

## 無線センサ・アクチュエータネットワークにおける 複数サービス間での資源共有を実現する自己組織型 デバイス割当機構の提案と評価

大阪大学大学院情報科学研究所  
○岩井卓也, 若宮直紀, 村田正幸

## 研究の背景 : SANET

- 無線センサ・アクチュエータネットワーク (SANET)
  - アプリケーションに応じたデバイスを備えているノードを配置
- 現状の SANET の問題点
  - アプリケーション毎に**専用のネットワーク**を構成
  - 将来的に必要となる全アプリケーションを予想することは不可能
  - 複数のアプリケーションが稼働する場合, アプリケーション間で同じ役割を担うデバイスやノードが重複する冗長な構成  
例 1 : 調光管理用の人感センサ, 侵入検知用の人感センサ  
例 2 : メッセージの中継ノード

複数のアプリケーション間で1つの SANET を共有する  
多目的型センサ・アクチュエータネットワークが注目

## 研究の背景 : 多目的型 SANET

- 多目的型センサ・アクチュエータネットワーク
  - さまざまなデバイスを有しているノードを多めに配置
  - アプリケーションの要求に応じてそれらを適宜組み合わせる  
→環境中のノード資源を複数のアプリケーションで共有し,  
アプリケーションを状況に応じて動的に構成可能
- 実現のための課題
  - ヘテロジニアスなノードの統一的な利用→SOA ( Service Oriented Architecture )
  - **複雑なルールを用いることなくデバイス選出**
    - ・ アプリケーションの多様化, 複雑化への対応が困難
    - ・ パラメータ設定が困難
  - **自律分散型の制御機構**
    - ・ 拡張性

		デバイスの共有度	
		閾値以上	閾値以下
電力	閾値以上	最優先	2番目に優先
	閾値以下	3番目に優先	4番目に優先

## 研究の目的

- ノードの状態 (残余電力) やデバイスの共有度合いを考慮した効果的なデバイス割当
- 複雑なルールを用いない自律的, 簡便な方法によるデバイス割当



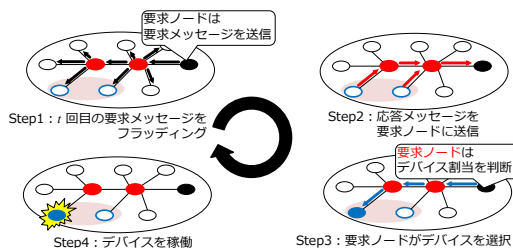
複雑なルールの記述や厳密なパラメータ調整を必要とせずに  
複雑な制御が実現できる自己組織型のデバイス割当機構を提案

## 提案手法の概要

- 提案手法における5種類のノード
  - ④ **非メンバーノード**: 要求にあったデバイスを有していないノード
  - ⑤ **中継ノード**: メンバーノード、要求ノード間のメッセージを中継するノード
  - ② **アクティブメンバーノード**: 要求にあったデバイスを有し、アプリケーションに割り当てられているノード
  - ③ **アイドルメンバーノード**: 要求にあったデバイスを有するが、アプリケーションに割り当てられていないノード
  - ① **要求ノード**: ホームGWやアプリケーションサーバなど, SANET にデバイス割当を要求するノード
- 社会性昆虫の分業の仕組みを用いて, メンバーノードはアプリケーションの要求にあったデバイスを自律的に割当
  - ノードの状態 (残余電力) やデバイスの共有度合いを考慮

## 従来手法 (集中型) の動作

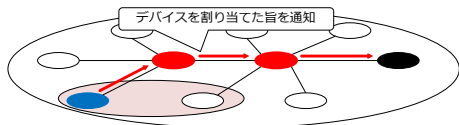
- 以下の4ステップの繰り返し





### Step3 : デバイス割当の結果を通知

- アクティブメンバーノードは、自身がアクティブであることを通知メッセージにより要求ノードに通知
  - 最初に受信した要求メッセージの経路を遡る経路
- 要求ノードは、受信した通知メッセージから次の要求強度を計算
  - 再掲 :  $s_i(t+1) = s_i(t) + \delta_i - N_i(t)$



