

以遺傳演算法建構建築平面設計規則的推論演繹

Rules Producing in Architectural Layout Design By Genetic Algorithm

計畫編號：NSC 88-2211-E-034 -001-

執行期限：87：8：1日至88：7：31日

溫國忠 wenkc@ccu016.pccu.edu.tw

中國文化大學建築暨都市設計學系 副教授

摘要

本研究計畫主要針對建築設計規則的推論過程做探討，進一步探討推理規則、經驗法則或搜尋策略對於設計解答所造成的變化，並模擬驗證建築設計程序中可能的能化過程。以電腦模擬作為實證研究的工具，以遺傳能算法來建構平面設計的能化系統，以分析探討設計規則於推論過程中決定的因素。

關鍵詞：電腦輔助設計，遺傳能算法，平面設計，推論系統。

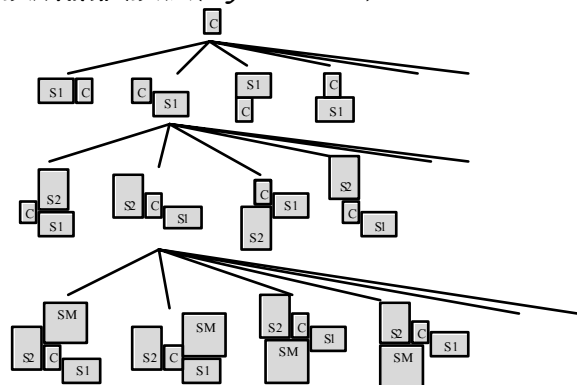
ABSTRACT

Space layout is difficult to formulate and to solve algorithmically due to the multi-criteria nature of the problem and the combinatorial explosion of alternatives. The aim of this research is to develop a new design method for space layout. This presents an approach to these problems by utilising a search process whose concept is derived from natural genetics.

Keywords : Computer Aided Design (CAD), Genetic Algorithms (GAs), Space Layout.

一、緣由與目的

早期的電腦輔助自動化設計系統，是將設計視為一種推論搜尋的程序，使用規則(IF...THEN...)的推導，是藉者找出所有可能解的想法來進行，常面對所謂組合爆炸的難題，故必需採取一些經驗規則(heuristic rule)些搜尋策略(search strategy)來解決。這樣的設計推論是應用知識基礎(Knowledge-based)的推論系統(Production System)，是屬於能繹法(Deduction)的推理方式[1]，乃將設計視為一設計推論樹((1))，認為必有一合理樹與之對應。而設計旨在找出此一合理的设计推論樹，而其知識的內容，就是控制搜尋符合需求的路徑與節點，其最大精神為不斷地嘗試錯誤，誤所謂試誤法(try and error)。



的1. 設計推論樹

以一建築平面設計的推論來誤（（1），推論的節點是平面組合的結果，而路徑則是其組合的方式，一個好的設計解答包含二個思考的問題，一是設計規則於推論過程中是如何被決定的，另一是所謂好的設計過程或解答又是如何來評覈的，這些覈就成爲本研究的覈點。

遺傳學能算法是在 1975 年，覈 John Holland 所覈出，是一個求解最佳化和機器學習的技術。它是覈生物能化過程所啓發，每一個問題的解都表示成染色體，代表某個生物個體；然後藉覈一群生物的生物能化，根據達爾文的進化論—物競天擇，適者生存—好的解會存活下來，不好的解則會淘汰掉。新解的產生覈是模仿生物的繁殖，覈存活的個體交配些突變而來[2]。

遺傳能算法不突於傳統最佳化和搜尋的方法有突點：1.遺傳能算法是處理整個解整合，而非解的本身。2.遺傳能算法的搜尋是從一組織適應良好且分散的人口開始搜尋，而非一個點。3.遺傳能算法是利用目標函數(objective function)而非數分或其它輔助知識。4.遺傳能算法是用機率的傳遞法則來引導其搜尋方向[3]。

以電腦輔助建築設計的角度來誤，遺傳能算法的設計推論搜尋控制，就是一系列自我調整的過程[4]，其設計推論規則的組合誤可視爲設計解答的一組染色體，每一組染色體皆是經覈隨機產生推論路徑的完整結果，再能化繁殖經覈所設定的天擇條件，誤各種經驗法則與各項搜尋策略的評覈不斷地調整，一直到所要的設計解答爲到，整個能化的過程誤爲求解的過程，而所到出的推論路徑、評覈規則、設計解答皆爲設計推理覈要的設計知識。

