

淡江大學資訊管理學系碩士在職專班

碩士論文

指導教授：蕭瑞祥 博士

SaaS 雲端服務軟體品質測試之研究

研究生：邱仲麟 撰

中華民國 103 年 6 月

致謝辭

本職專班碩士論文，在個人工作之餘以及無數個挑燈夜戰下完成，能夠順利完成本論文，首要感謝我的妻子和愛女，感謝她們全力支持個人完成學業，即使個人因忙碌而犧牲了陪伴妻女的時間，但她們的支持和鼓勵仍是我最大的動力向目標邁進。

這兩年的在職專班日子裡，不論在學術研究、學業與同儕相處的時光，都是個人人生經驗中重要不可或缺的經歷，也是未來的一大資產。個人個性豪爽不拘小節非研究長才。回顧本論文從一開始的研究方向擬定與範圍收斂，經過無數次與蕭瑞祥老師的細心指導和與學長的耐心討論，歸納眾多各方建議後，論文方向才可逐漸清晰，研究成果才能逐漸成形。未來不論個人是否繼續於學術研究與否，抑或是在業界奮鬥，前述的肯定，都是驅使個人不斷前進的基石。

最後，所有的榮耀要歸於我的父母，家父宅心而敦厚，家母學而不倦、孜孜向學，家母同時兼顧家庭與學術研究，是個人報考在職專班的驅動力。養兒方知父母恩，若個人未來能有小小成就，都要歸功於父母親對個人的養育和關愛。

論文名稱：SaaS 雲端服務軟體品質測試之研究

校系(所)組別：淡江大學資訊管理學系碩士在職專班 頁數：73

畢業時間及提要別：102 學年度第 2 學期碩士學位論文提要

研究生：邱仲麟

指導教授：蕭瑞祥 博士

論文提要內容：

SaaS 雲端服務具備靈活彈性、高擴充性以及隨選即用等特性。為確保使用者可使用高品質的 SaaS 服務並獲得上述實際效益，如何測試 SaaS 雲端服務品質是業界非常重要的議題之一。

有鑑於傳統的軟體測試無法有效的檢驗雲端服務之特性與品質，本研究期望建立一個較合適之測試程序來驗證 SaaS 雲端服務品質。爰先透過文獻分析彙整 SaaS 雲端服務主要特性，並參考軟體品質標準設計之品質模型，最後依功能性(如多租戶)與非功能性(如可靠性與容錯機制)雲端服務特性發展出較符合業界需求的測試程序。期望本研究所發展出之測試程序，能讓雲端服務使用者得以檢視業者將推出之 SaaS 雲端服務是否具備雲端特性，並能確保提供高服務品質與滿意度的雲端服務。

關鍵詞：雲端運算、雲端服務特性、ISO/IEC 25010、軟體品質測試

表單編號：ATRX-Q03-001-FM030-01

Title of Thesis: A Study of Software Quality Testing for Software as a Service Total pages:73

Key word: Cloud Computing, SaaS characteristics, ISO/IEC 25010 、 software quality testing

Name of Institute: Executive Master's Program of Business Administration (EMBA) in Information Management

Graduate date: June, 2014

Degree conferred: Master

Name of student: Chung-Lin Chiu Advisor: Dr. Ruey-Shiang Shaw

邱仲麟

蕭瑞祥博士

Abstract:

SaaS have a lot of valuable characteristics, such as flexible, scalable, high-demand and pay per use, etc. In order to ensure that users can use a high-quality SaaS service and gain these actual benefits, how to test the SaaS quality is one of the very important issues for practices.

In view of the traditional software testing cannot effectively test SaaS quality, this study aims to establish a test mechanism to ensure SaaS quality. First define SaaS characteristics mainly through literature analysis, and then reference to international software quality standards design quality model, and finally according to functional and non-functional SaaS characteristics to development test procedures. These testing procedures can help user to assure those SaaS can fit cloud characteristics and ensure the quality of its services.

表單編號：ATRX-Q03-001-FM031-01

目次

第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 論文架構.....	3
第二章 文獻探討.....	4
第一節 雲端運算定義說明.....	4
第二節 雲端運算服務發展趨勢與使用分析.....	7
第三節 軟體品質管理.....	14
第四節 小結.....	24
第三章 研究方法與設計.....	26
第一節 研究方法.....	26
第二節 研究流程.....	26
第三節 研究步驟.....	28
第四章 軟體品質測試機制.....	29
第一節 傳統軟體與雲端服務在開發與測試之差異.....	30
第二節 在雲端服務模式下傳統軟體測試的瓶頸.....	36
第三節 分析 SaaS 雲端特性.....	38

第四節 研擬雲端服務品質模型與評量指標.....	42
第五節 建立雲端服務特性軟體品質指標驗證機制.....	52
第六節 實務專家意見訪談印證.....	62
第七節 研究限制與小結.....	65
第五章 結論與建議.....	67
第一節 結論.....	67
第二節 管理意涵.....	68
第三節 未來研究.....	68
參考文獻.....	70



表目錄

表 2-1 ISO/IEC 25010 系統/軟體品質	21
表 4-1 傳統軟體與雲端服務之開發有何差異.....	30
表 4-2 傳統軟體測試與雲端測試差異.....	33
表 4-3 雲端特性分析與彙整	39
表 4-4 ISO/IEC 25010 之雲端服務軟體品質模型及定義.....	45
表 4-5 多租戶特性檢核表	56
表 4-6 專家認同與建議彙整表	63



圖目錄

圖 2-1 軟體品質評量模型.....	24
圖 3-1 研究流程圖.....	27
圖 3-2 研究步驟.....	28
圖 4-1 雲端特性軟體品質模型.....	43
圖 4-2 軟體品質評量指標.....	53
圖 4-3 多租戶服務模式對應之軟體品質特徵及子特徵.....	55



第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

Garner (2013) 研究指出，全球企業在SaaS服務的花費於2013年將上升17.9%到達美金145億，也同時預測在2015年更將到達美金221億。市調機構IDC (2011) 亦預測2015年SaaS (Software as a Service) 服務將占雲端產業75%產值且扮演雲端產業的推手。在雲端趨勢發展帶動下，軟體產業也將發生劇烈的變革，原本以軟體開發後銷售的模式，將逐漸被雲端服務的市場所取代。雲端服務具有快速部署、虛擬化、規模龐大、結構複雜、多種IT技術融合等特點，但其隱憂也可能因功能節點失效、系統故障而造成服務中斷。近年來國際知名的雲端服務商都曾發生過不同程度的服務中斷事件，這樣的事件將造成嚴重業務衝擊，影響使用者對於雲端服務的信心，也會限制了雲端服務的推廣與應用。

SaaS服務技術架構複雜，對台灣軟體服務商而言是難度相當高的挑戰，且國內軟體業者規模遠不及國際知名軟體企業。常見的現象如沒有專屬軟體測試人員、欠缺完善軟體品質管理流程與工具等，以致於無法進行完整的軟體品質測試，可能導致所研發之雲端服務產品具

有潛在的風險，一旦雲端服務發生問題時將對於服務商與雲端服務使用者造成嚴重的後果。因此，本研究之研究動機為因應國內資訊產業缺乏軟體品質測試機制，將彙整SaaS雲端關鍵特性讓國內雲端服務商可參考，檢視自身所開發之產品是否符合雲端特性，並發展雲端服務品質模型作為服務測試指標、設計驗證方法與檢核程序，以期降低雲端服務軟體品質測試成本，並確保雲端服務的高品質。

第二節 研究目的

承前述背景與動機，本研究目的在於設計一套符合雲端服務特性之軟體品質測試機制，期能透過本驗證機制檢視雲端服務品質。

本研究目的有以下幾點：

1. 探討雲端發展趨勢與現況分析，比較雲端與傳統軟體在開發與測試之差異與效益，進而歸納出雲端特性與相關定義。
2. 參考國際軟體品質標準，發展出符合雲端服務特性之軟體品質模型，及其對應之品質特徵與評量指標。
3. 依據服務品質模型與評量指標，設計雲端服務品質測試程序。雲端服務商可依此程序檢測上架之SaaS產品服務品質以其提升雲端服務具高品質、高穩定效能與滿意度。

第三節 論文架構

本論文共分為五個章節，各章節描述如下：

- 第壹章 緒論：敘述研究背景與動機、研究目的、論文架構。
- 第貳章 文獻探討：針對與本研究相關領域的文獻、雲端服務特性及各式的軟體品質管理標準進行探討。
- 第參章 研究方法與流程：說明研究方法、研究流程與研究步驟。
- 第肆章 軟體品質測試機制研究：描述傳統軟體與雲端服務在開發與測試差異、研擬雲端服務特性、設計雲端服務軟體品質模型與評量指標以及測試程序。
- 第伍章 結論與建議：提出結論與未來研究建議。

第二章 文獻探討

本研究先就雲端運算定義進行研究，探討雲端運算發展趨勢與使用分析，接著探討雲端服務在開發與測試與一般傳統開發有何不同，並針對傳統測試是否滿足雲端環境需求，進而找出雲端品質指標並發展測試架構與測試程序。

