

電腦硬體故障診斷專家系統

An Expert System for the Fault Diagnosis of Computer Hardware

洪士程

朝陽科技大學資訊工程系助理教授
e-mail : schong@cyut.edu.tw

楊逢羿

國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系助理教授
e-mail : fyyang@ym.edu.tw

摘要

本篇論文目的是在故障排除領域發展出一套「專家系統」做為電腦硬體的故障診斷，並提供一些簡單的檢測流程及自我維修導引。所設計的專家系統知識庫是以 DRAMA 為開發平台，作為後端推論伺服系統。在知識表示方面將內部的知識以「IF...THEN...」規則方式表示。使用者介面以 Java 設計前端介面，利用 DRAMA 的 API 連接後端資料庫與推論引擎。解說設備是採用 Java Server Page 與 Servlet 與後端溝通，將推論結果呈現。當使用者遇到電腦硬體發生故障時，只需提供一些事實資訊然後夠透過推論引擎法則，專家系統會快速準確的回覆相對應的結果與解決指引，並給予深入的解釋和因果關係的詮釋。如能將此系統推展至家庭之中，不但解決彙整電腦硬體相關知識的困難，更提供一套可靠簡便的問題解決指引，當然它可隨時更新、適用於不同機型的電腦上。

關鍵詞：專家系統、電腦硬體、故障診斷、推論引擎、DRAMA。

Abstract

In this paper, we propose an expert system for the fault diagnostics of computer hardware. The proposed expert system consists of two principal parts: the knowledge base and the reasoning, or inference, engine. The DRAMA knowledge extractor and DRAMA rule generator are utilized in knowledge base. The DRAMA rule is used in knowledge representation. The user interface is designed by Java language, and the DRAMA with API is used to connect the inference engine and knowledge base. The Java server page and Servlet are used in explanation facility. Once a fault of computer hardware has occurred, the expert system can guide a user to eliminate the

fault according to the information provided by user. The proposed expert system not only can diagnose the fault of computer hardware but also can update any time to be suitable for different types of computer hardware.

Keywords: expert system, computer hardware, fault diagnosis, inference engine, DRAMA.

1. 前言

「專家系統」[1]-[3]一直是電腦科學領域中人工智慧[4]-[6]研究者的熱門話題。顧名思義，專家系統是具有如同人類專家一般，能對特定領域的問題做判斷，解釋及認知的一組電腦程式。但由於此特定領域包含的範圍可大可小，且對「認知」的定義亦有不同解釋，故可有小如所謂汽車辨識專家系統，只能依照汽車外型等幾項特徵來辨認十種車。亦有大如某些實驗階段的超大型醫學專家系統，可依據十二萬個不同的醫學表徵分辨八千個疾病。儘管專家系統的定義未盡明確，但基本上，當此系統所能處理的問題其複雜性及對專業知識的需求相近或高於人類專家，且其表現亦相近或超過人類專家時，我們便可稱之為專家系統。

現今專家系統應用的領域包括有如下 13 種[7]-[12]：

- (1) 解釋：如解釋肺部測試(PUFF)。
- (2) 預測：如預測可能由黑蛾造成的玉米損失(PLAN)。
- (3) 診斷：如診斷血液中細菌的感染(MYCIN)。
- (4) 故障排除：如電話故障排除系統 ACE。
- (5) 規劃：輔助財務管理之 Plan Power 專家系統。
- (6) 設計：如小型馬達彈簧與碳刷之專家系統 Motor Brush Designer。
- (7) 監督：如 IBM MVS 作業系統之 YES/MVS。

- (8) 除錯：如檢查算術錯誤原因之 BUGGY。
- (9) 修理：如修理原油槽之 SPCOFOR。
- (10) 行程安排：如製造與運輸行程安排之專家系統 ISA。
- (11) 教學：如教導使用者學習作業系統的 TVX 專家系統。
- (12) 控制：如幫助電腦製造及分配之控制系統 PTRANS。
- (13) 分析：如分析油井儲存量之專家系統。

科技日新月異，電腦雖是高科技產品，但是也容易因為使用時間長久而發生問題，大多數的問題有時都是人為的操作不當而產生，有時會因為接觸不良所引起。在長期的使用或者是不正常的使用下當然會有故障產生，雖然有時候故障並不是個大問題，但是如果請求電腦廠商來維護的話，就必需要付出車馬費及維修費。為了讓一般的電腦使用者在故障發生時，可以透過筆記型電腦或另外一台電腦進行簡單的自我故障排除，因此我們設計一個電腦硬體故障檢測及排除的專家系統。

