

計畫名稱

全自動機器人具同時定位與建圖及綁架回復機制之研究

摘要

我們提供一個演算法讓機器人知道其被綁架了，進而了解被綁架到何方使用一些機器人定位的方法。本論文所使用之主要的感測器為雷射測距儀。到目前為止蒙地卡羅定位法(Monte Carlo Localization)，為一個廣泛被使用的機器人定位方法，然而蒙地卡羅定位法在全域定位(Global Localization)的計算量非常龐大，耗時也相當長。一般而言全域定位功能在機器人綁架問題中扮演重要腳色。我們在這篇論文提出一個方法提升全域定位的計算效率同時降低計算時間。此方法結合了傳統蒙地卡羅定位法和現代機器學習方法 Fast Library for Approximated Nearest Neighbors (FLANN)。由於 FLANN 需要定義描述子(descriptor)，我們在這篇論文也定義了一個新的基於雷射測距儀的資料格式描述子。我們將此描述子命名為 Geometric Structure Feature Histogram (GSFH)。透過結合現代機器學習法 FLANN 與傳統蒙地卡羅定位法，我們大大降低了蒙地卡羅的計算負擔，並與提高計算效率。讓機器人綁架問題得以解決。實驗結果以及模擬結果都顯示了我們的方法的有效解決機器人綁架及自動回復到達原目標問題。本計劃研發成果在產業應用方面，可以應用於動態環境中，提供保全機器人、導覽機器人導航資訊，使其能自主式的在環境中移動。

研究的問題所在及研究動機

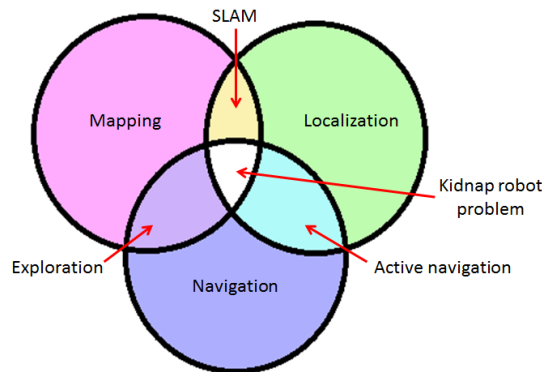
在人機互動研究領域中，機器人被綁架問題及自動回復並到達目標是一個非常有趣且重要的研究議題。有別於工業用機器人，在行進中所工作環境通常是靜態的或是可被預測的。服務型機器人的工作環境就是我們的生活環境，在這個環境中存在著許多不確定性是機器人必須要克服的。機器人綁架問題就是眾多不確定性中其中一項。具體來說，因為機器人就在我們生活周遭，有的時候會我們會搬動機器人到其他地方為我們工作，清潔機器人就是最好的例子。當我們搬動機器人到其他地方的時候，對機器人是相當困擾的，因為它完全不知道發生什麼事，以及如何應對如圖一所示。本研究主旨在於解決機器人綁架問題。我們提供一個演算法讓機器人知道其被綁架了，進而了解被綁架到何方使用一些機器人定位的方法。

技術研究方法及創新性

為了解決機器人綁架問題，三個基本的移動式機器人模組是必要的，其包含了建圖(Mapping)、定位(Localization)以及導航(Navigation)，其關係如圖二所示。本研究中，我們使用了RBPF SLAM(Simultaneous Localization and Mapping) 實現建圖模組、我們使用了蒙地卡羅定位法(Monte Carlo Localization)實現定位模組、以及 Value Iteration 和 Nearest Diagram 等方法實現導航模組。



