

パスの選択・統合の併用によるネットワーク故障箇所特定最適化

The Optimization of Path Selection/Integration in Failure Localization of Networks

中沢 昇平
Shohei Nakazawa

小嶋 真矢
Shinya Kojima

渡部 康平
Kohei Watabe

中川 健治
Kenji Nakagawa

長岡技術科学大学 大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Nagaoka University of Technology

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.

ネットワークのパケットの通過する経路 (パス) のトラフィック量を, フィルタを用いてパケットカウントを行うことで測定し, トラフィック量の違いをもとに故障箇所特定を行う技術が研究されてきた [1, 2]. フィルタの設置は, ネットワーク機器のリソースを消費するため, 故障箇所の特定精度を損なわず, フィルタ数を削減することが重要である. 先行研究 [1] では, 最低限のパスを選択し, 中間ポートにフィルタを追加することで, 故障箇所特定精度を最大化しつつ, フィルタ数を削減する手法を提案した. 先行研究 [2] では, すべてのパスのトラフィック量を計測しつつ, パスの統合を行うことでフィルタ数を削減する手法を提案した.

本稿では, [1] のパスの選択と中間フィルタの設置, [2] のパスの統合を組み合わせ, 特定精度を損なうことなく, よりフィルタ数を削減した故障箇所特定手法を提案する.

2 提案法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, Access Control List (ACL), Forwarding Information Base (FIB) などのアクションが適用される. 本研究では, 故障により影響を受ける FIB, ACL のアクションを特定する.

提案法は, [1] と [2] を組み合わせた手法である. まず, パスの中から故障箇所特定に用いる最低限のパスを選択し, 中間フィルタを設置する. [1] と異なり提案法ではパスの選択と中間フィルタの設置箇所の最適化は同時に行う. その後, パスの統合を行う. これらにより, 特定精度を損なうことなくフィルタ数の削減を図った. 選択するパスと中間フィルタの設置箇所には貪欲法を用い, パスを選択あるいは中間フィルタを設置した際に特定可能となるアクション数が多いものからパスの選択あるいは中間フィルタの設置を行う. パスの統合は貪欲法を用い, 統合した際に特定精度を損なわず, かつ残りのパスの中で統合できるパスのペア数が多いものから統合する.

3 提案法の計測コスト評価

故障特定対象のアクションが一様の確率で一つだけ故障するとし, 実ネットワークのデータを用いて先行研究と提案法のフィルタ数を検証した. データは Stanford,

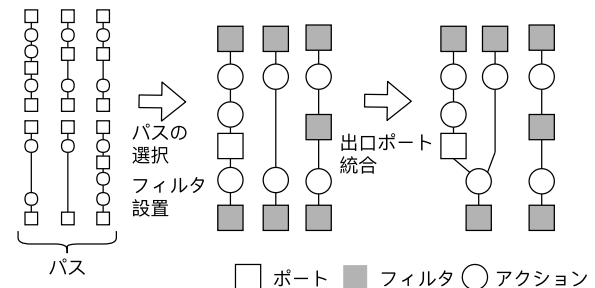


図1 計測パスの最適化手法

表1 各ネットワークの故障箇所特定に必要なフィルタ数

	Stanford		Internet2		Purdue
	FIB	FIB/ACL	FIB	FIB/ACL	
先行研究 [1]	97	116	232	256	732
提案法	92	115	232	256	724

Internet2, Purdue の実ネットワークを用いた. Stanford と Internet2 では故障特定対象を FIB とした場合と FIB と ACL 両方にした場合の検証を行った. Purdue では FIB のみを対象として行った. 結果を表1に示す.

表1より, Stanford の FIB, FIB/ACL と Purdue の FIB を特定対象とした場合, 提案法は先行研究 [1] よりフィルタ数を削減できている. Internet2 の FIB, FIB/ACL を特定対象とした場合, 提案法は先行研究 [1] と同フィルタ数となった. 提案法の Internet2 のフィルタ数が先行研究 [1] と同値となったのは, パスの統合を行うと特定精度が落ち, パスを統合できなかったためである.

4 まとめ

提案法は, 各実ネットワークを用いた検証において, 先行研究 [1], [2] と比較して特定精度を損なうことなく, 同フィルタ数あるいはフィルタ数を削減して故障箇所特定が行えることが確認できた.

謝辞

本研究の一部は, JSPS 科研費 JP17K00008, および JP18K18035 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] S. Agrawal *et al.*, "Diagnosing Link-level Anomalies Using Passive Probes," INFOCOM 2007.
- [2] 堤 陽祐 他, "ネットワーク障害におけるパスの統合・分割による障害箇所の推定," 信学技報 NS2017-198, 2018 年.