

# REPURPOSING A SAMPLING-BASED PLANNER FOR A SIX-DEGREE-OF-FREEDOM MANIPULATOR TO AVOID UNPREDICTABLE OBSTACLES

**ABSTRACT:** This paper presents the use of a sampling-based planner as a reactive planning scheme to avoid obstacles between a robotic arm and a moving obstacle. Based on a planner benchmark on an obstacle-ridden environment, a rapidly-exploring random tree (RRT) planner has been used to populate the trajectories of the task space and map them into a configuration space using a Newton-Raphson-based inverse kinematic solver. Two robot poses are defined in a cycle of back-and-forth motion; the initial and the goal poses. The robot repeatedly moves from the starting pose to the end pose via the midpoint pose. Each set of trajectories is unique. We define this unique solution within the context of the configuration space as a cycle space. We impose a periodically occurring synthetic obstacle that moves in and out of the robot arm workspace defined in a simulated environment. Within the robot's workspace, the obstacle moves and cuts through the cycle space to emulate a dynamic environment. We also ran a benchmark on the available sampling planner in the OMPL library for static obstacle avoidance. Our benchmark shows that the RRT has the lowest time planning time at 0.031 s compared with other sampling-based planners available in the OMPL library, RRT implicitly avoids singularities within the cycle space, and reactively attempts to avoid synthetic moving objects near the robot hardware. This research intends to further investigate on the use of RGB-D sensor and LiDAR to track moving obstacles while abiding by the task space commands described by the initial and goal poses.

**ABSTRAK:** Kertas kerja ini membentangkan penggunaan perancang berasaskan persampelan sebagai skim perancangan reaktif untuk mengelakkan halangan antara lengan robot dan halangan yang bergerak. Berdasarkan penanda aras perancang pada persekitaran yang dipenuhi halangan, perancang pokok rawak (RRT) penerokaan pantas telah digunakan untuk mengisi trajektori ruang tugas dan memetakannya ke dalam ruang konfigurasi menggunakan penyelesaian kinematik songsang berasaskan Newton-Raphson. Dua pose robot ditakrifkan dalam kitaran gerakan bolak-balik; pose awal dan matlamat. Robot berulang kali bergerak dari pose permulaan ke pose akhir melalui pose titik tengah. Setiap set trajektori adalah unik. Kami mentakrifkan penyelesaian unik ini dalam konteks ruang konfigurasi sebagai ruang kitaran. Kami mengenakan halangan sintetik yang berlaku secara berkala yang bergerak masuk dan keluar dari ruang kerja lengan robot yang ditakrifkan dalam persekitaran simulasi. Dalam ruang kerja robot, halangan bergerak dan memotong ruang kitaran untuk meniru persekitaran yang dinamik. Kami juga menjalankan penanda aras pada perancang pensampelan yang tersedia dalam perpustakaan OMPL untuk mengelakkan halangan statik. Penanda aras kami menunjukkan bahawa RRT mempunyai masa perancangan masa terendah pada 0.031 s berbanding dengan perancang berasaskan pensampelan lain yang terdapat dalam perpustakaan OMPL, RRT secara tersirat mengelakkan singulariti dalam ruang kitaran, dan secara reaktif cuba mengelakkan objek bergerak sintetik yang menghampiri perkakasan robot. Melangkah ke hadapan, penyelidikan ini berhasrat untuk menyiasat lebih lanjut mengenai penggunaan penderia RGB-D dan LiDAR untuk mengesan halangan bergerak sambil mematuhi arahan ruang tugas yang diterangkan oleh pose awal dan matlamat.

**keywords:** mechatronics, robot manipulator, planner, motion planning, dynamic environment,

## 1. INTRODUCTION

Given their rigid and massive construction, a small-sized industrial robot imposes significant hazards on the people that work near it. Hence, robotic manufacturer build robot manipulators