

# パスの統合・分割によるネットワーク故障箇所推定の最適化

Optimization of Path Integration/partition in an Analysis Method of Network Troubles

堤 陽祐<sup>†</sup>  
Yohsuke Tsutsumi

間野 暢<sup>‡</sup>  
Toru Mano

渡部 康平<sup>†</sup>  
Kohei Watabe

明石 修<sup>‡</sup>  
Osamu Akashi

井上 武<sup>‡</sup>  
Takeru Inoue

中川 健治<sup>†</sup>  
Kenji Nakagawa

水谷 后宏<sup>‡</sup>  
Kimihiro Mizutani

<sup>†</sup> 長岡技術科学大学大学院

Graduate School of Electrical Engineering, Nagaoka University of Technology

<sup>‡</sup> NTT 未来ねっと研究所

NTT Network Innovation Laboratories

## 1 背景と目的

近年, Internet of Things (IoT) の登場やネットワーク仮想化の普及に従いネットワークの大規模・複雑化が進んでいる. ネットワーク機能の複雑化に伴い, オペレータの設定ミスに起因するサイレント故障がネットワーク障害の主要な原因となっており, サイレント故障の自動検知及び故障箇所の特定が大きな課題となっている [1].

本稿ではネットワークを通過するパケットのパスの統合と分割により Measurement Unit (MU) を構成し, MU 毎にパケットのロス率を計測することで, 計測ポート数を抑えながらアクセス制御などの高度なネットワーク機能の故障に由来する Quality of Service (QoS) の低下を検知, 故障箇所の特定を実現する技術を提案する.

## 2 提案方式による故障箇所特定

ネットワークを通過するパケットは各スイッチでパケットヘッダの値に従い Access Control List (ACL), Forwarding Information Base (FIB) などのアクションが適用される. 各 ACL・FIB が適用されるパケットの集合を predicate とよび, 本研究では, 故障により影響を受ける predicate を特定する. パケットのパスは, そのパスを通過するパケットが含まれる predicate のチェーンとして表すことができる (Fig. 1).

提案法ではすべてのエッジポートと一部の中間ポートでパケットカウントを行い, パスを統合・分割することで得られる MU 毎にパケットロス率を計測する. 統合と分割による MU の最適化を行うことで, 中間ポートでのカウント数を最小としながら, ネットワークのすべてのパスをすべてのポートでパケットカウントした場合と同等の特定精度を実現する. 最適化した MU 毎にパケットのカウントを行い, 得られたロス率より対象ネットワーク内の全ての predicate から故障箇所を特定する. 統合と分割による最適化を行い, 最適化されたツリーを Measurement Unit (MU) とし, 提案法では MU 毎にパケットのカウントを行う.

## 3 提案方式の精度評価とまとめ

実ネットワークのデータを用いて識別対象の predicate が一様の確率で一つだけ故障するとした場合の提案法の故障箇所特定精度を検証した. データは Internet22, Stanford, Purdue の3つの実ネットワークの FIB を用い, Stanford においては FIB と ACL 両方の情報を用いた場合でも検証した. 結果を Table 1 に示す.

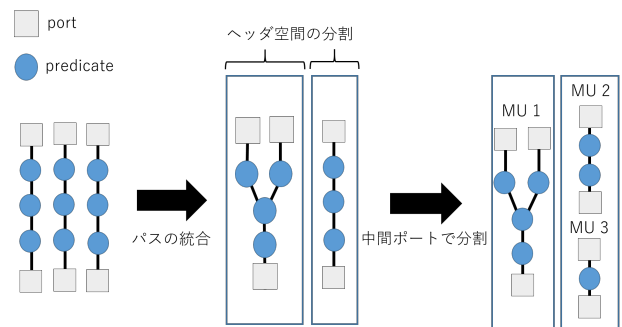


Fig. 1 MU の構成

Table 1 の 6 行目に示すとおり, FIB のみの Internet2, Stanford, Purdue では全ての predicate 中の, どの predicate が故障した場合でも故障原因となる predicate を必ず一意に特定可能なことが確認された. FIB/ACL 両方を基にした Stanford では, 故障 predicate を一意に特定可能な確率は 26%だが, 最大でも 2 箇所以下に絞り込めている. これは多くの場合 FIB と ACL の 2 つのルールが同じポートで適用され, すべてのパスをすべてのポートで観測しても特定できない predicate の組が生じるためである. また Table 1 の 5 行目より, MU の最適化を行うことで全体の 21~74%の計測ポート数でネットワーク全ての predicate を識別対象にすることを確認した.

本稿ではパスの統合, 分割による最適化を行い, ネットワークのエッジポートと一部の中間ポートでカウントを行うことで predicate 単位での故障を特定可能なことを示した. 今後は故障箇所が同時多発的に発生する場合での提案法の故障箇所特定精度を検証する予定である.

Table 1 各ネットワークの検証結果

	Internet2 (FIB)	Stanford (FIB)	Purdue (FIB)	Stanford (FIB/ACL)
predicate 数	140	58	526	132
パケット分類数	118	51	351	53
中間カウントポート数	0	1	30	14
エッジポート数	116	40	512	52
カウントポート数/全ポート数	116/157	41/89	542/2546	66/89
一意に特定できる確率	100%	100%	100%	26%
2 箇所以下に特定できる確率	100%	100%	100%	100%

## 参考文献

- [1] 渡部 康平 *et al.*, “Network-wide Packet Behavior に基づくパケット分類を用いたネットワーク故障箇所の推定法” IEICE NS 2016, 信学技報 IN2015-131, 2016.