

# 以雲端運算建立冠狀動脈心臟病檢測及 風險評估決策輔助系統之研究

李師毅

輔仁大學資管所碩士生

498746177@mail.fju.edu.tw

邱瑞科

輔仁大學資管所教授

004271@mail.fju.edu.tw

## 摘要

冠狀動脈心臟病為國人近年來常見十大死因之一，且於國內外皆已備受關注與研究，因疾病本身初期症狀不明顯，往往會因不易察覺而被忽略，一旦罹病便須長期治療控制，因此若能早期發現並提早預防，即可有效降低或延緩冠狀動脈心臟病的發生。目前醫學上對於冠狀動脈心臟病之判定，大多仍以人為方式進行，若能藉由此一系統的開發建構，則可協助醫學臨床診斷與檢測。

近年來行政院衛生署大力推動健康照護，且雲端運算應用於醫療照護之發展具有前景，但目前尚無明確的建置架構，本研究期望結合雲端運算與模糊專家系統工具 JFuzzyLogic，來建立一冠狀動脈心臟病檢測及風險評估輔助系統。在雲端技術上，本研究將使用 Hadoop 平台，透過雲端運算之分散式運算能力，以方便未來提供線上服務時，可以提供給更多人來使用。並期望以此系統之發展過程來作為發展雲端運算模式於疾病風險評估與診斷之基礎個案。

本研究藉由文獻探討及彙整醫師專家的專業知識，以釐清引發冠狀動脈心臟病之顯著危險因子，並經模糊專家系統的推論來推估個案無論有無冠狀動脈心臟病之可能的風險嚴重程度，藉此發展一套可用於線上查詢暨診療系統，提供醫師作為診療之參考依據，與了解患者病情資訊，以便執行有效評估、給予適當處置並給予正確生活調適與衛教指引。

**關鍵詞：**雲端運算，健康照護，人工智慧，模糊專家系統，Hadoop。

## 1. 緒論

### 1.1 動機與目的

我國衛生署(2010)公佈的資料顯示，98年度國人十大死因依死亡率高低排序為惡性腫瘤(28.063%)、心臟疾病(10.611%)、腦血管疾病(7.3%)、肺炎(5.876%)、糖尿病(5.785%)、意外事故(5.173%)、慢性下呼吸道疾病(3.484%)、慢性肝病及肝硬化(3.458%)、自殺(2.856%)及腎炎、腎徵候群及腎性病變(2.811%)(行政院衛生署，2010)。透過統計可以得知，目前心臟疾病為國人十大死因中的第三名，其中冠狀動脈心臟病即為最常見的一種心臟疾病(行政院衛生署國民健康局，2006)。且隨著現代人飲食習慣與生活壓力劇增，再加上肥胖、缺乏運動、抽煙及生活步調緊張忙碌，都使得冠狀動脈心臟病發生率上升，且發作年齡也有年輕化的趨勢。目前衛生署積極推動預防保健，希望透過疾病的早期發現與增進慢性病患者自我照護能力的服務模式，使傳統治療轉變成保健的新理念，讓患者的健康可以得到更多的重視及保障。

而行政院衛生署近年也對於透過資訊科技來改善醫療照護產業有很大的推動。例如，遠距照護計畫及電子病歷等，根據過去的成果可得知，資訊科技對於醫療照護產業的改善有很大的成效。日前行政院衛生署也舉辦雲端運算在醫療健康產業之應用研討會，其發展方向在建立一醫療保健雲，並拓展雲端運算於醫療健康產業的導入與應用，故可得知雲端運算應用於醫療照護，必定為產業內共同推動之方向(行政院衛生署，2010)。

根據 Merrill Lynch (美林證券) 分析雲

端運算市場，預估於 2011 年達美元 1600 億，其中 950 億是商業用途、資料分享、協同作業。而 Gartner 更指出(范榮靖,2009)企業未來在 2013 年的雲端運算花費預估為美元 1500 億。韓國及美國等國外政府也已走向將全國行政機構整併為多個資訊中心，逐步導入雲端技術，來降低軟體租用成本及集中共享資源。而微軟亞太研發集團主席張亞勤表示，微軟目前有 4 至 5 成的研發人員進行雲端開發，預期於 2010 年底將提升至 9 成，由此可得知雲端運算為各大領域之發展趨勢(何英煒,2010)。因此，為跟進國際的腳步，行政院希望將在近年建立共構機房與完成資訊系統之改造，促進台灣雲端運算的發展(林淑惠、呂雪慧,2010)。

經濟部技術處長吳明機表示，台灣可利用既有之資訊通訊科技產業發展基礎及優勢，來透過雲端運算發展科技化服務，進而促進醫療照護等六大新興產業發展(唐佩君,2009)。日前經濟部與 IBM 合作共同設立「智慧生活前瞻研究中心」，期望未來能將結合 IBM 雲端運算、資料管理分析技術，和國內相關研究單位資源、人力，研究雲端醫療照護服務模式(蘇文彬,2009)。由此可知雲端運算於醫療照護應用為政府推動之目標。

雖然台灣目前健康照護於雲端運算之應用尚處於計畫推動之階段，但藉由國內外其他產業仍可得知，目前雲端技術已逐漸發展成熟，且其商業模式也已慢慢建立。雲端運算於醫療照護應用的發展具有前景，但卻缺乏明確的建置架構。因此本研究期望能根據目前雲端技術的發展及醫療產業現況的需要，將冠狀動脈心臟病檢測與風險評估輔助系統移植到雲端架構上，由於雲端運算能提供分散式運算系統的能力，當系統需要大量運算需求時，則可輕易的滿足其需求。此外，使用雲端

運算更可以降低主機的固定成本與機房費用，當系統需求是不明確或高度變化時，更適合採用雲端平台來建置。

因此，本研究擬建立之冠狀動脈心臟病檢測及風險評估輔助決策系統，將結合雲端運算、決策樹與模糊專家系統的檢測及風險評估功能，並透過文獻來決定冠狀動脈心臟病之診斷方法及疾病危險因子。而在雲端技術將使用 Hadoop 系統，期望透過雲端運算之分散式運算能力，來改善過去在進行實驗時費時過久之情形，並同時擁用更強大之運算能力，以方便未來提供線上服務時，提供給更多民眾來使用，並期望透過本系統來降低國人罹患冠狀動脈心臟病之機率。

## 1.2 研究流程

本研究首先將透過文獻探討與專家知識的整理去彙整出罹病之危險因子與診斷方法，最後建立此系統來提供給一般民眾進行冠狀動脈心臟病檢測與風險評估之功能。研究流程，如圖 1 之所示。

首先先界定研究動機與目的，然後進行文獻探討與彙整，在雲端運算方面，主要蒐集雲端運算目前之相關技術，並進行成本效益評估與醫療產業方面之應用，同時也探討雲端系統之建置方法。在此冠狀動脈心臟病檢測及風險評估決策輔助系統的文獻探討上，主要先蒐集了冠狀動脈心臟病之相關研究，來釐清危險因子與診斷方法。爾後探討模糊專家系統之歷史與醫療診斷模糊專家系統之建置方法。再完成文獻探討後，即進行研究方法之擬定，在此步驟主要進行研究架構與實驗變數之確認，並確認決策樹法則知識庫與專家知識庫之來源。

