

Using Parallel Genetic Algorithm for Nurse Scheduling Problem

朱慶餘、葉進儀

E-mail: 9423707@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Nurse scheduling is the most important part of nursing human resources' management, the quality of nurse scheduling influence caring of the sick and working morale directly. Since people pay much attention to service quality and nursing costs play a major portion of overall expenditure in hospital operations, people place importance on research of nurse scheduling. This work presents varied length genetic algorithm for solving nursing scheduling problems and compare with constraint genetic algorithm. Finally, this work attempts to combine conception of PC cluster to construct Parallel Genetic Algorithm for the promotion solution potency. Key words: Varied length genetic algorithm, Nurse scheduling problem, Constraint genetic algorithm, PC cluster, Parallel Genetic Algorithm

Keywords : Varied length genetic algorithm, Nurse scheduling problem, Constraint genetic algorithm, PC cluster, Parallel Genetic Algorithm

Table of Contents

| | | | |
|----------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------|
| 目錄 封面內頁 簽名頁 授權書..... | iii | 中文摘要..... | iii |
|iv | ABSTRACT..... | v | 誌謝..... |
|vi | 目錄..... | vii | 圖目錄..... |
|x | 表目錄..... | xi | 第一章 緒論..... |
|1 | 1.1 研究背景與動機..... | 1 | 1.2 研究範圍與內容..... |
|3 | 1.3 研究目的..... | 3 | 1.4 研究步驟..... |
|4 | 第二章 文獻探討..... | 7 | 2.1 護理排班問題之相關文獻..... |
|7 | 2.2 平行基因演算法相關文獻探討..... | 10 | 第三章 護理排班問題..... |
|13 | 3.1 研究架構..... | 13 | 3.2 護理人員排班案例說明..... |
|15 | 3.2 個別子函式符號運算方程式及說明..... | 18 | 3.2.1 絕對限制式..... |
|20 | 3.3 真實案例介紹..... | 20 | 3.3.1 個別子函式符號運算方程式及說明..... |
|22 | 3.3.2 急診排班原則..... | 22 | 3.4 限制式基因演算法..... |
|25 | 3.4.2 前處理..... | 26 | 3.4.3 產生初始母體..... |
|28 | 3.4.4 計算與評估成本..... | 28 | 3.4.5 選擇..... |
|28 | 3.4.6 交配..... | 29 | 3.4.7 突變..... |
|30 | 3.4.9 終止條件..... | 31 | 第四章 各種啟發式演算法..... |
|32 | 4.1 介紹變動長度基因演算法..... | 33 | 4.1.1 變動長度基因演算法..... |
|33 | 4.1.1.1 變動長度基因編碼..... | 33 | 4.1.1.2 調整機制..... |
|36 | 4.1.2 限制式模擬退火法..... | 38 | 4.1.3 變動長度模擬退火法..... |
|38 | 4.1.4 限制禁忌收尋法..... | 41 | 4.1.5 變動長度禁忌收尋法..... |
|44 | 4.1.7 變動長度遺傳基因模擬退火混合演算法..... | 44 | 4.1.8 限制式遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... |
|45 | 4.1.9 變動長度遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... | 45 | 4.2 平行基因演算法..... |
|45 | 第五章 實驗與分析..... | 51 | 5.1 實驗目的與環境需求..... |
|51 | 5.2 各種演算法之實驗..... | 53 | 5.2.1 基因演算法之參數設定..... |
|55 | 5.2.3 禁忌收尋法之參數設定..... | 56 | 5.2.4 遺傳基因模擬退火混合演算法..... |
|56 | 5.2.5 遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... | 57 | 5.2.6 演算法之選取結果與分析..... |
|59 | 5.3.1 平行架構之參數設定..... | 59 | 5.3.2 平行基因演算法之實驗結果與分析..... |
|61 | 5.4 績效與分析..... | 62 | 第六章 結論與建議..... |
|63 | 6.1 結論..... | 63 | 6.2 未來展望與建議..... |
|63 | 參考文獻..... | 65 | 附錄..... |
|69 | 圖目錄 圖1.1 研究流程圖..... | 6 | 圖2.1 基因演算法流程圖..... |
|11 | 圖3.1 研究架構圖..... | 14 | 圖3.2 字元型限制式基因演算法流程 |