本篇論文目的是在故障排除領域發展出一套「專家系統」做為電腦硬體的故障診斷，並提供一些簡單的檢測流程及自我維修導引。如同相關文獻中所提及，一個好的專家系統透過儲存於知識庫之專家的知識和推論引擎的機制，當使用者提供一些事實資訊時，能夠透過推論引擎法則[13]-[14]的對應與推論，快速準確的回覆相對應的結果與解決指引，並給予深入的解釋和因果關係的詮釋。如能將此系統推展至家庭之中，不但解決彙整電腦硬體知識的困難，更提供一套可靠簡便的問題解決指引，當然它可隨時更新、適用於不同機型的電腦上。

我們以下面的方式來安排本篇論文，在第 2 節介紹問題的定義與分析，第 3 節介紹資料採擷與知識表示法，第 4 節介紹系統發展流程，第 5 節介紹規則式專家系統開發工具，第 6 節展現具體成果，第 7 節將做一個結論。

2. 問題定義與分析

要能迅速排除電腦硬體故障須使用系統化的步驟：由上而下找出問題所在，症狀分析加上置換法則，使用偵測軟體，充實系統運作原理的知識。如同起初的動機，我們希望發展一套適用於家庭中的電腦硬體故障診斷系統，因此對於適用的對象自然是一般的家庭乘員，而其所具備的電腦硬體專業知識自然是較

為簡單貧乏的，所能提供的事實癥兆是淺顯粗糙的，所要求的操作介面應該是簡易方便的，所能從專家系統中獲得的答案應該是明確易懂的，而系統所能給予的解釋卻應豐富清楚的。有了這樣的釐清，將有助於爾後系統介面的設計、知識層次的水準與表達、知識收集來源與內容、解釋機制的設計與內容。

我們設計的電腦硬體故障診斷專家系統，一開始乃針對各種的電腦硬體常見的故障為主軸，再配合簡單的維護與定期性保養說明。我們泛稱電腦不能開機正常執行工作之情況為有 ERROR。錯誤告知共有三種方式：

- (1) 聲音。電腦以 BEEP BEEP 聲作反應。
- (2) 顯示錯誤訊息於畫面上。
- (3) 完全沒有動靜。

此外也可以將錯誤發生的時機分為開機時有 ERROR，及執行中的 ERROR。問題的發生不一定是硬體的毛病，甚至我們可以說錯誤有時是一定會發生的且屬於自然情況。如：磁片的讀寫頭髒了，或由於溫度的上升造成 IC 的插腳冷縮熱脹而鬆脫於插座上，也就是所謂的接觸不良。除非接觸不良的情形嚴重到造成某些零件短路，否則都是容易解決的。而在維護與定期性保養部份，則是提供一些守則知識庫供使用者查詢，舉凡定期開機、靜電、煙灰、灰塵及空氣污染、電磁干擾、定期保養等等。其中主要構建的知識庫乃集中於一般電腦硬體故障為主，因為這些故障在我們認為並沒有如其它重大故障般，需要更多測試器材或軟體的檢測，且人們較為熟悉、相關參考資訊較為豐富以及利害關係相較之下可為一般人所認同採信；而維護與定期性保養的部份則提供較精簡要項，不需儀器數據資訊，即可給予使用者一個簡單的導引方向和建議。圖 1 所示為電腦硬體各部分間之相互關係，可協助我們規劃出專家系統所需的知識類別。