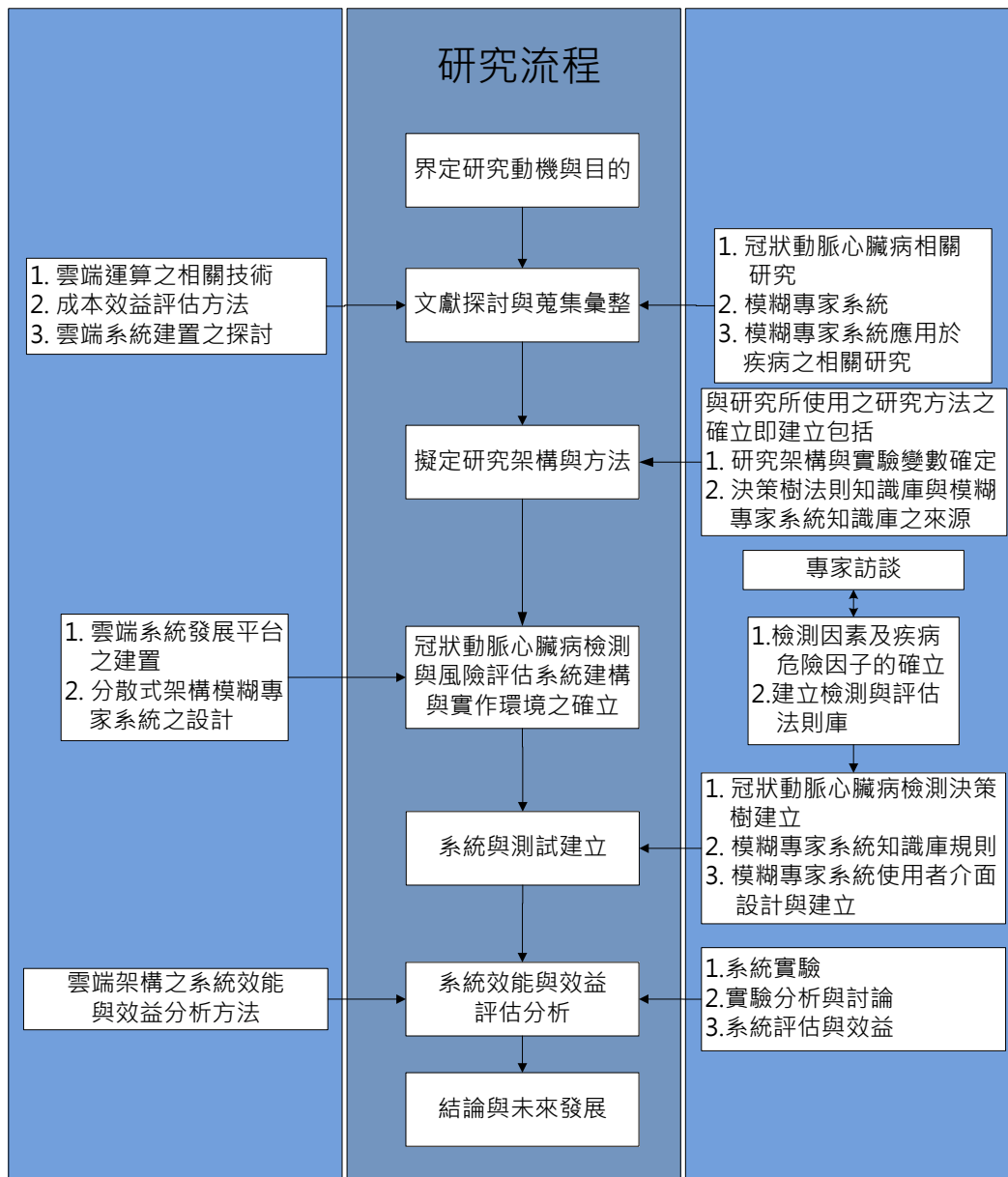


圖 1 系統建置架構與流程

在冠狀動脈心臟病檢測與風險評估輔助決策系統建構與實作環境之建立上，主要分為雲端平台建置與冠狀動脈心臟病檢測及風險評估系統之建立。在雲端系統發展平台之建置上，首先經過文獻探討與需求分析後選擇所要使用的雲端平台，在本研究中選定 Apache 公司的 Hadoop 來建置雲端服務平台，並將傳統的決策樹與模糊專家系統進行分散式架構的系統分析與設計，來滿足建置雲端服務平台的需求。在 Hadoop 平台建置上，共分為以下三個步驟：

在伺服器中建置 Java 執行環境，同時在作業系統中，建立一共用 SSH 帳號，作

為伺服器間溝通之用。

第二，將 Hadoop 程式以及設定檔複製到每一台伺服器的相同目錄下。再將要分析的資料放入 Hadoop 的 NameNode 虛擬檔案系統中。

最後，在 Master 伺服器中啟動 Job Tracker 工具來執行 Hadoop 程式，並自動啟動其他 Slave 伺服器上的程式，依據設定檔進行分散運算。

在系統決策模式建立之前，首先要透過文獻來定義冠狀動脈心臟病之危險因子，並建立檢測與評估的法則庫與風險值，此步驟需經由與專家訪談後進行不斷的修正

來完成。再經過專家訪談的確認後，即可進行冠狀動脈心臟病的決策樹與模糊專家系統之知識庫規則建立，再完成此冠狀動脈心臟病檢測及風險評估系統之使用者介面。經由模式建置完成後，則可透過系統評估與分析，包括利用正確率、精確度等公式來進行相關研究之比較，此外也透過在文獻探討所列出之成本計算公式來進行效益、安全性和效能之評估。最後將本研究之目的與成效來進行論述，並提供未來精進方向之建議。

## 2. 文獻探討

本章主要在論述冠狀動脈心臟病、雲端運算與模糊專家系統在疾病診斷預測與分析應用之探討，其中雲端運算共分為以下三節，應用雲端運算之醫療產業架構、以雲端建構應用服務平台與系統導入雲端技術之評估方法。而在模糊專家系統方面，首先敘述模糊專家系統之介紹，爾後探討專家系統於疾病之相關研究，最後介紹冠狀動脈心臟病與其在風險評估等方面之相關研究，以下分別論述之。

### 2.1 冠狀動脈心臟病

冠狀動脈心臟病，為一種常見的慢性心血管疾病，此疾病是指供應血液與氧氣給心臟的血管，因為血液中的膽固醇和脂肪在血管內壁積聚，使得血管變的狹窄或阻塞使得血液流量減少，導致心肌氧氣和養分供應不足，此情況稱為動脈粥狀硬化，其為造成冠狀動的潛在病因。而當血管堵塞情況嚴重時，所通過的血流量降低，使得心臟無法得到足夠的氧氣，會造成心臟缺氧 (ischemia)，此情況發作時病人常會感到疼痛，一般稱之為心絞痛 (angina)。當心肌因為缺乏氧氣而受損時，則會使病人有心臟病發作的危險，其常見的症狀有，胸悶、心絞痛、心臟衰竭與心律不整等 (彰化基督教醫院，2010；Johnson & Johnson Medical Taiwan，2009)。

目前臨床上用來診斷冠狀動脈心臟病有以下幾種，分別是臨床病史、心電圖、心臟超音波、鉍 201 核子醫學掃描與心導管手術。其中以臨床病史最為重要。

在臨床病史主要是透過觀察病患有無相關病徵，其典型症狀為有胸部壓迫感或胸痛，有時也會合併冒冷汗，頭暈及呼吸困難，常發生在劇烈運動或情緒起伏較大導致心臟負擔加重時。而症狀通常在休息或服用硝基甘油舌下片十五分鐘內緩解。若症狀持續超過三十分鐘則要懷疑為急性心肌梗塞，需緊急就醫治療。

第二，為透過心電圖來檢查，一般可分為靜態心電圖及運動心電圖。但靜態心電圖除非心肌梗塞或心絞痛發作時，才可發現其特殊變化，而運動心電圖則是藉由運動時心臟的負擔加大與需氧量增加，所產生缺血的變化來診斷冠狀動脈心臟病，但是運動心電圖仍有相當高的假陽性及假陰性率，故仍需作進一步的檢查與評估。

第三，心臟超音波檢查主要用來評估冠狀動脈心臟病患者，左心室的功能與有無合併其他心臟病變，通常對冠狀動脈心臟病無法做確定的診斷。第四，鉍 201 核子醫學掃描是利用同位素來檢查心臟在靜止、運動或藥物刺激下血流分佈的變化情形，用來檢查心肌梗塞或缺氧的範圍及程度，對於區分心肌梗塞或缺氧具有相當高的正確率。最後，心導管術的檢查可以清楚的了解冠狀動脈心臟病，心臟血管阻塞的位置、型態及程度 (林楨智，2010)。

而冠狀心臟病的臨床分類包括以下幾種，無症狀的心肌缺氧 (Silent myocardial ischemia)、猝死 (sudden death)、缺血性心臟病 (ischemic cardiomyopathy)、心絞痛 (angina) 與心肌梗塞 (myocardial infarction) (中國醫藥大學附設醫院，2010；彰化基督教醫院，2010；李應紹，2010)。