第一節 雲端運算定義說明

雲端運算的定義在近幾年於國內外很多的研究機構都曾經有發佈與討論，其中較具權威的發表為美國國家標準技術研究所 (Standards and Technology, NIST) 於 2012 年 5 月發佈 SP800-146 建議書，定義雲端運算為「使用無所不在、便利、隨需應變的網路，共享廣大的運算資源(如網路、伺服器、儲存、應用程式與服務)，可透過最少的管理工作及服務供應者互動，快速提供各項服務」。該標準包含五項基本特性(Essential Characteristics)與三種服務模式(雲端運算應用與產業發展方案 2012) 五項基本特性如下：

1. 隨需應變自助服務(On-demand Self-service)：消費者依據本身需求隨時使用雲端運算資源，如伺服器運算與資料儲存等，使用時毋需與服務供應者互動。

2. 網路使用無所不在(Broad Network Access)：服務供應者可透過網路隨時提供服務，且使用者端所採用平台無論精簡或複雜，均可透過標準機制進行網路存取服務。
3. 資源彙整(Resource Pooling)：服務供應者透過多重租賃模式服務消費者，可依據消費者要求指派實體及虛擬資源，惟消費者通常無法確知資源所在地點。
4. 高度彈性(Rapid Elasticity)：因應消費者要求能隨時且快速地調整資源規模，對消費者而言，可提供資源規模似乎沒有限制，且能隨時依據需求增減資源採購額度。計算服務(Measured Service)：自動控制、最佳化與量測各類服務資源，如儲存、運算能力、頻寬與帳戶數等，服務供應者與消費者皆能監視與控制資源運用情形。

三種服務模式根據 NIST (2012) 定義，雲端服務架構可依服務類型指標劃分為基礎架構、平台以及應用三大層次，分別為基礎架構即服務 (IaaS)、平台即服務 (PaaS) 以及軟體即服務 (SaaS)。所謂服務類型是指雲端運算能為使用者提供什麼樣的服務，而透過這樣的服務能讓使用者獲得哪些資源，以及用戶如何運用這樣的服務 (雲端開發測試平台 2012)。

1. 基礎架構層（IaaS）即為「基礎架構即服務」：是指雲端環境中虛擬化後的硬體資源和相關管理功能，透過虛擬化技術將應用系統所需之運算、儲存和網路等資源抽象化，實現內部流程自動化和資源管理優化，進而向外部提供高彈性、靈活調整的基礎架構服務。此一層的使用者使用處理能力、儲存空間、網路元件或中介軟體等「基礎運算資源」，還能掌控作業系統、儲存空間、已部署的應用程式及防火牆、負載平衡器等，但並不掌控雲端的底層架構，而是直接享用IaaS帶來的便利服務。
2. 平台層（PaaS）即為「平台即服務」：為雲端應用提供了開發、運行、管理和監控的環境，可說是優化的「雲端中介軟體」，設計優良的平台層可滿足雲端應用系統在擴充性、可用性和安全性等方面的要求。此一層的使用者可透過平台供應商提供的程式開發工具，將自身應用系統架構於雲端中介架構之上，雖能掌控運作應用程式的環境（也可能擁有主機部分控制權限），但並不掌控作業系統、硬體資源或網路基礎架構。
3. 應用層（SaaS）即為「軟體即服務」：SaaS是指軟體以雲端服務的方式提供，這些應用架構於上述雲端基礎架構層提供

的資源以及雲端平台層提供的環境之上，透過網路提供服務給使用者。此一層提供的應用服務可讓其使用者透過各種行動裝置，透過行動網路裝置（端）取用服務，使用者僅需打開瀏覽器或透過終端使用設備如手機與平板進行連網使用即可，從此不再需要擔心軟體的安裝與升級，也不必一次買下軟體授權，而是根據實際使用情況來付費。而對應用開發者來說，可以方便地進行軟體部署和升級，不需管理或控制底層的雲端架構，例如網路、伺服器、作業系統、儲存等。

未來雲端產業發展將著重 SaaS 軟體即服務為發展重點且更適用於台灣資訊產業環境，因此本研究以探討 SaaS 軟體即服務之品質測試為主，其餘 IaaS 基礎架構即服務與 PaaS 平台即服務不在本研究討論範圍。

第二節 雲端運算服務發展趨勢與使用分析

一、 雲端運算現況分析

1. SaaS 趨勢分析

中華民國資訊軟體協會（2013）SaaS 雲端服務將是未來的重要趨勢，不管是使用者或服務提供商都將面臨劇烈轉變。以往使用者習慣

購買軟體使用授權，預先準備硬體環境後請技術人員安裝設定後使用。而雲端服務則省去硬體購置與安裝建置的時間與程序。對於使用者而言，採用 SaaS 雲端服務可不需事先投資軟硬體環境，節省建置與維護成本，只要透過終端設備與網路即可依使用量開始付費與使用服務，因此可因應業務需求快速提供更即時的資訊服務以達成業務目標。對於服務供應商而言，透過開發與銷售雲端服務，可有效降低營運成本，將更多資源投入在創新研發上。傳統軟體公司以服務商品開發後銷售的營運模式，在雲端運算時代來臨後，也將面臨很大的挑戰。包括許多大型的跨國軟體公司，都積極轉型成為雲端服務提供商。軟體公司從銷售軟體授權，之後每年收取一定百分比維護費的傳統營運模式，改為整個合約週期都以提供服務收取報酬的雲端服務營運模式，是一個非常重大的轉變。

王豐勝和黃彥文（2013）指出在雲端服務競爭越來越激烈時，如何提升運算資源的配置與使用率，且在相同運算資源下提供更多高品質的服務給更多客戶一定是未來雲端服務商的成功關鍵因素。

市場調查機構IDC（2006）認為SaaS在臺灣的發展機會大，挑戰也大，根據其他市場的發展經驗來看，SaaS應用服務模式在推展的過程中，能否得到企業主的青睞，主要關鍵除了客製化與整合難度的問題以外，功能性是否可以滿足企業需求以及SaaS系統的穩定度、安全

與風險考量等都是不容忽視的環節。在這樣的前提下，SaaS應用服務平臺的開發，本來就已經是一個困難度相當高的挑戰。而SaaS的系統平臺開發完成之後，能否在這個基礎上，提供多樣化的應用服務類型，又是另外一個階段的挑戰。

2. 台灣現況

可預見未來雲端服務將帶動資訊產業改革風潮，台灣政府提出『雲端運算應用與產業發展方案』（2012）其中提到由於電腦發展已逐漸邁入「雲端運算」時代。雲端運算將會重新塑造資通訊產業供應鏈，為確保台灣資通訊產業能繼續因應市場變化延續既有硬體製造產業基礎優勢，在全球雲端運算市場取得先機，行政院責成經濟部研提「雲端運算產業發展方案」，規劃推動15項雲端運算計畫。其中發展SaaS 雲端服務是達成上述指標非常重要的策略性手段。

經濟部工業局（2013）為輔導台灣資訊服務業者順利轉型與雲端趨勢接軌，行政院科技會報辦公室亦成立「雲端運算應用與產業發展推動辦公室」，建立雲端開發測試平台，銜接雲端服務應用推動與產業發展的工作。

CIO雜誌（2014）調查兩岸企業對於雲端運算接受程度，大陸企

業導入比例為43.5%，超過台灣企業的31.9%，兩者數據雖均尚未超過半數，但顯示大陸企業因應市場處於快速成長期，期望透過新技術導入驅動創新與獲得商業先機，反觀台灣企業資訊發展較早，加上經歷網路泡沫資訊服務廠商倒閉風潮，因此對於資訊服務委外皆有所憂慮，而傾向自行建立資訊服務，因此對於雲端服務委外方式接受度不高。

中華民國資訊軟體協會（2013）研究指出台灣企業環境中，共有 120 萬家中小企業，其中八成以上是雇用人數在 20 人以下的微型企業，多半沒有專職的資訊人力，應是適用SaaS 雲端服務的最大族群。面臨這個龐大的商機，台灣已有近百家的軟體資訊服務業者，由傳統軟體銷售模式轉成 SaaS 雲端服務模式；或針對中小企業需求開發出創新的SaaS 雲端服務項目，提供給全台灣中小企業。

面對SaaS應用服務模式的崛起，臺灣有99.5%的企業，都是屬於中小型企業，而中小企業對於IT預算的侷限，SaaS正好符合需求，SaaS是一個非常適合臺灣的資訊應用模式。在2014年的IT預算中，根據CIO雜誌（2014）調查，台灣企業在2013年對於雲端方案的投資僅佔6.1%，但時至2014年則增加到8.1%。但針對是否有意願導入雲端運算的統計卻是31.9%，甚至低於2012年的35%與2013年的40%。

對於SaaS雲端服務商來說，雲端服務模式雖可降低開發初期軟體投資，卻增加管理上的複雜性。如何確保服務營運環境穩定，保持服務資源最佳化，甚至以雲端平台相同的運算資源數量，服務更多使用者增加收益（王豐勝和黃彥文2013），以上是服務商追求的競爭優勢。

