


計測情報の減衰を考慮した  
持続的被覆制御



制御システム工学科  
藤田研究室  
10-12324 杉本広大

研究背景・研究目的

**モバイルセンサネットワーク**

複数のモバイルセンサが情報交換しつつセンシング

従来研究[1]: 被覆制御=静的(実装済み)  
広範囲を効率よくセンシング  
ある領域以外センシング不可

従来研究[2]: 持続的被覆制御=動的  
(シミュレーション,[1]と異なる理論)  
広範囲を持続的にセンシング  
領域全体をセンシング可能

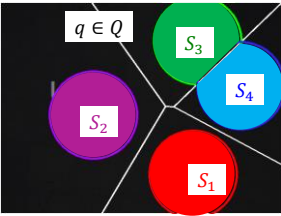
**本研究の目的**

[1]をベースとした持続的被覆制御の提案及び実装による有効性検証

[1] J. Cortes, S. Martinez, T. Karatas and F. Bullo, "Coverage control for mobile sensing networks," *IEEE Trans. Robotics and Automation*, Vol. 20, No. 2, pp. 243-255, 2004.  
[2] N. Hubel, S. Hirche, A. Gusrialdi, T. Hatanaka, M. Fujita and O. Sawodny, "Coverage Control with Information Decay in Dynamic Environments," *Proc. the 17th World Congress of IFAC*, pp. 4180-4185, 2008.

被覆制御・問題設定

**被覆制御: モバイルセンサを重要度の高い領域に分散させて配置**



センシング対象領域:  $q \in Q$   
モバイルセンサ:  $i \in I = \{1, 2, 3, 4\}$   
モバイルセンサ位置:  $\{p_1, p_2, p_3, p_4\}$   
センシング領域:  $\{S_1, S_2, S_3, S_4\}$   
重要度:  $W$

- $S_3$ は $S_4$ と重複しない
- モバイルセンサ $i$ は $S_i$ 内の情報のみにより制御

情報減衰・重要度

**計測情報の信頼度:  $C(q)$   $0 \leq C \leq 1$   $\delta$ :減衰率**

$$\frac{dC(q)}{dt} = \begin{cases} -\delta(C-1) > 0 & \text{センシングされている時} \\ -\delta C < 0 & \text{センシングされていない時} \end{cases}$$

持続的被覆制御  
目的: センシング対象領域全体の信頼度大  
モバイルセンサ: 重要度高い領域へ移動  
⇒信頼度の低い領域の重要度大

**重要度:  $W(q) = 1 - C(q)$   $0 \leq W \leq 1$**

被覆制御の目的(一般化)  
制御性能を表す評価関数を最大化するように  
モバイルセンサを配置 ←重要度により操作

白: 重要度高  
= 信頼度低

変更点: 評価関数・目標位置

**評価関数:  $H(p_1, p_2, p_3, p_4) =$**

$$-\sum_{i=1}^4 \int_{q \in S_i} \|q - p_i\| W(q) dq - \int_{Q - \cup_{i=1}^4 S_i} bW(q) dq$$

センシング領域内    センシング領域外  
評価関数大 ⇒ 被覆性能良

センシング領域大 ならば 右項著しく大  
⇒ モバイルセンサ間に斥力

斥力なし: 固まって移動

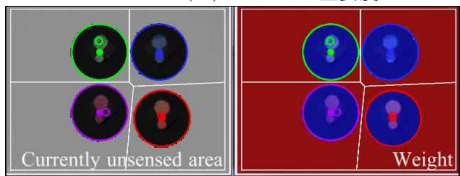
**目標位置:  $\tilde{p}_i = \frac{\int_{S_i} qW(q) dq}{\int_{S_i} W(q) dq} + (b-r^2) \frac{q-p_i}{\|q-p_i\|} W(q) dq$**

評価関数最大とする $p_i$     斥力: 広範囲を効率良くセンシング

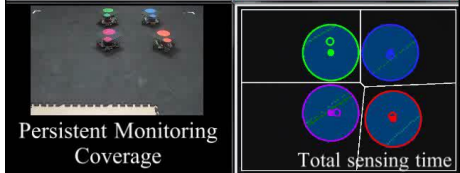
$q \in Q$ : フィールド  
 $p_i$ : エージェント位置  
 $r$ : 探索半径  
 $S_i$ : 探索領域  
 $E_i$ : 探索領域端  
 $W$ : 重要度  
 $b$ : 定数

実験

重要度の高い領域(白)    重要度




Currently unsensed area    Weight



Persistent Monitoring Coverage    Total sensing time

実機映像    合計センシング時間



## まとめ・課題

Tokyo Institute of Technology

**まとめ**

- [1]をベースとした持続的被覆制御の提案
- 上記制御の実装による有効性確認

**今後の課題**

- 環境重要度による重要領域センシング
- 人間がモバイルセンサの使用する重要度を適宜変更し、最適な被覆制御を行うシミュレータ及び評価関数の作成

Tokyo Institute of TechnologyFujiita Laboratory7