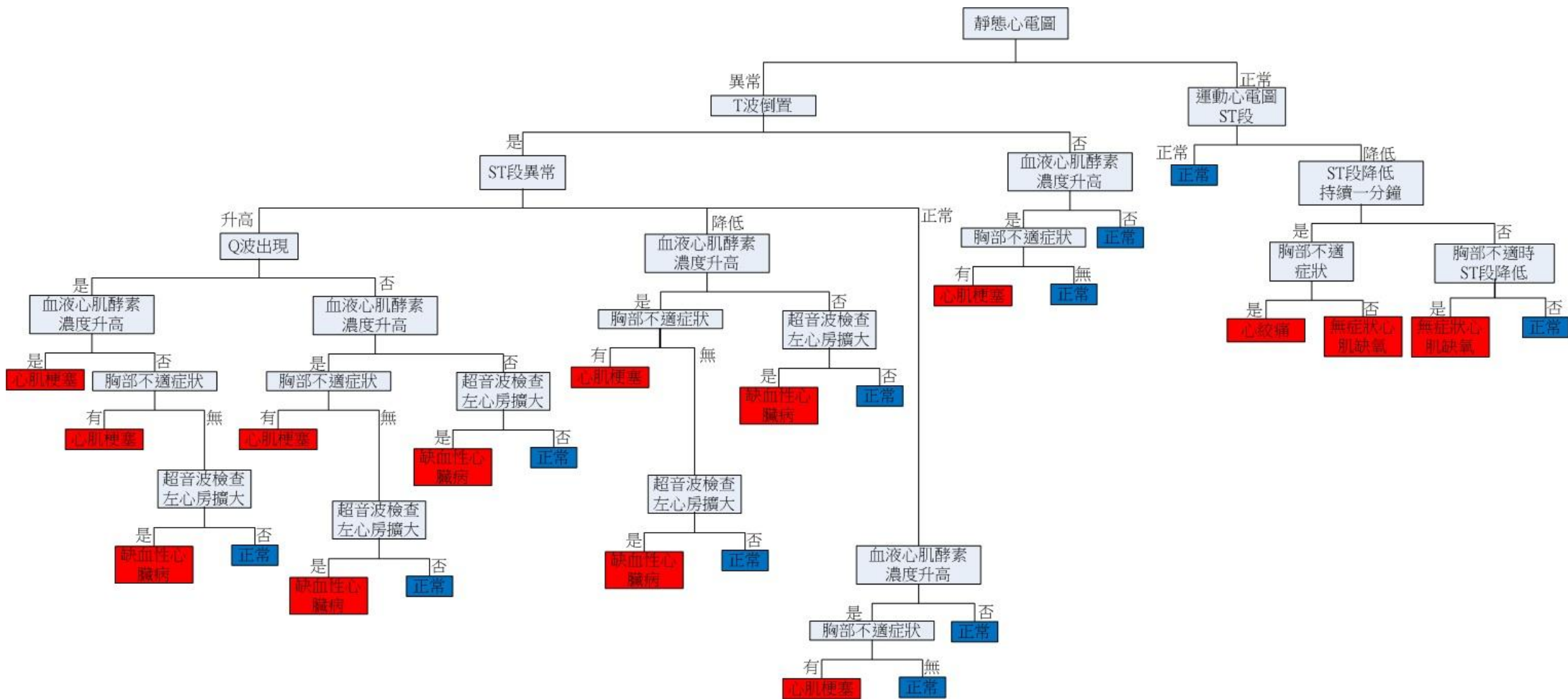


圖 2 冠狀動脈心臟病臨床分類決策樹之範例  
資料來源：本研究整理

本研究透過決策樹將上述冠狀動脈心臟病所提及之臨床分類，無症狀的心肌缺氧（Silent myocardial ischemia）、缺血性心臟病（ischemic cardiomyopathy）、心絞痛（angina）與心肌梗塞（myocardial

infarction），透過醫護人員之診斷方法來建立一冠狀動脈心臟病之檢測模式。爾後透過模糊專家系統，透過冠狀動脈心臟病之危險因子，來推估其罹患冠狀動脈心臟病之可能性或已罹病的惡化風險。

表1 冠狀動脈心臟病臨床分類之特徵、檢測因素與危險因子

臨床分類	症狀	檢測因素	致病危險因子
無症狀心肌缺氧	無症狀或輕微心絞痛	發作時無症狀，但心電圖有缺血表現與心律失常	抽菸、運動量過少、飲食高油脂、體重過重、高血壓及高血糖等
猝死	胸痛、胸悶、心律不整、全身不適或無症狀	在沒有其它潛在致死的病因下，由於心臟血管系統問題所造成非預期性的死亡。	過勞、飽餐、飲酒及過量吸煙、精神狀況過度興奮與激動
缺血性心臟病	胸口有壓迫感或無法描述的不舒服感覺，也會發生在下巴、左肩、上腹部或左手臂內側	心臟有明顯擴大，以左心室為主、超音波心電圖有心臟功能不全的現象與冠狀動脈斷層掃描發現多支冠狀動脈狹窄病變	血壓控制不良、高血脂、抽煙、糖尿病、有冠狀動脈心臟病家族史的人。
心絞痛	短暫胸痛或胸部緊迫感	前胸（胸骨下）悶痛或壓迫感，持續 1-5 分鐘（一般小於 20 分鐘），可傳達至左手臂、下顎或上腹部	高血壓、高血脂、抽煙、肥胖、糖尿病與運動不足，而無法控制的危險因子有男性、老年人、家族病史、罹患冠狀動脈心臟病或心肌梗塞者
心肌梗塞	胸痛，比起心絞痛更為嚴重且持續時間更長	疼痛、血清肌酸磷酸酵素（CK 或 CPK）發病 6 小時內出現，並於 24 小時達高峰，且會在 48 至 72 小時後消失與心電圖有連續性和特徵性的改變	抽煙、糖尿病、高血脂及高血壓

資料來源：本研究整理

而有關冠狀動脈心臟病臨床分類之相關資訊整理，請參考表 1。本研究將使用此表中提及的檢測因素，透過決策樹之建立，讓使用者可以去判定罹患何種類型的冠狀動脈疾病，其決策樹的初步規劃與設計，如圖 2 所示。

## 2.2 雲端運算

雲端運算為一種透過網際網路運算的方式，其藉由網際網路提供個人與企業即時且符合需求的運算。根據 SUN 公司的定義，認為雲端運算不是技術而是一種概念，其本質上就是分散式運算 (distributed computing)，與過去不同在於透過網路把資訊科技當作服務使用 (SUN, 2009)。而 IBM 公司認為，雲端計算是一種新興的計算模型，使用戶能夠利用任何裝置 (包含桌上型電腦和智慧型手機等)，從任何地方來使用服務，並透過整合大規模的運算能力與儲存設備，達成規模經濟來降低成本。此外，IBM 也提出雲端運算的五大特徵，首先為讓使用者根據需求來自行配置資源；第二，為提供無所不在的網路資源；第三，使用者不需考慮資源所在位置即可使用服務；第四，所提供的服務快速且具有彈性；第五，根據使用量來計費。這些特徵帶來的優勢在於可將軟體、硬體、平台三方面透過公用運算 (Utility Computing) 的方式，就如使用自來水相同，可根據不同的使用需求與使用量來計費，藉此降低資訊科技基礎建設環境的成本以及避免資源閒置的浪費 (IBM, 2009)。

雲端運算服務架構主要有三個層面分別是：基礎設施及服務 (Infrastructure as a Service, IaaS)，平台即服務 (Platform as a Service, PaaS) 和軟體即服務 (Software as a service, SaaS) (IBM, 2009；台灣微軟，2009；Sun, 2009)。基礎建設及服務主要是用來提供資訊科技的基礎建設服務給使用者，並可透過需求上的差異來動態調配資源，此為較具成本效益的做法；而平台及服務整合作業系統、資料庫等，提供給使用者應用程式的開發平台來當作服務；軟

體及服務為三者中提供最接近使用者之服務，其透過網際網路來提供給使用者應用程式或軟體來作為服務模式。

根據上述之說明可了解雲端運算之特性，但雲端運算並非革命性的新發明，而是已有數十年歷史的演進，其是由網格運算演化而來，包含了公共運算與軟體及服務 (software as a service) 之概念，最後發展成雲端運算 (IBM, 2009)。由以上介紹可得知雲端運算具有降低成本與隨需求調整資源等優點，因此雲端運算為各產業所發展之方向。本研究之主旨為雲端運算於醫療產業之應用，故在以下各節將介紹雲端運算運用於醫療產業之分析與狀況，並敘述常見之雲端運算服務平台與系統導入雲端技術之評估方法。

### 2.2.1 雲端於醫療產業價值分析

導入雲端架構與過往所認知的資訊系統結構相距甚遠，其必須投入的費用與時間也難以估算，是故各產業持以觀望的態度。因此，本章節將探討雲端架構利益分析與應用雲端運算之醫療產業架構兩部分，提供醫療產業做其實際實施之價值性及可行性的評估參考。就目前醫療產業期望導入雲端架構目的而言，分為降低成本與提高其醫療服務品質，以下分別就此目的來論述之。

#### 2.2.1.1 導入雲端效益分析

本節透過雲端所提供的三種服務模式來探討導入雲端之效益分析。目前雲端服務模式的架構分為以下三種，基礎建設及服務 (Infrastructure as a Service, IaaS)、平台及服務 (Platform as a Service, PaaS) 與軟體及服務 (Software as a service, SaaS) (IBM, 2009；台灣微軟，2009；Sun, 2009)。

基礎建設及服務是由傳統虛擬主機演化而來的雲端服務模式，與過去的虛擬主機服務之差異在於所提供的為虛擬機器 (Virtual Machine, VM) 而非實體的主機，

這些虛擬機器執行在雲端服務提供廠商位於機房的某台電腦中，當企業要求更多的運算能力或是儲存空間時，則會依照使用者的使用量或電腦的負載情況，動態調整基礎建設的配置（黃忠成，2009）。

