構造化オーバレイにおける

柔軟な経路表を活用したネットワーク近接性の考慮

宮尾 武裕†　長尾 洋也†　首藤 一幸†

東京工業大学†

1. はじめに

　Chord[1]は経路表の管理をノードIDの距離によって厳密に行っているので、経路表に追加するノードに制限がある。そのため通信遅延を考慮することが難しい。Chordの改良版であるFRT-Chord[2]は経路表の管理をノードIDの距離の分布によって行っているので、そういった制限なく経路表にノードを追加することができる。そこで本研究では通信遅延が閾値以下であるノードを経路表にいれることで、ネットワーク近接性を考慮できるようなFRT-Chordの拡張アルゴリズムを提案する。

　ある閾値を用いたときに、平均遅延が20%改善され、提案アルゴリズムの有効性が示された。

1. FRT-Chord

　FRT-Chordでは、自由に経路表へノードを追加することができる。経路表がノードで満たされているとき、削除アルゴリズムによって経路表の管理が行われる。その削除アルゴリズムは経路表内で自ノードと番目に近いノードと自ノードとのID距離とすると、が最小となるものを削除することで、経路表に入っているノードのID距離の分布を最適なものに近付ける。

1. 提案アルゴリズム

　ノードを経路表に追加する時点で通信遅延が閾値以下のノードのみを追加する。通信遅延が閾値より大きいノードは追加しない。ただし、到達性を保証するためにsuccessorとpredecessorは遅延に関係なく経路表に追加する。

　このアルゴリズムによって経路表内にあるノードとの平均遅延が小さくなるのは明らかである。しかし、経路表に追加するノードを限定するため、経路長が長くなりルーティングにかかる遅延が大きくなることも考えられる。そこで実験により経路長が長くならずに遅延が小さく

Proximity-aware Structured Overlays with Flexible Routing Tables

†Takehiro Miyao †Hiroya Nagao †Kazuyuki Shudo

†Tokyo Institute of Technology

なることを示す。

1. 実験手法

インターネットのトポロジモデルであるTSモデル[3]を用いて通信遅延を設定した。TSモデルはトランジットノードとスタブノードの2種類のノードで構成されている。トランジットノード間、トランジットスタブノード間、スタブノード間の遅延をそれぞれ100ms、20ms、5msと設定した。各ノード間の通信遅延の分布は図１のようになった。最大値は1000ms、平均は470msである。



図1 ノード間の通信遅延の度数分布

オーバーレイ構築ツールキットであるOverlay Weaver[4]上に提案アルゴリズムを実装し、一台のマシン上でシミュレーションを行った。閾値を100msから1000msまで100ms毎に変化させた。ノード数を1万、経路表の大きさを16とし、1ノードあたり10クエリを行うことで経路表を充実させた後1ノードあたり1クエリつまり1万クエリを行い、その遅延と経路長を計測した。以下の環境で実験を行った。

* Overlay Weaver 0.10.1
* OS:Windows 7 Professional　32bit
* CPU:Intel Core 2 Quad Q9400 2.67GHz
* メモリ:4.00GB

1. 実験結果

　提案手法における閾値と平均遅延、平均経路長の関係は図2のようになった。平均遅延は閾値が400msのときに2540msで最小となった。ノード間の通信遅延の最大値は1000msなので閾値を1000msにすると、提案アルゴリズムを使わないそのままのFRT-Chordといえる。1000msのときの平均遅延は3150msなので遅延が約20%改善されたといえる。

また平均経路長は閾値400msから1000msまでほぼ一定であるので、経路表内にあるノードの通信遅延が小さい分閾値が400msのとき平均遅延が最小になったとわかる。

図2 閾値による平均遅延と平均経路長の変化

図3から閾値以下であるノード間の通信遅延の平均が閾値100msでは55ms、400msでは300msであることがわかる。閾値が100msの平均経路長が30、400msでは7であるので、100msのほうが平均遅延が小さくなると考えられるが、実際は図１の結果のとおり閾値が400msのほうが100msよりルーティングにおいて平均遅延は明らかに小さい。この理由は図4より説明できる。

図3 ノード間の通信遅延が閾値以下である割合とその平均遅延

図4 ルーティングにおいて通信遅延が閾値以下であるノードを使用した割合

図4はルーティングにおいて通信遅延が閾値以下であるノードを使用した割合を表したものである。経路表には提案アルゴリズムにより通信遅延が閾値以下のノードしか入らないが、successorとpredecessorだけは例外である。つまり図4はルーティングにおいて例外として経路表に維持されているsuccessorを使用した割合である。閾値が100msのときルーティングにおいて通信遅延が閾値以下のノードを使用した割合は20%である。残りの80%ではsuccessorを使用している。successorは図1の分布をもつ通信遅延が平均470msのノードである。また閾値が400msのとき通信遅延が閾値以下のノードを使用した割合は80%である。よって1ホップあたりの平均遅延は閾値400msのほうが100msより小さくなり、平均経路長の短い400msのほうがルーティングにおける平均遅延が小さくなる。

　また閾値100msではルーティングにおいて80%以上でsuccessorが使用されている。なぜなら図3より閾値が100msのときノード間の通信遅延が閾値以下である割合は全体の5%程度しかないので、経路表を適した分布に整えられなかったからであると考えられる。

1. まとめ・今後の課題

　通信遅延が閾値以下のノードのみを経路表に入れることで追加するノードを減らしても、適切な閾値ならば経路長が長くならないことが分かった。また閾値を小さくすることで経路表内のノードとの平均遅延が小さくなる。よって最適な閾値ではルーティングにおいて平均遅延が小さくなるといえる。

　クエリ数を増やすとその分経路表に追加するノード数が増えていくので、閾値により追加するノードの割合が小さくなっても経路表が充実する。つまり、最適な閾値はこなしたクエリ数によって変化する。また閾値はノード数や経路表の大きさにも関係があると予想できるので、それらを考慮した閾値の求め方を考えたい。

参考文献

[1]I.Stoica,R.Morris,D.Karger,F. Kaashoek,

and H.Balakrishnan, “Chord: A Scalable Peer to Peer Lookup Service for Internet Applications,” SIGCOMM’01, 2001.

[2]長尾 洋也,首藤 一幸, “柔軟な経路表によるオーバレイネットワークのルーティング方式,” DICOMO2010,2010.

[3]E.Zegura,K.Calvert,and S.Bhattacharjee,

“How to model an internetwork,”INFOCOM’96, 1996.

[4]首藤 一幸 ,“Overlay Weaver,”

http://overlayweaver.sourceforge.net/.