在SaaS服務開發環境中，多數的SaaS服務提供商，捨棄傳統自行建置資訊基礎環境，而改採租用雲端資訊基礎服務運算資源，包括基礎設施即服務及平台即服務進行產品與開發，相較傳統開發模式需建立專屬開發與上線環境，使用雲端資源建立服務可節省軟體投資，投入更多資源在研發創新上，提昇產品服務競爭優勢（Bautista, Abran and April 2012）。

二、 雲端運算服務風險

從雲端運算服務的本質，可立即確認風險的存在。例如，廣泛的網路連接意味著大多數服務是透過網際網路，這會帶來資訊安全威脅。多租戶架構下資源池與其他客戶共享，因此服務的反應時間有可能受其他客戶所影響。這代表了效能風險。所選擇的雲端服務模式也影響了風險，尤其是風險的嚴重程度。在私有雲中的資訊安全風險小於在公有雲，因為有更多其他客戶共同存取同樣的服務與資源（Blokland,

Mengerink and Pol 2013)。

雲端運算服務可提供使用者更好的使用情境與感受，但就技術層面來看，雲端服務系統需仰賴新的資訊技術與科技，來達成雲端服務的彈性，但也造成資訊基礎設施可靠度無法故障排除以及維運管理的問題，卻常因技術的複雜與不熟悉而發生故障，造成服務中斷等問題。

國際上知名的雲端服務商都曾發生了不同程度的服務中斷事件，Amazon 於 2008 年發生 S3 服務中斷事件，當機 8 小時部分靜態網頁資料無法呈現。Amazon 於 2011 年 4 月 21 日美東地區的 4 座資料中心的 EC2 (Elastic Compute Cloud) 服務嚴重大當機，3 天後才完全恢復正常。失效事件導致上千個網站服務完全中斷。Google 多項服務在台灣時間 2014 年 1 月 25 號凌晨 3 點，系統當機造成服務中斷，根據 Google 的估計，當時大多數的使用者約有 25 分鐘無法存取相關服務，有 10% 的用戶受影響的時間為 30 分鐘，受影響的服務在 70 分鐘後恢復正常 (iThome 2014)，這些事件也暴露出雲端服務成長越快，越多人使用，就越可能發生故障。上述的事件也反映了雲端服務可靠性的問題，而這些問題將嚴重影響使用者對於雲端服務的信心，也將限制服務的大規模推廣與應用。

三、 使用者拒絕使用雲端服務的原因

綜合上述雲端特性對於使用者與服務提供者皆有顯著的優點，但仍有為數不少的使用者排斥使用雲端服務，根據 Forrester (2104) 研究指出，企業不考慮使用 SaaS 服務之原因，包括多數人認為雲端服務相關技術較新，使用者擔心新技術不穩定將影響服務品質。除此之外，雲端服務尚有結構性的障礙，如：相容性、資安與資料問題等，造成企業與政府導入意願較低。針對上述論點，Forrester 提出六大理由為什麼企業不感興趣或不使用 SaaS。

1. 資訊安全問題：有40 %的受訪者表示目前不考慮SaaS服務，起因為企業資訊保護的安全問題。
2. 整合的挑戰：23%的受訪者認為， SaaS軟體將很難與現有軟體系統整合。
3. 總成本問題：30%的受訪者表示雖然雲端服務依據消費量增長而自動提升，在初期使用成本較低，但也擔心SaaS服務後續的購買成本將不斷上升。
4. 缺乏客製化：對於企業的23%，擔心SaaS服務缺乏客製的彈性來滿足企業需求。

5. 無法滿足所需的特定應用服務：23%的使用者擔心目前現行的SaaS解決方案，不見得可以100%滿足企業每一個需要。

6. 遷移或安裝的難度與風險：有22%的受訪者表示，擔心若使用雲端服務建構系統，當要將系統與資料移轉時將造成嚴重的風險與難度。

雖然上述一些 SaaS 使用者障礙的理由在目前已經可以被克服，如包括擔憂總成本過高和缺乏適合使用的產品，可以透過慎選 SaaS 服務供應商來解決。此外，SaaS 服務提供商和研究單位，也積極期望透過制訂標準，來解決資訊安全、系統整合以及客製化的問題，但上述的問題在尚未獲得妥善解決之前，都將限制 SaaS 服務的推廣。

第三節 軟體品質管理

一、 軟體品質

雲端服務亦是由軟體產品所構成，因此要探討雲端服務品質，可沿用軟體品質的規範。以軟體品質的定義，按照 ANSI /IEEE Std 1061 - 1992 中的標準，軟體品質定義為：軟體產品滿足需求所規定的和隱含的能力所有有關的特徵或特性。

林禎彬（2008）提到多數的人對軟體品質都存在著模糊的概念，一般對軟體品質的形容大多為好不好用，或是否符合其本身需求的程度，但如果要使用者提供一個具體的答案，其確實很難清楚且詳細的說明自己對品質好壞的定義，事實上一般大眾對品質的觀點多為其可以被討論、感覺和評斷，但卻難以被衡量和量測。軟體品質管理標準目前仍在不斷地發展，回顧軟體品質管理標準發展史，期間出現過幾個運用廣、影響力大的品質管理標準。然而，這些標準，也互有其優劣勢。

二、 軟體品質管理模型

蘇國鵬（2012）提到軟體品質是多種因素的複雜混合體。這些因素隨著應用和用戶的不同而不同。在最一般意義上，根據 Pressman（2007）的定義，軟體品質是對明確陳述的功能和性能需求、明確記錄的開發標準以及對所有專業化軟體開發應具備的隱含特徵。基於 ISO/IEC 25010 標準的品質模型的建立與評價方法研究的符合度。為了有效地評量和管理軟體品質，國內外的軟體企業或標準化組織製定了大量與軟體品質相關的標準，並提出了各種軟體品質特性體系及評量模型。

Pfleger 等（2007）提到由於軟體是一種較為特殊的產品，不像

一般實體產品一樣可以單獨直接使用，由於其無法單獨運作的特性，且必須加以安裝或建後才可發揮其功能，所以對軟體品質的評估遠較於實體產品複雜，依據 IEEE 對軟體本身的定義包含了四個主要的元件：電腦程式、程序、文件和資料。因此軟體品質評估模式可區分為二個主要方式，第一個是流程管理模式，藉由對軟體開發流程的全面規範和制定標準作業程序，對需求分析、系統設計、程序設計、編碼、測試、驗收、運作和維持等訂立標準的程序，並定期進行稽查檢討，逐項改善及回歸修正開發的程序或標準，以達到最佳化的開發、測試和驗收流程，其代表性的管理模式為 CMMI 軟體成熟度模式整合和 ISO/IEC 9000 系列。

另一種方式是軟體產品品質評量模式，其主要是先分析軟體產品品質的特性(characteristic)，定義品質特性下的品質準則(criteria)，最後建立標準的度量方式或測試程序，直接對軟體產品進行測試及量測，並建立軟體品質評估模型，針對各項缺失的部份進行管理和改善，其代表的管理模式為現在通用的軟體品質模型有 McCall 品質模型、Boehm 模型、ISO/IEC 9126 品質模型和 ISO/IEC 25010 品質模型。

因第一種流程管理模式著重於藉由標準作業程序來管理和改善軟體品質，其所耗費的時間、金錢、人力和文件龐大，例如從 CMMI

一級到五級平均所需的時間為七年十個月，且須由第三單位進行輔導認證，有鑑於台灣資訊公司都為中小型規模，雖然 CMMI 在台灣推廣時間已久，但卻仍然發現難落實與推行，而第二種軟體產品品質評估模式只要將品質特徵和評量測試方式定義清楚，即可建立模型，其評估時間短，所需資源也少，一般企業即可建置，故本論文主要以探討軟體產品品質評估為主，下面就現在通用的軟體品質模型有 McCall 品質模型、Boehm 模型、ISO/IEC 9126 品質模型和 ISO/IEC 25010 品質模型進行探討。

1. McCall 軟體品質模型

在目前許多的軟體品質模型中，McCall 的品質模型是其中最知名的一個，其是由 Jim McCall 於 1977 年所提出，最初的目的如同其他品質管理模型一樣，是為美國空軍所提出來的，然後被美國國防部所推廣，其主要將影響軟體品質的構面區分為三大種類，其中包含了產品的運作(product operations)、產品的修改(product revision)和產品的移轉(product transition)，而每一構面之下又分別包含了其他的相關因素(factor)，三大構面總共包含了十一個品質因素，其主要在於描述使用者對軟體品質的觀點，這十一個品質因素分類如下：

1. 影響產品運作的因素包含了正確性(correctness)、可靠性

(reliability)、效率性(efficiency)、整合性(integrity)和使用性(usability)。

2. 影響產品修訂的因素包含了維護性(maintainability)、測試性(testability)和彈性(flexibility)。

3. 影響產品移轉的因素包含了可攜性(portability)、再使用性(reusability)和互通性(interoperability)。

其每一個品質因素下又包含了許多的品質準則(quality criteria)，主要描述軟體開發者對軟體品質的觀點，而每一個品質準則都會交互影響到其中相關的品質因素，事實上 McCall 認為要對品質準則進行評估，應在品質準則下另外建立起度量標準(metrics)，其主要是定義對軟體品質量測的範圍和方法，而其建議度量標準的量測方式是要建立品質問題以達到回答“是”或“不是”的程度，如此形成一個 FCM(Factors, Criteria and Metrics)的層級式評估架構，而此模型即試著建立起使用者和開發者之間的橋樑，讓開發者可以優先處理使用者對軟體品質所反應的問題和觀點。

