

## 複数コントローラとタイセット系を用いた ノード障害復旧のための迂回パス制御手法

武藤 弘幸      伊藤 隆太      篠宮 紀彦

創価大学 工学研究科

### 1. はじめに

我々は、サイクルを構成する辺集合(タイセット)を用いた障害復旧手法と OpenFlow を用いて実装する方法を提案してきた [1]. 先行研究では、リンク障害のみに対応可能であるため、ノード障害に対応可能な障害復旧手法を提案する必要がある。また、単一コントローラによる実装では、スケーラビリティに問題があるため、複数コントローラを用いて実装する必要がある。

本稿では、1) ノード障害に対応可能な障害復旧手法の提案、2) 階層化コントローラによる共有情報削減手法の提案、3) OpenFlow による実装の検討について述べる。

### 2. ノード障害に対応可能な障害復旧手法

ノード障害に対応可能にするためには、複数の隣接したタイセットの排他的論理和を用いて迂回パスを算出する。そのため、複数のタイセットに所属しているノードでタイセット間の通信をおこなう必要がある。

具体的には、タイセット毎に順方向・逆方向に通信を行うためにラベルを付与し、障害時に逆方向のラベルに切り替えることで障害を迂回する。また、複数のタイセットに所属しているノードにおいて、隣接しているタイセットラベルに変更し通信を転送させる。

始点  $S$  と終点  $D$  との間の距離数(ホップ数)が最短のタイセットグラフから、1つの現用パスと複数の迂回パスを設定する。ノード障害が発生した場合、単一のタイセットだけでは、障害箇所を迂回することができないため、複数のタイセットの排他的論理和を用いて迂回パスを算出する。図1において、 $n_3$  でノード障害が発生した場合、排他的論理和  $L_1 \oplus L_2$  を用いて迂回パス ( $n_1-n_8-n_7-n_6-n_5$ ) を設定する。

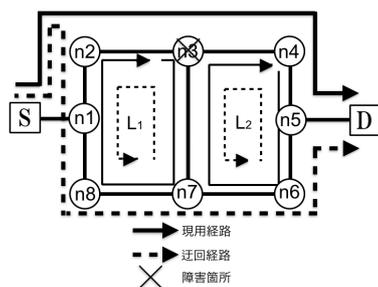


図 1: ノード障害復旧の動作例

### 3. 階層化コントローラによる共有情報削減

提案手法では、コントロールプレーンを上位層と下位層に分け、各コントローラが保持する OpenFlow スイッチ数を分散させることで、スケーラビリティの問題を解決する。

具体的には、下位層に Local Controller(LC), 上位層に Federator Controller(FC) を割り当て、FC は、複数の LC と接続しており LC 同士の接続関係を把握している。ネットワークは2連結とし、コントローラ毎に管理するネットワークのトポロジから基本タイセット系を作成する。

また、提案方式では、LC 毎に縮約ラベルを割り当て、縮約ラベルを元に通信を転送させることでフローエントリ数を削減する。

### 4. OpenFlow による実装手法の検討

ノード障害時に迂回パスへの切り替えを実現するために、OpenFlow1.1 で導入されたグループテーブルの Fast Failover というタイプを使用する。Fast Failover を用いることで、ポート障害を監視し、ポートの状態が正常である場合のみ行う通常時の動作と、障害時の動作を予め用意しておくことで障害箇所を迂回する。これによって、初期設定後は OpenFlow スイッチが自律的に障害を検知し、経路切替を行うことができる。

コントロールプレーンの階層化には、コントローラ間通信の機能が必要なため、本研究では、OpenFlow のフレームワークである OpenDaylight[2] を用いて実装を行う。これには、コントローラ間通信の機能として SDN Interface(SDNi) が存在する。SDNi は、コントローラ間で、BGP セッションを確立し、アップデートメッセージを定期的に交換することで、外部のコントローラとの通信を実現することができる。

### 5. まとめと今後の課題

階層化コントローラによる共有情報の削減方法を提案した。今後は、提案方式の実装・検証を行っていく。

#### 参考文献

- [1] 長野純一, 福田純一, 篠宮紀彦, “Openflow によるサイクル構造に着目した障害復旧方式の実装と評価,” 電子情報通信学会論文誌 D, vol.96, no.10, pp.2340-2350, 2013.
- [2] “OpenDaylight,” <https://www.opendaylight.org>. [Online; accessed 10-February-2016].