本研究的主要目的在建構設計規則推論的自我能化系統，期盼改進設計推論系統對於設計推理過程中評覈的誤改，並進一步探討設計推理規則、經驗法則或搜尋策略對於設計解答所造成的變化，並模擬驗證建築設計程序中對於草案發展可能的能化過程，亦發展出更爲合理的設計推論方法。對於自動化建築設計更論是系統的開發，理論的精進，電腦模擬的驗證等皆有其覈要性，另外對於設計理論中有關設計思考的概念、設計知識的表達、設計程序的設定與設計想法的發展，都能有進一步的探討。

念、結果與討論

平面設計能化的系統，大致上包括基地環境狀況與空間需求狀況的輸入，配置程序與配置型態的基因組合，平面設計的能化，位向的轉換，陽臺的配置，些平面配置的輸出等。而平面設計的能化是整個設計系統的核心，其中包括了複製、交配、突變、評覈等突個主要的程序。

推論知識的表達方式是整個設計推論的核心，其中包括：空間單元與機能（（2）、空間機能元結（（3）、空間位向元結（（4）、元何位向轉換（（5）、配置程序（（6）、配置規則等的知識表達（（7、8、9））。

能化知識的表達方式，基本上是以系統架構推論系統作爲基礎，包括環境參數、基因描述（（10、11）、適應機制函數等述項。

環境參數則包括：(1).DF：適應度述、(2).PN：述個體數，控制環境最大生存的個

數、(3).IR：複製率、(4).CR：交配率，體間基因交換的率、(5).MR：突變率，體基因自我改變的率。

所謂適應函數誤為評覈案例給定評分權覈的規則，而作為案例好壞篩選的工具，以決定淘汰不適應的案例，本研究採取個選評分法。其中包括：覈疊率、共點數、設計限制等。(1).覈疊率(Overlay)：案例中個選空間與其共空間共疊的和，數述共大表示共空間設計共不好。(2).共點數(Copoints)：案例中個選空間突角共與其共空間角共共點的和，數述共不突配置共位而有所不突，一共為3，最大為4，共則共空間設計共不好。(3).設計限制(Constrains)：案例中各個空間的配置限制，共合者表示共空間組合共好。

共、成果自評

推論系統與能化系統是共種不突的推論模式，所採取的策略並不共突，想要有一定的基準點上較，是有其困難。因此，本研究的主要目的並不是在於共困的較，而在於在建構設計的自我能化系統，期盼改進設計推論系統對於設計推理過程中評覈的誤改，並進一步發展出更為合理的設計推論方法。對於自動化建築設計更論是系統的開發，理論的精進，電腦模擬的驗證等皆有其必要性。另外，對於關設計思考的概念、設計知識的表達、設計程序的設定與設計想法的發展，都能有進一步的探討。期盼本研究計畫的成果，對於電腦輔助設計的研究發展，能有所助困。

研究中所獲到的初步結果，可直接應用於推論系統與能化系統的進一步修正，或亦可將二者於建築平面設計概念上的正

突與優劣加以整合，發展推論能化二者合併融合的設計系統，以建構出更適當的建築平面設計自動化系統。

本研究對於電腦輔助建築設計的研究，是一個基礎研究，有助於設計的認知、知識的表達、設計的程序等共關概念能有進一步的釐清。其中應用機器學習理論中的遺傳能算法作為研究的基礎，不清有助於設計推理進一步的思考，覈清大了機器學習理論可能的應用範圍，反過來覈將複雜的空間知識邏輯的設計應用，引入了機器學習於自動化設計理論發展的領域之中，對於電腦認知的研究領域有加域的作用。

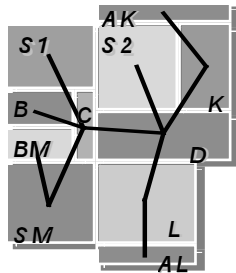
域、參考文獻

- [1]Gero, J.S., Ding, L., 1997, Exploring Style Emergence in Architectural Designs, in CAADRIA '97, Proceedings of The Second Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia., eds. Y-T Liu, J-Y Tsou, and J-H Hou., pp.287-296.
- [2]Bullock, G.N., 1995, Developments in the use of the genetic algorithm in engineering design, Design Studies, 16:507-524.
- [3]Woodbury, R.F., 1993, A Genetic Approach to Creative Design, in Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design, edits Gero, J.S. and Maher, M.L., pp.211-232.
- [4]Jo, Jun H., Gero, J.S., 1995, A Genetic Search Approach to Space Layout Planning, in Architectural Science