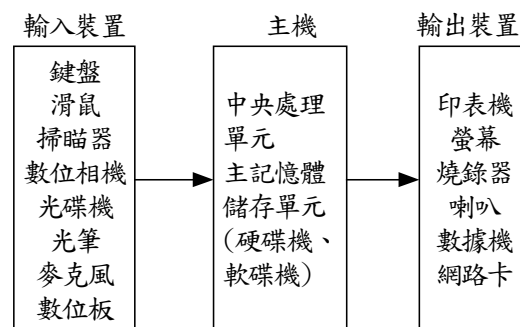


圖 1 電腦硬體各部分間之相互關係

(1) 專家知識取得

A. 由相關電腦硬體裝修書籍和電腦硬體介紹網站或bbs站，及微軟公司推出的Windows 2000、XP、Vista等作業系統所提供的Help檔案，蒐集得到專家系統知識，並且將這些資料分類、分析和彙整。

B. 請教兩位具有行政院勞工委員會乙級技術士證照電腦硬體裝修監評資格之大專教師，針對所收集到之資料進行核對，將錯誤或有矛盾部分更正。

(2) 推論工具採用

我們選擇規則式專家系統開發工具—DRAMA 支援 API 版本 v2.5 [15]作為主要使用者介面與推論工具，將我們收集到的專家知識轉化並儲存於規則式知識庫中，並且可以透過完整的應用程式開發介面與資料庫連結器，依據獨特的文化與知識應用方法，開發知識應用系統，提供知識再利用的管道，提昇決策效率、提高生產力、增加獲利能力，是知識應用系統中的一大突破。

3. 資料採擷與知識表示法

在人工智慧專家系統領域中，由於專家知識獲得不易，且十分花費時間，因此資料採擷一直是建構專家系統的主要瓶頸所在。而於1985年開始，一連串以歸納學習自資料庫中獲取專家知識的方法論陸續提出，其原意乃提供替代方案，以獲取資料庫中現存的資料，輔助不易獲得的專家知識，以共同用在建構專家系統的知識庫中。

根據Frawley, Piatetsky-Shapiro及Matheu對資料採擷的定義是從資料庫中挖掘出不明確、前所未知以及潛在有用的資訊過程[16]。Grupe 及Owring認為資料採擷是指由以存在的資料中採擷出新的事實及發現出專家尚且不知的新關係[17]。而Berry及Linoff則認為資料採擷就是使用自動或半自動的方式對大量的資料做分析，以找出有意義的關係或法則[18]。

而在Fayyad的定義中，則區分出資料庫中之知識發現流程與知識採擷之不同[19]。知識發現流程為指自資料庫中選擇合適資料、資料處理、資料轉換、資料採擷至結果評估之一連串過程，而就狹義定義而言，資料採擷只是資料庫知識發現流程中的一個過程。

資料庫知識發現流程包含以下五個階段：

(I)資料的選取：了解應用領域以及使用者的

需求，並且應用相關的先前知識，而由資料庫選取出與探索目標相關的資料，以建立出目標資料集。

(II)資料的先前處理：包含去除資料雜質、處理缺漏資料、定義資料型態以及資料綱要等，甚至對整個資料所代表的含意徹底釐清。

(III)資料轉換：在資料淨化後，將資料範圍縮小與資料投射，包含取決於知識發現的目標與任務，以找出有用的代表資料，並利用多維度法或資料轉換法來減少變數或找出恆常不變的資料代表。

(IV)資料採擷：將轉換後的資料，依據問題種類來進行資料採擷。

(V)說明和評估：根據資料採擷後，所得出的模型，來決定結果呈現方式以及對結果解釋與評估。

無論是何種資料採擷方式，其整體的架構包含下列五大項，分別為使用者溝通介面，資料庫，應用領域知識，採擷出之知識，資料採擷方式，圖2為五大項在資料採擷的相互關聯性。以下將針對這五大項在資料採擷的相關問題，做概略性的描述。

(i)使用者溝通介面：要如何建立與使用者之間的溝通模式，以及要如何解決使用者可能遇到的問題種類，便是程式設計者所應注意到的問題。

(ii)資料庫：主要包含兩大類的問題：第一類為資料庫的設計與管理問題，包含原始資料的正確與否，及因時間持續變化，而造成資料過時的現象產生；另一類則是因為資料庫種類的不同，而造成資料採擷上的困難。

(iii)應用領域知識：要如何利用更多的領域知識，以有效輔助資料採擷之進行，或者用於判斷及解讀上，以使採擷工程更具智慧性，便成為此十分重要的部分。

(iv)採擷出知識的表達及後續處理問題：對於採擷出的知識以何種形式表達，以及要如何使使用者最容易接受，並進一步使用採擷出的資訊。

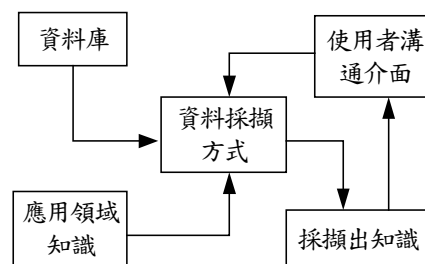


圖2 五大項在資料採擷的相互關聯性

(v) 資料採擷方式：資料採擷可依處理方式不同，而分為類神經、統計、相關數學模式以及歸納學習等方式，而其中各有其優缺點。使用者依需求採取適合的資料採擷方式，以提高執行效率。