此服務主要提供網路、硬體、作業系統與資料庫等資訊科技基礎建設給使用者，其意涵也包括公用運算（Utility Computing），提供運算能力、儲存與網路傳輸等資源的租用服務。使得客戶不需去架設或是安裝資訊科技基礎建設架構，即能掌控作業系統、儲存、網路以及所部署

的應用程式。

目前提供基礎建設及服務的廠商有 Amazon 的 EC2（Elastic Compute Cloud）與 IBM 的 Blue Cloud 等。前者利用 Xen 虛擬化技術讓用戶可以建立自己的作業系統環境，並由 Amazon 負責管理實體伺服器與網路頻寬，其餘全由使用者自行管理；而 IBM 的 Blue Cloud 也提供同樣的服務模式，目前已在全球陸續建置 13 座雲端服務的資料中心，來提供企業租用 IT 基礎架構（IBM，2009）。

### IT costs continue to increase

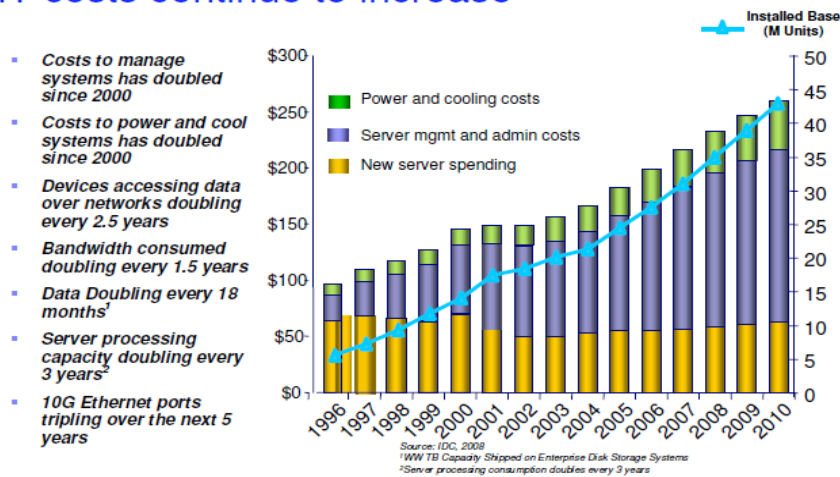


圖 3 資訊科技花費變化

資料來源：IDC，2008

IDC 於 2008 的研究發現，企業於 1996 至 2010 年在資訊科技的花費上（參考圖 3），硬體成本增加的幅度還未有大幅度的變化。而在系統維持、管理與電力空調所需的花費，卻有逐年上升的趨勢。因此，假使能夠運用雲端架構中的 IaaS 取代企業 IT 科技（Information Technology）基礎建設，不僅可省下前述幾項成本，也不需負擔租賃機房及後續設備維修費用。若需保存高機密性資料時，更可透過醫院本身私有雲之資料中心，來提供各大部門或其相關聯合醫院、診所或安養護中心等機構使用，藉此達成規模經濟，降低成本花費。

而在國內實際導入雲端運算之案例中，根據鉅貫德科技公司之解決方案

QLution，導入台灣歐力士、台灣大學、立法院等多家企業、學校或是公務機關等實際經驗統計，得知使用雲端雲算約能降低 55% 的系統建置時間與部屬成本，35% 的電能與二氧化碳排放量，30% 的外洩機會，90% 的系統整合與資料移轉成本，以及維護與停機的費用（黃嘉新，2010）。

平台及服務也為虛擬主機演化而成的一種雲端服務，其運作模式與基礎建設及服務相似，但其特別之處在於限制用戶使用特定的作業系統及開發語言。因平台及服務提供的是一個開發平台，在此開發平台執行作業系統、程式語言與資料儲存於資料庫的選擇，完全由服務提供廠商所掌控，用戶沒有選擇的權利。其與平台及服



務同樣運作於虛擬機器中，對於運算資源及儲存資源的收費也大致也與平台及服務相似，優點在於使用者不必花費大筆的費用來建置資訊科技基礎建設，可透過雲端服務提供廠商所提供的平台與應用程式介面（Application Programming Interface, API）來建立所需要的應用軟體（黃忠成，2009）。

目前提供平台及服務的雲端服務廠商有 Google、微軟與 IBM 等。Google 所提供的服務為 Google App Engine（以下簡稱 GAE），GAE 讓使用者開發符合需求的應用程式並部署至所提供的雲端服務平台來使用；而 Windows Azure 則為微軟公司所提供的雲端服務，其與 GAE 服務模式相似，提供 API 給使用者來開發使用；IBM 所提供的服務平台位於中國無錫軟體園區，其透過管理介面及相關應用軟體的預先安裝與部屬，來加快園區內企業進行軟體開發的速度（IBM，2009）。

在傳統作法中資訊人員需幫新進人員部屬其個人電腦之作業平台，費時費力，然而透過 PaaS 的方式，使用者可迅速取得虛擬機器、虛擬網路和虛擬儲存裝置來滿足其各方面之需求。而需求授權平台主要設置目的為當使用者需要改變或提出其設備需求時，透過此平台可快速回應。且藉由此平台服務，更可達成動態基礎建設架構之建立。由於虛擬平台為執行作業系統的映像檔，因此能夠隨時增加其資源或是移植到其他硬體上，這會加快重新部屬的速度及免去實體設備轉移及搬運的困擾。

在 IBM 實際案例(IBM, 2009)中提到，過去需要 4 到 12 週的時間來定義、取得及建置基礎架構，改用雲端動態基礎建設架構後只需費時約五分鐘。而實體設備方面，雲端基礎建設服務可分為三種基礎建設之架構，公用雲（public clouds），私有雲（private clouds）和混合雲（hybrid clouds）（IBM，2009；台灣微軟，2009；Sun, 2009）。舉例來說，當企業有臨時計畫需使用硬體設備時，能透過公用雲之方式向雲端服務公司租借服務，而計畫結束後即可停用，減少資源浪費。

軟體及服務主要著重在提供軟體給使用者使用，讓使用者可透過瀏覽器或其它特定的軟體與工具，連上網際網路來使用雲端服務提供廠商所提供的軟體，為軟體租賃的另一種模式（黃忠成，2009）。其可在不需要安裝任何軟硬體的情況下，就可以連線使用並且進行資料存取，所有軟體的環境設定與資料皆存放於服務提供者端而非使用者端。企業使用軟體及服務時，只需要負擔軟體授權費，其他包括軟體開發、維護、伺服器硬體設備與管理人員的成本，皆由雲端服務提供廠商來承擔。軟體及服務為目前最成熟的雲端服務，也為許多企業使用。目前較著名的廠商有 Salesforce.com 的 CRM、Google 的 Google Docs、Gmail 與 Google Map 等，還有 Microsoft 的 Live Mail 及 Live Mash（楊惠芬，2006；IBM，2009）。

傳統的醫療資訊系統會因納入 SaaS 之概念，使其架構改變為透過訂閱式的隨選應用程式及代管服務，為使用者提供不受裝置限制的使用方式。

根據 Network Computing 雜誌的研究，其為計算 SaaS 所帶來之成本利益。在研究中透過一家虛構的中小型公司 HealthPlex Software，並透過軟體公司 Bluewolf 的協助來估計其成本。在 SaaS 評估方面使用了 Salesforce.com 的專業版，而在企業內部所使用的軟體，則評估了微軟的 Dynamics CRM3.0 Professional 和 Oracle 的 Siebel CRM Pro。此公司透過計算 105 名員工長期使用的費用，最後結果得知在第一年時，SaaS 可以節省 14 到 17 萬美元的花費，而計算三年的成本時，節省的成本約為九萬五千至十三萬五千美元，透過其結果可發現，企業首年度的基礎建設的成本，約為該公司整體花費的四分之一，所以當使用需求非長期時，透過 SaaS 可節省大量的成本（IT 經理人網，2009）。

因此，使用雲端之架構可以降低其基礎建設與其他相關之電源花費等成本，並讓資訊人員能更方便來進行設備管理提高效率與服務品質。其他傳統 IT 架構與雲端架構之差別，請參考表 2。

表2 傳統IT架構與雲端架構之差別

	傳統 IT 架構	雲端應用
應用軟體	當使用者有不同電腦時，皆需要重安裝其需要之軟體，或只能使用特定電腦來完成工作。	提供不受裝置限制之使用方式，並可隨選即用。
管理中心	需管理大量硬體設備並提供空間放置，而當硬體需要重新分配或升級時，不僅費時又費力。	使用需求授權平台管理，可即時回應使用者需求，降低人力與時間花費。
平台管理	每一台機器皆需重新部屬，較為費時。	使用自動化方式，只需五分鐘即可完成部屬。
資料中心	使用實體機房需不僅耗費大量電源，還必須配置空調設備及管理人員。且當有臨時需求時，需購買額外之設備。	能彈性並快速回應使用者需求，並可達成規模經濟來降低其成本花費。

