

学籍番号	18676105	氏名	井戸 崇裕
論文題目	Lightning Network におけるルーティングプロトコル Flare の経路決定手法に関する研究		

## 1 はじめに

近年、ブロックチェーン技術は多分野への応用が期待されるが、トランザクション処理速度が遅い等のスケーラビリティに関する問題が懸念される。そのため Bitcoin では、特定ノード間に支払いチャンネルを確立して高速化を図る第2レイヤ技術である Lightning Network が注目されている。任意のノード間のトランザクション送信には支払いチャンネル上の経路設定が重要となるが、そのためには各ノードが全ノードのチャンネル接続情報を有する必要がある。本研究では各ノードの保有情報削減を目指す Flare における経路決定手法について検討する。

## 2 Flare

Flare では、各ノードは近傍ノードのチャンネル接続情報(以下経路表)のみを保有して情報削減を図るが、それゆえ送信者は受信者に対して経路表を要求し、自身の経路表と合わせて受信者までのルート検出が必要となる。検出不可の場合、図1に示すように送信者の近傍ノードから中継のためのビーコンノードを選出し、その経路表を加えてルートを決する。しかしながら Flare では、受信者の経路表取得が既存のネットワーク層を利用した実装依存でビーコンノードの選択手法もランダムであるため、送信者が効率よく自律的に経路を決定する手法が必要である。

## 3 経路決定手法

Flare においてネットワーク層による経路表取得を実施せず、2で示したビーコンノードの複数個選出と経路表の併合を送受信者間ルートが検出されるまで繰り返す。これにより、送信者が自律的に経路表を構築することが可能となる。この時のビーコンノード複数個選出の繰り返し回数を探索回数とする。

ビーコンノードの選択手法として以下を検討する。

- ハミング距離探索 (Flare の推奨手法：図中 Haming) ノード ID を利用したハミング距離により決定。
- ノード次数探索 (提案手法：図中 Degree) 高次数ノードを選択することで、選択ビーコンノードの有する経路表に受信者が含まれる確率が高くなり、探索回数の削減を期待できる。

## 4 シミュレーション

ノード数 1,000 のスケールフリーネットワークにおいて、経路表を構成する各ノードの保持ホップ数 (1~3)、ビーコンノード選択手法や選出数 (1~5) が探索回数に及ぼす影響を調査する。また、経路探索の際に各ノードが必要とするノード数がどれほど削減されるかを示す削減率を全ノード数を  $N$ 、経路探索に必要なノード数を  $n$  とし以下に定義する。

$$\text{削減率} = \frac{N - n}{N} \times 100$$

## 5 結果・考察

ビーコンの選出数に対する任意の送受信者間の平均探索回数を示した図2から、保持ホップ数:1、ビーコン選出数:1の時、平均探索回数はハミング距離探索で365回、ノード次数探索で89回とノード次数探索の適用により探索回数の大幅な削減が可能であることがわかる。スケールフリーネットワークでは、ノード次数の高いハブノードが複数存在するため、ランダムにビーコンを選出するハミング距離探索に比べノード次数探索が有効であると考えられる。さらに保持ホップ数が多い場合及びビーコンの選出数が多い

表 1: ビーコン数に対する保持ホップ数と平均削減率 [%]

ビーコン数	保持ホップ数		
	1	2	3
1	51	46	36
2	50	46	36
3	51	44	33
4	50	44	33
5	51	43	33

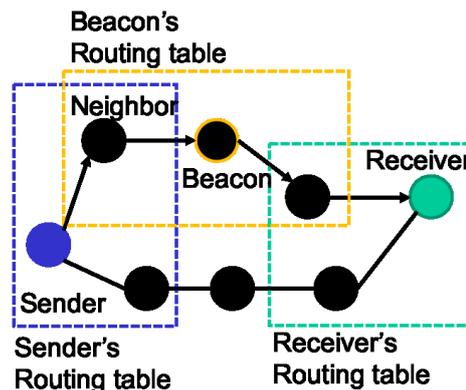


図 1: Flare における経路表の範囲とビーコンノード

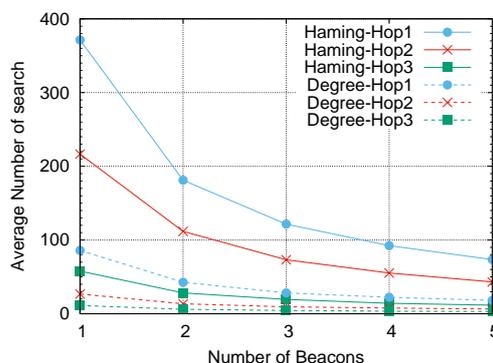


図 2: ビーコン探索における平均探索回数

場合に平均探索回数が少なくなることがわかる。ノード次数探索を前提として、保持ホップ数:1、ビーコン選出数:1の時、表1より、平均削減率が51%となるが、図2より平均探索回数は89回と多くなる。保持ホップ数:2、ビーコン数:3とすることで平均削減率44%を保ち、平均探索回数10回と非常に少ない回数のビーコン探索で経路を決定することが可能である。

## 6 まとめ

Lightning Network におけるルーティング Flare において、送信者が自律的に経路表を構築する手法を提案し、受信者までの経路探索回数や各ノードが保有するノード情報数の削減が可能であることを示した。

## 研究業績

井戸崇裕, 川原憲治, "Lightning Network における Flare の経路表構築手法", 電子情報通信学会 総合大会, 2019年3月発表予定。