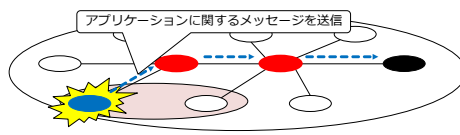
2012/4/13

4月14日研究会

13

### Step4 : デバイスを稼働

- アクティブメンバーノードはデバイスを稼働
- アプリケーションに関するメッセージを送信
  - センシング情報, 各種制御メッセージ



2012/4/13

4月14日研究会

14

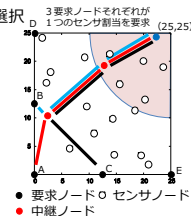
### ルールを用いる集中型制御手法との比較評価

- パラメータ設定による大きな影響を受けることなく、デバイス複数のアプリケーション間で共有できることを確認
- 比較対象 (集中型) : directed diffusion<sup>[6]</sup>
  - 要求ノードがセンサの共有度や残余電力に応じて優先度を設定
  - 要求ノードが優先度に基づいてセンサを選択

残余電力	センサの共有度	
	閾値以上	閾値以下
閾値以上	最優先	2番目に優先
閾値以下	3番目に優先	4番目に優先

- シミュレーションの設定
  - 要求ノードが地点 (25,25) の情報を要求

領域	25m x 25m の領域
ノード	センサを1つ具備するノードを25台配置
残余電力	20%から80%の間でランダムに設定
センシングエリア	半径 15m の正円
通信エリア	半径 15m の正円



[6] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, and D. Estrin, "Directed diffusion: A scalable and robust communication paradigm for sensor networks," in Proceedings of the International Conference on Mobile Computing and Networking, pp. 56-67, Aug. 2000.

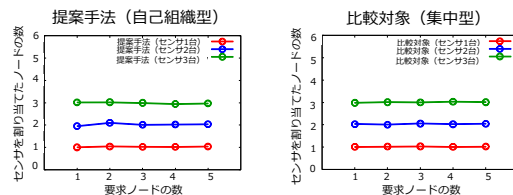
2012/4/13

4月14日研究会

15

### シミュレーション結果 : センサの共有

- 要求ノードの数が1台から5台, 要求ノードそれぞれが1台から3台のセンサを求める場合の組み合わせ計15通りを評価



集中型制御を用いた手法と同様に、デバイスをアプリケーション間で共有

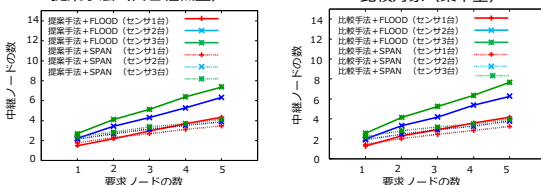
2012/4/13

4月14日研究会

16

### シミュレーション結果 : 中継ノードの共有

- 中継ノードをアプリケーション間で共有することを確認
  - 比較のために、SPANを用いない場合の結果 (FLOOD) を示す



SPAN を用いることで中継ノードをアプリケーション間で共有

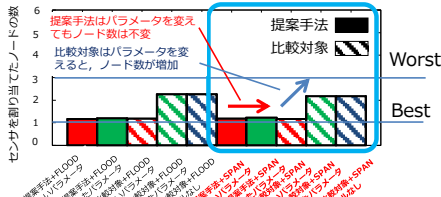
2012/4/13

4月14日研究会

17

### シミュレーション結果 : パラメータの影響

- パラメータを誤って設定した場合の評価
  - 提案手法: 変数 A の指数 m, n 比較対象: ルールの閾値
- 3台の要求ノードそれぞれが1台のセンサを要求



自己組織型の提案手法は、集中型の比較対象と比べてパラメータ設定による影響を受けにくい

2012/4/13

4月14日研究会

18

## まとめと今後の課題

- まとめ
  - 反応閾値モデルを応用した自己組織型デバイス機構を提案
  - 複数アプリケーション間でデバイスや中継ノードを共有可能
  - ルールを用いる機構よりもパラメータの影響が軽微
- 今後の課題
  - アクチュエータ競合の検証
  - ノード故障や移動などの変化に対する応答性の検証

ご清聴ありがとうございました。