2. Boehm 軟體品質模型

另一個知名的品質模型是由 Barry W. Boehm 於 1978 年所提出，其軟體品質模型類似於 McCall 的模型，也是展現出層級式架構的品

質模型，最上層代表的是品質特性，中間層代表的是品質因素，最後則是品質準則，其對良好的軟體品質概念則包含了使用者的需求和期望，但 Boehm 的模型中同時也納入了硬體的性能，這一點是 McCall 模型中未被探討的。其模型首先說明了軟體的整體效用(general utility)，將整體效用再分成三個特性：可攜性(portability)、使用者效用(As-is utility)和維護性(maintainability)，每一特性下如同 McCall 的模型般，也包含了品質因素，其中影響使用者效用的因素包含可靠性(reliability)、效率性(efficiency)和人因工程(human engineering)，影響產品維護性的因素包含測試性(testability)、可理解性(understandability)及可修改性(modifiability)，而可攜性本身較為特殊，其為一品質特性，同時也為成為品質因素，而品質因素下又可細分為十五個評價準則，每個評價準則會交互影響到品質因素的部份，每一個品質因素都至少受到兩個以上的品質準則所影響。事實上 Boehm 最強調的就是軟體系統必須要有效用，且必須嚴格掌控軟體維護的費用，一個軟體產品如果不能發揮效用就是浪費時間和開發資源，而系統的效用必須考量到不同使用者的需求。

3. ISO/IEC 9126 軟體品質模型

國際標準化組織參考了 Boehm 和 McCall 模型等已有研究的理

論基礎上，制定了國際標準 ISO/IEC 9126 軟體品質模型，該模型定義了外部和內部品質的屬性，並且將其劃分為 6 個特性：功能性、可靠性、易用性、效率、可維護性、可移植性，並且可以進一步細分為若干子特性徵。 ISO/IEC 9126 標準經過幾次修訂，2001 年發布的 ISO/IEC 9126 標準包括品質特徵、子特徵、評量指標三個層次，共有內部品質模型和使用品質模型兩大類，除了保留與以前版本相同的 6 個品質特徵外，引入了使用品質的概念，規定了內部品質、外部評量和使用品質評量。 ISO/IEC 9126 模型是目前被廣泛應用的軟體品質標準，於 2011 年 3 月被 ISO/IEC 以 ISO/IEC 25010 模型取代。

4. ISO/IEC 25010 軟體品質模型

2002 年所頒布的 ISO/IEC 25000-25050 軟體品質需求和評估標準是依據 ISO/IEC 9126 相關基礎上所修訂的。國際標準組織於 2011 年 3 月發布了最新的 ISO/IEC 25010 軟體品質評量模型，用以彌補 ISO/IEC 9126 品質模型不足，並替代 ISO/IEC 9126 標準，作為新的軟體品質評量標準。新的 ISO/IEC 25010 軟體品質評量標準描述了 8 個品質特徵和 31 個子特徵，其模型如表 2-1 所示。

表 2-1 ISO/IEC 25010 系統/軟體品質

系統 / 軟體產品品質	
功能適用性	<ul style="list-style-type: none"> ● 功能完整性 ● 功能正確性 ● 功能適合性
可靠性	<ul style="list-style-type: none"> ● 成熟性 ● 可用性 ● 容錯性 ● 可恢復性
效能與效率	<ul style="list-style-type: none"> ● 時間行為 ● 資源利用 ● 容量
操作性	<ul style="list-style-type: none"> ● 易識別性 ● 易學性 ● 易操作性 ● 錯誤保護 ● 介面美觀性 ● 易存取性

系統 / 軟體產品品質	
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ● 保密性 ● 完整性 ● 不可否認性 ● 可稽核性 ● 可信賴性
相容性	<ul style="list-style-type: none"> ● 共存性 ● 互通性
維護性	<ul style="list-style-type: none"> ● 模組化 ● 可重覆使用性 ● 易分析性 ● 易修改性 ● 易測試性
可移植性	<ul style="list-style-type: none"> ● 適應性 ● 易安裝性 ● 可取代性

資料來源：ISO/IEC 25010

5. 幾種模型的比較

王峰(2012)研究中提到評量軟體品質的原理是將軟體品質的概

念具體分解為若干較小的層次，每層次都與軟體品質特徵密切相關，最低的軟體品質特徵再發展成為具體的量化指標，最後得出整體軟體品質評量模型。

通過分析以上幾種模型，並參考林禎彬（2008）研究，ISO/IEC 9126 與 ISO/IEC 25010 建議直接量測軟體的次要特徵，其與 McCall 和 Boehm 的模型主要差別在於 ISO/IEC 25010 模型層次架構是嚴格分明的，每一個次要特徵都嚴格與主要特徵相關聯，也就是每一個子特徵只會影響到其中一個對應的主要特徵，其並不會影響到其他的主要特徵，如圖 2-1 所示。因此對複雜的軟體可以容易釐清影響品質的因素，且 ISO/IEC 25010 是以使用者為導向，與 McCall 和 Boehm 以產品為導向的模型不同，正因其架構嚴謹適合複雜的軟體、通用國際化且評估標準具備彈性，因此本研究選用 ISO 25010 為此論文的軟體品質評估模型。

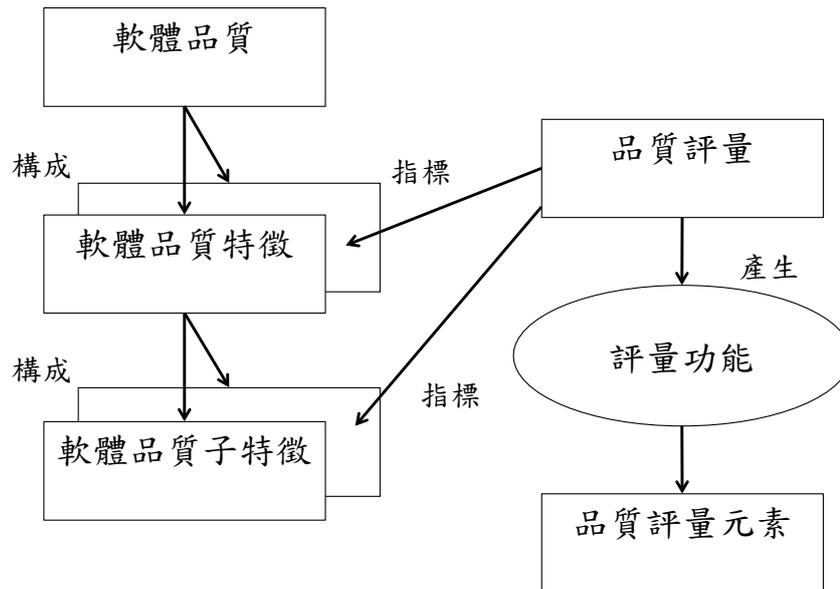


圖 2-1 軟體品質評量模型

資料來源：ISO/IEC 25010

第四節 小結

本研究針對雲端發展趨勢進行研究，試圖定義雲端服務可能帶來的風險，深入瞭解使用者拒絕使用雲端服務的原因，並且期望透過品質評量的方式降低雲端服務使用風險，增加使用者信心與滿意度。

然而隨著雲端服務的特性與特質，這些軟體品質測試的指標是否也完全適用呢？又該如何調整呢？值得更進一步再探討。本研究為評量雲端服務品質並為驗證雲端服務特性，分別分析現行軟體品質模型，並從中找到最適合評量合雲端服務的軟體品質管理模

型，以便後續發展符合雲端特性之品質特徵與子特徵，並設計評量
指標以及測試程序。



第三章 研究方法與設計

第一節 研究方法

為解決 SaaS 雲端服務無法評量軟體品質，因而導致因潛在風險而造成嚴重後果，本研究期望能發展出一套雲端服務特性之軟體品質測試機制。本研究為質性實務研究並結合專家訪談驗證結果，援先採取文獻探討方式進行，蒐集國內外雲端發展現況與趨勢，並綜整現況與挑戰後依據實務經驗上所遭遇風險進行瞭解，尋找適合的軟體品質管理標準得以適用於雲端服務之評量，發展軟體品質模型設計品質測試程序，最後透過專家訪談的方式進行意見修正的檢視，期盼讓相關檢核測試制度能更臻完善。

第二節 研究流程

本研究首先廣泛收集相關研究文獻針對雲端運算定義與發展趨勢進行現況分析，進一步探討目前雲端服務有哪些可能的潛在風險以及使用者不願意使用雲端服務的原因，再透過傳統軟體測試作業是否適用於雲端測試的可行性分析，進一步討論雲端測試適用何種軟體品質管理機制，可讓測試更加精確。之後依據選用之 ISO/IEC