| | | | | | |
|--------|----|-------------------------------------|-------|--------------------------------|----|
| 圖..... | 24 | 圖3.3 前處理執行流程圖..... | 27 | 圖3.4 多點示交配示意圖..... | 29 |
| 圖..... | 29 | 圖3.5 雙點突變示意圖..... | 30 | 圖4.1 變動長度基因演算法流程圖..... | 37 |
| 圖..... | 37 | 圖4.2 鄰近解產生方式示意圖..... | 38 | 圖4.3 限制式模擬退火法流程圖..... | 39 |
| 圖..... | 39 | 圖4.4 變動長度模擬退火法流程圖..... | 40 | 圖4.5 限制式禁忌收尋法流程圖..... | 42 |
| 圖..... | 42 | 圖4.6 變動長度禁忌收尋法流程圖..... | 43 | 圖4.7 鄰近解產生方式示意圖..... | 44 |
| 圖..... | 44 | 圖4.8 主僕式平行基因演算架構..... | 48 | 圖4.9 島嶼式平行基因演算架構..... | 50 |
| 圖..... | 50 | 圖5.1 本實驗室的平行設備..... | 52 | 圖5.2 各GA於案例一的求解收斂圖..... | 54 |
| 圖..... | 54 | 圖5.3 各GA於案例二的求解收斂圖..... | 55 | 表目錄 表3.1 班表..... | 15 |
| 表..... | 15 | 表3.2 班別種類表 (案例一) | 16 | 表3.3 目標函式符號解說 (案例一) | 17 |
| 表..... | 17 | 表3.4 班別種類表 (案例二) | 21 | 表3.5 目標函式符號解說 (案例二) | 21 |
| 表..... | 21 | 表3.6 護士特定需求假日表..... | 23 | 表4.1 工作變動長度基因編號..... | 34 |
| 表..... | 34 | 表4.2 休假變動長度基因編號..... | 35 | 表5.1 二個不同大小之案例..... | 51 |
| 表..... | 35 | 表5.2 平行電腦軟硬體設備環境..... | 52 | 表5.3 CGA參數設定所得解之平均值..... | 53 |
| 表..... | 52 | 表5.4 母體大小實驗檢測紀錄表..... | 54 | 表5.5 SA1參數設定所得解之平均值..... | 56 |
| 表..... | 53 | 表5.6 Tabu1參數設定所得解之平均..... | 56 | 表5.7 CGA+SA參數設定所得解之平均值..... | 57 |
| 表..... | 56 | 表5.8 CGA+Tabu參數設定所得解之平均值..... | 57 | 表5.9 各演算法之選取實驗結果..... | 58 |
| 表..... | 57 | 表5.10 島嶼式PCGA於案例一所得解之平均值..... | 60 | 表5.11 島嶼式PVLGA於案例一所得解之平均值..... | 60 |
| 表..... | 58 | 表5.12 島嶼式PCGA和PVLGA於案例二所得解之平均值..... | 60 | 表5.13 平行基因演算法測試結果..... | 61 |
| 表..... | 60 | 表5.14 加速因子比較表..... | ..... | ..... | 62 |

REFERENCES

英文關鍵詞: Varied length genetic algorithm, Nurse scheduling problem, Constraint genetic algorithm, PC cluster, Parallel Genetic Algorithm 被引用次數: 1 [摘要] 護理人員排班問題是在多種限制下指派班別給護士且被證明為NP-hard問題。因此,本研究藉由平行基因演算法在可接受的求解時間內達成提昇求解護理人員排班問題之效率。本研究在求解護理人員排班的過程,採用十種演算法,例如變動長度基因演算法、模擬退火法、禁忌搜尋法等;績效評量使用日本案例與真實案例,結果發現將變動長度基因演算法套用於島嶼式平行架構上,能求得最佳之護士滿意度以及較高的加速因子。關鍵字:護理人員排班問題,平行基因演算法,變動長度基因演算法 [英文摘要] Nurse scheduling is the most important part of nursing human resources' management, the quality of nurse scheduling influence caring of the sick and working morale directly. Since people pay much attention to service quality and nursing costs play a major portion of overall expenditure in hospital operations, people place importance on research of nurse scheduling. This work presents varied length genetic algorithm for solving nursing scheduling problems and compare with constraint genetic algorithm. Finally, this work attempts to combine conception of PC cluster to construct Parallel Genetic Algorithm for the promotion solution potency. Key words: Varied length genetic algorithm, Nurse scheduling problem, Constraint genetic algorithm, PC cluster, Parallel Genetic Algorithm [論文目次]

