

# A Comparison of Rubik's Cube Solvers

## CS7IS2 Project (2020/2021)

Muhammad Talha Bin Ijaz, Basil Contovounesios, Fionntán Ó Suibhne, and  
William O'Sullivan

ijazm@tcd.ie, contovob@tcd.ie, suibhnef@tcd.ie, wosulliv@tcd.ie

**Abstract** Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

**Keywords:** keyword 1, keyword 2

## 1 Introduction

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

## 2 Related Work

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent

euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

### 3 Problem Definition and Algorithm

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

### 4 Experimental Results

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

### 5 Conclusions

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

### References

- [1] F. Agostinelli, S. McAleer, A. Shmakov and P. Baldi, ‘Solving the Rubik’s cube with deep reinforcement learning and search,’ *Nature Machine Intelligence*, vol. 1, no. 8, pp. 356–363, 2019.
- [2] F. Agostinelli. ‘From combination puzzles to the natural sciences,’ AI/ML Seminar Series, Donald Bren School of Information and Computer Sciences, UCI. (12th Oct. 2020), [Online]. Available: <https://youtu.be/shwYW9yEAIQ> (visited on 22nd Apr. 2021).

- [3] E. D. Demaine, M. L. Demaine, S. Eisenstat, A. Lubiw and A. Winslow, ‘Algorithms for solving Rubik’s cubes,’ in *Algorithms – ESA 2011*, Proceedings of the 19th Annual European Symposium (Saarbrücken, Germany), C. Demetrescu and M. M. Halldórsson, Eds., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Sep. 2011, pp. 689–700, ISBN: 978-3-642-23719-5.
- [4] R. E. Korf, ‘Finding optimal solutions to Rubik’s cube using pattern databases,’ in *AAAI-97*, Proceedings of the Fourteenth National Conference on Artificial Intelligence (Providence, Rhode Island), AAAI Press, Jul. 1997, pp. 700–705, ISBN: 978-0-262-51095-0.
- [5] G. Marx, E. Gajzágó and P. Gnädig, ‘The universe of Rubik’s cube,’ *European Journal of Physics*, vol. 3, no. 1, pp. 39–43, Jan. 1982. DOI: 10.1088/0143-0807/3/1/010.
- [6] S. McAleer, F. Agostinelli, A. Shmakov and P. Baldi. ‘Solving the Rubik’s cube without human knowledge.’ version 1. arXiv: 1805.07470 [cs.AI]. (18th May 2018).
- [7] —, ‘Solving the Rubik’s cube with approximate policy iteration,’ in *ICLR 2019*, Proceedings of the Seventh International Conference on Learning Representations (New Orleans, LA, USA), May 2019.
- [8] T. Rokicki, H. Kociemba, M. Davidson and J. Dethridge, ‘The diameter of the Rubik’s cube group is twenty,’ *SIAM Rev.*, vol. 56, no. 4, pp. 645–670, Jan. 2014, ISSN: 0036-1445. DOI: 10.1137/140973499.