在人工智慧中所談論到的學習，可依不同的學習方式，劃分成兩類。一類為適應性系統，由監視系統隨時調整參數，而增加其處理速率，含有自我學習機制，此類包含了類神經網路、以及遺傳工程等；另一種學習方法為將學習視為以概念或 KDD Process 規則 (rule) 的呈現方式，來獲取結構性的知識。然而在資料採擷的領域之中，除了上述所提的兩類外，尚有統計方式，然而單純以統計方式來進行資料的採擷，並不具備學習的機制。

(1) 類神經網路：

類神經網路的基本原理，主要是利用重複學習的方式，將一連串例子交予學習，使其歸納出一個足以區分的模式，如此日後在面對新的例證時，類神經網路系統便可以依據過去學習成果歸納後的結果，推導出新的結論。

(2) 歸納學習：

歸納學習的方式，在資料採擷的領域中，受到廣泛的運用。包含了樹狀分類法、關聯資料分析法與概念數導向歸納學習法。

資料採擷分析方式與統計分析方式最大的差異在於資料分析型態：資料採擷方法所分析的資料型態為定量資料與定性資料；而至於統計方法所分析的資料為定量資料。所謂定量資料是指：資料是由眾多數值組合而成，且針對此類資料的處理方法，可採數值分析的方法來做；而至於定性資料則是指：凡是不以數值來表示，僅以類別區分的資料，則稱為定性資料，又稱為類別資料，如性別、教育程度等。

4. 系統發展流程

一套完整的專家系統需包括四個部份：

(1) 知識庫：

儲存專家系統所需之經驗性與一般性的知識，其中包含法則與事實。知識來源可為該領域之專家或相關研究、報告等文獻。其中經驗性的知識乃是由人類專家累積多年經驗而得，使用這種知識，專家系統可以進行較具學術性的猜測，並組織較好的搜尋方法，避免盲目的搜尋。它能夠大大縮減搜尋解答的範圍，是專家系統成功與否的重要關鍵。圖3為我們設計的專家系統所規劃知識的類別。

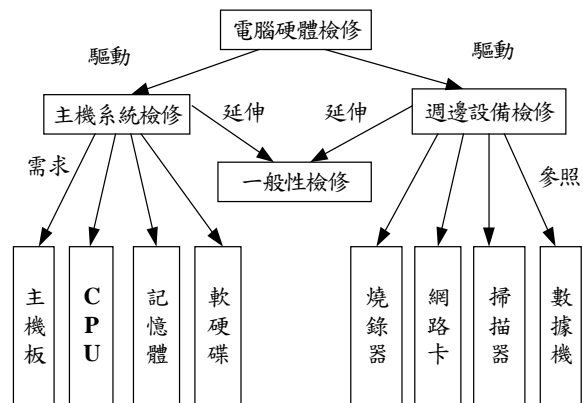


圖 3 規劃知識的類別

資料採擷可透過以下方式進行：

- (a) 依照圖 3 規劃知識的類別具備之特性。
- (b) 利用 DRAMA Knowledge Extractor 與 DRAMA Rule Generator 進行知識擷取工作。
- (c) 配合 DRAMA Rule Base Editor 規則編輯器驗證編修。

(2) 知識表示法：

最終結果的陳述，以規則 (Rule) 方式為主。

(3) 使用者介面：

為專家系統直接與使用者接觸的環境介面，使用者透過此介面與系統溝通。良好的使用者介面能夠幫助使用者清楚明瞭系統的運作，降低系統使用的難度與複雜度。

(4) 解說設備：

其功能在於將系統運作時所推論的法則與所依據的事實，提供一個解說的管道讓使用者明瞭，以保持系統運作時的透明度。

在實作上我們所設計的專家系統採用之方式說明如下。

- (a) 知識庫：以 DRAMA 為開發平台，作為後端推論伺服系統。
- (b) 知識表示：內部知識以「IF...THEN...」的規則方式表示。
- (c) 使用者介面：以 Java 設計前端介面，利用 DRAMA 的 API 連接後端資料庫與推論引擎。
- (d) 解說設備：採用 Java Server Page 與 Servlet 與後端溝通，將推論結果呈現。

