

## 発表概要

## Counting for Recognizable and Algebraic Series

関 浩之<sup>1,a)</sup> 橋本 健二<sup>1,b)</sup> Trung Chu Bao<sup>1,c)</sup>

2017年3月3日発表

与えられた制約を満たす文字列の計数問題は、文字列を扱うプログラムの脆弱性解析に応用できることから注目されている。本発表では、形式級数の計数問題について議論する。形式級数とは、語に係数（または重み）とよばれる値を関連づけることによって形式言語を拡張したものである。特に、認識可能級数と代数的級数はそれぞれ正則言語と文脈自由言語の拡張である。形式級数  $S$  と自然数  $n$  に対し、長さ  $n$  の語の  $S$  における重み和を  $CC(S, n)$ 、長さ  $n$  で  $S$  における重みが非零の語数を  $SC(S, n)$  と表す。本発表ではまず、与えられた認識可能級数  $S$  と自然数  $n$  に対し、 $CC(S, n)$  は  $O(k \log n)$  で計算できることを示す。ここで、 $k$  は  $S$  における 1 回の状態遷移行列演算に要する時間である。また、 $S$  における状態遷移行列が乗算に関して可換であるとき、 $SC(S, n)$  は  $n$  の多項式時間で計算できることを示す。次に、上記 2 つの問題を形式木級数にも定義し、それらの計算法を論ずる。最後に、代数的級数  $S$  に対して動的計画法により  $CC(S, n)$  を  $O(n^2)$  時間で計算する方法を示す。

## Counting for Recognizable and Algebraic Series

HIROYUKI SEKI<sup>1,a)</sup> KENJI HASHIMOTO<sup>1,b)</sup> TRUNG CHU BAO<sup>1,c)</sup>

Presented: March 3, 2017

Counting problems for strings that satisfy given constraints are paid an attention because string counting methods can be applied to the vulnerability analysis of programs that deal with strings. In this presentation, we discuss counting problems for formal series. Formal series are a natural extension of formal languages by associating each word with a value called a coefficient or a weight. Among them, recognizable series and algebraic series can be regarded as extensions of regular languages and context-free languages, respectively. For a formal series  $S$  and a natural number  $n$ , let  $CC(S, n)$  denote the sum of the coefficients of all the words of length  $n$  in  $S$  and  $SC(S, n)$  the number of words of length  $n$  that have non-zero coefficients in  $S$ . We show that for a given recognizable series  $S$  and a natural number  $n$ ,  $CC(S, n)$  can be computed in  $O(k \log n)$  time where  $k$  is an upper-bound of time needed for a single state-transition matrix operation, and if the state-transition matrices of  $S$  are commutative for multiplication,  $SC(S, n)$  can be computed in polynomial time of  $n$ . We also extend the notions to tree series and discuss how to compute them efficiently. Finally, we propose an algorithm that computes  $CC(S, n)$  in  $O(n^2)$  time for an algebraic series  $S$ .

<sup>1</sup> 名古屋大学  
Nagoya University, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan

a) seki@is.nagoya-u.ac.jp

b) k-hasimt@is.nagoya-u.ac.jp

c) trungchubao@apal.i.is.nagoya-u.ac.jp