

1

カメラセンサーネットワークにおける 反応拡散モデルにもとづく 符号化レート制御機構の実装と評価

大阪大学 基礎工学部 情報科学科
村田研究室
山本 宏

2

発表内容

- 研究の背景
 - カメラセンサーネットワーク
 - 符号化レート制御の必要性
- 反応拡散モデルにもとづく符号化レート制御機構
- 研究の目的
- 実装システム
- 評価実験・結果
- まとめと今後の課題

3

カメラセンサーネットワーク

- 無線通信機能, カメラを備えたカメラセンサーノードを設置
- カメラにより撮影された映像を基地局に伝送
- 街中などの監視, 見守り


□ カメラセンサーネットワークの課題

- 通信容量の制限
- すべての映像を高画質に符号化, 伝送するとネットワークが輻輳

↓

□ 映像の重要度にもとづいて符号化レートを決定

- 対象のいる映像 高画質
- 移動方向の映像 中画質
- そのほかの映像 低画質



4

反応拡散モデルにもとづく符号化レート制御機構[7]

- 反応拡散モデルのパターンとレート分布の類似に着目
- 自律分散的に符号化レートを設定
 - 反応拡散方程式によって濃度分布パターンを形成

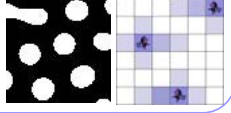
↓

□ 濃度を符号化レートに対応付け

反応拡散モデル

- 2種類の因子の化学反応と隣接細胞間での拡散により動物の体表のパターンを形成

$$\frac{\partial u}{\partial t} = F(u, v) + D_u \nabla^2 u + E$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = G(u, v) + D_v \nabla^2 v$$


[7] K. Hyodo, N. Wakamiya, and M. Murata, "Reaction-diffusion based autonomous control of camera sensor networks", in Proceedings of 2nd International Conference on Bio-Inspired Model of Network, Information, and Computing System (BIONETICS 2007), Dec. 2007.

5

研究の目的

- 制御機構の有効性はシミュレーションでのみ評価 [7]
 - 対象物の位置や速度に応じた適切な符号化レート設定
 - 映像トラフィックを一定以下に抑制
- 符号化レート制御やパケット棄却の受信映像品質に与える影響は未検証

↓

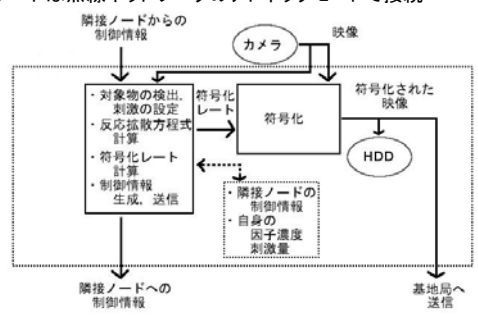
- 実環境における制御機構の有効性の検証
- 符号化レート制御の効果を2つの指標で評価
 - パケット棄却率
 - 再生映像品質

符号化レート制御により輻輳を回避すると同時に, 対象を捉えているカメラの映像を高画質に提供していることを確認

6

実装システムの概要

- カメラセンサーノードとして市販のカメラ, パソコンを使用
- ノードは無線ネットワークのアドホックモードで接続



7

評価実験

- 4台のノードを直線状に等間隔で配置
- IEEE 802.11gで通信
- 符号化映像と同量のダミートラフィックを送信
- 受信結果にもとづき評価映像を作成

■ 比較対象

- 符号化レート制御を適用(1 Mbps, 2 Mbps, 3 Mbps)
- 常に1 Mbps(低画質での符号化を想定)
- 常に3 Mbps(高画質での符号化を想定)

8

実験結果 (ノードB)

- パケット棄却:ノードの送信パケット数と基地局の受信パケット数の関係

- 再生映像品質:カメラ映像に対する再生映像のPSNR

◆ パケット棄却を抑えつつ、再生映像品質を向上

9

再生映像の例

- 700フレーム:制御により高画質(PSNR 40.3 dB vs. 27.8 dB)

10

まとめと今後の課題

- 反応拡散モデルにもとづく符号化レート制御機構により
 - 対象物の移動に応じた符号化レート制御が実現可能
 - パケット棄却率の増加を抑えつつ、再生映像品質が向上することを、実証実験によって確認
- 今後の課題
 - 制御情報に対するパケット棄却の影響の検証
 - 反応拡散方程式の計算オーバーヘッドの評価
 - 他の符号化レート制御機構との比較評価

11

反応拡散モデルにもとづく符号化レート制御機構

- 映像の重要度にもとづく符号化レート制御
 - 対象のいる映像 高画質
 - 移動方向の映像 中画質
 - そのほかの映像 低画質
- 反応拡散モデルにもとづく符号化レート制御
 - 反応拡散モデルのパターンとレート分布の類似に着目
 - 自律分散的に符号化レートを設定
 - 反応拡散方程式によって濃度分布パターンを形成
 - 濃度を符号化レートに対応付け

12

反応拡散モデル

- 1952年 チューリングが提案
- 動物の体表の模様形成過程を説明する数学モデル
- 2つの化学物質の活性化・抑制反応、隣接細胞への拡散によってパターンを形成
 - 活性化因子は活性・抑制因子ともに活性化
 - 抑制因子は活性化因子の増加を抑制
 - 抑制因子は活性化因子よりも速く拡散

$$\frac{\partial u}{\partial t} = F(u, v) + D_u \nabla^2 u + E$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = G(u, v) + D_v \nabla^2 v$$