25010 國際軟體品質管理標準，設計 SaaS 雲端服務品質模型與評量指標，發展雲端服務品質測試程序，最後進行專家意見訪談，檢視與印證測試程序之精確性。如圖 3-1 所示。

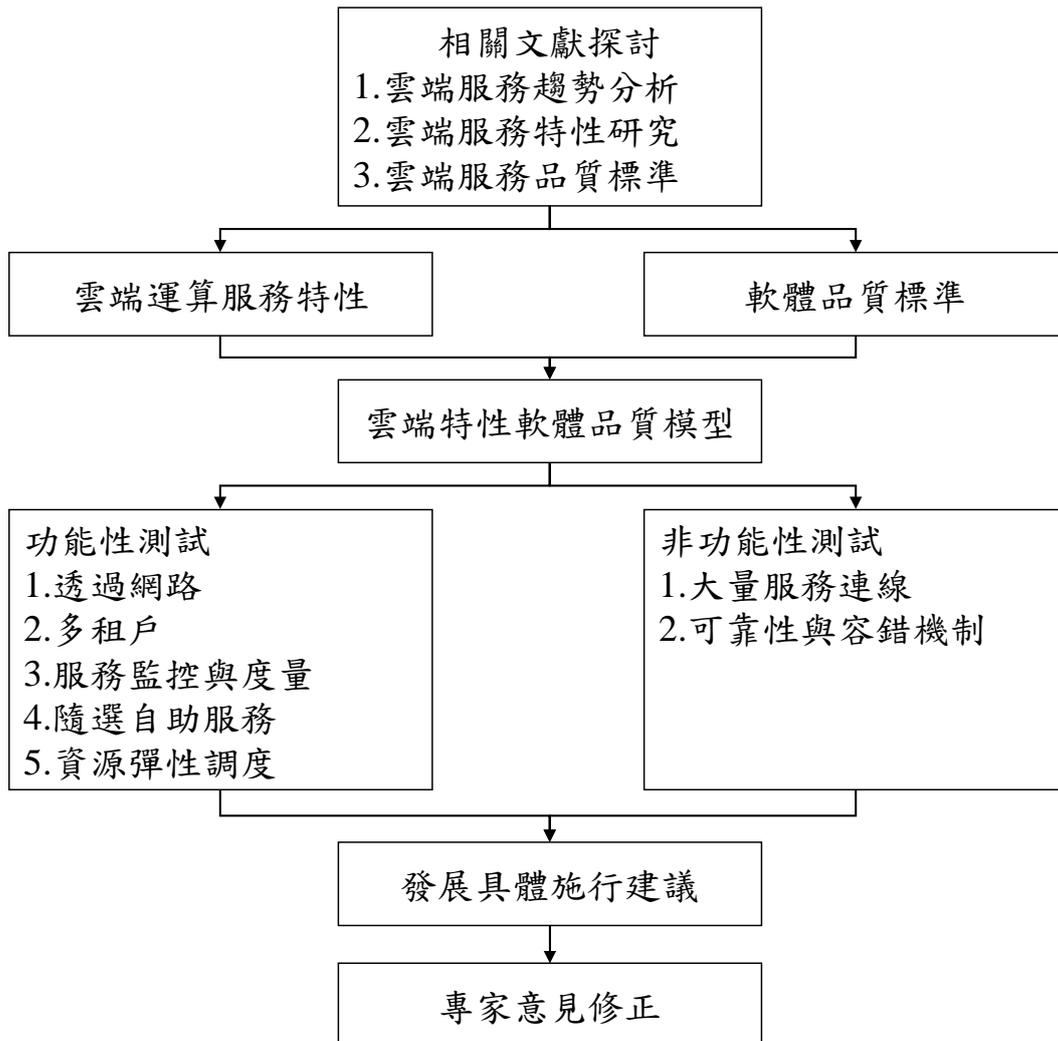


圖 3-1 研究流程圖

資料來源：本研究整理

第三節 研究步驟

研究步驟對應研究流程，首先定義雲端運算之定義，並討論雲端發展趨勢及雲端運算對資訊產業影響，分析雲端推動業務需求，並彙整各界之雲端特性研究歸納雲端服務特性及其定義作為雲端服務測試範圍，再參考 ISO/IEC 25010 國際軟體品質標準發展品質模型與測試指標。最後依據個別雲端特性及其品質評量指標發展測試程序。有關本研究之研究步驟與對應之研究目的如圖 3-2 所示。

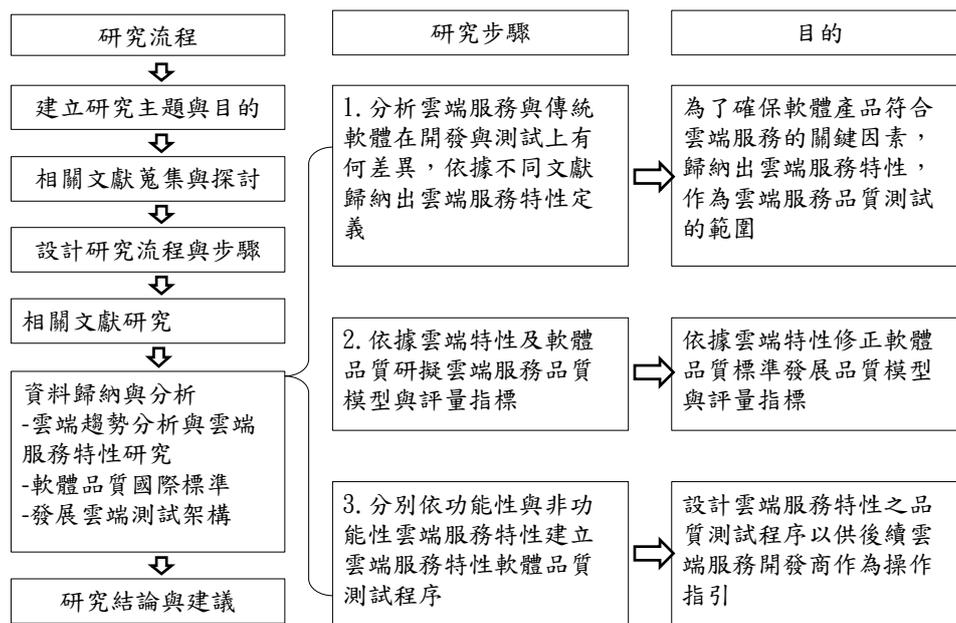


圖 3-2 研究步驟

資料來源：本研究整理

第四章 軟體品質測試機制

SaaS 雲端服務模式轉變傳統軟體研發後銷售的商業模式，使用者透過網路存取服務，由雲端服務商中央控管並提供一對多的服務，其應用系統更新及維運機制，需考量個別客戶支援擴充與彈性設定，如業界知名之 SaaS 企業應用。如：Salesforce.com、RightNow、Amazon S3 等都是屬於此一類型。而近年雲端服務也針對一般消費者提供服務，如：Gmail、Blogger、Dropbox 等。

國內軟體公司經濟規模遠不及上述國際知名軟體服務企業，將較於其他國家，台灣軟體開發商大多屬於中小型系統開發。而國內多半的軟體開發公司皆為中小型軟體開發組織，沒有專屬的軟體測試人員，欠缺完善軟體品質測試流程與專業測試人力與工具。長久以來迫於上線的壓力與有限的資源，無法進行完整的軟體品質測試程序。且傳統軟體測試機制，也無法驗證雲端以服務為導向的特性，若僅測試傳統軟體品質，將欠缺雲端服務品質衡量基準，也缺少雲端特性的檢測。

本研究先分析傳統軟體與雲端服務在開發與測試上有何差異，進一步分析雲端服務關鍵特性，並參考國際軟體品質標準後，依據業實務需求發展出雲端服務測試程序與評量指標，研究結果詳述如下。

第一節 傳統軟體與雲端服務在開發與測試之差異

近年來雲端運算發展趨勢下，軟體型態將更為豐富多樣。雲端服務模式下，軟體可以是一種服務，如同 SaaS 服務模式，也可以是 Web Services，也可以是線上訂購服務，如蘋果的線上商店中的應用軟體。

除了應用層面外，雲端服務之軟體開發環境、作業模式也將發生變化。雖然開發流程仍然符合傳統軟體開發生命週期，但基於雲端服務的開發工具、開發環境、開發平臺可透過雲端模式進行線上開發，並通過雲端實現協同作業、知識分享累積並獲得軟體重複使用的效益。Forrester(2011)分析傳統軟體與雲端服務在開發上有何差異，本研究更結合實務業界所提出之的測試經驗與意見匯總分析，彙整出如下差異比較表，如表 4-1 所示。

表 4-1 傳統軟體與雲端服務之開發有何差異

傳統模式	雲端運算模式	差異分析
應用程式層	終端使用者雲端服務	● 傳統資料與業務
✓ 客戶端應用程式		流程集中 VS. 雲端資料分散
✓ 主從式應用架構	✓ 使用網頁技術的新趨勢,	● 傳統開發著重靜
✓ Web 到本地端		

