の発達に伴い、自然言語の意味を理解できる機械を実現することへの要請はますます強まってきた。これに答えるためには、個々の言語表現が表わす意味概念とそれぞれの意味概念の間の関係を談話や状況に対応させて共に知識として記述し、その知識を使って意味を理解する方法を確立しなければならない。このとき、談話や状況の違いに応じて知識を記述し活用することが重要であり、それを実現するためには、動的な知識格納枠組みを用意し、かつそれを使って動的に知識を記憶しかつ想起するメカニズムを確立しなければならない。本稿では、意味概念の動的な知識格納枠組みとして計算論的神経科学におけるカオス神経回路網を応用し、意味概念の記憶および想起が談話や状況に即して動的にできるカオスシソーラスを提案し、それを使う自然言語意味理解方式を検討する。

2. 動的シソーラス

自然言語処理における意味理解とは、語の系列として表わされた言語表現が伝える意味内容を機械が外の目的に利用できる形で記述することである。外の目的とは、機械翻訳システムや通信システムにおける訳文の生成、文書校正システムにおける校正稿の作成、要約作成システムや抄録作成システムにおける要約文や抄録文の作成、データベースに蓄積するデータの作成、状況に依存する対話や談話の内容などである。

言語表現には語、句、文、文章などのいくつかのレベルがあり、それぞれが表わす意味概念はそれらが言語表現された環境によって異なる。ここで、環境とは、言語表現がおこなわれるときの状況、談話、目的、意図などの総称とする。

環境を特定しない場合には、言語表現が表わす意味概念は極めて多義である。多義にもいろいろなレベルがあるが、一般に、言語表現の長さが短

いほど多義の度合いが大きい。環境を特定し、その環境のもとで外の言語表現との組合せを確定することにより、言語表現の多義は解消に向かう。人間の間で行われるコミュニケーションでは多義を完全に解消することはまれであるかも知れないが、自然言語処理は、本来、多義の解消を目的とする。結果的に残った多義は、多義であることを認識したうえで、それぞれを併置する。

環境の認識は、通常は、言語表現の組合せの認識、すなわち解析の進捗に従って進む。これは、解析の進行に伴う多義の減衰に平行する。ときには、解析を開始する前から環境に関する情報、すなわち多義を減衰させる情報が与えられることもある。例えば、記事のタイトルや対話の相手から情報が得られる。

環境を特定することにより多義が減衰できるならば、あらかじめ認識される情報および解析の進行に伴い認識される情報をすぐさま活用し、多義の早期な減衰を図ることが望ましい。これを実現するためには、動的な知識記憶と知識想起のメカニズムが用意されなければならない。

自然言語処理に使う知識には、辞書や文法などがあるが、ここでは言語表現が表わす意味概念に話を絞ることにする。すなわち、構文的な情報は十分活用されているものとする。一般に、語が表わす意味概念は辞書に格納され、その意味概念の間の関係はシソーラスに格納される。しかし、現在の自然言語処理では、これらのいずれも活用する段階にはない。

辞書とシソーラスを合わせて2層構造を持つ知識格納枠組みを考える。単純化して言えば、一つの層は意味概念を表わす辞書に対応し、もう一つの層は関係を表わすシソーラスに対応する。知識の動的な記憶と想起のメカニズムは、この2層構造のなかで実現する。

3. カオス神経回路網

脳科学の分野における計算論的神経科学において、いわゆる神経回路網を情報処理に応用するための研究が活発に行われている。そこでは、神経回路網の構成要素である神経細胞に関して、神経細胞の間の結合に可塑性を与えることにより学習

能力をもたせて、それを使って、情報処理を行っている。

このような研究は、音声の認識や合成に多く活用されており、例えば、神経回路網に数多くの単語を発音とともに学習させ、出力層に DEC-talk を使ったいわゆる NET-talk と呼ばれる言語学習・発声機が作成されている。