| | |
|----------------------|--|
| 目錄 封面內頁 簽名頁 授權書..... | ..... |
| iii 中文摘要..... | iv ABSTRACT..... |
| v 誌謝..... | vi 目錄..... |
| vii 圖目錄..... | x 表目錄..... xi 第一章 緒論..... |
| 1 | 1.1 研究背景與動機..... 1.2 研究範圍與內容..... |
| 3 | 1.3 研究目的..... 1.4 研究步驟..... |
| 4 | 第二章 文獻探討..... 7.1 護理排班問題之相關文獻..... 7.2 平行基因演算法相關文獻探討..... |
| 10 | 第三章 護理排班問題..... 13 3.1 研究架構..... |
| 13 | 3.2 護理人員排班案例說明..... 15 3.2.1 日本案例..... 15 |
| 18 | 3.2.2 個別子函式符號運算方程式及說明..... 18 3.2.3 絕對限制式..... 20 |
| 20 | 3.2.3.1 個別子函式符號運算方程式及說明..... 22 3.2.3.2 急診排班原則..... 22 |
| 24 | 3.2.3.3 3.4 限制式基因演算法..... 24 3.4.1 參數設定..... 25 |
| 26 | 3.4.2 前處理..... 26 3.4.3 產生初始母體..... 28 |
| 28 | 3.4.4 計算與評估成本..... 28 3.4.5 選擇..... 28 |
| 28 | 3.4.6 交配..... 29 3.4.7 突變..... 30 |
| 30 | 3.4.8 取代..... 30 3.4.9 終止條件..... 31 |
| 32 | 第四章 各種啟發式演算法..... 32 4.1 介紹變動長度基因演算法..... 33 |
| 33 | 4.1.1 變動長度基因演算法..... 33 4.1.1.1 變動長度基因編碼..... 33 |
| 35 | 4.1.1.2 調整機制..... 35 4.1.1.3 特殊解碼..... 36 |
| 38 | 4.1.2 限制式模擬退火法..... 38 4.1.3 變動長度模擬退火法..... 38 |
| 41 | 4.1.4 限制禁忌收尋法..... 41 4.1.5 變動長度禁忌收尋法..... 41 |
| 44 | 4.1.6 限制式遺傳基因模擬退火混合演算法..... 44 4.1.7 變動長度遺傳基因模擬退火混合演算法..... 44 |
| 45 | 4.1.8 限制式遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... 45 4.1.9 變動長度遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... 45 |
| 45 | 4.2 平行 |