資料來源：本研究整理

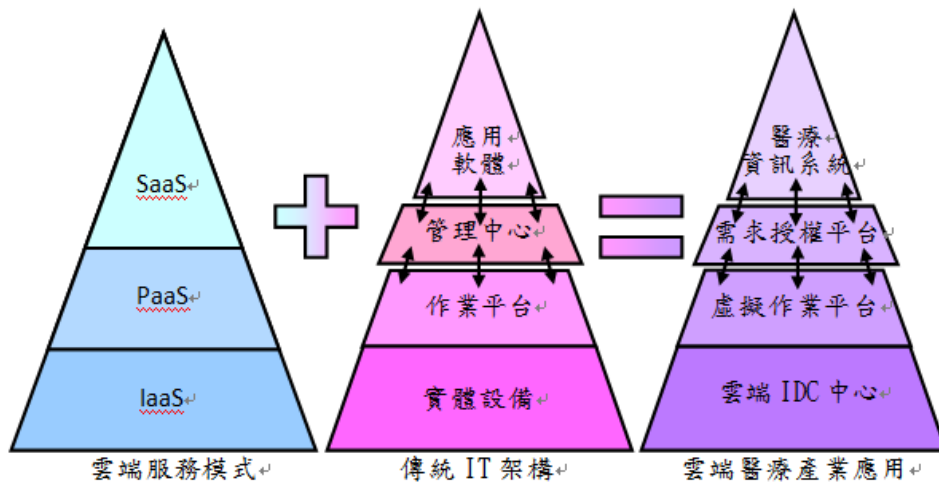


圖 4 雲端運算於醫療產業之應用架構

資料來源：本研究整理

### 2.2.2 應用雲端運算之醫療產業架構

根據前節有關企業導入雲端效益分析，本研究規劃醫療產業雲端架構如圖 4 所示。

過去在傳統的 IT 架構上，通常可分為四層，實體設備、作業平台、管理中心與應用軟體。傳統作法通常會設置實體的伺服器與設備來供內部使用，稱為實體設備層；作業平台層是建置使用者之作業系統

與其他網頁伺服器等；應用軟體層為使用者使用之文書軟體、開發工具與其他瀏覽器等；而管理中心的功能為資訊人員提供伺服器之建置管理、作業平台部屬和安裝應用軟體等需求。

對於導入雲端運算服務後，本研究認為能為醫療院所帶來兩大利益，分別是提升整體醫療服務品質及降低成本，其細部說明如表 3 所整理。

表3 導入雲端運算服務利益

服務品質提升	提供額外服務	提供更多樣化的醫療服務。例如，運用雲端之 IDC 服務整合並分享各大醫療院所的電子病歷。
	改善服務架構	透過更多的醫療服務，進而產生新的服務架構。例如，依病患需要能將其電子病歷在不同醫療院所使用。
	提升病人隱私安全	透過非戰區 (Demilitarized Zone, DMZ) 與私有雲之建置，讓病人資料更加安全。
	減少員工工作量	將員工節省下來的時間，給予病患更多的照顧。
降低成本	建置 IT 之固定成本	透過動態基礎建設的建立，企業可以省下建立實體基礎建設的固定成本，並降低其投資風險。
	減少 IT 之額外花費	實體機房需不僅耗費大量電源，還必須花費配置空調設備、管理人員與租賃機房的費用。

資料來源：本研究整理

### 2.2.3 系統導入雲端技術之評估方法

由於導入雲端服務平台後所帶來之效益十分複雜，且當企業進行是否導入雲端服務平台決策時，常會進行階段性實驗來作為決策之輔助判斷，此時評估方法對於此情形更有其重要性。目前國外學者也對此進行更進一步的研究，Xiaowei Yang 等 (2010) 研發了一套雲端效能評估軟體，其名稱為 CloudCmp，透過使用此軟體可以對不同的雲端服務平台進行效能比較，其測試運算時間、資料儲存時間、雲端平台內部資料傳輸時間、網路需求反應時間等。此研究將測試結果與計價方式進行比較。最後研究發現，不同的雲端服務平台在各項指標上之優異有顯著差別。

透過過去文獻發現，由於企業想導入雲端之原因與不同的雲端服務平台對於不同指標上的優異有明顯差別，故可得知雲端運算之評估方式有其重要性，故本研究透過過去文獻之整理，分別將導入雲端之安全、效能與收益三方面來評估其效益，以下分別在各節中詳述。

#### 2.2.3.1 使用雲端服務平台之安全評估

在劉家驊、洪士凱 (2010) 的研究中指出，當企業運用雲端運算時，對於重要的資料在傳送前應先給予結構化的分類，在

此研究中提出的方式是將資料根據不同演算法的分類方式，使機密資訊假使不慎外流或被有心人士竊取，也因為沒有分類與排列的機制，無法獲得正確的資訊與情報，來達成企業資料分散式儲存與分散控管的目的。此外，研究也提出導入雲端運算後，資料可能所具有的安全風險。例如，遭受有心人士竊取資訊的風險、資料存取權限不足的風險、資料遺失的風險與資料遭到竊聽與偵搜等等。

而蒲樹盛 (2009) 指出可透過不同的資訊安全標準去擬定雲端資訊安全考量，如 ISO 27001，其為國際資訊安全管理系統標準，ISO 27001 包括建置企業管理系統所需要的 PDCA (plan-do-check-act) 管理架構及廣泛的安全控制措施要求，其中包含了 11 個控制章節 (安全政策、資訊安全組織、資產管理、人力資源安全、實體和環境安全、通訊與作業管理、存取控制、資訊系統取得開發和維護、資訊安全事故管理、營運持續管理、符合性)，研究結果表示透過實施其相關措施可以幫助企業所面臨的各種資訊安全風險。

總結以上而言，當導入雲端運算時可運用不同技術來進行資料方面的控管。此外，也可利用資訊安全標準導入的制定來降低人員意外所造成的資訊安全風險。而企業也可透過建立非戰區的方式，將重要

性較低的資料放置雲端服務平台當中，較重要的資料放置資料中心，藉此來增加資料的安全性。

### 2.2.3.2 導入雲端運算之效益評估

雲端運算之成本包括多層面，如硬體花費、軟體花費、網路費用、租賃機房費用、電力與管理人力之費用，故本研究進行雲

端效益評估時，更會將以上所列之各種費用進行成本計算。在國外研究當中，UC Berkeley (2009) 研究發現，企業可能會因服務需求隨時間不同，導致設備利用不充分。所以為了評估使用雲端或資料中心的利潤，可以透過以下公式來進行比較：

$$\text{UserHours}_{\text{cloud}} \times (\text{revenue} - \text{Cost}_{\text{cloud}}) \geq \text{UserHours}_{\text{datacenter}} \times (\text{revenue} - \frac{\text{Cost}_{\text{datacenter}}}{\text{Utilization}})$$

資料來源：UC Berkeley，2009

公式左邊為使用雲端服務平台所預期之收潤，即雲端服務平台所帶來之收益與使用者使用時數相乘後之結果，右邊是資料中心的平均使用情況，透過左右邊之比較可了解雲端所產生之收益比較。由於使用雲端服務平台與資料中心所提供之服務可能會不相同，故在收益評估時也會對於利潤造成很大的影響。

而在 Stantchev 於 2009 的研究中，主要設計了三種方式去評估雲端運算，並且在設計完方法論後，透過 Amazon 的 EC2 來進行實證。其方法如以下所列，首先比較不同配置（如：實體數的增加）所產生的效能結果（傳輸率與回應率）；第二為評論不同實體之間的效能影響（如：高傳輸率可能造成較低的可靠度）；最後並進行成本效益分析，透過產生的結果來給予建議的配置。研究結果發現，在傳輸數率影響上，使用兩個實體時改善效能約 65%，但使用三個實體時，效能只成長 12%；而在回應率方面，使用兩個實體與三個實體，也呈現同樣的結果，使用三個實體時，並無明顯的效能提升。而在成本效益方面，兩個實體的成本效益比例為 0.65 與 0.24，而三個實體為 1.10 與 0.43，所花費的成本較高。

因本研究之成果目前尚無收益，故在後續雲端運算之收益評估當中，主要會以成本花費來進行收益評估，除透過 UC Berkeley 計算公式外，也會對於不同的實體與資源之應用，來進行成本效益計算，進而找出最符合成本效益之配置方法。此計算方法與架構也可應用在不同狀況之評

估考量，藉此更了解其所帶來之效益。

### 2.2.3.3 使用雲端服務平台之運算效能評估

雲端運算所帶來運算效能之改進，可以透過過去文獻了解使用雲端所帶來更強大的運算能力，以下分別論述過去個學者之研究。

Khurshid 等學者 (2009) 研究為測試雲端平台位於不同區域對於使用者效能的差別，其透過不同大小的檔案來進行傳輸測試。此外，也透過不同地區（亞洲、北美洲與歐洲）來進行檔案傳輸，得知雲端平台的位置對於使用者有很大的影響。此外，研究中也提及雲端平台內部的網路架構，也會對於檔案傳輸有很大的影響。

