

平成29年度 情報工学コース卒業研究報告要旨

酒井 研究室	氏 名	田 端 浩 明
卒業研究題目	線形マルチボトムアップ木変換器の関数性の決定可能性	
<p>ボトムアップ木変換器 (BOT) はラベル付き順序木に対して構文主導型変換を行う有限状態機械であり, 入力木の葉から根に向かって走査しながら出力木を構成していく. マルチボトムアップ木変換器 (MBOT) はボトムアップ木変換器の拡張クラスの1つである. BOT では各状態での出力がちょうど1本の木であるのに対して, MBOT では最終的な出力は1本の木ではあるが変換途中に現れる状態での出力は木の組が許される. この拡張により, 複数の部分木に対する出力木を組として途中まで保持して, 先祖を走査する時点で任意の順序で結合することが可能となる. この特徴から文法の差異の顕著な言語間における構文木を用いた機械翻訳などにおいて応用できることが期待されている.</p> <p>木変換器に関する基本的な性質の1つとして関数性が挙げられる. 木変換器が関数性をもつとは, 各入力木に対してその木変換器による出力木が高々1本しか存在しないことをいう. 関数性は木変換器の等価性や問合せ保存などの解析において重要な性質である. BOT やその別の拡張の1つである拡張ボトムアップ木変換器 (XBOT) の関数性の判定問題は決定可能であることが示されている. 時間計算量についての解析も行われており, BOT の関数性は多項式時間で決定可能であることが知られている. また, XBOT の関数性判定問題は $coNP$ に属し, その線形な部分クラスに対して多項式時間で決定可能であることが示されている. 一方で, MBOT について関数性判定問題が決定可能であるかはこれまでに示されていない.</p> <p>木変換器が関数性をもたないとき, 定義より, その木変換器による出力が2通り以上ありうる入力木が少なくとも1本存在する. 関数性判定問題が決定可能であることを証明するには, 「木変換器の状態数に依存した木の高さの上限が存在して, 木変換器が関数性をもたない場合にはその証拠となる入力木のうち高さがその上限以下である木が存在する」ことを示せばよい. BOT のクラスにおいては, そのような高さの上限が存在することは Engelfriet の木の代入に関する性質を用いて示せることが知られている. この性質の概要は次の通りである. 1種類の変数を含む5本の木 (0~4までの番号をもつ) からそれぞれなる2つの列 A と B が与えられ, それぞれの列について木中の変数を次の番号の木で置換することで順に連結して1本の木を作ることを考える. このとき, 0~4の番号列の任意の真に短い部分列についてそれと対応する A と B の部分列をそれぞれ順番に連結して得られる2本の木が一致するならば, A と B の各々5本すべてを連結して得られる2本の木も一致することがいえる.</p> <p>本研究では, Engelfriet の性質を利用した BOT に対する決定可能性の証明方針に則って, 線形 MBOT の関数性判定問題が決定可能であることを示す. そのためにまず, その性質を木の組の代入に関する性質に拡張する. しかし, 一般の木の組にこの性質を自然に拡張するのは困難であったため, 制限を加えた木の組のみに対象を限定して拡張する. この性質を用いて, 線形 MBOT の非削除かつ無置換である部分クラスにおいて同様の木の高さの上限があることを示すことで, その部分クラスの関数性が決定可能であることを証明する. そして, 任意の線形 MBOT をその部分クラスに属する等価な木変換器へ変換することが可能であることを示すことで, 一般の線形 MBOT においても関数性が決定可能であることを示す.</p>		