傳統模式	雲端運算模式	差異分析
<p>主機應用程式</p> <p>✓ 資料與流程存放於伺服器主機中</p>	<p>如:RIA、SaaS</p> <p>✓ Web 2.0 技術</p> <p>✓ 資料與流程存放於服務供應商</p>	<p>態網頁 VS. 雲端</p> <p>著重網頁動態技術</p>
<p>開發工具與技術</p> <p>✓ 終端開發工具</p> <p>✓ SOA</p> <p>✓ 複合應用程式</p> <p>✓ 專有 API 介面 如:Win32</p>	<p>應用元件即服務</p> <p>✓ 以混搭模式使用 網際網路代管軟體服務</p> <p>✓ 網頁代管開發工具</p> <p>✓ 社區開發工具包 包括共享模組和代碼</p> <p>✓ 專有服務提供 API 介面</p>	<p>● 傳統開發技術由技術原廠提供， 如 Java、.NET VS. 雲端開發技術由 PaaS 或 SaaS 業者提供</p> <p>● 開發技術傳統透過認證教育訓練機構 VS. 雲端由社群共同討論</p>
<p>中介軟體層</p> <p>✓ 應用服務主機</p> <p>✓ 資料庫</p>	<p>平台即服務</p> <p>✓ 應用平台代管</p> <p>✓ 資料、檔案與物</p>	<p>● 傳統軟體為三層式架構 VS. 雲端採用 PaaS 服務以</p>

傳統模式	雲端運算模式	差異分析
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 整合式伺服器 	<ul style="list-style-type: none"> 件儲存代管 ✓ 資料庫代管 	<ul style="list-style-type: none"> 及 Storage as a Service 模式 ● 傳統資料集中在資料庫 VS. 雲端結合海量分散式技術，如：Hadoop
<p>實體基礎環境層</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 伺服器 ✓ 磁碟 ✓ 網路 ✓ 系統管理 	<p>虛擬資源即服務</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 虛擬主機 ✓ 共享式雲端儲存服務 ✓ 虛擬網路設定 ✓ 管理即服務 	<ul style="list-style-type: none"> ● 傳統硬體資源集中 VS. 雲端資源分散

資料來源：Forrester 2011 & 本研究整理

從上表可知，傳統軟體與雲端服務在開發過程有很大差異，雲端服務必須結合虛擬化雲端服務平台，具備分散處理能力與儲存能力，雲端服務開發捨棄傳統自行建置而改採租用雲端資源進行產品開發，相較傳統軟體研發需建立專屬開發與上線環境，雲端開發模式可節省

軟硬體投資，將更多資源投入在研發創新，大幅提昇競爭優勢。

如同雲端服務軟體與一般傳統軟體在開發過程不同，雲端服務軟體測試也不同於一般傳統軟體測試。學者 Kaur 等人（2012）曾深入的分析並指出傳統軟體與雲端服務在測試上有何差異，本研究更結合實務業界所提出之的測試經驗與意見匯總分析，彙整出如下差異比較表，如表 4-2 所示。

表 4-2 傳統軟體測試與雲端測試差異

	傳統軟體測試	雲端軟體測試	差異分析
測試目標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 檢查可用性與相容性 ✓ 系統函數驗證程式品質 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 驗證雲端服務品質及可擴充性 ✓ 驗證 SaaS 功能品質和性能 	<ul style="list-style-type: none"> ● 測試包含白箱測試，如單元測試 VS. 雲端以黑箱測試為主
測試服務	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 內部軟體測試 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 由協力廠商提供隨選測試服務 ✓ 針對 SLA 定義進行線上測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 測試資源來自於內部或委外開發廠商 VS. 雲端由雲端服務測試廠商提

	傳統軟體測試	雲端軟體測試	差異分析
		試服務	供測試服務
測試和執行時間	✓ 在本地測試區中進行線上測試	✓ 由協力廠商執行需求測試 ✓ 在雲端服務上執行線上測試	● 傳統測試目標固定 VS. 雲端測試目標不固定
測試環境	✓ 在測試區配置專屬測試環境	✓ 使用可擴展之開放公有測試環境或私有測試環境進行測試 ✓ 具備各種不同型態與異質運算資源	● 傳統需準備專屬測試環境 VS. 雲端測試可透過雲端技術彈性快速的提供共用測試環境
測試成本	✓ 測試所需硬體和軟體成本 ✓ 測試過程中的技術人力	✓ TaaS 和雲端測試服務租用費用 ✓ SaaS/雲端運算之技術人力	● 傳統需購買測試軟體與測試人力 VS. 雲端測試服務可以租賃方式進

	傳統軟體測試	雲端軟體測試	差異分析
	成本	成本	行
測試 模擬	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 模擬線上服務使用者存取依權限產生流量資料進行測試 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 模擬虛擬/線上使用者存取雲端服務 ✓ 模擬虛擬/線上雲端服務流量資料 	<ul style="list-style-type: none"> ● 傳統測試腳本以實際使用者在實際環境上錄製腳本 VS. 雲端腳本可在虛擬環境中錄製後上雲端環境進行測試
安全 測試	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 使用者的隱私 ✓ 用戶端/伺服器存取安全測試 ✓ 資料與訊息之完整性 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ SaaS 雲端服務安全功能驗證 ✓ SaaS/雲端 API 和連接安全性 ✓ 端到端應用安全 	<ul style="list-style-type: none"> ● 傳統著重在主機端的安全檢測 VS. 雲端安全須涵蓋多租戶環境資料隔離，以及連線安全防護檢測

資料來源：Kaur 等(2012) & 本研究整理

第二節 在雲端服務模式下傳統軟體測試的瓶頸

現今的雲端運算環境下，使得軟體技術、開發工具、開發流程與架構發生變化，也為測試工具、環境、工作模式發生相應轉變。軟體測試在著重傳統軟體品質的同時，更應著重於雲端服務所提出的新的品質要求，如資源動態調整能力、大量使用者支援能力、安全性、異質平台相容性等。

如何確保廠商所開發之雲端服務具備高品質以及符合雲端特性，可透過測試來驗證，衡量雲端服務的品質與性能。有鑑於 SaaS 服務還需兼具雲端特性，本研究期望克服傳統測試的局限性，發展雲端服務軟體品質測試架構來驗證 SaaS 雲端服務品質。

周悅（2013）研究指出傳統軟體測試模式發展相對於雲端運算服務應用有所侷限，傳統應用伺服器資源主要集中在特定實體環境中，但是面對高度彈性的雲端運算服務應用，傳統的軟體測試工具以無法滿足。隨著網路環境日益複雜化、異質化，特別是雲端背景下蓬勃發展的虛擬化技術、分散式計算與儲存等新技術發展，雲端運算服務的應用模式變得日益透明和龐大。不僅受測對象數量規模龐大，甚至受測對象沒有固定實體環境，傳統測試方法和工具面臨更大的挑戰。

對於 Amazon 或 Facebook 雲端環境中的應用服務來說，要測試與服務應用有關的網路效能、伺服器效能、資料庫效能，對於在雲端環境中只有在某個網址位上的應用服務，但是資源卻分佈在許多不同且無法預測的位置上，這種情況顯然要比運行在特定實體區域的伺服器的應用測試腳本複雜得多。

因此軟體測試工具也應作業於雲端環境平台，測試工具的使用也可通過雲端平台來進行，而不再是傳統的本地作業方式；軟體測試的環境也可移植到雲端平台上，透過雲端構建測試環境；軟體測試也應該通過雲端服務實現協同作業、知識共享、測試案例重複使用等。

例如：雲端服務常用來解決大量連線的問題，但若以傳統測試方式進行大量連線測試，除了測試工具使用授權費用過高、準備壓力測試設備亦需要大量運算資源，也無法驗證同時來自於不同使用介面與實體區域的服務可用性。

由上述可知，傳統測試機制將不適用於驗證雲端服務，雲端服務建立在雲端基礎環境上，因此測試應考量同樣以雲端環境來進行測試，搭配雲端資源彈性擴充可快速部署測試環境資源，節省測試資源與時間。此外 SaaS 服務具有不同服務類型，因此雲端測試應該

涵蓋如：Web Services 測試、網際網路應用測試、行動智慧終端裝置軟體測試等。

第三節 分析 SaaS 雲端特性

SaaS 雲端服務有別於傳統軟體研發後銷售的商業模式，使用者透過網路取得服務，雲端服務商由中央控管並同時提供服務給多個客戶，並且依照實際使用量來收費，其軟體之更新及維護機制，需可滿足個別客戶客製化需求，且兼具擴充性與彈性。因此 SaaS 服務比傳統軟體要求更高的品質，應該進行更嚴格的品質評量。

定義雲端服務特性是本研究評量雲端服務品質的先決條件，為求雲端特性的全面性與完整性，本研究審慎檢視國內外各項研究文獻，以求精確找出雲端特性與其定義。並且本研究更蒐集國內目前進行雲端服務的研究，例如資策會雲端測試開發平台(2013)以及軟體品質協會雲端服務品質成熟度評估指標(2013)所定義之雲端特性，一併納入分析，以提供國內外趨勢比較之參考。

