

帰納的に可算な言語の一つの特徴付けについて

大 川 知*

On a characterization of recursively enumerable languages

Satoshi OKAWA

Abstract

We give a homomorphic characterization of the class of recursively enumerable languages; it is shown that any recursively enumerable languages is the homomorphic image of an alternating linear context-free language. This result strengthen the assertion that the alternation works as important mechanism in formal language theory as well as in automata theory.

1. はじめに

近年、オートマン理論において研究されてきた交代 (alternation) の概念を文法理論に導入する試みがなされている^{2,3)}。交代文脈自由文法で生成される言語のクラスが交代プッシュダウンオートマンで受理されるクラスと一致するという守屋の結果は²⁾、単に文脈自由文法とプッシュダウンオートマトンとの関係が交代を導入したときも成立するというだけではなく、文法に交代の概念を導入することの必然性を示すものと考えられる。

また、言語理論においては、ある言語のクラスを特徴付けるという研究も盛んに行われている。特に、帰納的に可算な言語のクラス、文脈自由言語のクラスについて、2つの言語の共通部分の準同形写像で特徴付けるものがよく知られている¹⁾。

本稿では、帰納的に可算な言語が、ある交代線形文脈自由言語の準同形写像として得られることを示す。このことによって、交代文法の能力が大きいことが一層あきらかになると考えられる。

2. 準 備

本節では、本稿で議論の対象となる帰納的に可算な文法と言語、文脈自由文法と言語、交代文脈自由文法と言語などについて定義をする。それから、帰納的に可算な言語の特徴付けに関する Ginsburg 等の結果を述べる。

文法とは、 $G=(N, \Sigma, P, S)$ である。ここで、 N は非終端記号の集合、 Σ は終端記号の集合、 P は書きかえ規則の集合、 S は N の元で初期記号である。書きかえ規則は、 $(N \cup \Sigma)^+ \times (N \cup \Sigma)^*$ の元で、 $\alpha \rightarrow \beta$ のように表わされる。書きかえ規則の形について、何も制限がない文法を、帰納的に可算な文法 (recursively enumerable grammar, reg) という。左辺 α が N の元であるとき、その文法を文脈自由文法 (context-free grammar, cfg) といい、さらに、 β に N の元がただか1個しか入っていないとき、線形文脈自由文法 (linear cfg, lcfg) という。

語 $\xi = \xi_1 \alpha \xi_2$ が文法 $G=(N, \Sigma, P, S)$ によって、 $\eta = \xi_1 \beta \xi_2$ と書きかえられるのは $\alpha \rightarrow \beta$ が P の元であるときである。このとき、 $\xi \Rightarrow_c \eta$ と書き、 \Rightarrow_c の0回以上の適用によって書きかえられる関係を、 \Rightarrow_c^* と表わす。文法 G によって生成される言語とは、 $L(G) = \{w \mid S \Rightarrow_c^* w \in$

昭和63年10月31日受理

• 電気工学科助教授