



六軸工業機器手臂避障路徑規劃模擬平臺建置

Simulation Platform Implementation for Collision Avoidance Path Planning of 6-DOF Industrial Robots

張家喜¹ / 陳金聖²

¹東元電機綜合研究所 機電技術中心 網路應用實驗室

²台北科技大學 自動化科技研究所 教授

摘要： 隨著工業 4.0 的時代來臨，機器人在許多產業應用上是不可或缺的。然而在自動化生產線環境，機器人運動過程中，難免會有障礙物，傳統為了避免碰撞發生，會將每樣作動元件彼此拉開安全距離或是以人工教導作為機械手臂移動時之路徑規劃。這兩種的作法雖可確保環境安全，但卻消耗掉大量工廠空間，間接地提高了建置產線所需要的成本。

為了解決上述問題，本文旨在建立六軸工業機器手臂避障路徑模擬平台，此平台可以藉由電腦模擬規劃出避障路徑，內容包含：(1)平臺建置、(2)避障路徑規劃與(3)干涉檢查。首先在虛擬平台建置六軸機器手臂與障礙物配置，根據所建立的模型進行干涉檢查，並搭配採樣式演算法進行路徑規劃。在靜態環境中，RRT (rapidly-exploring random trees)演算法可以快速規劃出一組可行的避障路徑，不過會產生出多餘的頂點，本文考量其上述演算法優缺點，提出新的演算法 RVRRT(reduce vertex rapidly-exploring random trees)演算法，實驗結果顯示，本文所提出的演算法與 RRT 演算法相比，可以在相同時間下，規劃出較好的避障路徑。

Abstract : The robot is a crucial part in the Industry 4.0 revolution. There are many moving components in the automation line. In order to avoid collisions, every component keeps a safe distance from each other. Such approach improves shop floor safety but occupies a lot of floor space, and indirectly increases the cost required to build the automation line.

In order to solve the aforementioned problems, we propose a solution of collision avoidance path planning for the 6-degree of freedom (6-DOF) robot manipulator based on the virtual platform. It effectively avoids dangers by considering the planned path, whether colliding with other modules through the digital simulation. This solution includes: (1) building platform, (2) avoidance path planning, (3) collision checking. The models of existing obstacles and 6-DOF robotic manipulator in the workspace are firstly created. The collision checking is further realized through the created models. An avoidance path is then rapidly obtained by the rapidly-exploring random tree (RRT) algorithm. However, in a static environment, it also generates many redundant vertexes. The Reduce Vertex RRT algorithm (RVRRT) is introduced to obtain the optimal path within the same computation time and to reduce the number of output vertexes comparing with RRT algorithm.



關鍵詞： 數位模擬、避障路徑規劃、干涉檢查

Keywords： Digital Simulation、Avoidance Path Planning、Collision Checking

前言

對於實際產業應用上，自動化生產線上往往有許多作動元件，彼此各有各的活動空間，傳統上為了避免碰撞干涉發生，將每樣作動元件彼此拉開安全距離，這樣的作法雖可確保環境安全，但卻消耗掉大量工廠空間，間接地提高了建置產線所需要的成本，因此為了降低空間成本，勢必在建置產線上需先進行模擬運算，生產線上各作動元件與設備緊密配合，確保生產過程中不會發生碰撞，才能夠大幅提升整體產線的效率與產量。而對準實際產業需求，在本文中我們將針對機械手臂模擬平台與路徑規劃進行研究，在使用者設定完自動化產線上各元件其路徑與配置後，能夠進行離線模擬，發生虛擬碰撞情形時，提示使用者干涉警訊，並提供避障路徑及點位檔，以符合實際自動化產業上所需。

機器人的研究領域中，避障路徑規劃是很重要的一環，已經成為機器人智慧化發展的重要關鍵技術之一。目前機械手臂之路徑規劃方法，大部分都是以人工教導作為機械手臂移動時之路徑規劃方式。但是在複雜工廠環境下，人工教導是無法滿足實際需求，因而無法將可能發生之問題於事先給予正確解決，以致於浪費工作時間及導致安全上的問題。尤其在複雜的工廠中，機械手臂路徑規劃的工作，更加讓人注意其重要性。

研究方法

本文主要針對六軸工業機械手臂在模擬環境進行避障路徑規劃，圖 1 為本文所提出的模擬系統，經過使用者建置虛擬環境及機械手臂起點和終點，經過本文所提出的模擬系統，即可得到一組避障路徑。而該模擬系統是基於-Gazebo[1]所開發的。

本文所提出的模擬系統，包含四部份：(1)虛擬環境建置、(2)路徑規劃、(3)干涉檢查、(4)模擬。

- (1) 虛擬環境建置：根據使用者所建置的虛擬環境及模型包覆體，會分別將資訊傳給路徑規劃與干涉檢查作進一步的處理，進而產生避障路徑出來。
- (2) 路徑規劃：根據使用者所建置的虛擬環境及機械手臂起點和終點，建立配置空間，再藉由避障路徑演算法，規劃出一組避障路徑。
- (3) 干涉檢查：干涉檢查在進行避障路徑規劃時，可以確保演算法所規劃出的路徑，機器手臂不會與環境中的物件，發生碰撞，會依據每次規劃出的頂點(v)進行檢查，並將結果回傳給路徑規劃。
- (4) 模擬：這一部份將會獲得避障路徑，並模擬出所規劃出的路徑。

根據參考文獻，本文將會運用採樣式演算法，進行實作，再根據其演算法的優缺點進行改善，提出新的避障路徑演算法。

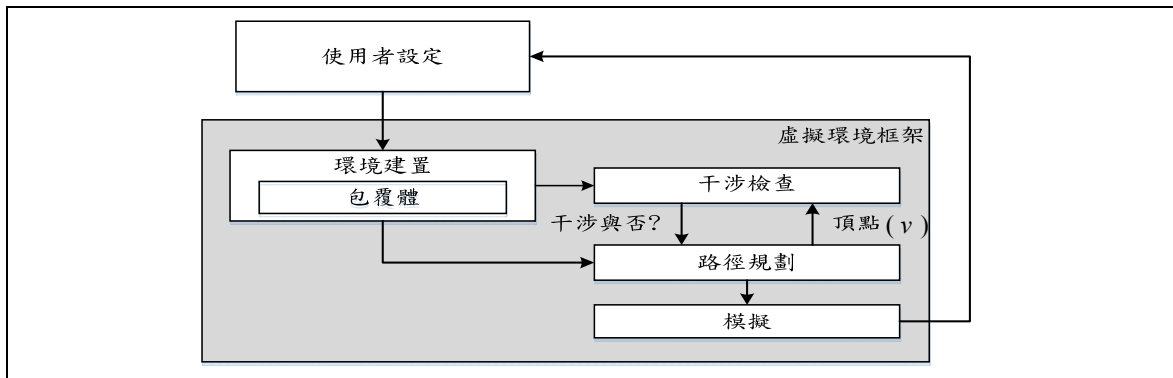


圖 1 系統架構圖

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】412期・106年7月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw