

センサネットワークにおける時刻同期手法の 下位レイヤによる影響を考慮した比較評価

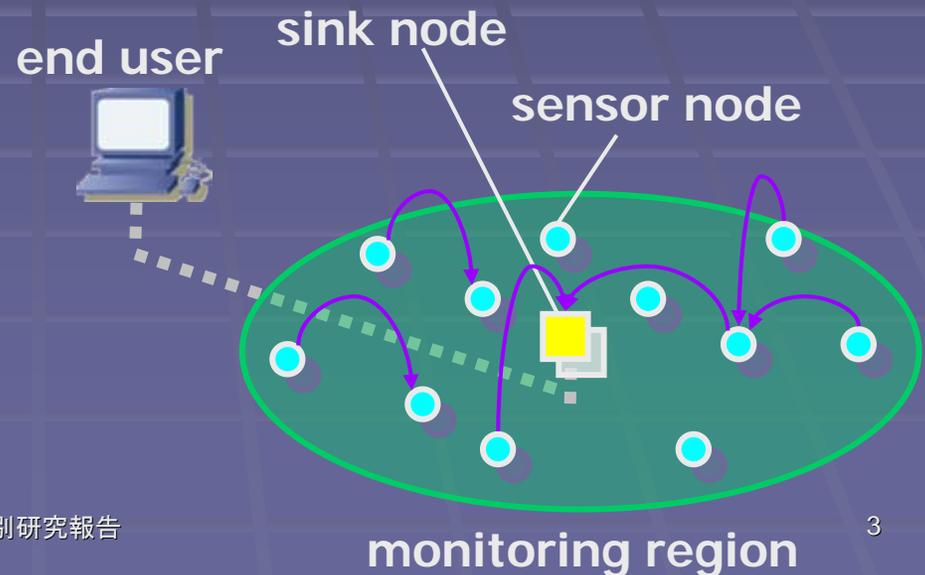
大阪大学基礎工学部情報科学科
計算機科学コース4年 村田研究室
牟田園 明

目次

- 研究の背景
 - センサネットワーク
 - 時刻同期の必要性
 - 従来の時刻同期手法
- 研究の目的
- 評価対象とする方式
 - PCO (Pulse Coupled Oscillation)
 - マルチホップRBS
(Multi-hop Reference Broadcast Synchronization)
- シミュレーションによる比較評価
- まとめと今後の課題

センサネットワーク

- 数百～数千個のセンサ端末が環境情報を収集、処理し様々なサービスを提供するネットワーク
 - 温度、湿度、光、音、位置などを計測
- センサ端末
 - 電池で動く小型の装置
 - バッテリの交換は困難
 - 限られた通信距離



時刻同期の必要性

- 収集するデータの特定
いつ・どこで・何の情報なのか
- スケジューリング
効率の良いデータ収集
- スリープ制御
消費電力の抑制

全ての端末の時刻が同じとは限らない

- 振動子周波数の違い
- 新規端末の追加

従来の時刻同期手法

- NTP (Network Time Protocol)
 - サーバの時刻にクライアントをあわせる
 - 同期のとれた複数のサーバが必要
- GPS (Global Positioning System)
 - 衛星情報を使って時刻をあわせる
 - コストが高い

