

# 高速なファイル検索, 取得のための 障害回復力のあるP2P論理網構築手法

笹部 昌弘, 若宮 直紀, 村田 正幸  
大阪大学  
m-sasabe@cmc.osaka-u.ac.jp

2006/3/2 IN研究会 1

## 発表内容

- 研究背景
- 関連研究
- 提案手法
- シミュレーション評価
- まとめと今後の課題

2006/3/2 IN研究会 2

## 研究背景

- 分散非構造型 (decentralized-structured) P2Pファイル共有システム
  - 現在のインターネットで主流
  - 代表例はGnutella, KaZaAなど
  - ピアやファイルの位置を管理するサーバが存在しない
    - ピアは論理網を利用してファイルを検索
- 論理網の構造が重要
  - 検索効率
  - 物理網への負荷

2006/3/2 IN研究会 3

## 論理網の重要性

• 効率の良い論理網

• 効率の悪い論理網

論理網の直径が小さい → 到達率の向上  
論理網が物理網特性を考慮 → 物理網への負荷軽減

2006/3/2 IN研究会 4

## 関連研究

- BAモデル[3]
  - 直径の小さい論理網の構築手法
    - 参加時に次数の高いノードに接続 (PA: Preferential Attachment)
    - 次数分布がパワー則に従う論理網を構築
  - 問題点
    - 物理網特性は考慮していない
    - 接続先候補ピアの情報をすべて知っているものと仮定 (集中型制御)
- Location-Aware Topology Matching (LTM) [5]
  - 物理網特性を考慮した論理網の構築手法
    - 遅延の大きな隣接ピアを切断していく
  - 問題点
    - 論理網の直径は考慮していない
    - 接続先はGnutellaに基づきランダムに選択

[3] A.-L. Barabasi and R. Albert: "Emergence of Scaling in Random Networks", Science, 286, (1999).  
[5] Y. Liu, X. Liu, L. Xiao, L.M. Ni and X. Zhang: "Location-Aware Topology Matching in P2P Systems", Proceedings of INFOCOM 2004, Hong Kong (2004).

2006/3/2 IN研究会 5

## 提案手法

- 論理網の構築
  - 新規ピアの参加時における接続先ピアの決定
- 論理網の改善
  - 効率の悪い隣接ピアから効率の良いピアへのリンク切り替え
- 障害からの回復
  - ピアの消失時の新規接続先の決定

2006/3/2 IN研究会 6

### 論理網の構築

- BAモデルの拡張版[7]を基に、PAの対象を物理的に近いピアに制限 -

新規参加ピアは以下の手順で  $m$  個の接続先を決定

1. ブートストラッピングノードから接続先候補を得る
2. tracerouteなどにより各ピアとの物理的な距離を計測
3. 物理的に近いピアを選出
4. PAに従って  $m$  個の接続先を決定

$$P_i(d_j) = \frac{d_j}{\sum_{k \in S_c} d_k}$$

[7] R. Albert and A.-L. Barabási: "Topology of Evolving Networks: Local Events and Universality", Physical Review Letter, 85, 24 (2000).

### 論理網の改善

- 効率の悪い隣接ピアから効率の良いピアへのリンク切り替え -

隣接ピアから新たな接続先候補ピアの情報を得ると、以下の手順で切り替えを実行

- 隣接ピアの中で最も物理的に近いピアを選出  $\rightarrow S_w$
- 新規候補ピアで物理的に近いピアを選出  $\rightarrow S_m$
- 集合  $S_w \cup S_m$  に PA を適用

$$P_r(d_j) = \frac{d_j}{\sum_{k \in S_w \cup S_m} d_k}$$

選ばれたピアが隣接ピアでなければ切り替え

### 障害からの回復

- ピアの消失時の新規接続先の決定 -

- 隣接ピアの消失を検出すると、障害回復を実行
  - 論理網の構築手法とほぼ同様の手順
    - $m=1$  とする
    - ステップ3から開始
      - ブートストラッピングノードからのピア情報の取得は行わない
      - 物理的な距離の計測は行わない