在實作時程上，將上述四個部分安排至以下列四個階段完成，如圖 4 所示：

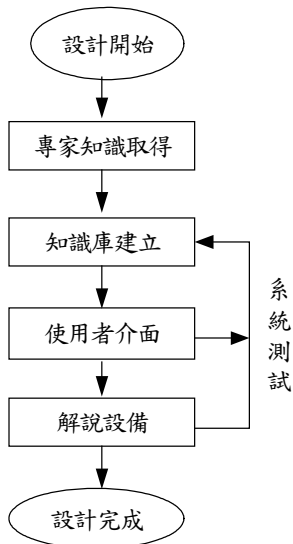


圖4 電腦硬體故障診斷專家系統發展流程

5. 規則式專家系統開發工具

規則式專家系統開發工具—DRAMA v2.5 [15]，可以用來開發規則式知識應用系統，規則式知識應用系統也就是規則式專家系統，其內部知識以「IF...THEN...」的規則方式表示，當事件發生時，被改變的事實可被作為知識推論的依據，透過推論引擎針對這些事實，推論儲存於知識庫中的規則式知識，DRAMA v2.5 目前提供前向推論 (Forward Inference)、後向推論 (Backward Inference)、模糊推論 (Fuzzy Inference) 及多階段式推論 (Multiple-Phase Inference) 能力，最後取得推論的結果。

換言之，規則式專家系統由兩大部分所組成，其一為規則式知識庫，另一則為規則推論引擎。規則式知識庫之建置則為規則式專家系統成敗之關鍵。由於規則式知識對於領域專家而言是較為陌生的知識表示方法，因此需要一套有效的知識擷取流程將領域專家的知識轉換成推論引擎所能解讀的規則式知識。

DRAMA v2.5 可以透過規則式知識擷取及建立工具，將企業中的規則化知識轉化並儲存於企業知識庫中，並且可以利用完整的應用程式開發介面與資料庫連結器，依據獨特的企業文化與知識應用方法，開發企業知識應用系統，讓企業知識能夠充分地再利用，以提昇企業決策效率、提高生產力、增加獲利能力，是知識應用系統開發工具的一大突破。目前已成功導入至農業應用領域、電信服務領域與交通控制領域，開發領域相關之專家系統與決策支援系統。