本研究參考國外研究文獻，包括美國國家標準技術研究 NIST (2012) 發佈 SP 800-146 建議書，定義雲端運算為「使用無所不在、便利、隨需應變的網路，共享廣大的運算資源，可透過最少的管理工作及服務供應者互動，快速提供各項服務」。Gartner (2010) 研究指

出「雲端運算是一種透過網際網路技術提供具有可擴充性與彈性的資訊服務給外部的使用者的模式」。Forrester (2008) 研究指出「雲端服務具有資訊能力標準化、終端設備透過網路連結、依需求自動調整架構與高可靠度、按量收費、網頁控制介面、自助式服務等六項特性」。國內雲端研究文獻參考資策會雲端測試開發平台 (2013) 以及軟體品質協會雲端服務品質成熟度評估指標(2013)所定義之雲端特性做為參考。雲端服務特性定義亦是本研究之測試範圍，應力求全面與廣泛，有關端特性分析與彙整，如表 4-3 所示。

表 4-3 雲端特性分析與彙整

雲端特性	國際分析			國內分析	
	Forrest (2008)	Gartner (2010)	NIST (2012)	軟體品質協會 (2013)	資策會 (2013)
A1.終端設備經由網路連結	V	V	V	V	
A2.具備隨選自助服務	V	V	V	V	V
A3.具備高可	V				V

靠度與容錯 機制					
A4.大量服務 連線與分散 架構		V	V		V
A5.可彈性靈 活調度資源	V	V	V	V	V
A6.具備多租 戶服務模式	V	V	V	V	V
A7.具備服務 監控與度量 機制	V		V	V	V

資料來源：本研究整理

依據表 4-3 各研究機構對於雲端特性的描述，彙整出七項雲端服務特性，其特性描述與定義如下：

1. A1 終端設備經由網路連結：雲端服務可隨時透過網際網路存取應用服務，且用戶端無論規模、地點、使用設備類型，均可透過標準機制使用雲端服務。

2. A2 具備隨選自助服務:用戶端可依需求自行操作及使用雲端服務各項功能，不需再透過雲端服務供應端或與其客戶服務人員協助以達成使用目的。
3. A3 具備高可靠度與容錯機制：雲端服務商可根據需求變化，快速進行架構延展。
4. A4 大量服務連線與分散式架構:雲端服務運算資源可來自於不同實體環境，且資訊架構採分散式之運算與儲存機制，可同時應付大量使用者的連線。
5. A5 可靈活調度資源:雲端服務供應端可以隨時依照用戶需求去動態且即時的取得相關資源以進行快速部署服務，或釋放不需要的資源以利資源有效運用。
6. A6 具備多租戶服務模式:雲端服務商提供的軟硬體資源會被所有用戶端共享共用，以降低整體成本。
7. A7 具備服務監控與度量機制:雲端服務供應端監控並記錄用戶端目前資源使用的狀況，以便計算用戶端可以使用多少服務項目或資源、應該要支付多少費用。

第四節 研擬雲端服務品質模型與評量指標

雲端服務是由軟體建構而成，而軟體也是一項產品，好的產品需符合品質要求，因此建立軟體品質模型對於品質評量是非常關鍵的作業。由於傳統測試無法適用於雲端環境，且目前傳統的軟體品質模型不能有效的評估雲端服務特性，本節重點在於提出符合雲端服務特性之品質模型與評量指標。

一、 ISO/IEC 25010 標準之雲端服務品質特徵

雲端服務雖是由軟體構成，但在滿足一般軟體特徵的同時，也應滿足雲端服務特性。本研究依據 ISO/IEC 25010 (2011) 軟體品質模型，並在此模型基礎上修正後提出新的雲端服務品質模型與特徵。

2002 年所頒佈之 ISO/IEC25000-25050 為軟體品質需求和評估標準，主要為修訂 ISO/IEC 9126 相關基礎上所制定。而國際標準組織於 2011 年 3 月發佈了 ISO/IEC 25010 軟體品質評量模型，以彌補 ISO/IEC 9126 品質模型不足並加以取代，ISO/IEC 25010 為新的軟體品質評量標準。內容包括軟體內部及外部品質和軟體使用品質特徵的詳細品質模型。上述之內部和外部軟體品質特徵被細部分解成一些子特徵，ISO/IEC 25010 軟體品質評量標準一共描述了 8 個品質特徵和 31 個

子特徵。

本研究對應雲端服務特性與定義，參考 ISO/IEC 25010 品質特徵，修正建構適合評量雲端服務的品質模型，在修正過程中，依據雲端特性定義將不適合之品質特徵列為非檢測範圍。例如：考量將功能適應性列為非檢測範圍，其原因在於本研究以雲端服務關鍵特性檢測為主，至於各產品自身功能，為個別雲端服務商考量市場需求與商業環境後因應個別產品定位所設計產品功能，而本研究以雲端服務品質特性作為測試標的，不進行個別功能適用性的檢驗，因此將功能適用性特徵列為非檢測範圍。有關本研究所提雲端特性對應之軟體品質特徵，如圖 4-1 所示。

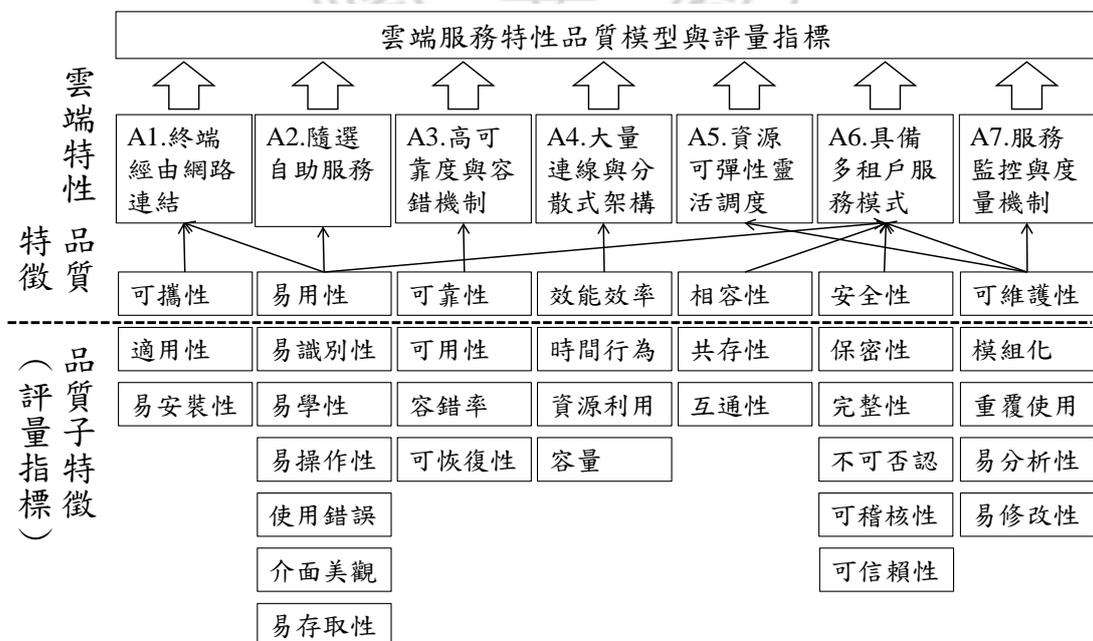


圖 4-1 雲端特性軟體品質模型

資料來源：本研究整理

依據 ISO/IEC 25010 軟體品質特徵依雲端服務特性調整與修改主

要品質特徵其內容如下：

1. 性能效率：特定條件下，雲端服務使用特定數量資源所能達到性能表現的程度。這裡的資源指雲端服務所使用的資訊基礎環境資源，包括雲端服務所使用之硬體資源以及虛擬操作系統環境。
2. 相容性：在共用軟硬體資源的環境下，雲端服務支援異質平台的能力程度。
3. 易用性：在特定使用情境下，雲端服務被特定用戶操作使用，可以有效地達到特定目標的程度。
4. 可靠性：雲端服務在規定時間內或特定條件下執行特定功能的程度。雲端服務可靠性的來自於整體之服務需求、資源調配設計和容錯機制。
5. 安全性：使用者與系統依其許可權限適當地存取資料，並保護個別資訊不受其他惡意攻擊影響的程度。除了資料儲存和讀取之外，安全性也應用於網路傳輸。安全性直接影響著雲端服務使用品質中的可信任度。
6. 可維護性：雲端服務可被維護、重覆使用與修改的程度。

這裡的修改包括功能更新和適應性修改，可維護性評估包括雲端服務版本更新和升級作業。

7. 可攜性：使用者在雲端服務上的系統與資料，是否可從原本服務廠商，移植到另一服務廠商或自家機房的程度。

二、 ISO/IEC 25010 標準之雲端服務品質模型與 評量指標

ISO/IEC 25010(2011)提到軟體品質管理模型中子特徵是對主特徵的延伸定義，如第二章文獻分析之圖 2-1 所示。本研究將子特徵作為評量指標用以評量雲端服務品質，通過分析 ISO/IEC 25010 品質模型中的子特徵，發現部分子特徵不適用於雲端服務特性，如成熟性、易測試性、可取代性等。修正後提供雲端服務特性品質模型與評量指標如表 4-4 所示。