李青松和宋振華 (2010) 的研究為透過雲端運算架構來進行多媒體轉檔，研究將 117MB 的 AVI 影像檔來進行 200 次轉檔測試，結果發現單一節點時執行耗時 11,190 秒；當提升節點數至 10 個時，計算時間縮短至 639.26 秒；而計算儲存節點從 10 個增至 20 個，系統轉檔效能確有提升，但節點數量升至 30 個時，因虛擬機器提供記憶體資源不足，系統進行 Swap 而拖累計算效率，藉此可得知當節點數越多時，運算時間並不一定會減少。

陳江村 (2009) 的研究是透過雲端運算進行指出內容式音樂檢索的平行處理，其比較如以下所述，以 13000 首歌曲、8 秒鐘的聲音輸入共 2200 首測試歌曲而言，當計算平台由 1 台增加到 15 台時，回應時間從

0.49 秒加快到 0.45 秒，全曲搜尋則從 22 秒加快到 2.1 秒，而辨識率則隨著計算平台數目而遞增。當計算平台數目從 1 台、15 台增加到 20 台時，從頭比對的準確度從 70.49%、71.73% 增加到 71.63%，全曲比對則從 49.62%、55.97% 增加到 56.17%。研究結果得知，對於需時愈久的運算，平行化的分散式運算處理效果愈好，但加快的效果並沒有和計算節點數量的增加成線性關係，且比對歌曲增加時平均反應時間和計算節點數量的線性關係皆會增加。

洪瓏軒等的研究(2010)為驗探討在一台實體主機中執行多部虛擬化網頁伺服器的數量與效能的關連性，主要是透過不同數量的虛擬主機來進行網頁回應時間之比較，結果發現當虛擬機數量超過其主機負荷量時，反應時間會明顯延長，其研究主要目的為探討虛擬化技術之應用。

總結以上而言，雲端運算之效能並不會因節點數量上升而呈現線性效能的提升，故在本研究之結果評估時，也會透過不同的計算節點數來測試與評估導入雲端運算平台所帶來之效能，並會針對系統內部的網路架構與虛擬機器之應用，來作後續更進一步之研究。

### 3. 研究方法

本研究運用雲端運算結合決策樹與模糊專家系統來建立一套冠狀動脈心臟病檢測與風險評估決策輔助系統。在雲端運算方面，希望透過雲端運算強大的運算能力與擴充能力，來改善以往實驗中的各項限制。此外，一般民眾或醫護人員可輸入健康檢查的生理量測資料及基本資料來使用模糊專家系統，進而得知是否罹患冠狀動脈心臟病，如判定罹病則更進一步判斷罹患的為臨床上何種冠狀動脈心臟病，並分別推估未來疾病惡化之可能性或罹患冠狀動脈心臟病之風險。此外，醫師也能快速且有效的了解病患目前的健康狀況，來輔助醫師做診斷的參考，使病患獲得更多的益處，本研究之架構將於本章節作詳細介紹。

### 3.1 研究架構

本研究架構如圖 3-1 所述，在研究架構中共分為兩種，一為雲端平台之架構，另一者為模糊專家系統，以下分別論述兩者之架構。

#### 3.1.1 雲端平台架構

在雲端平台架構上，本研究之雲端系統平台預計使用 Hadoop，在此平台中使用到五台主機，其架構是將一台電腦主機來當作 Host 角色，並透過此主機來分派與控管 MapReduce 架構之操作。而 Client 端電腦共有四台，主要為系統撰寫完成後，進行分散運算時所要使用之電腦。而在應用程式架構設計上，主要將模糊專家系統之架構，撰寫成符合 MapReduce 執行方式之程式，當完成模糊專家系統之設計規劃與 Hadoop 雲端平台建置後，則會進行模糊專家系統之開發。

#### 3.2 冠狀動脈心臟病檢測與風險評估輔助決策系統架構

本研究所擬發展之冠狀動脈心臟病檢測與風險評估輔助決策系統共分為四大部分(請參考圖 5)，其系統說明如下：

##### 3.2.1 關鍵影響因子之擬定

在關鍵影響因子之釐定上，首先經過專家訪談和文獻探討來定義出影響因子與疾病診斷方法與公式，希望透過醫生或護理人員之訪談與其他學者之研究成果，來得到正確的醫療知識，並將冠狀動脈心臟病危險因子與評估方法加以彙整，經由訪談確認最關鍵之影響因子。

##### 3.2.2 (二) 冠狀動脈心臟病檢測模組

此階段主要在建立一冠狀動脈心臟病檢測模組，首先透過文獻來釐清冠狀動脈心臟病之臨床分類、危險因子與診斷方法，並與專家訪談後經由不斷修正來建立冠狀動脈心臟病檢測之決策樹。使民眾或醫護人員可透過此檢測模組來輸入生理數值，並經由法則庫透過決策樹來得知是否有罹患冠狀動脈心臟病，如判定罹病則更進一步判斷罹患的為臨床上何種冠狀動脈心臟病。

### 3.2.3 罹病或惡化風險之推估

此階段在推估冠狀動脈心臟病之罹病風險，首先利用一般醫護人員診斷冠狀動脈心臟病之方法，透過以決策樹建立之冠狀動脈心臟病檢測模組來判定是否罹病，再使用模糊專家系統，以關鍵影響因子制定模糊區間及模糊法則，透過模糊推論執行模糊法則比對及觸發動作，輸出模糊區間圖形及推估冠狀動脈心臟病罹病風險或惡化之可能性。

### 3.2.4 系統運作

在系統運作畫面，首先要建立一個使用者介面來提供醫護人員或一般民眾來使用。首先需輸入使用者之冠狀動脈心臟病關鍵影響因子的相關生理檢驗資料或量測資料，來進行有關冠狀動脈心臟病之診斷與預測，並進一步結合其個人心理及生活檢測資料來對尚未有冠狀動脈心臟病使用者預測其可能罹患冠狀動脈心臟病及被診斷為已罹病之使用者來評估其進一步惡化之潛在風險，以方便其透過此結果來提醒了解目前身體之狀況，達成提早發現提早治療或是衛生保健之目標。

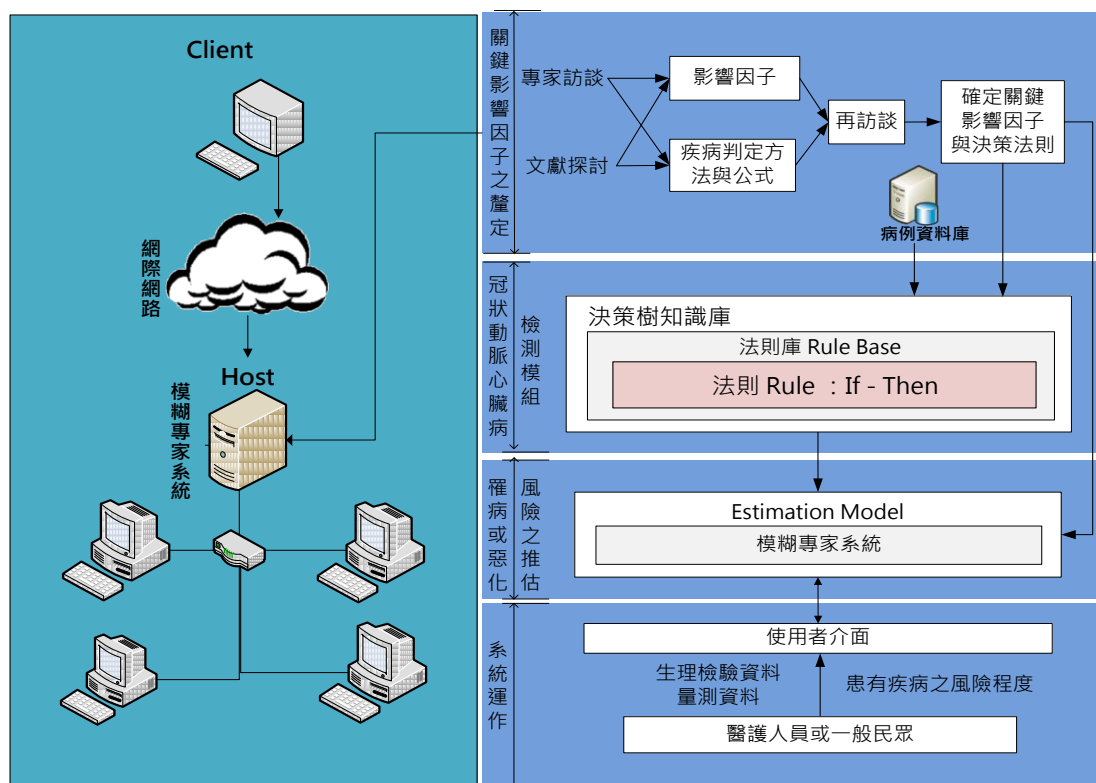


圖 5 研究架構圖

## 4. 實驗設計及系統效能評估

本章針對本研究所發展之雲端服務導向 (Cloud Service-Oriented) 之冠狀動脈心臟病檢測及風險評估輔助決策系統之實驗設計及系統效能評估方式之構想。在實驗設計方面，是以決策樹與模糊專家系統開發一套冠狀動脈心臟病檢測及風險評估與決策輔助系統，並期望透過此系統來得知是否有罹患冠狀動脈心臟病，如判定罹病