| | | | | | |
|--------------------------|----|-------------------------------------|----|--|----|
| 基因演算法..... | 45 | 第五章 實驗與分析..... | 51 | 5.1 實驗目的與環境需求..... | 51 |
| ..... | 51 | 5.2 各種演算法之實驗..... | 53 | 5.2.1 基因演算法之參數設定..... | 53 |
| 5.2.2 模擬退火法之參數設定..... | 55 | 5.2.3 禁忌收尋法之參數設定..... | 56 | 5.2.4 遺傳基因模擬退火混合演算法..... | 56 |
| 5.2.5 遺傳基因禁忌收尋混合演算法..... | 57 | 5.2.6 演算法之選取結果與分析..... | 58 | 5.3 平行基因演算法之實驗..... | 59 |
| ..... | 59 | 5.3.1 平行架構之參數設定..... | 59 | 5.3.2 平行基因演算法之實驗結果與分析..... | 61 |
| ..... | 61 | 5.4 績效與分析..... | 62 | 第六章 結論與建議..... | 63 |
| ..... | 63 | 6.2 未來展望與建議..... | 63 | 6.1 結論..... | 63 |
| ..... | 65 | 附錄..... | 69 | 圖目錄 圖1.1 研究流程圖..... | 69 |
| ..... | 6 | 圖2.1 基因演算法流程圖..... | 11 | 圖3.1 研究架構圖..... | 11 |
| ..... | 14 | 圖3.2 字元型限制式基因演算法流程圖..... | 24 | 圖3.3 前處理執行流程圖..... | 27 |
| 圖3.4 多點示交配示意圖..... | 29 | 圖3.5 雙點突變示意圖..... | 30 | 圖4.1 變動長度基因演算法流程圖..... | 37 |
| ..... | 37 | 圖4.2 鄰近解產生方式示意圖..... | 38 | 圖4.3 限制式模擬退火法流程圖..... | 39 |
| ..... | 39 | 圖4.4 變動長度模擬退火法流程圖..... | 40 | 圖4.5 限制式禁忌收尋法流程圖..... | 42 |
| ..... | 42 | 圖4.6 變動長度禁忌收尋法流程圖..... | 43 | 圖4.7 鄰近解產生方式示意圖..... | 44 |
| ..... | 44 | 圖4.8 主僕式平行基因演算架構..... | 48 | 圖4.9 島嶼式平行基因演算架構..... | 50 |
| ..... | 50 | 圖5.1 本實驗室的平行設備..... | 52 | 圖5.2 各GA於案例一的求解收斂圖..... | 54 |
| ..... | 52 | 圖5.2 各GA於案例二的求解收斂圖..... | 55 | 表目錄 表3.1 班表..... | 15 |
| ..... | 16 | 表3.2 班別種類表 (案例一)..... | 16 | 表3.3 目標函式符號解說 (案例一)..... | 17 |
| ..... | 21 | 表3.3 目標函式符號解說 (案例二)..... | 21 | 表3.4 班別種類表 (案例二)..... | 21 |
| ..... | 23 | 表4.1 工作變動長度基因編號..... | 34 | 表4.2 休假變動長度基因編號..... | 35 |
| ..... | 35 | 表5.1 二個不同大小之案例..... | 51 | 表5.2 平行電腦軟體設備環境..... | 52 |
| ..... | 52 | 表5.3 CGA參數設定所得解之平均值..... | 53 | 表5.4 母體大小實驗檢測紀錄表..... | 54 |
| SA1參數設定所得解之平均值..... | 56 | 表5.6 Tabu1參數設定所得解之平均..... | 56 | 表5.7 CGA+SA參數設定所得解之平均值..... | 57 |
| ..... | 57 | 表5.8 CGA+Tabu參數設定所得解之平均值..... | 57 | 表5.9 各演算法之選取實驗結果..... | 58 |
| ..... | 58 | 表5.10 島嶼式PCGA於案例一所得解之平均值..... | 60 | 表5.11 島嶼式PVLGA於案例一所得解之平均值..... | 60 |
| ..... | 60 | 表5.12 島嶼式PCGA和PVLGA於案例二所得解之平均值..... | 60 | 表5.13 平行基因演算法測試結果..... | 61 |
| ..... | 61 | 表5.14 加速因子比較表..... | 62 | [參考文獻] [1] 李麗傳, 1994, 「排班」, 護理行政與病室管理, 212~226頁。 | |

[2] 郝家銘, 1996, 利用遺傳基因演算法來做適應性比對增強, 元智大學電機與資訊研究所碩士論文。

[3] 郭金青, 1996, 整述目標規劃應用於護士排班之個案研究, 中正大學企業管理研究所碩士論文。

[4] 陳飛文, 2001, 平行遺傳演算法於營運排程運用之探討, 台灣科技大學營建工程研究所碩士論文。

[5] 陳其揚, 2004, 使用平行模擬退火法於功能性核磁共振造影像分析之研究, 大葉大學工業工程研究所碩士論文。

[6] 張浚銘, 2004, 平行基因演算法應用於產品組態管理之研究, 大葉大學工業工程研究所碩士論文。

[7] 張維昌, 2004, 以平行基因演算法求解二維長方形排列問題之研究, 大葉大學工業工程研究所碩士論文。

[8] 鄭守成, 2000, 漫談平行電腦與平行計算, 高速電腦世界, 新竹。

[9] 劉承春, 1998, 綜合啟發式/基因演算法混合式專家系統在護理排班的應用, 元智大學管理研究所碩士論文。

[10] 謝漢雄, 1981, 人員排班技術之研究, 政治大學企業管理研究所論文。

[11] Ahuja, H. and Sheppard, R., 1975, Computerized Nurse Scheduling, *Industrial Engineering*, 7, 24-29.

