

機関番号：12612

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2010年度

課題番号：20300056

研究課題名（和文） 計算論的手法を用いた鳥の歌文法獲得過程の解明

研究課題名（英文） Modeling the acquisition process of bird song grammars
based on computational learning theory

研究代表者

西野哲朗 (NISHINO TETSURO)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号：10198484

研究成果の概要（和文）：歌鳥は、歌の学習における脳の複雑なメカニズムに対する良いモデルとして、活発に研究されてきた。雄のジュウシマツは、外部モデルを模倣することにより歌を学習する。記号列として表現される音の系列である。我々は、計算論的手法を用いて、このような歌の音素列からジュウシマツの歌文法を自動抽出するシステムを構築し、歌文法の発達過程のモデル化とその実データによる検証を行った。我々の実験結果は、このような動作系列に関する実験が、新知識の発見には重要であることを示唆している。

研究成果の概要（英文）：Songbird has been actively studied as a good model for their complex brain mechanism in song learning. Male Bengalese Finch learns singing by imitating external models. Birdsongs are strings of sounds as represented by sequence of alphabets. We implemented an automatic system which extracts a song grammar from a given phoneme data by using computational method, and use it to build a model of development processes of song grammars whose validity was checked by real data. Our experimental results suggest such kind of experiment on behavioral sequence is important to discover new knowledge.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	5,100,000	1,530,000	6,630,000
2009年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2010年度	3,000,000	900,000	3,900,000
年度			
年度			
総計	10,900,000	3,270,000	14,170,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：学習と知識獲得

1. 研究開始当初の背景

オートマトンAの状態遷移の向きを反転し、さらに、初期状態と最終状態を入れ替えて得られるオートマトンをAの逆オートマ

トンという。決定性有限オートマトンAの逆オートマトンも決定性有限オートマトンであるとき、Aを0可逆オートマトンと呼ぶ。0可逆オートマトンにより受理される言語を0可逆言語という。さらに、k文字先読み

を許せば、Aの逆オートマトンが存在するとき、Aをk可逆オートマトンという。Angluinは、与えられた正例の集合から、それを受理する最小状態数のk可逆オートマトンを、多能式更新時間で極限同定する機械学習アルゴリズムを示した。ここで正例とは、目標の言語に属する記号列のことである。

ジュウシマツの歌を目標の言語と考える場合には、うたい間違いの無い歌のサンプルが正例となる。そこで、Angluinのアルゴリズムを用いて、歌の音素列からジュウシマツの歌文法を自動抽出するシステムを構築し、歌文法の発達過程のモデル化を行うという発想を得た。

2. 研究の目的

本研究の第一段階として、ソナグラムからの音素の切り出しを自動化した。具体的には、Wiener entropy や、frequency modulation 等の特徴量を用いた音素の切り出し法や、音素のクラスタリング手法を確立し、その結果を用いて、音素の自動抽出プログラムを完成させることを目的とした。

さらに、本研究では、Angluinの学習アルゴリズムの入力として、ノイズのまったく無い完全な歌データを仮定することは現実的ではないので、なんらかのノイズ対策を考える必要がある。ジュウシマツによるノイズや、人為的なノイズは、正しい状態遷移に比べれば、出現頻度は非常に小さいはずである。そこで、音素間の状態遷移確率を計算し、ある設定値以下の遷移をノイズとして削除した。また、音素間の遷移だけでなく、データの末尾であることも遷移の一つと考えることにより、歌を途中で止めてしまったというノイズにも対応できるようにすることも目的と

した。

3. 研究の方法

1) 20年度に構築したシステムから得られるサンプルを用い、21年度に構築する歌文法抽出システムでは、チャンクを読み込んで状態遷移を起こすk可逆オートマトンをその出力として生成させる。

2) 21年度に拡張したシステムを用い、22年～23年度に構築する歌文法抽出システムでは、チャンクを読み込んで状態遷移を起こすk可逆オートマトンをその出力として生成させる。

4. 研究成果

1) Wiener entropy や、frequency modulation 等の特徴量を用いた音素の切り出し法や、音素のクラスタリング手法を確立し、音素の自動抽出プログラムを完成させた。