### シミュレーション

- モデル -

- シミュレーションモデル
  - 物理網トポロジ
    - パワー則に従う現実的なネットワークとして Abilene, Sprint
  - ピア数
    - Abilene: 698, Sprint: 6478
    - ピアはエンドユーザであると仮定し、物理網上で次数が1のノードにのみピアを配置
  - 新規ピアの到着間隔は平均120秒の指数分布

### シミュレーション

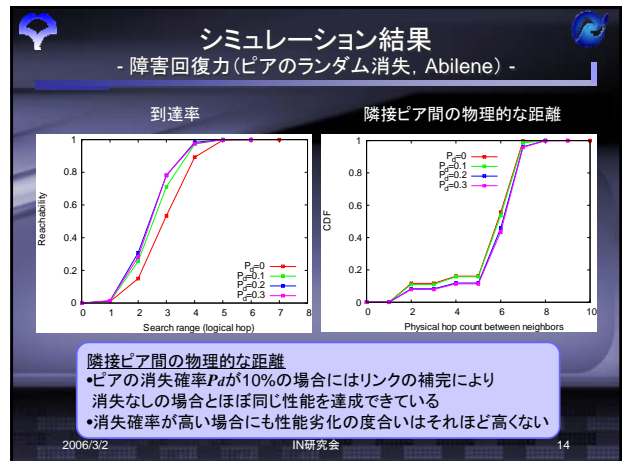
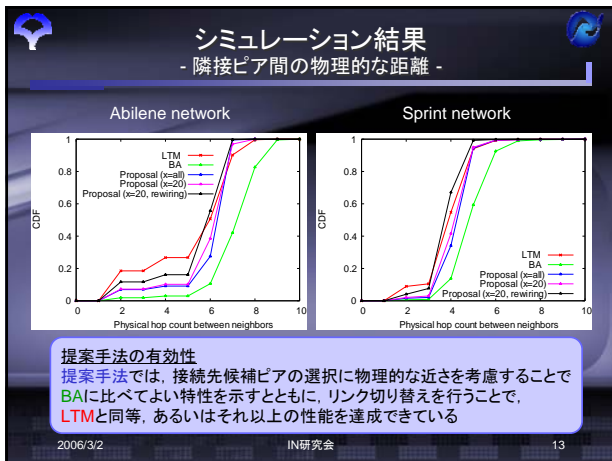
- 評価対象・指標 -

- 論理網構築手法
  - 提案手法 (3通り)
    - 新規参加ピアが参加時に得られるピア数  $x$  を制限しない場合
    - $x=20$  とした場合
    - $x=20$  として切り替え手法を用いた場合
  - BAモデル
  - LTM
- 評価指標
  - 到達率
    - 検索効率
  - 隣接ピア間の物理的な距離
    - 物理網特性の考慮

### シミュレーション結果

- 到達率 -

切り替え手法の有効性  
ブートストラッピングノードから得られるピア数  $x$  が制限された環境でもリンク切り替えにより到達率が向上  
特にSprintの場合は、最大で60%近く到達率が向上



- ### まとめと今後の課題
- **まとめ**
    - 高速なファイル検索, 取得のための障害回復力のあるP2P論理網構築手法の提案
    - シミュレーション評価により, 以下の特性を示した
      - BAモデルに比べて最大で約60%程度到達率を向上
      - LTMと同様に隣接ピアが物理的にも近い論理網を構築可能
      - ピアのランダム消失, 悪意のあるユーザからの攻撃のいずれに対しても障害回復力がある
  - **今後の課題**
    - 物理網特性を表す指標の検討
      - 物理ホップ数だけでなく, 利用可能帯域や遅延など動的に変化する指標を考慮して論理網を構築することの有効性の検討
- 2006/3/2      IN研究会      15