

脳の情報処理メカニズムを応用した情報通信システム Brain-inspired information and communication systems

大阪大学 ○ 若宮 直紀

Osaka Univ., ○ Naoki Wakamiya

E-mail: wakamiya@ist.osaka-u.ac.jp

はじめに 高い拡張性, 適応性, 耐故障性を有する情報通信システムの実現のため, 生来的にそれらの特性を兼ね備えた生物の動作原理に着想を得た, 新しい情報通信技術の研究開発が進められている. 本稿では, バイナリセンサ, 簡単な信号処理回路, インパルス無線通信によって構築される無線ネットワークをスパイクングニューラルネットワークとみなし, 脳の情報処理メカニズムをモデル化したりザバ計算を応用することで情報を抽出する技術について述べる. 評価システム 単位正方領域に一様ランダムに配置された 100 台の無線センサノードによって無線ネットワークを構成する. それぞれのノードは Izhkevich モデルの興奮性または抑制性のニューロンとして振る舞い, 膜電位が閾値を超えるとスパイク信号を生成し, 無線通信によって距離 0.3 以内に位置する周囲のノードに送信する. なお, 興奮性ノードと抑制性ノードの比率は 8:2 とした. また, センサの観測値が閾値を超えたノードでは, 一定時間, 膜電位に定常的な入力電流が与えられ, その結果, スパイク信号を送信するようになる. ノードから送信されたスパイク信号がリカレントな無線ネットワーク内を伝播, 循環することにより, 入力の有無や位置などに応じた様々なスパイク発火のダイナミクスが形成される. 無線ネットワークをリザバ計算モデルの一種である Liquid State Machine [1] の中間層ネットワークとみなし, 領域中央と四隅に位置する興奮性ノードのスパイク発火状態に対して Fisher の線形判別を適用することで, 入力の違いを弁別する. なお, 一般的な LSM とは異なり, 通信範囲内の全てのノード間に双方向の接続が存在する. また, 地理的な分布のため, 全てのノードの発火状態を

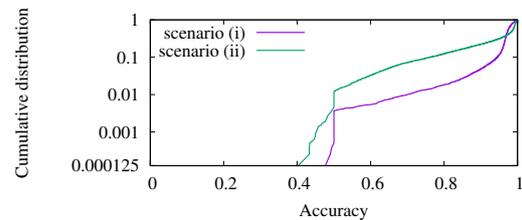


Fig. 1. Cumulative distribution of accuracy

同時に観測することができない.

評価結果 ランダムに生成した 100 種類のトポロジにおいて, それぞれ 80 の興奮性ノードを入力対象とした場合の線形判別の正答率の累積分布を図 1 に示す. 2 種類の入力の弁別を行っており, シナリオ 1 では, ある興奮性ノード i に入力を与えた場合と, ノード i に加えて最近傍の興奮性ノード j に入力を与えた場合との弁別, シナリオ 2 では, ある興奮性ノード i とその最近傍の興奮性ノード j に入力を与えた場合と, 興奮性ノード i と二番目に近傍の興奮性ノード k に入力を与えた場合との弁別を行った. 平均正答率はそれぞれ 0.96 と 0.93 であり, また, それぞれ 94.6% または 77.2% の確率で正答率が 0.9 を超えている. すなわち, 二次元領域にランダム配置された無線機器の近接性によって構成されたネットワークにおいて, 一部のノードの発火状態しか観測できないという物理的な制約の下であっても, リザバ計算モデルによる高精度なイベント検知が可能であることが示された. おわりに 脳の情報処理メカニズムを応用した情報通信システムの有効性が確認された. 今後はダイナミクスの観測箇所や数, トポロジ設計など, 実用性, 有用性の検証, 向上に取り組む. 謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 JP16H01719 の助成を受けて実施された.

文献 [1] W. Maass, T. Natschläger, and H. Markram, *Neural comput.*, 14(11), 2002.