

追従制御問題における量子アニーリングマシンの性能評価

Performance of Quantum Annealer for Tracking Control Problems

東京農工大 [○]平井佳菜子、米田優里、島田萌絵、三木司、吉田朝輝、白樫淳一

Tokyo University of Agriculture & Technology

[○]K. Hirai, Y. Yoneda, M. Shimada, T. Miki, A. Yoshida, and J. Shirakashi

E-mail: s189647r@st.go.tuat.ac.jp

近年、ドローンなどの無人航空機の協調制御[1]や交通信号機の最適化[2]といった、複数の対象物を同時に制御する手法が求められている。このような複数台制御を大域的に実現するためには、大規模な組合せ最適化問題を解く必要がある。組合せ最適化問題は変数が増えるにつれて解候補が指数関数的に増加するため、従来のコンピュータ技術では計算に膨大な時間がかかる。そのため、組合せ最適化問題を効率的に解く計算機の1つとして、量子アニーリングマシン[3]が注目を集めている。量子アニーリングマシンは量子効果を利用して問題の解候補を同時に探索するため、他のヒューリスティックな解探索手法に比べて高速な解探索が可能になると期待されている。現在では、D-Wave社が提供する量子アニーリングマシンである、D-Wave Advantage がクラウド経由で利用可能である[4]。今回は、量子アニーリングマシンを用いた複数対象物追従制御問題について検討した。

本実験では、ランダムに移動する1つの目標対象に対し、複数の制御対象が追従することを想定した。想定した問題では目標対象と制御対象間の距離が最小であることを最適な状態と定義し、目標対象と制御対象間の距離について定式化を行った。図1に量子アニーリングマシンを用いた複数台制御のプロセスを示す。初めに、制御対象の初期位置をランダムに設定する。次に、目標対象と制御対象間の距離について、QUBO (Quadratic Unconstrained Binary Optimization)問題として定式化を行う。さらに、量子アニーリングマシンを用いて目標対象と制御対象間の距離が最小になるような制御対象の移動距離と方向を求める。最後に、制御対象に対し、解として得られた移動距離を与えることで現在の位置を更新し、再度 QUBO 問題として定式化を行う。このプロセスをタイムステップ毎に繰り返すことで、対象物間の距離を最小化する追従制御を行う。x、yそれぞれ-100から100を取る座標上で5つの制御対象を追従させた結果、特定の条件下ではシミュレーテッドアニーリングに比べて、対象物間の距離を短く抑えられることを確認した。以上より、量子アニーリングマシンによるリアルタイム追従制御が有効であることが示唆された。

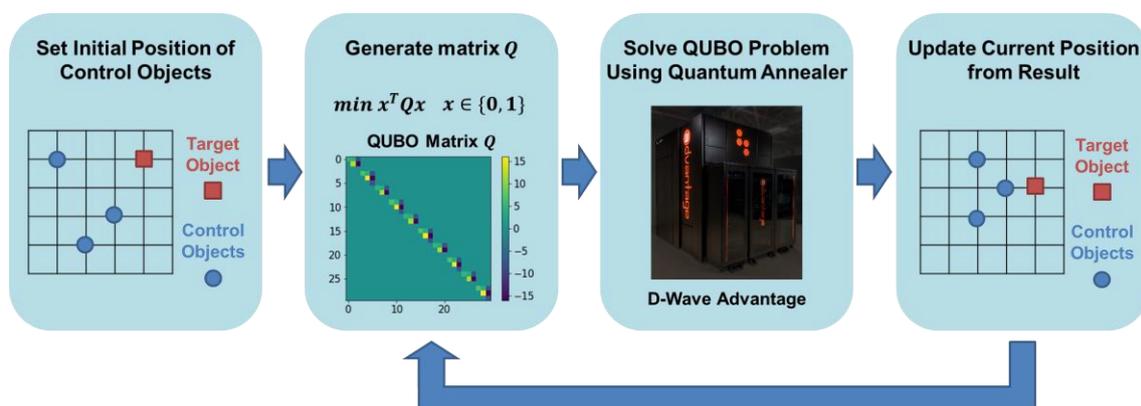


Fig. 1 Process of controlling multiple objects with quantum annealer.

References

- [1] W. Ren, R. Beard, and E. M. Atkins, IEEE Control systems magazine 27 (2007) 71.
- [2] D. Inoue, et al., Scientific reports 11 (2021) 1.
- [3] M. W. Johnson, et al., Nature 473 (2011) 194.
- [4] Dwave leap. <https://www.dwavesys.com/home>. Accessed on 6 January 2022.