[12] Arther, J. L. and Ravindra, A., 1981, A Multiple Objective Nurse Scheduling Model, *Artificial Intelligence in Engineering*, 13(4), 56-60.

[13] Babbar, M. and Minsker, B.S., 2002, A multi-scale master-slave parallel genetic algorithm with application to groundwater remediation design, *Late Breaking papers at the Genetic and Evolutionary Computation Conference (GECCO)*, New York, 9-16.

[14] Valouxis, C. and Housos, E., 2000, Hybrid optimization techniques for the workshift and rest assignment of nursing personnel, *Artificial Intelligence in Medicine*, 20, 155-175.

[15] Claudio, M.N.A., Pereira, C., and Lapa, M.F., 2003, Parallel island genetic algorithm applied to a nuclear power plant auxiliary feed water system surveillance tests policy optimization, *Annals of Nuclear Energy*, 30, 1665-1675.

[16] Burke, E. and Kendall, G., 1999, Comparison of meta-heuristic algorithm for clustering rectangles, *Computers and Industrial Engineering*, 37, 1665-1675.

[17] Garey, M. and Johnson, D., 1997, A guide to the theory of NP-Completeness, *Computers and intractability*.

[18] Gen, M. and Runwei, C., 1997, Foundations of Genetic Algorithm, *Genetic Algorithm and Engineering Design*, 1-41.

[19] Glover, F. and Greenberg, H., 1989, New Approaches for Heuristic Search: A Bilateral Linkage with Artificial Intelligence, *European Journal of Operational Research*, 39, 119-130.

[20] Gondra, I. and Samadzadeh, M.H., 2003, A coarse-grain parallel genetic algorithm for finding ramsey numbers, *Proceedings of the 2003 ACM Symposium on Applied Computing (SAC)*, Melbourne, FL, 2-8.

- [21] Hiroharu, K., Kosuke, Y., Tomohiro, Y., Tsuyoshi, S., and Shinji, T., 2003, Constraints and search efficiency in nurse scheduling problem , IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation, 1, 312-317.
- [22] Juan, L., Hitoshi, I., Mituru, I., 2001, Selecting Informative Genes with Parallel Genetic Algorithm in Tissue Classification, Gene Informatics, 12, 14-23.
- [23] Kamiura, J., Hiroyasu, T., Miki, M., and Watanabe, S., 2002, Multi-objective genetic algorithm with distributed environment scheme, Proceedings of the 2nd International Workshop on Intelligent Systems Design and Applications, Kyoto, Japan, 143-148.
- [24] Mauricio, S., Victor, P. and Rodrigo, U., 2002, A parallel genetic algorithm to solve the set-covering problem, Journal on Computers and Operations Research, 29(9), 1221-1236.
- [25] Miller, H. E., et al. , 1976, Nurse Scheduling Using Mathematical Programming, Journal on Computers and Operations Research, 24(5), 857-870.
- [26] Pettey, C.B., and Lutze, M.R, and Grefenstette, J.J., 1987, A Parallel Genetic Algorithms, Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms, 155-161.
- [27] Sitompul, D. and Randhawa, U.S., 1990, Nurse Scheduling Models: A State-of-the-Art Review, Journal of the Society for Health System, 2(1), 62-72.
- [28] Smith, L.D. and Wiggins, A., 1977, A Computer-Based Nurse Scheduling System, Journal on Computers and Operations Research, 4, 195-212.
- [29] Tanese, R., 1987 , Parallel Genetic Algorithms for a Hypercube, In Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms, 177-183.
- [30] Weil, G., et al., 1995, Constraint Programming for Nurse Scheduling, IEEE Engineering in Medicine and Biology, 14(4), 417-422.