

# 決定木を用いた Run-Based Trie の探索法

Search of Run-Based Trie via Decision Tree

原田崇司<sup>1</sup>  
Takashi Harada

田中賢<sup>2</sup>  
Ken Tanaka

三河賢治<sup>3</sup>  
Kenji Mikawa

神奈川大学大学院理学研究科情報科学専攻<sup>1</sup>      神奈川大学理学部<sup>2</sup>  
Graduate School of Information Science, Kanagawa University      Faculty of Science, Kanagawa University  
新潟大学学術情報基盤機構情報基盤センター<sup>3</sup>  
Center for Academic Information Service, Niigata University

## 1 まえがき

パケットフィルタリングにおける課題の一つとして、与えられたパケットに一致する最も優先度の高いルールを見つける高速なアルゴリズムの開発がある。任意のビットマスクルールに対応した探索アルゴリズムは数少ないため、その一つとして、本研究室では Run-Based Trie に基づくものを提案している。本研究では、探索時間をルール数に依存させないための、決定木を用いた Run-Based Trie の探索を示す。

## 2 Run-Based Trie

run (連) とは、ルールにおける、ワイルドカードマスクを含まない 0 と 1 の列である。

表 1 ルールリスト

Filter	F <sub>1</sub>	Filter	F <sub>1</sub>
R <sub>1</sub>	0 * 1	R <sub>4</sub>	1 1 *
R <sub>2</sub>	* 0 0	R <sub>5</sub>	0 * *
R <sub>3</sub>	1 1 0	R <sub>6</sub>	* 1 *

ルールにおける連の開始位置  $i$  毎にトライ  $T_i$  を構成し、図 1 の Run-Based Trie を構成する。

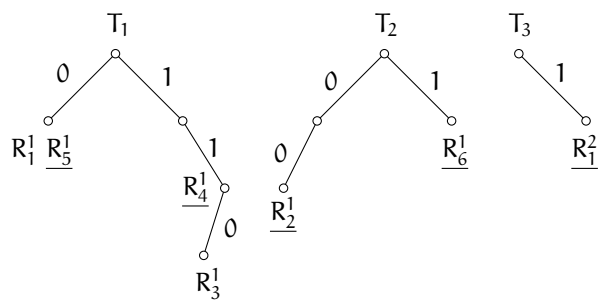


図 1 表 1 から構成した Run-Based Trie

## 3 Simple Search

Simple Search は、Run-Based Trie を用いたパケット分類法の一つである。

Simple Search は、与えられたパケットのビットパターンに従って、 $T_1$  から  $T_{dW}$  の順にトライを辿ることにより、分類を行う。 $d$  はフィールドの数であり、各フィールドは、最長  $W$  のビット長をとる。よって、 $dW$  は、ルールのビット長を表す。 $T_i$  では  $i$  番目から始まるビット列で  $T_i$  を辿り、途中で印がある場合はルール番号と連番号を保持する。 $T_{dW}$  まで辿り終えるまでに、順番通りに連を保持した時、それらの連から構成されるルールを

パケットに対する候補ルールとする。そして、候補ルールの中で最小のルール番号のものがパケットに対する最優先ルールである。

Simple Search は、全てのトライ  $T_i$  を辿り、ルール、連番号を保持、最優先ルールの比較を行う。そして、全てのトライを辿る処理は、 $O((dW)^2)$ 。連の数は高々  $N \times dW/2$  なので、Simple Search の時間計算量は、 $O((dW)^2 + NdW)$  である。

## 4 決定木探索

Simple Search におけるルール番号と連番号の保持と照合、最優先ルールの更新の手間を省くために、それらの処理を事前に行って単一の決定木を構成する。

Simple Search を行う際の  $T_1, \dots, T_{dW}$  の辿り方の場合分けを意味する集合族  $S_1, \dots, S_{dW}$  を構成する。

$$S_1 = \{\{R_1^1, R_5^1\}, \{R_4^1\}, \{R_3^1, R_4^1\}, \phi\}$$

$$S_2 = \{\{R_2^1\}, \{R_6^1\}, \phi\} \quad (1)$$

$$S_3 = \{\{R_2^1\}, \phi\}$$

この集合族の直積  $|S_1| \times |S_2| \times |S_3|$  をとることにより、図 2 の決定木を構成する。

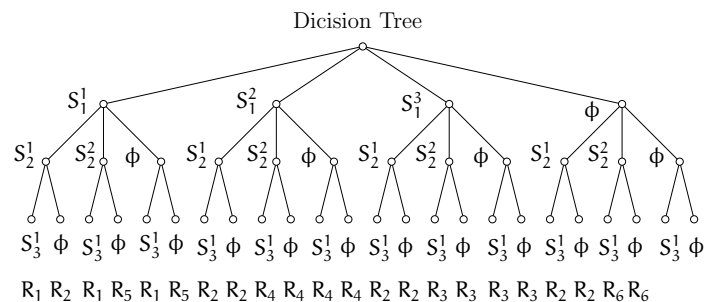


図 2 集合族 (1) から構成した決定木

決定木探索は、集合族から構成した図 2 の決定木を降るだけでパケットの最優先ルールを見つけられる。よって、決定木探索の時間計算量は、 $O(dW)$  となる。

## 5 今後の課題

今回示した決定木は、空間計算量が膨大になる。よって、決定木の冗長な経路の枝刈りが今後の課題である。

### 参考文献

- [1] 長谷川創, 三河賢治, 田中賢, “B-7-33 任意のビットマスクに対応した階層型トライの提案 (b-7. 情報ネットワーク, 一般セッション),” 電子情報通信学会総合大会講演論文集, vol.2011, no.2, p.197, feb. 2011.