

Title	意味の曖昧さを考慮した音楽・言語構造の繰り返し学習
Author(s)	須藤, 洸基
Citation	
Issue Date	2019-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15787
Rights	
Description	Supervisor:東条 敏, 先端科学技術研究科, 博士

氏名	須藤 洸基		
学位の種類	博士(情報科学)		
学位記番号	博情第 407号		
学位授与年月日	平成 31 年 3 月 22 日		
論文題目	Iterated Learning of the Music/Language Structure with Ambiguous Meaning		
論文審査委員	主査	東条 敏	北陸先端科学技術大学院大学 教授
		橋本 敬	同 教授
		白井 清明	同 准教授
		岡田 将吾	同 准教授
		岡ノ谷一夫	東京大学 教授

論文の内容の要旨

Among the research area of linguistic evolution, cultural evolution is especially important for us to form languages. Even if the human is said to have obtained the language ability biologically, we cannot use any language by birth. There are several study about cultural evolution to research how language is constructed through generations. Among which, we focus on the generation of computer-tractable language. In this thesis, we investigate the self-organization of meaning through ambiguous communication because we cannot understand the speaker's intention every time completely. We can guess the intention of utterance together with body actions and a situation when they utter. On the other hand, what the listener has guessed may not be the exactly same one as the original intention. The so-called meaning only exists in our mind because we do not know what the meaning is. Our approach is to construct meanings, in our definition, from syntax learning.

We have investigated the effect of the symmetry bias on the language evolution, which decides the meaning in an ambiguous environment. For this task, we constructed a Meaning Selection Iterated Learning Model (MSILM) based on the Simon Kirby's Iterated Learning Model (ILM), and simulated with three strategies: Perfect Matching Symmetry Bias (PMSB), Imperfect Matching Symmetry Bias (IMSB), and Random strategy. As a result of applying IMSB, the language of the agent evolved into more compositional one, and the agent acquired a more expressive and similar language to the parent's one than that with the Random strategy agent. On the other hand, as a result of applying PMSB, the language of the agent did not evolve well, the agent acquired a less expressive and different language to the parent's one than that with Random strategy agent. Our experimental results showed that the effect of IMSB accelerated linguistic evolution to obtain more compositional one, whereas PMSB disturbs linguistic evolution.

As a target of syntax-based meaning composition, we consider music scores. We assume that the rules of music progression are in a subclass of context-free language, and we let computers find them autonomously. We employ the ILM, and ask if the computer can find a music knowledge that is common to us, and also if the computers can compose music independently of our music knowledge. In this research, we have shown an

example set of rules found in the 25 études of Burgmüller regarding a symbol as a set of notes on one beat. Although many of categories in the tree seem redundant and futile, some of them reflect probable progressions, which well match with our human intuition. This experiment has several virtues compared with other grammar-based formalism for music. One is that we do not need to provide a dictionary beforehand. The other is that we can exclude the human-biased intuition, which had hindered the definition of creativity.

KeyWords: Linguistic Evolution; Machine Learning; Symmetry Bias; Agent-based model; Grammar acquisition; Iterated Learning Model; Music Analysis; Self-organization

論文審査の結果の要旨

人間は生得的に言語を獲得する装置を持って生まれてくるというのが Noam Chomsky の主張である。その言語はほぼ文脈自由文法であり、一つの文構造を節として再帰的に他の文に埋め込むことができる再帰性(recursion)と、部分的な意味が接合して全体の意味をなすという合成性(compositionality)にその特徴がある。この主張に対して、Simon Kirby はそのような特殊な装置を仮定しなくても、学習ボトルネック、すなわち幼少期（言語獲得期）に限られた数の文しか学習できないために、幼児の頭の中で言語知識の汎化が起き、生成文法を形成するとした。

この Kirby の枠組みである繰り返し学習モデル(Iterated Learning Model; ILM)は親から子に文のサンプルに渡す際に、文の表層文字列とともに、意味構造として構造化された述語項構造(predicate-argument structure)を渡すモデルであり、このために幼児は文字列に対して述語項構造に沿った形で文法を形成するとする。

本研究は、ILM において意味構造を同時に渡すことが仮定として強過ぎるという批判から出発するものである。人間の言語は曖昧であり、同じ文が異なる意味を持つこともあれば、同じ状況記述に対して多数の異なる言い方が存在することもあり、文字列と意味が一一対一に対応するものではない。本研究では、ILM における文の受け渡しに際し、(1)意味を複数の候補から選べるしくみを提示し、曖昧性を含めた上で言語獲得を模倣すること、(2)構成的な意味をすべて排除しても、意味としてメタな構文構造を獲得できることを実験した。(1)の目的のためには対称性バイアスを導入し、文字列が指し示す対象に曖昧性があっても言語獲得が収束することを示した。またこの過程において、言語間距離を測る指標を提示し親と子供の間での文法の差異を定量化することと、高速化のために文字列の後半を必要ないなら省略する(clipping)する操作を提案した。また(2)においては文字列として明らかな階層的意味を持たない例として楽譜を対象とし、楽曲の構成規則を ILM によって発見できるかどうかを検証した。その結果、音楽の文法規則発見にはまだ課題を残すものの、不協和音から協和音への進行やカデンツ規則の一部が観察された。

以上、本論文は学術上貢献するところは大きく、よって博士（情報科学）の学位論文と

して十分価値あるものと認めた.