

國立臺灣師範大學資訊教育研究所
碩士論文

指導教授：林順喜 博士

Post's Correspondence Problem 之困難例子
產生器研究
(Research on the Generator of Hard Instances
for Post's Correspondence Problem)

研究生：江陳威 撰

中華民國九十七年六月

中文摘要

Post's correspondences problem(波斯特對應問題，縮寫為 PCP)的難易程度以往是由各集合中解答的長度所決定，解答的長度越長者難度越高，然而這並無法公平客觀的面對所有 instances。故本論文提出一套有別於以往的困難度定義：即解題時間除以該例子所得到有解的數目。

本篇論文有兩個主要方向：其一是使用較小 size 與 width 的 instance 透過「PCP 基因重整繁衍」之演算法，繁衍出特定不同的 size 與 width 的 instances，並使用由「Solver」程式改寫而成的「Hard index solver」程式做為困難度判定的指標，重覆地篩檢，進而產生特定不同的 size 與 width 且合法有解的 instance，以做為後續實驗的素材，並供後人研究參考。其二則是藉由前人所定義的困難度指標所留下較困難的 200 hard instances，與本論文透過「PCP 基因重整繁衍」之演算法並藉由新定義的困難度指標所找出較困難的 200 hard instances 做一比較，以證明本論文所定義的困難度有其較合理的意義。

關鍵字：波斯特對應問題、不可判定性問題、基因重整繁衍演算法、基因演算法

Abstract

The hardness of an instance of the Post's correspondences problem (abbreviated to PCP) was defined in the past based on its solutions' lengths. That is, the longer the lengths of the solutions are, the harder the instance becomes. But this cannot reflect the real characteristic of the hard instances. In this thesis, we present a new definition of the hardness for the PCP where the solving time divided by the number of solutions is defined as the index of the hardness of a PCP instance.

This thesis is composed of two major parts. Firstly, starting from the PCP instances with smaller sizes and widths, we use a "PCP genes restructuring" algorithm to generate lots of PCP instances with larger sizes and widths. To filter those PCP instances, we rewrite the "Solver" program to be "Hard index solver". At last, some of the legal and solvable instances are remained and kept into our PCP database, which can be used in the future research. Secondly, we compare the 200 hard instances derived by previous researchers with the 200 harder instances derived from our study. Through this comparison, we are able to show that our new definition for the hardness of the PCP instance is more reasonable than previous definition.

Keywords: Post's correspondences problem, undecidable problem, genes restructuring algorithm, genetic algorithm

目錄

附表目錄	IV
附圖目錄	V
第一章 緒論	1
第一節 前言	1
第二節 文獻探討	3
第三節 現今 PCP instances 之 size 與 width 規則定義	6
第四節 論文架構	7
第二章 PCP 例子產生器	8
第一節 母體取得來源	8
第二節 PCP 擴增架構之演算法	8
第三節 PCP 基因重整繁衍之演算法	10
第三章 子代例子之篩檢	14
第一節 子代例子合法解篩選	14
第二節 子代例子重覆性篩檢	15
第四章 系統實作與結果分析	20
第一節 系統實作	20
第二節 實驗分析	32
第五章 結論與未來發展	46
參考文獻	47
附錄 A 基因重整繁衍法產生的一些集合例子	49

附表目錄

表一 系統規格	20
表二 PCP[3, 3]Solver 系統化法與基因重整繁衍法比較.....	33
表三 PCP[3, 4]Solver 系統化法與基因重整繁衍法比較.....	35
表四 PCP[4, 3]Solver 系統化法與基因重整繁衍比較.....	36
表五 PCP[3, 5]之動態產生法與基因重整繁衍法	38
表六 PCP[4, 4]之動態產生法與基因重整繁衍法	38
表七 PCP[3, 3]基因重整繁衍法待解例子超出門檻值圖表	39
表八 PCP[3, 4]基因重整繁衍法待解例子超出門檻值圖表	40
表九 PCP[3, 5]基因重整繁衍法待解例子超出門檻值圖表	40
表十 PCP[4, 3]基因重整繁衍法待解例子超出門檻值圖表	40
表十一 PCP[4, 4]基因重整繁衍法待解例子超出門檻值圖表	40
表十二 200 個困難集合例子分布特定集合表.....	42
表十三 Zhao 的 200 個困難例子與我們所挑選的 200 個困難例子比較表.....	43

附圖目錄

圖一：PCP 例子一.....	1
圖二：例子一序列選取的過程.....	2
圖三：將空白處消除後.....	2
圖四：PCP 例子二.....	2
圖五：domino 積木例子.....	4
圖六：困難 instance、PCP 搜尋與證明不可解的關係圖.....	5
圖七：PCP[3, 4].....	7
圖八：擴增架構之 width 擴增.....	9
圖九：擴增架構之 size 擴增：藉由兩個 PCP[2, 2] 組成一個 PCP[4, 2].....	10
圖十：提示基因與空白基因.....	11
圖十一：第一類基因組合.....	12
圖十二：第二類基因組合.....	12
圖十三：不合法例子.....	14
圖十四：合法性的排序重整前後.....	15
圖十五：isomorphisms among PCP instances.....	17
圖十六：藉由 PCP[2, 2] 與 PCP[3, 2] 產生特定 PCP 集合之流程圖.....	21
圖十七：Hash table.....	22
圖十八：PCP[3, 2].....	23
圖十九：PCP[2, 3] 所存放之陣列格式.....	23
圖二十：hints 陣列.....	24
圖二十一：hint_index 陣列.....	24
圖二十二：empty_index 陣列.....	25

圖二十三：擴增架構之 width 擴增程式碼	25
圖二十四：擴增架構中的 size 擴增程式碼	26
圖二十五：基因重整繁衍法之第一類基因組合程式碼	27
圖二十六：基因繁衍法之第二類基因組合程式碼	28
圖二十七：排序性重整	29
圖二十八：合法性判斷	30
圖二十九：(a)與(b)皆為不合法例子，(c)為合法例子	31
圖三十：Zhao 收集 200 個困難例子中解答長度與解題時間對照圖	41
圖三十一：Zhao 收集 200 個困難例子中解答長度與解題時間對照圖	42
圖三十二：我們收集 200 個困難例子中解答長度與解題時間對照圖	44
圖三十三：Zhao 所挑選 200 個困難例子與我們所挑選的 200 個困難例子	45