これらの手法はセンサネットワークに適していない



自律分散型時刻同期手法 PCO

集中型制御時刻同期手法 RBS

研究の目的

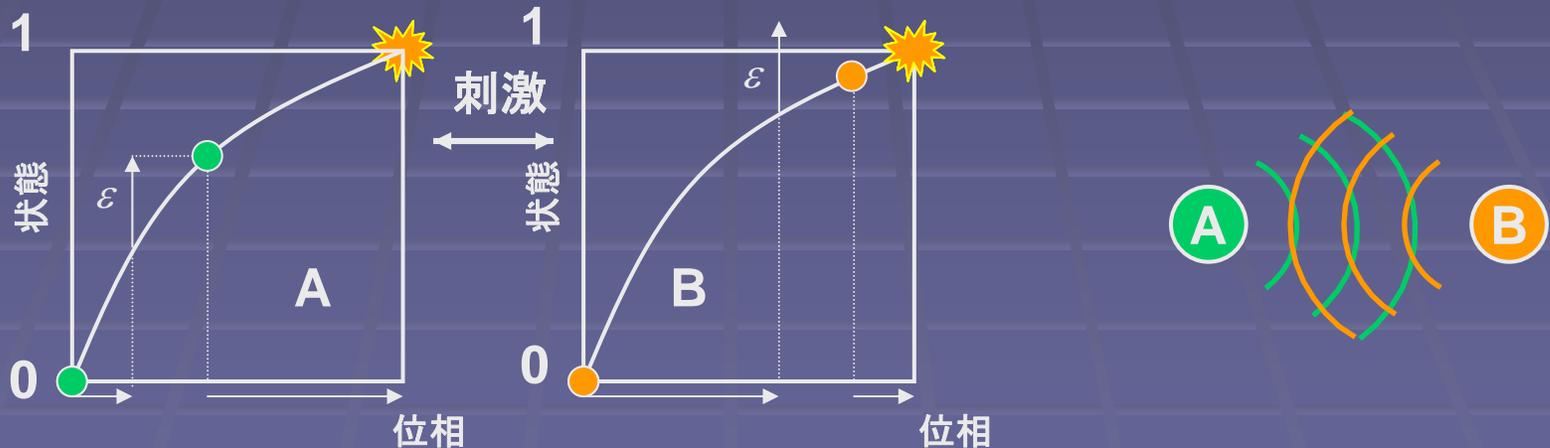
- 時刻同期手法の比較評価は十分に行われていない
 - どちらの手法がどの点で優れているのか
 - それはどんな環境においてなのか
- 下位レイヤによる影響が考慮されていない
 - CSMA/CAによる遅延
 - パケット損失

シミュレーションによってこれらを明らかにする

PCO [1]

パルス結合振動子モデル

- 自律分散型の時刻同期手法
 - 蛍の発光や心臓のペースメーカー細胞などをモデル化
 - 近隣の端末との相互作用によって同期



[1] R. Mirollo and S. Strogatz, "Synchronization of pulse-coupled biological oscillators," *Journal on Applied Mathematics*, vol. 50, pp. 1645-1662, Dec. 1990

RBS [2]

Reference Broadcast Synchronization

- 集中型の制御
 - 相対的な時間をやりとりする
 - 高精度の時刻同期を実現



[2] J. Elson, L. Girod, And D. Estrin, "Fine-grained network time synchronization using reference broadcast," In Proceedings of Operational Systems and Design Implementation , vol. 36, pp. 147-163, Dec. 2002.

