

# 効率的な機能を提供する DHT の構築

生野 徳彦<sup>†1</sup> 土井 裕介<sup>†2</sup> 寺岡文男<sup>†3</sup>

<sup>†1</sup> 慶應義塾大学大学院理工学研究科 <sup>†2</sup> 株式会社東芝研究開発センター

<sup>†3</sup> 慶應義塾大学理工学部情報工学科

## 1 背景

近年ノード間でのファイル共有アプリケーションの急激な普及などにより、分散システム運用の研究の一系統である広域分散網上などに設置された、対称なノード群(以下、ピアグループ)を利用して構築されるネットワークの研究に対する関心が急速に高まっている。本研究分野の一つに分散ハッシュテーブルに関する研究がある。分散ハッシュテーブル(以下 DHT)は、ピアグループを利用したスケラブルなデータインデックス手法のひとつである。本研究では特に Chord[1] を扱う。

インデックス対象となり得るデータを分散管理するために適した、DHT を用いた商品管理システムはまだほとんど提案されていない。その一要因として、インデックス対象となり得るデータのインデックスにおけるオーバーヘッドが大きいという機能的な問題点が挙げられる。これは、DHT の多くはそれを構成する全ノードが均等であるという暗黙の前提の元に成立しているおり、その結果必ずしも DHT の性能に寄与しないノードが存在した場合、全体の性能を劣化させてしまう可能性があることに関連すると考えられる。

## 2 目的と手法

本研究は DHT に要求される各種性能を動的に調整し、クライアントの要求に適応した DHT の構成を実現する事を目的とする。本研究で提案するモデルは、ピアグループに参加するノードのうち、DHT に参加するノード(以下、Join ノード)を制限し、要求の増加に応じて新たなノードを参加させるというものである。これによって必要なインデックス対象となり得るデータの保管サイズを確保しつつ、インデックスにかかる時間を短縮させる。

ここでピアグループに対する Join ノードの割合と、データ保持量、DHT の要求処理能力、インデックス速度との関連性について考えてみる。なお、全てのノードが同程度のリソースを持っていると仮定する。まずデータ保持量は、DHT に Join するノード数に比例して増加してゆくのは自明である。次に要求処理能力は、参加ノード  $N$  の増加に対して、問い合わせが転送される回数が一般に  $O(\log N)$  であるため、DHT 全体の要求処理能力の増加は  $O(N/\log N)$  であると推測される。それに対してインデックス速度は、前述のように Join ノード数に対してインデックスメッセージのホップ数は対数的に増加してゆくことから、インデックス速度は対数的に減少してゆくと考えられる。以上のことを図 2 に示した。ただし  $J/N$  はピアグループを構成するノード数に対する Join ノード (J) の割合を表す。このように、DHT 全体での要求処理能力とインデックス速度

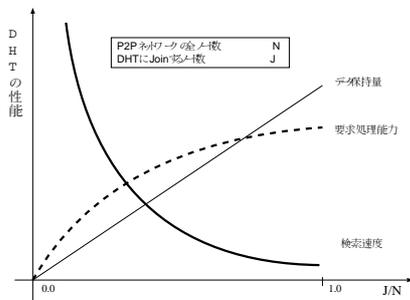


図 1: Join するノードの割合と DHT の性能との関係

はトレードオフの関係にある。したがって最適な DHT を構築するためには、動的に変化するクライアントへの要求に応じて Join するノード数を調整する事が必要となる。ピアグループを構成するノードのうち、Join ノードを決定する性能項目としては幾つか挙げられる。一つ目は保管データに割り当てられるべき識別子の領域を、該当ノードが DHT に Join することによって既に Join しているノードとどれだけ分担する事が出来るかである。二つ目は該当ノードが Join ノード群とネットワーク的にどれだけ離れているかである。三つ目は該当ノードがどれ

だけ長い期間ピアグループに属しているかである。これはピアグループに属する時間が長いノード程、その後同グループに属し続ける確率が高いという定量的評価 [2] に基づくものである。四つ目は該当ノードが DHT 機能のために提供できるデータサイズである。他にも該当ノードが DHT 機能のために提供できるネットワーク帯域など、種々の項目が考えられる。

以上に挙げた各項目が、DHT 全体の機能に及ぼす影響を測定し、定量的に評価することが本研究の目標である。

## 3 設計

上述の手法を実現するために、DHT に既に Join しているノード群は、各自が管理する識別子領域に該当するピアグループノードであり、まだ Join していないノード(以下、候補ノード)のプロフィールデータを管理する。候補ノードはピアグループ参加時に、自らのプロフィールを Join ノード群に送信する。プロフィールにはノード識別子、DHT に提供できるデータサイズ等が記述されている。Join ノードはこのプロフィールを基に、管理領域内候補ノード群のプロフィールリストを作成する。クライアントの要求が増大し、新たに Join ノードが必要になるとプロフィールリストを基に次の Join ノードを決定する。逆にクライアントの要求が減少し、一部の Join ノードを離脱させて良い状態になると、同様にプロフィールリストに基づいて離脱ノードが決定される。図 2 にピアグループが DHT に参加する様子を示した。

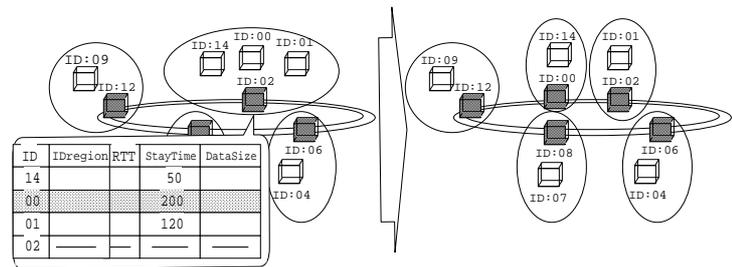


図 2: 候補ノードの選定及び DHT への参加の様子

## 4 今後の課題

今後の課題は、以下の項目について評価することである。

- 候補ノードの個々の性質のどれを重視するかによってどのような性能の差が発生するか
- ノードが動的に参加/離脱する条件において、提案方式が期待した動作を行うか

これらの評価を踏まえ、実用化のための要求事項を満たす、新たな仕様を提案してゆきたい。

## 5 まとめ

本研究では、DHT がより実用的な機能を提供するためのモデルを提案した。具体的には、DHT に要求される各種性能を動的に調整し、クライアントの要求に適応した DHT を構築することで実現される。今後は本研究で得られた定量評価に基づき、最適な DHT を構築するアルゴリズムを導出することが課題である。

## 参考文献

- Ion Stoica et al. 「Chord:A Scalable Peer-to-peer Lookup Protocol for Internet Applications.」. IEEE/ACM Transactions on Networking 2002.
- Stefan Saroiu et al. 「A Measurement Study of Peer-to-Peer File Sharing Systems.」. Technical ReportUW-CSE-01-06-02 2001.