我們所使用的發展工具為 DRAMA，它是

一套採 Java 語言開發，具備知識建立與快速推論的能力，並開發各式領域的專家系統。其特點如下：

(1) 規則推論能力

提供前推與後推快速推論引擎，可將推論結果回存至資料庫或觸發相關系統的指定動作。

(2) 跨平台能力

可在 Windows 系列、Unix、Linux 及 FreeBSD 等平台上快速執行推論。

(3) Web-based System API

提供以 Web 為基礎的應用程式開發介面，藉此開發 Web 上的專家系統，讓使用者可以利用瀏覽器取得專家系統的協助，而管理者可在伺服器端進行管理與知識建立。

(4) Java-based System API

提供以 Java 為開發語言的應用程式開發介面，藉此開發專屬介面的專家系統，讓使用者進行管理、建立知識與推論知識。

(5) 標準知識輸入與測試介面

提供標準規則輸入、修改與測試介面，提供管理者建立專家知識，並進行測試。

(6) 多專家系統並存

提供同一推論核心系統，同時建立多個專家系統，並可分開或合併推論知識，取得推論結果。

(7) 支援開放性資料庫連接

可透過 ODBC 與 JDBC 與各式資料庫系統連接。

6. 具體成果

經由取得的專家知識，建構完成表 1 的知識類別與規則數量，圖 5 所示為系統介面關係圖，圖 6 為電腦診斷專家系統主畫面。

表 1 電腦硬體故障診斷專家系統知識類別與規則數量

類別	主機板	CPU	記憶體	磁碟機
規則數量	26	18	12	25
類別	燒錄器	數據機	掃描器	網路卡
規則數量	7	5	4	10

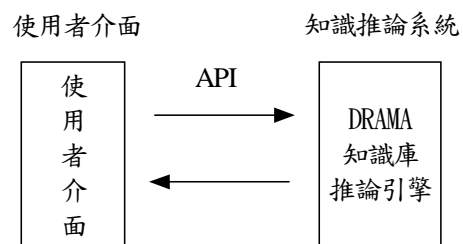


圖 5 系統介面關係

電腦檢修專家系統



圖 6 電腦診斷專家系統主畫面

7. 結論

科技日新月異，電腦雖是高科技產品，但是也容易因為使用時間長久而發生問題，大多數的問題有時都是人為的操作不當而產生，有時會因為接觸不良所引起。在長期的使用或者是不正常的的使用下當然會有故障產生，為了讓一般的電腦使用者在故障發生時，可以透過筆記型電腦或另外一台電腦進行簡單的自我故障排除，因此我們設計一套電腦硬體故障檢測及排除的專家系統。

本篇論文所設計的專家系統知識庫是以 DRAMA 為開發平台，做為後端推論伺服系統。在知識表示方面將內部的知識以「IF...THEN...」規則方式表示。使用者介面以 Java 設計前端介面，利用 DRAMA 的 API 連接後端資料庫與推論引擎。解說設備是採用 Java Server Page 與 Servlet 與後端溝通，將推論結果呈現。當使用者遇到電腦硬體發生故障時，只需提供一些事實資訊然後夠透過推論引擎法則，專家系統會快速準確的回覆相對應的結果與解決指引，並給予深入的解釋和因果關係的詮釋。如能將此系統推展至家庭之中，不但解決彙整電腦硬體相關知識的困難，更提供一套可靠簡便的問題解決指引，當然它可隨時更新、適用於不同機型的電腦上。

參考文獻

- [1] George, F. L., and William, A. S., *Artificial Intelligence and the Design of Expert Systems*, Benjamin-Cummings Publishing Company, 1989.
- [2] Giarratano, J. C., and Riley, G. D., *Expert Systems- Principle and Programming*, 4th ed., PWS Publishing, 2004.
- [3] Jackson, P., *Introduction to Expert Systems*, 3rd ed., England: Addison Wesley Longman, 1999.
- [4] Russell, S., and Norvig, P., *Artificial Intelligence: A modern approach*, 2nd ed., New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- [5] Winston, P. H., *Artificial Intelligence*, 4th ed., MA: Addison-Wesley, 2000.
- [6] Stefik, M., *Introduction to Knowledge Systems*, San Francisco CA: Morgan Kaufmann, 1995.
- [7] Waterman, D. A., *A Guide to Expert System*, Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
- [8] Dym, C. L., and Levitt, R. E., *Knowledge-Based Systems in Engineering*, McGraw-Hill, 1991.
- [9] Hopgood, A. A., *Knowledge-Based Systems for Engineers and Scientists*, CRC Press, 1993.
- [10] Durkin, J., *Expert Systems Design and Development*, New York: Macmillan, 1994.
- [11] Torsun, I. S., *Foundations of Intelligent Knowledge-Based Systems*, New York: Academic Press, 1995.
- [12] Liebowitz, J., *Handbook of Applied Expert Systems*, Boca Raton, FL: CRC Press, 1997.
- [13] Kendal, S., and Creen, M., *An Introduction to Knowledge Engineering*, New York: Springer Verlag, 2006.
- [14] Brachman, R., and Levesque, H., *Knowledge Representation and Reasoning*, San Francisco: Morgan Kaufmann, 2004
- [15] CoreTech Knowledge Inc., http://www.coretech.com.tw/e_DRAMA.htm
- [16] Mahesh, K., and Nirenburg, S., *Knowledge-Based Systems for Natural Language*. In *The Computer Science and Engineering Handbook*, ed. Allen B. Tucker, Jr., pp. 637-653. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc., 1997.
- [17] Walker, T. C., and Miller, R. K., *Expert Systems Handbook: An Assessment of Technology and Applications*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1990.
- [18] Nilsson, N. J., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 2nd ed., NJ: Prentice Hall, 2002.
- [19] Luger, G. F., *Artificial Intelligence / Structures and Strategies for Complex problem Solving*, 6th ed., New York: Addison-Wesley, 2008.