圖一 機器人綁架問題情景

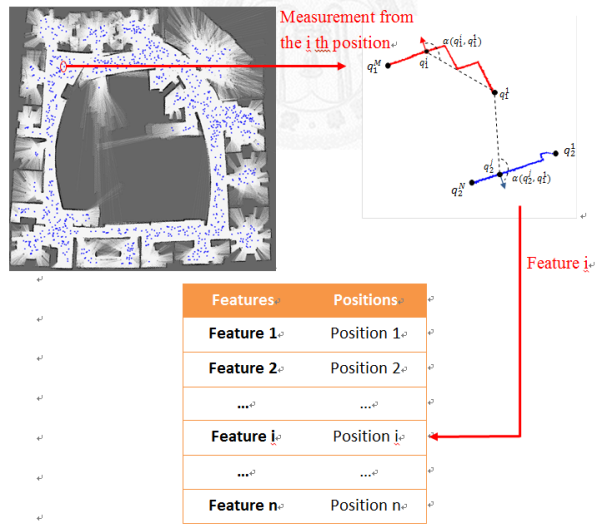


圖二 機器人綁架問題同時牽涉到地圖建構、定位與導航

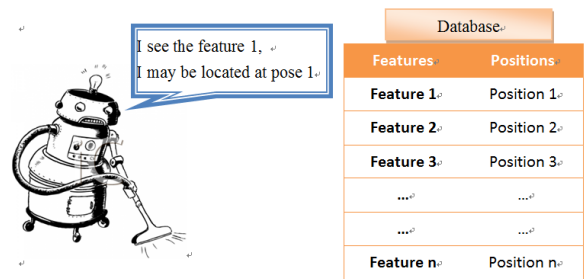
所使用之實驗平台為本實驗室所開發之 Renbot II 機器人，其主要的感測器為雷射測距儀(Hokuyo UTM-30LX Laser Scanner)。

到目前為止蒙地卡羅定位法(Monte Carlo Localization)，為一個廣泛被使用的機器人定位方法，然而蒙地卡羅定位法在全域定位(Global Localization)的計算量非常龐大，耗時也相當長。一般而言全域定位功能在機器人綁架問題中扮演重要腳色。我們在這篇論文提出一個方法提升全域定位的計算效率同時降低計算時間。此方法結合了傳統蒙地卡羅定位法和現代機器學習方法 Fast Library for Approximated Nearest Neighbors (FLANN)。由於 FLANN 需要定義描述子(descriptor)，我們在這篇論文也定義了一個新的基於雷射測距儀的資料格式描述子。我們將此描述子命名為 Geometric Structure Feature Histogram (GSFH)。

其概念如下圖所示。



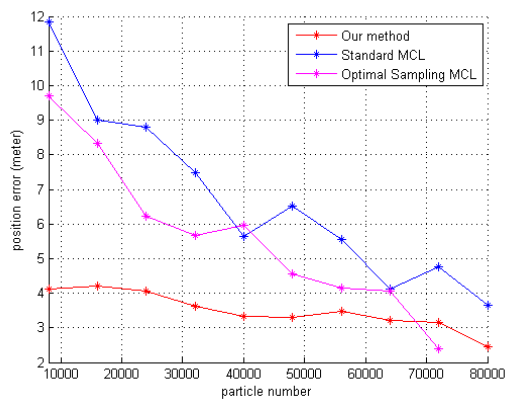
圖三 建構 GSFH 描述子。



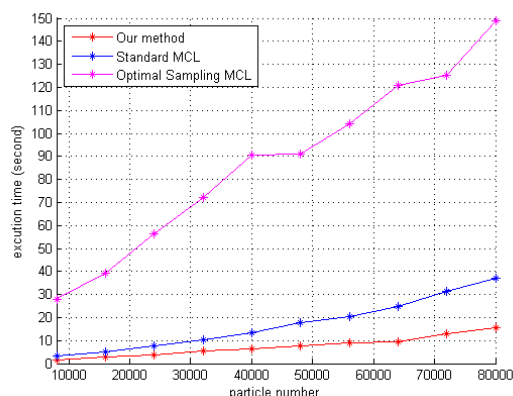
圖四 透過預先建立的資料庫，來解決機器人綁架問題

研究成果

透過結合現代機器學習法 FLANN 與傳統蒙地卡羅定位法，我們大大降低了蒙地卡羅的計算負擔，並與提高計算效率。讓機器人綁架問題得以解決。



(a)



(b)

圖五 Y 軸為 Particle filter 中 粒子數由 8,000 到 80,000，(a)為平均位置誤差(b)平均收斂誤差

圖五和圖六顯示了三個演算法(Standard MCL, Optimal Sampling MCL, Our method)對於解決機器人被綁架問題的能力。圖五縱軸為機器人被綁架後重新定位之平均精確度，圖六縱軸為平均計算時間。實驗結果以及顯示了我們的方法的有效解決機器人綁架及自動回復到達原目標問題。

產業應用及其重要性

本研究旨在於解決機器人綁架問題，我們提供一個演算法讓機器人知道其被綁架了，進而了解被綁架到何方使用一些機器人定位的方法，一般服務型機器人的最基本能力就是必須能按照設定的軌跡與路徑行走，目前的智慧型機器人都一定具有此種功能。再進一步的技術層次，則是能針對動態的物體進行追蹤、躲避的功能，進行動態路徑規劃，使機器人在動態環境仍舊能完成任務。

本計劃研發成果在產業應用方面，可以應用於動態環境中，提供保全機器人、導覽機器人導航資訊，使其能自主式的在環境中移動。