則更進一步判斷罹患的為臨床上何種冠狀動脈心臟病。並利用模糊專家系統來推估罹病之可能性或已罹病的惡化風險。而在系統評估上，將會針對冠狀動脈心臟病檢測與風險評估輔助決策系統和雲端平台來進行各方面來進行評估，前者主要是透過混亂矩陣來計算正確率、敏感度等數值，而在導入雲端技術方面，透過安全性、效益與運算效能等來評估，以下分別論述其介紹。

## 4.1 冠狀動脈心臟病檢測風險評估系統

此節主要在介紹冠狀動脈心臟病檢測與風險評估系統之研究設計與系統評估方法，以下就此進行詳細之介紹。

### 4.1.1 冠狀動脈心臟病檢測與風險評估系統之建立

本研究所建立之冠狀動脈心臟病檢測模組，主要是先透過文獻探討去釐清冠狀動脈心臟病之危險因子與診斷方式，與專家訪談後經由不斷修正來完成檢測與風險評估系統之法則庫，再使用決策樹來建置此檢測模組，讓使用者可透過此檢測模組來得知是否罹患冠狀動脈心臟病，如判定罹病則可進一步判斷罹患的為臨床上何種冠狀動脈心臟病。再建立完檢測模組後，則使用模糊專家系統來完成風險評估功能，其將影響冠狀動脈心臟病之危險因子定義其語言變數及制定範圍，並經由上述與專家訪談的再次確認後，再制定模糊集合與擬定模糊規則，完成後即進程式之撰寫。此系統是將健康檢查資料輸入後，利用模糊專家系統透過規則之聚合，得到已罹病惡化之可能性或罹病之風險值。

而模糊專家系統之推理引擎將使用由 Java 語言建構而成，且執行效率良好的 JFuzzyLogic 專家系統開發工具。並結合規則法則之理論，來發展一套「雲端服務導

向 (Cloud Service-Oriented) 之冠狀動脈心臟病檢測及風險評估輔助決策系統」，並藉由知識庫規則的建立與推論機制應用，進而提供使用者一個決策及評估參考的依據。

最後醫護人員或是一般民眾，則可經由系統的實驗模擬，知道健檢者是否罹患冠狀動脈心臟病之風險值或是已罹患冠狀動脈心臟病之惡化可能性的風險值。

### 4.1.2 冠狀動脈心臟病檢測與風險評估系統的績效評估

在此系統成效面可經由混亂矩陣 (Confusion Matrix) 來進行結果之比較，混亂矩陣透過已知與預測結果比較，來判斷其模型是否有效。在此透過混亂矩陣算出之數據，進行正確率 (accuracy)、敏感度 (sensitivity)、特異性 (specificity)、陽性預測值 (Positive) 與陰性 (Negative) 預測值，來做為研究之評估，其計算公式如表 4 與 5 所示。

本研究預計將研究之冠狀動脈心臟病檢測與風險評估系統，透過實際生理數值來進行系統測試，將上述提及之混亂矩陣來計算準確率等預測值，並透過過去國內外相關研究之文獻來進行比較與討論，以了解此本研究模糊專家系統之可用性。

表 4 混亂矩陣之表示法

	Disease	Non-Disease
Positive	a	b
Negative	c	d

表 5 正確率、敏感度、特異性、陽性與陰性預測值之公式

正確率、敏感度、特異性、陽性預測值與陰性預測值之公式		
$accuracy = \frac{a+d}{a+b+c+d}$	$sensitivity = \frac{a}{a+c}$	$specificity = \frac{d}{b+d}$
Positive predictive = $\frac{a}{a+b}$		Negative predictive = $\frac{d}{c+d}$

## 4.2 雲端運算系統平台

此節主要在介紹雲端運算系統平台之研究設計與系統評估之方法，以下就此進行詳細之介紹。

#### 4.2.1 雲端運算系統平台之建立

本研究於雲端運算系統平台之開發工具，伺服器端以 Linux 作業系統的 CentOS 為執行平台，並採用 Sun 和 Apache 合作的 JSP Server Apache Tomcat 為主要網站伺服器。在用戶端之設計，是藉由網路功能來溝通使用者與遠端的伺服器，只要使用者的電腦上安裝有瀏覽器，並且可連接網際網路，即可使用此系統。

在雲端運算系統平台之研究方法，以下分別就此三個雲端層級分別論述。在雲端運算中主要分別分為三層，軟體及服務 (SaaS)、平台及服務 (PaaS) 和基礎建設及服務 (IaaS)。

在軟體及服務之雲端層級上，本研究透過分散式運算來達成雲端之建置，滿足研究之目的。

而在平台及服務方面，經系統平台評估後，由於 Hadoop 唯一開放原始碼軟體，其支援平台也相當廣泛，一般使用者所使用的 Windows 與 Linux 系統皆可使用。此外，Hadoop 且具有強大的運算與容錯能力，並且易於開發和使用，所以更適合進行雲端運算之實驗，故本研究將選擇 Hadoop 來建置此研究之雲端系統平台。

而在基礎建設及服務上，使用過去閒置之舊電腦透過 Hadoop 來完成系統之建置，最後預計將此平台轉移至趨勢科技與中華電信所合作之 T-Cloud 雲端平台，由於 T-Cloud 也為一開放原始碼的系統平台，所以對於成本控制或是功能客製化等需求，都可以有更高的掌控能力。此外，趨勢科技為一個資訊安全的公司，故相信 T-Cloud 在資訊方面的考量上一定更加周全，故本研究相信透過此平台，來滿足運用資訊科技回饋社會大眾的目的。

本研究在雲端平台建置之成效上，主要

透過三方面來進行效益之評估，分別為安全、效益與運算效能。在安全性之評估上本研究預期透過資訊安全管理系統標準來檢測是否有達成資訊安全。而在效益方面預期透過不同的節點數來計算分散式運算是否能提供更強大之運算能力，此外也期望能夠測試運算時間、資料儲存時間、雲端平台內部資料傳輸時間、網路需求反應時間等項目來完整評估其效能。而在效益面上，本研究將透過 UC Berkeley (2009) 研究提出之公式來進行效益評估，並透過導入雲端技術所節省之成本來進行計算。

在評估方法上，期望能透過文獻探討來整理並產生整體的導入雲端技術之評估方法，並期望透過此架構來對本研究之成果進行理論驗證，並從中透得知其優點與需改進之處，並提供給後續相關研究人員作為一參考對象，以方便提供未來雲端技術所需之改進方向。

## 5. 結論

根據國內外學者相關研究可得知，模糊專家系統技術於相關醫療上之發展已有其歷史。因此，本研究期望將冠狀動脈心臟病檢測與風險評估系統建立於雲端服務平台中，期望透過此系統來降低醫療成本並提供最便捷的方式來檢測疾病，使得醫護人員臨床應用時，能提高其效率及輔助診斷，也可得知是否有冠狀動脈心臟病惡化之可能性，透過此系統更能讓醫護人員更了解病患之健康狀況，改進醫療品質。

本研究擬將健檢資料，經過文獻探討及專家訪談，釐清關鍵影響因子與其診斷方式，並建置冠狀動脈心臟病檢測及風險評估輔助決策系統。利用決策樹與模糊專家系統，將危險因子輸入後進行決策分析與風險評估，運用 IF-THEN 的規則與模糊專家系統進行推估之動作，以接近人類邏輯思維並做出專家決策，最後得到是否罹患冠狀動脈心臟病之結果，如得病則可得知罹患何種臨床上的冠狀動脈心臟病，並個別針對兩者得知罹病風險與惡化之可能性。此外，本研究之預期成效彙整如下：



一、本研究之檢測及風險評估輔助決策系統，待建立完成後，可讓民眾與醫護人員來使用，使得民眾與醫護人員可以提早發現自身或是病患罹患冠狀動脈心臟病之風險，透過此系統更可降低疾病發生率，藉此讓民眾得到健康。