このような研究は、神経回路網の内部に形成された力学系の固定点に各単語と発音を対応させるものである。このような方法でも音声処理などの分野で一定の成果が認められるが、自然言語意味理解などの高度に知的な情報処理を達成しようとするときには飛躍した成果は望めない。それは、神経回路網に持たせるダイナミックスの問題であり、現在までに活用されている程度のダイナミックスでは高度に知的な情報処理は全く期待できない。これは、神経回路網における力学系の固定点を用いるという基本的な原則に関わるものであり、状況変化に柔軟で適応的な機能を実現するためには動的なメカニズムを持つものでなければならないからである。

ホ乳類の脳を模した神経回路網を非平衡状態にセットすれば力学系カオスの状態を発生させることができる。興奮性シナプスの学習により神経回路網の内部に多くの力学系の固定点ができるが、抑制性シナプスの学習によりそれらの固定点が一時的に不安定化し固定点の間に関係が生まれる。この固定点間の動的関係の実現が神経回路網のカオスである。したがって、神経回路網のこの性質を利用すれば、神経回路網を動的な知識格納枠組みとして活用できる。このような機構の上に作成する動的な知識格納枠組みをカオス神経回路網とよぶことにする。

神経回路網に知識を神経細胞の発火パターンとして学習させておき、神経回路網を非平衡状態にセットすると、神経回路網は入力情報に対して近い情報を始めは出力するがそれだけではなく、自らつくったルールによって自律的に、次々に異なる知識を出力するようになる。このときのルールが力学系のカオスである。すなわち、ルールに従って自律的な動作をする神経回路網がカオス神経回路網である。

自律生成されたカオスに駆動された知識の連鎖には一定の特徴がある。

隣り合う知識は似かよっているが、少し離れたところに位置する知識は全く異なっており、また十分離れたところに位置する知識は似かよってい

る、というものである。これは、この場合のカオスがトラス的なインターミッテンシーであることによる。このとき知識の連鎖は上のような通常とは異なるメトリックをもち、知識の連鎖が少しずつメトリックを変えながら繰り返される。

4. カオスシソーラス

カオス神経回路網の上に格納する意味概念とその間の関係をカオスシソーラスと呼ぶことにする。カオス神経回路網の上に形成されたカオスシソーラスの動的構造は、もし知識の学習の仕方が同じなら埋め込む知識の種類に依らず同一の生成ルールを示すが、知識の埋め込み方が異なればそれに応じて異なったものになるという性質をもつ。すなわち、神経回路網を構成する神経細胞間のシナプス荷重の学習方式は一定でも神経回路網への知識の提示の仕方が異なれば、カオスシソーラスの生成ルールは異なる。これは、特定の環境のもとではカオスシソーラスは外の言語表現で規定され、その動的構造は環境に応じたものになる、ということの意味する。

カオスシソーラスの動的構造は、カオス神経回路網のメトリックを活用し意味概念間の階層構造を動的に実現するものである。辞書とシソーラスの2層構造システムの内的構造としての意味概念間の動的階層性を実現するものがカオスシソーラスであるということができる。

従って、このようなカオス神経回路網をシソーラス構造の形成の枠組みとして応用すれば、カオスの状態にある神経回路網には文脈に依存する形で意味概念を学習させることができ、かつ談話や文脈に依存する形で意味概念を想起させることができる。

参考文献

1. 野村浩郷, 自然言語処理の基礎技術, 電子情報通信学会, コロナ社, 1988
2. H.Nomura, Meaning Understanding in Machine Translation, Proc. of Second International Conference on Theoretical and Methodological Issues in Machine Translation of Natural Languages, 1988
3. I.Tsuda, E.Koerner and H.Shimizu, Memory Dynamics in Asynchronous Neural Networks, Prog. Theor. Phys. 78(1987)51
4. I.Tsuda, Chaotic Dynamics of Memory in Highly Connected and Fully Plastic Neural Networks, International Symposium on Fluctuation and Relaxation in Condensed Phase, 1988