2) 音素間の状態遷移確率を計算して、ある設定値以下の遷移をノイズとして削除した。

3) 音素間の遷移だけでなく、データの末尾であることも遷移の一つと考えることにより、歌を途中で止めてしまった場合のノイズにも対応できるように、システムの拡張を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕 (計 4 件)

(1) K. Md. A. Salam, M. Khan, and T. Nishino, et al, Information-Theoretic Analysis for Understanding the Behavior of Song Learning by the Bengalese Finch, IPSJ Journal (2011 to appear). (査読有)

(2) Tetsuro Nishino, The P Versus NP Problem, SUGAKU Expositions, Vol.22, pp. 215-228 (2009). (査読有)

(3) 本多武尊, 山崎匡, 田中繁, 西野哲朗 : 小脳顆粒層をモデル化したスパイクネットワークの研究:NMDA 受容体を介した同期発火状態と時間表現状態の遷移, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J91-D, No. 11, pp. 1-10 (2008). (査読有)

(4) Y. Kakishita, K. Sasahara, T. Nishino, M. Takahasi, K. Okanoya: Ethological Data Mining: An Automata-based Approach to Extract Behavioral Units and Rules, Data Mining and Knowledge Discovery, DOI: 10.1007/s10618-008-0122-1, 26 December 2008. (査読有)

〔学会発表〕 (計 8 件)

(1) T. Honda, T. Yamazaki, S. Tanaka and T. Nishino, A spiking network model of the cerebellar granular layer shows stimulus-dependent state transition between synchronized oscillation and randomly repetitive burst, 7th Forum of European Neuroscience Program No. 052. 17, The Netherlands, July 3-7, 2010.

(2) K. Md. M. Salam, T. Nishino, K. Sasahara et al, Information-theoretic analysis on evolution in learning birdsong by Bengalese finch, Neuroscience 2010, San Diego, USA, November 13-17, 2010.

(3) K. Md. A. Salam, S. Yamada, T. Nishino, English-Bengali Parallel Corpus: A Proposal, TriSAI 2010, Beijing, China, October 24-28, 2010.

(4) T. Honda, T. Yamazaki, S. Tanaka and T. Nishino, Strength of a conditional stimulus controls the timing of a conditional response, Society for Neuroscience (SfN 2009), October 17-21, 2009, Chicago, USA.

(5) K. Md. M. Salam, T. Nishino, K. Sasahara et al, Automation in extracting the songnote and it's sequence of the Bengalese finch song by using image processing, Triangle Symposium on Advanced ICT 2009 (TriSAI 2009), October 27-31, 2009, Tokyo, Japan.

(6) K. Md. A. Salam, M. Khan, and T. Nishino, Example based English-Bengali machine translation using word-net, Triangle Symposium on Advanced ICT 2009 (TriSAI 2009), October 27-31, 2009, Tokyo, Japan.

(7) K. Md. Mahfuzus Salam, K. Sasahara, T. Nishino, M. Takahasi and K. Okanoya: Information Theoretic Analysis on Behavioral Sequences: A Study between

Birdsong and Human's Song, ICT Triangle Forum 2008, October 7-9, Daejeon, Korea, (2008).

(8) T. Gima, S. Okubo, T. Nishino, New Cryptographic System Based on Quantum Cellular Automata, ICT Triangle Forum 2008, October 7-9, Daejeon, Korea, (2008).

〔図書〕 (計1件)

(1) 西野哲朗著, 「 $P = NP$? 問題へのアプローチ」, 日本評論社, 223 頁 (2009).

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西野 哲朗 (NISHINO TETSURO)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・教授

研究者番号: 10198484

(2) 研究分担者

富田 悦次 (TOMITA ETSUJI)

電気通信大学・名誉教授

研究者番号: 40016598

岡ノ谷 一夫 (OKANOYA KAZUO)

理化学研究所・脳科学総合研究センター・
チームリーダー

研究者番号: 30211121

田中 繁 (TANAKA SHIGERU)

電気通信大学・大学院情報理工学研究科・特任教授

研究者番号: 70281706

山崎 匡 (YAMAZAKI TADASHI)

理化学研究所・脳科学総合研究センター・
研究員

研究者番号: 40392162