二、本研究經由專家訪談及文獻之探討，擬定出冠狀動脈心臟病之危險因子，此危險因子於臨床上或是其他相關醫療研究時，有一定的代表性，故具有一定的參考價值。

三、本研究將模糊專家系統應用於患有冠狀動脈心臟病風險程度之推估，開發一系統不僅能有效且正確地診斷是否罹患冠狀動脈心臟病，也可輔助醫師作為臨床診斷的參考依據。

四、本研究將雲端運算與模糊專家系統做結合，藉由此更可以提高平台的運算能力。此外，本研究也預期會彙整出雲端運算的評估模式，透過此模式之建立，可運用於以下兩方面。首先，對於後續學者進行雲端運算導入之分析時，可以透過此模式來找出最適合之雲端資源分配，或是找出最符合成本效益的配置。再者，未來要針對評估架構建立更完整的研究時，也可針對本研究做後續延伸。

此外，本研究對於冠狀動脈心臟病之分類診斷與風險評估，於研究過程中仍有一些研究限制，希冀日後研究可朝以下幾點建議以持續改進。首先，因本系統尚未建置完成，目前不知是否在網路頻寬或是硬體設備上，是否能滿足民眾之使用需求。此外，資訊安全方面是否足以讓使用者相信，進而關係到使用者是否使用本系統之考量，但相信未來本研究之系統平台完成建置後，並定能夠對此部分進行更進一步之研究。

而本研究未來之發展方向，除本系統所研究之冠狀動脈心臟病外，也可針對國人十大死因中其他慢性疾病來做相同方法的檢測與長期性的研究，並期盼透過這些系統的建立，讓衛生署預防勝於治療的預防保健計畫能夠更全面的落實，來增進全民

健康，並藉此降低醫療支援的花費。而醫院也可透過以往之健康檢查資料，找出罹病之高危險族群，提醒其進行進一步之檢查與治療，並期望能建立更精確之檢測模式，以方便提供臨床診療和衛生教育之應用，藉此發展更適合國人之檢測模式。且根據本研究與過去文獻可以得知，使用模糊專家系統對於疾病檢測上確實有其成效，並可針對此進行進一步的研究，來對國人慢性病之防治有更多的貢獻。

## 參考文獻

- [1]中國醫藥大學附設醫院，「冠狀動脈疾病及缺血性心臟病」，中國醫藥大學附設醫院，無日期。2010年12月8日，取自：<http://www.cmuh.org.tw/HTML/dept/1100/Page10146/cvm1.html>
- [2]台灣微軟，「微軟雲端運算佈局手冊」，2009年11月26日。2010年4月9號，取自：<http://www.microsoft.com/taiwan/softwareplusservices/software-plus-services-cloud.aspx>
- [3]行政院人事行政局，「99年度中華民國區域醫院協會各醫院辦理公務人員健康檢查項目及收費標準等一覽表」，中華民國區域醫院學會，2009年12月23日。2010年11月12日，取自：<http://www.rha.org.tw/news.php?mid=2472>
- [4]行政院衛生署，「98年度死因統計」，2010年9月7日。2010年9月28日，取自：<http://www.doh.gov.tw/CHT2006/DisplayStatisticFile.aspx?d=76512&s=1>。行政院衛生署，「雲端運算在醫療健康產業之應用研討會」，創新發現誌，2010年11月16日。2010年11月22日，取自：[http://newideas.cc/ado/clouds\\_medical/clouds\\_medical.html](http://newideas.cc/ado/clouds_medical/clouds_medical.html)
- [5]行政院衛生署國民健康局，「冠心病防治學習手冊」，行政院衛生署國民健康局，2006年5月16日。
- [6]何英煒，「微軟9成研發資源投入雲

- 端」，2010年10月21日。2010年10月29日取自：  
<http://n.yam.com/chinatimes/computer/201010/20101021751060.html>。
- [7] 李青松、宋振華，「以雲端運算架構進行多媒體轉檔之系統實作」，ICL TECHNICAL JOURNAL，第131期，2010年2月25日，頁51-56。
- [8] 李應紹，「認識冠心病(缺血性心臟病)」，亞卓市，無日期。2010年12月8日，取自：  
<http://home.educities.edu.tw/leeyingsiu/cad.html>
- [9] 林淑惠、呂雪慧，「打造政府雲，釋百億商機」，工商日報，2010年4月1日。2010年4月11日，取自：  
<http://camera.chinatimes.com/PhotoView.aspx?fid=9317&pid=114557>
- [10] 林楨智，「冠狀動脈心臟病的診斷」，中國醫藥大學附設醫院，無日期。2010年12月8日，取自：  
<http://www.cmuh.org.tw/HTML/dept/1100/Page10146/Page13141/Page10152/page101521.html>
- [11] 洪瓏軒、吳佳霖、吳志宏、郭香君、黃國政，「雲端運算虛擬技術在網頁主機的效能測試與評估-以 XenServer 為例」，第九屆離島資訊技術與應用研討會，高雄縣：樹德科技大學資工所，2010年5月28日。
- [12] 范榮靖，「愈雲端愈有商機」，遠見雜誌，9月號，2009年，頁158-168。取自：  
[http://www.vmware.com/files/tw/pdf/clipping/2009-9-1\\_Global\\_Views\\_Monthly.pdf](http://www.vmware.com/files/tw/pdf/clipping/2009-9-1_Global_Views_Monthly.pdf)
- [13] 唐佩君，「雲端運算論壇開幕 盼促六大新興產業發展」，中央社，2009年9月15日。2010年4月8日，取自：  
<http://n.yam.com/cna/fn/200909/20090915509784.html>
- [14] 陳江村，「內容式音樂檢索的平行處理與雲端運算的討論」，ICL TECHNICAL JOURNAL，第128期，2009年6月25日，頁101-107。
- [15] 黃忠成，「雲端運算的開發技術 從開發人員的角度看雲端運算」，RUN!PC 雜誌，第189期，2009年10月。
- [16] 黃嘉新，「一雲四端三用的雲端運算環境」，RUN!PC 雜誌，第197期，2010年6月2日，頁52。
- [17] 楊惠芬，「商用軟體授權新趨勢—軟體就是服務！」，Ithome online 電子報，2006年07月19日。2010年11月12日，取自：  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=38211>
- [18] 彰化基督教醫院，「冠心病」，彰化基督教醫院，2010年3月26日。2010年12月8日，取自：  
[http://www.cch.org.tw/vmpc/knowledge/knowledge\\_2\\_detail.aspx?oid=118&no=4](http://www.cch.org.tw/vmpc/knowledge/knowledge_2_detail.aspx?oid=118&no=4)
- [19] 蒲樹盛，「創新科技環境下的資訊管理重點--雲端資訊安全、個資隱私保護、營運持續服務」，品質月刊，第46卷第7期，2010年07月，頁22-25。
- [20] 劉家驊、洪士凱，「雲端運算資料安全防護機制之研究」，2010電腦視覺、影像處理與資訊技術研討會，桃園：清雲科技大學，2010年6月9日。
- [21] 蘇文彬，「IBM與政府合作發展雲端醫療照護服務」，Ithome online 電子報，2009年12月21日。2010年4月8日，取自：  
<http://www.ithome.com.tw/itadm/article.php?c=58766>
- [22] IBM, "Seeding the Clouds: Key Infrastructure Elements for Cloud Computing", Feb 2009.
- [23] IBM, 「IBM 雲端運算論壇」, IBM, 2009年11月6日。2010年4月12日，取自：  
<http://www-07.ibm.com/tw/cloudforum>
- [24] IBM, 「IBM 雲端體驗書」, IBM, 2009年。2010年11月13日，取自  
[www-07.ibm.com/tw/smarterplanet/cloud\\_computing/pdf/4.pdf](http://www-07.ibm.com/tw/smarterplanet/cloud_computing/pdf/4.pdf)
- [25] IDC, "IT costs continue to increase", 2008.
- [26] Johnson & Johnson Medical

Taiwan, 「何謂冠狀動脈心臟病」, 冠心病治療資訊網, 2009年7月10日。2010年12月8日, 取自:

<http://www.jjmt.com.tw/cypher/intro.php>

et/abovetheclouds.pdf

[27]Khurshid, A., Al-Nayeem, A., and Gupta, I., “Performance Evaluation of the Illinois Cloud Computing Testbed”, 30, June. 2009, from the World Wide Web:

<https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/12983/illinois-cc-performance-measurement.pdf?sequence=2>

[28]Stantchev, V., “Performance Evaluation of Cloud Computing Offerings”, 28, December. 2009., from the World Wide Web:

[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?reload=true&arnumber=5359493](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?reload=true&arnumber=5359493)

[29]Sun, “Introduction to Cloud Computing architecture”, White Paper 1st Edition, June 2009., from the World Wide Web:

<http://www-cdn.sun.com/featured-articles/CloudComputing.pdf>

[30]UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, “Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing”, Feb 2009., from the World Wide Web: <http://d1smfj0g31qzek.cloudfront.n>