

人工筋肉による計算: 長さ推定と分岐の埋め込みの実装

Computing with a pneumatic artificial muscle: implementations of the length estimation and bifurcation embedding

京大¹, 東大², ブリヂストン³○ 明石 望洋¹, 國吉 康夫², 城 健智³, 西田三博³, 櫻井 良³, 若尾恭通³, 中嶋 浩平²Kyoto Univ.¹, Univ. Tokyo², and Bridgestone³○ Nozomi Akashi¹, Yasuo Kuniyoshi², Taketomo Jo³, Mitsuhiro Nishida³, Ryo Sakurai³, Yasumichi Wakao³, and Kohei Nakajima¹

E-mail: akashi.nozomi.84z@st.kyoto-u.ac.jp

McKibben 型空気圧人工筋肉 (PAM)[1] は加圧により伸縮や曲げの動作を行う柔らかいアクチュエータであり、重量出力比・柔軟性・製造コストに優れるといった利点を兼ね備えたソフトロボットの主要な構成部材である。PAM は高次元性・非線形性・ヒステリシスを有する複雑なダイナミクスを呈し、PAM の圧力、電気抵抗値といったセンサー出力は物理リザーバー計算 [2] と呼ばれる物理ダイナミクスを機械学習に活用する手法により情報処理資源にできることが示されている [3]。本研究では図 1 A で示される PAM の物理リザーバー計算により、PAM 自身の長さ推定や閉ループ制御を達成できることを示す。長さ推定においては物理リザーバー計算が外部の機械学習機に対して学習データ数や推定精度の面で優位になることを示す。閉ループ制御では図 1 B のようにリミットサイクルやカオスといった質的に異なる様々なパターンを個別に埋込み可能であることを示し、更に PAM ダイナミクスに内在する分岐現象を利用する形で、これら質的に異なる複数のパターンの埋込みを単一パターンの学習のみから達成できることを示す。

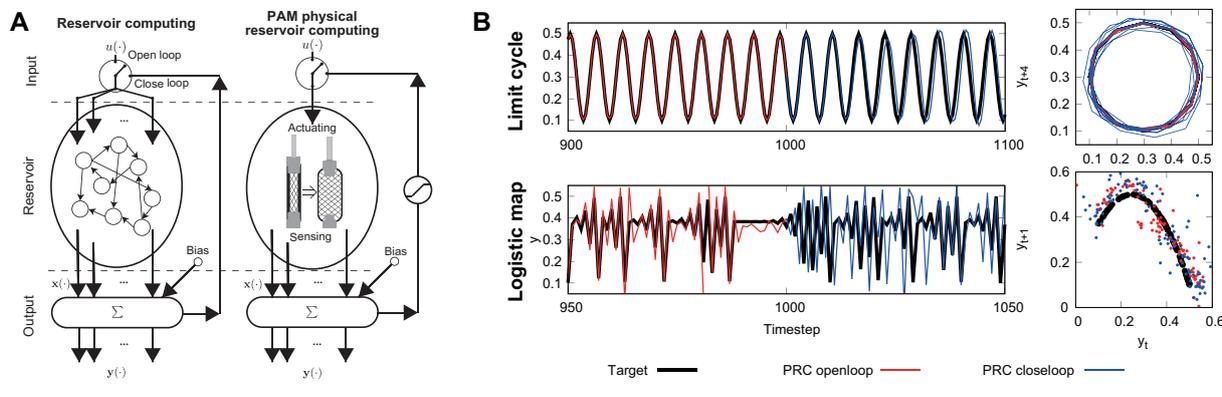


図 1: A リザーバー計算と物理リザーバー計算の模式図。B 閉ループ制御による PAM への単一パターンの埋込。左図と右図はそれぞれ時系列、遅延座標系における軌道。上段がリミットサイクル、下段がロジスティック写像の埋め込み。

本研究は国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (プロジェクト名: 高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発/2 次世代コンピューティング技術の開発/未来共生社会にむけたニューロモルフィックダイナミクスのポテンシャルの解明)、JSPS 科研費 JP18H05472、JP22J01542、JST CREST JPMJCR2014 の助成を受けたものです。

[1] H. Schulte, The Application of External Power in Proshetics and Orhotics , 94 (1961).

[2] K. Nakajima, Japanese Journal of Applied Physics **59**, 060501 (2020).

[3] R. Sakurai, M. Nishida, T. Jo, Y. Wakao, and K. Nakajima, Journal of Robotics and Mechatronics **34**, 240 (2022).