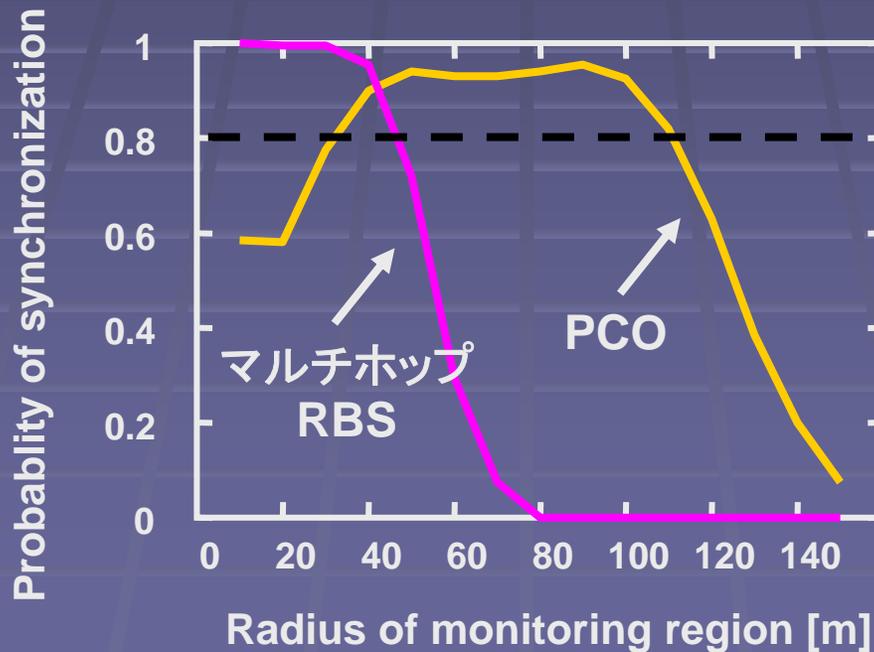
シミュレーション設定

- 円形状の観測領域にランダムに端末を配置

パラメータ	デフォルト値
端末数	50
センサノードの最大通信距離	50 m
パケット損失率	0.001

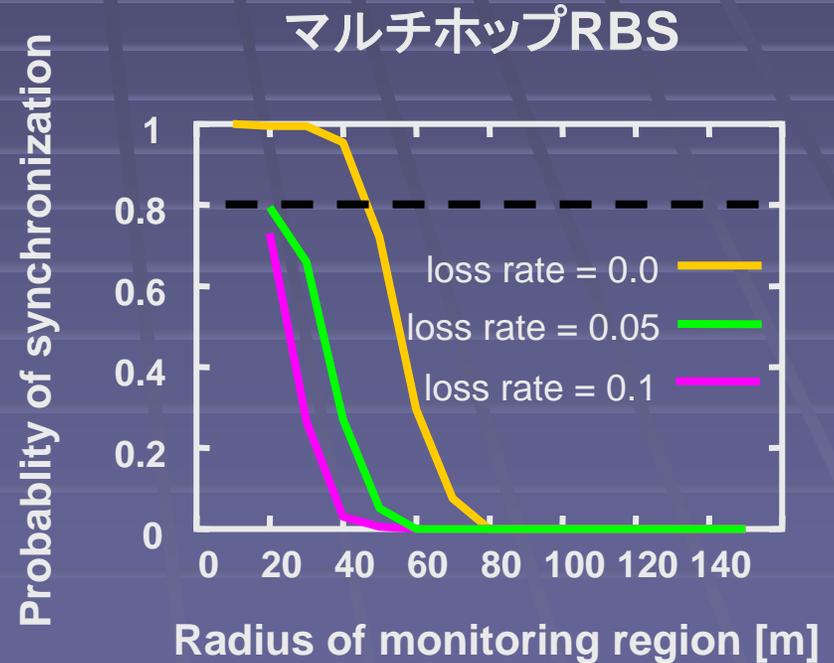
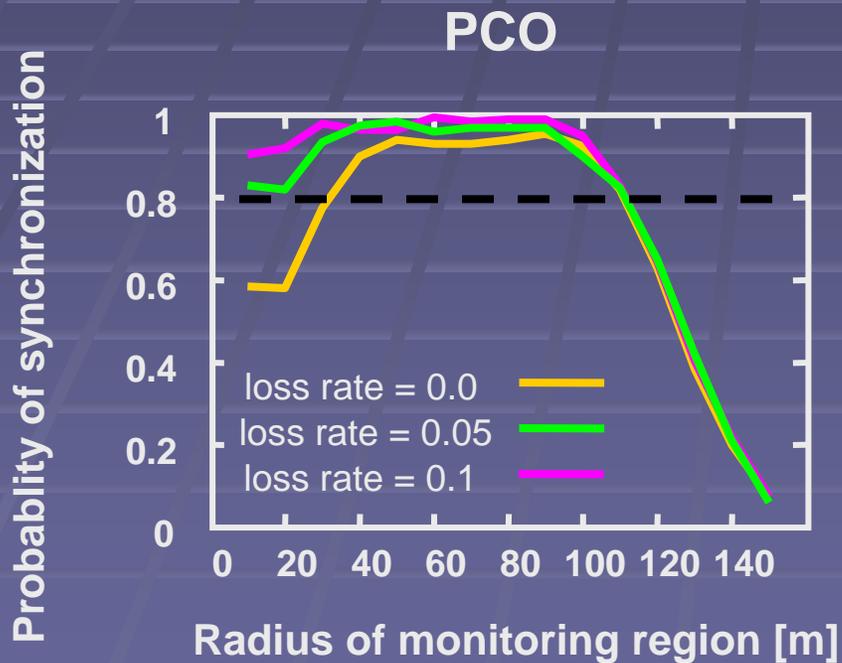
スケーラビリティの比較評価

- 広い観測領域ではPCOが有効
 - コネクティビティが強い
- マルチホップRBSは高精度だが観測可能領域が狭い
 - クラスタ半径が制限されるため



パケット損失が与える影響

- PCOはパケット損失に強い
 - 相互作用して影響を打ち消す
- マルチホップRBSはパケット損失に弱い



まとめと今後の課題

- PCOの特性
 - 不安定な通信環境でも同期が可能（パケット損失に強い）
 - × 同期を達成するまでに長い時間が必要（遅延が原因）
- マルチホップRBSの特性
 - 短時間で高精度の時刻同期
 - × 適用可能な観測領域が限定される
- 今後の課題
 - 短時間で確実に同期するPCOの実現