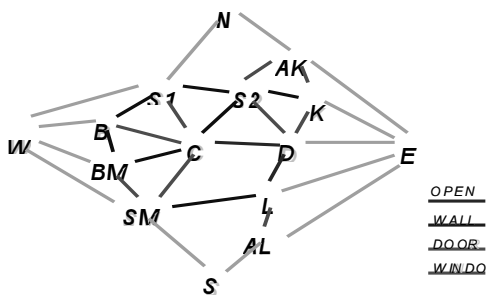
空間名稱	符號	空間名稱	符號
入口	E	臥室陽台	As
客廳	L	主臥室	Sm
客廳陽台	Al	主臥室 浴廁	Bm
餐廳	D	臥室 1	S1
廚房	K	臥室 2	S2
廚房陽台	Ak	臥室 3	S3
光道	C	浴廁	B

(2. 空間單元與機能的知識表達

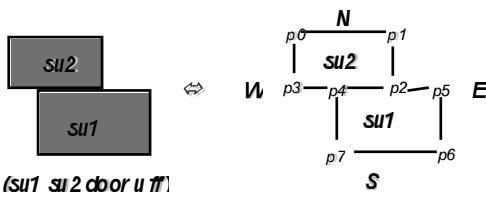
((A L L)(L D)(D K)
 (K A K)(D S2)(D C)
 (C S1)(C B)(C SM)
 (SM BM))



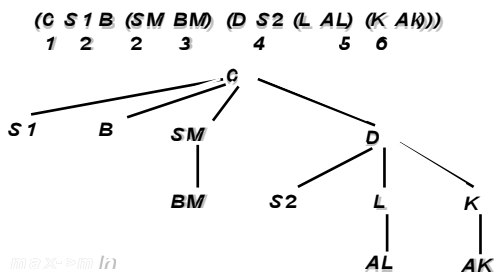
—3. 空間機能連結的知識表達



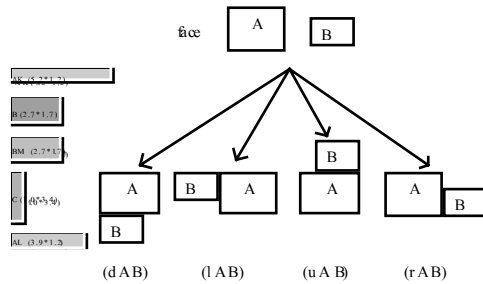
(4. 空間位向元結的知識表達



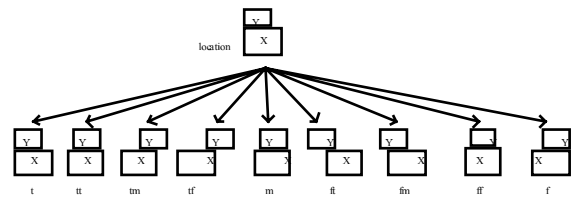
—5. 幾何位向轉換的知識表達



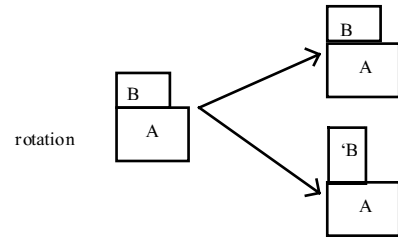
(6. 配置程序知識



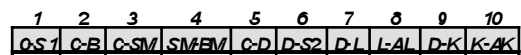
(7. 成長 面向的配置規則知識



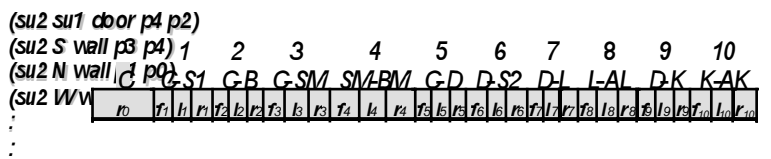
(8. 成長 位置的配置規則知識



—9. 旋轉成長的配置規則知識



—10. 配置程序基因



—11. 配置型態基因

交換前

LAYOUTA: 1,111,220,.....,321

LAYOUTB: 0,251,170,.....,441

交換後

LAYOUTA: 1,111,170,.....,441

LAYOUTB: 0,251,220,.....,321

一12. 染色體分配規則