表 4-4 ISO/IEC 25010 之雲端服務軟體品質模型及定義

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
功能適	雲端服務	功能完整	雲端服務功能覆蓋特	非檢測範

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
用性	可以滿足相關功能需求	性	定任務即用戶目標的程度	圍
		功能正確性	雲端服務提供所需功能產出正確的程度	非檢測範圍
		功能適合性	雲端服務是否易於完成特定任務或使用者目標的程度	非檢測範圍
可靠性	雲端服務在特定服務時間內特定環境條件下，服務執行規定功能的程度	成熟性	系統在正常運行下滿足可靠性要求的程度	非檢測範圍
		可用性	使用過程中，雲端服務是否能持續運作與被存取的程度	A3
		容錯性	當硬體或軟體發生錯誤時，雲端服務仍可正常運作的程度	A3
		可恢復性	雲端服務可以直接恢復發生干擾或突發事	A3

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
			件影響中之資料的程度	
性能與效率	雲端服務可滿足SLA之服務效能要求	時間行為	影響時間、處理時間和服務吞吐率是否滿足需求的程度	A4、A5
		資源利用	執行功能時，服務所需的資源數量與類型	A4、A5
		容量	滿足要求的參數最大值	A5
易用性	在滿足雲端特性相關要求下，使用者可以有有效的操作系統	易識別性	使用者識別雲端服務是否適合其需求的程度，雲端服務提供的功能是否可以輕鬆被用戶理解其作用	A2
		易學性	在特定使用情境下，雲端服務使用者是否可以高效率、無風險	A1、A2

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
			地學習使用並完成特定目標	
		易操作性	雲端服務具有易於操作或控制的屬性	A2、A6
		使用者錯誤保護	防止使用者選取服務時，因誤解功能而犯錯，檢視服務系統是否會有檢查與防止使用者出錯的機制	A2
		操作介面美觀性	雲端服務使用者操作呈現介面是否讓使用者滿意	A2
		易存取性	滿足雲端特性可透過終端行動設備，隨時透過網路存取服務	A1
安全性	雲端服務	保密性	雲端服務確保資料僅	A6

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
	使用者依據其帳號與權限設定，存取相關資料，並保持資料的安全性		對授權使用者可存取的程度	
		完整性	雲端服務防止未授權存取或修改電腦程式或資料的程度	A6
		不可否認性	雲端服務動作可被證明曾發生並不可抵賴的程度	A6
		可稽核性	雲端服務的行為可被追蹤為其所獨有的程度	A6
		可信賴性	雲端服務主體或資源的身份可被證實屬實的程度	A6
相容性	在共享資源環境中，雲端	共存性	雲端服務共享環境與資源時，能夠正常運行不會為其他使用者	A6

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
	服務系統		帶來不良影響	
	可同時支援異質之基礎資訊環境	互通性	同時支援不同廠牌的軟硬體環境，讓客戶可之間的系統與資料的移轉	A6
可維護性	雲端服務具備容易修改與調整的維護特性	模組化	雲端服務某一功能模組變化對其他功能產生最小影響的程度	A6
		可重複使用	雲端服務可被用於一個以上系統或服務重複使用其資源的程度	A5
		易分析性	雲端服務監控記錄收集可評估診斷產品不足或失效原因或依使用量計價	A6、A7
		易修改性	在不發生缺陷或降低當前產品品質的前提	A6

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
			下，雲端服務可被有效修改的程度	
		易測試性	可為雲端服務建立測試準則，並有效率的執行測試以確認是否達到測試準則的程度	非檢測範圍
可攜性	使用者在雲端服務的相關應用系統與資料，可以移植到其他雲端服務環境或自身的作業環境中	適應性	雲端服務可適應不同的硬體、軟體、操作或使用環境的程度	A5
		易安裝性	雲端服務在特定環境下可有效率地被成功安裝或卸載的程度。易安裝性不是一個所有雲端服務都具有的屬性	A1,
		可取代性	在相同環境下，雲端服務可替換功能相同	非檢測範圍

軟體品質特徵	軟體品質特徵定義	軟體品質子特徵	軟體品質子特徵定義	對應雲端服務特性
			的另一個特定雲端服務產品的程度	

資料來源：本研究整理

第五節 建立雲端服務特性軟體品質指標驗證機制

本研究將雲端特性分為功能性測試與非功能性測試，而在測試過程中則以子特徵（評量指標）作為測試評量標的。在測試過程中，驗證軟體品質子特徵並設計適當的評估指標量化計算方式以進行測試驗證。

然而，非所有的品質特徵評量指標都可以獲得量化的結果，故本研究採用定量（計算公式）和定性（檢核表）結合的方式對雲端服務進行評估。考慮到篇幅問題，僅列舉多租戶（功能性）以及高可靠度（非功能性）特性作為評量說明。如圖 4-2 所示。

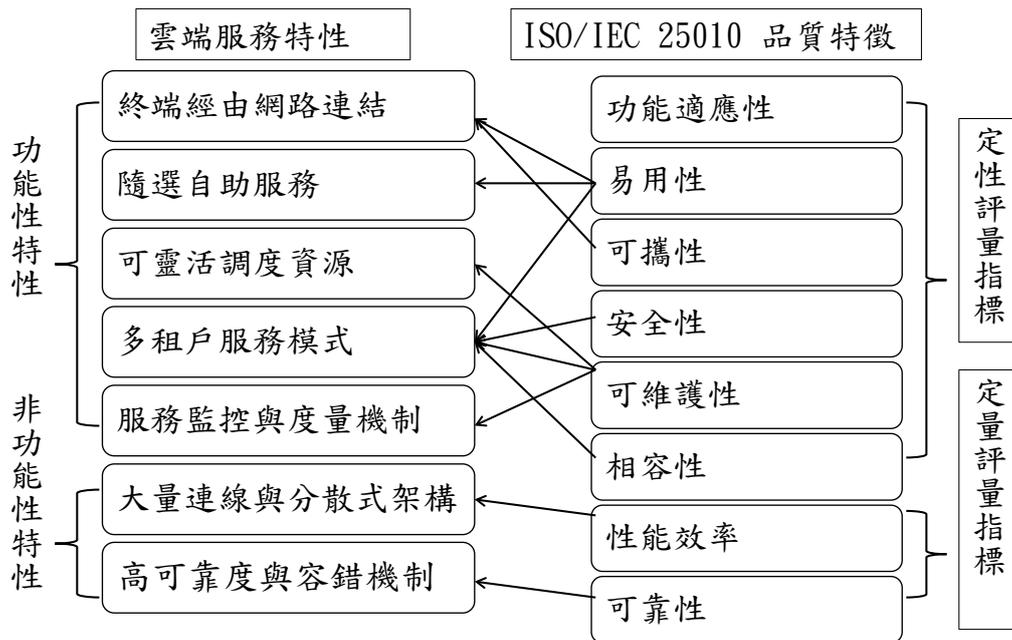


圖 4-2 軟體品質評量指標

資料來源：本研究整理

1. 功能性測試：

- 步驟 1：依據特性定義找出對應之品質特徵
- 步驟 2：依據特徵定義發展檢核表進行評量
- 步驟 3：檢核結果再以量化方式計算符合度

2. 非功能性測試：

- 步驟 1：依據特性定義找出軟對應之品質特徵
- 步驟 2：依據特徵定義設計計算公式並收集測試數據計算

個別評量指標

- 步驟 3：計算整體符合度

一、 多租戶服務模式特性測試

多租戶為 SaaS 雲端服務的重要特性之一，透過多租戶的架構 SaaS 服務供應商可以大量簡化操作並降低營運成本，在同一雲端資源池服務大量使用者（租戶）。服務供應商為每個租戶提供一個單獨的使用環境，每個客戶的資料卻是獨立存放，彼此不互通。

針對多租戶特性對應品質模型其相關品質特徵屬於定性評估，因此在測試過程中，將以檢核表的方式檢視雲端服務供應商之多租戶架構設計，確保各租戶彼此獨立性為測試作業主要的目標。以技術而言，一般多租戶的架構乃透過隔離技術達成，多租戶的服務模式應該要支援租戶在運行時可自行調整服務，而不影響其他租戶。由於所有租戶共享相同的應用程式，但也需實現系統客製化需求，如涉及修改程式和應用程式重新部署作業，一旦為某一特定租戶進行客製服務時，其他租戶可能都會受到影響，並可能在更新過程中中斷服務。當租戶數量增加時，上述干擾將更加頻繁和難以控制，也將導致非常嚴重的服務可用性問題。因此，單一租戶維護作業時不影響其他客戶應該是多租戶模式的重要關鍵要求。多租戶屬於功能性特性，其對應之品質主特徵有可攜性、易用性、相容性、安全性與可維護性，其品質主特徵

所延伸之子特徵有易操作性、保密性、完整性、不可否認性、可稽核性、可信賴性、共存性、互通性、模組化、易分析性、易修改性等，以上皆屬於定性指標，如圖 4-3 所示。

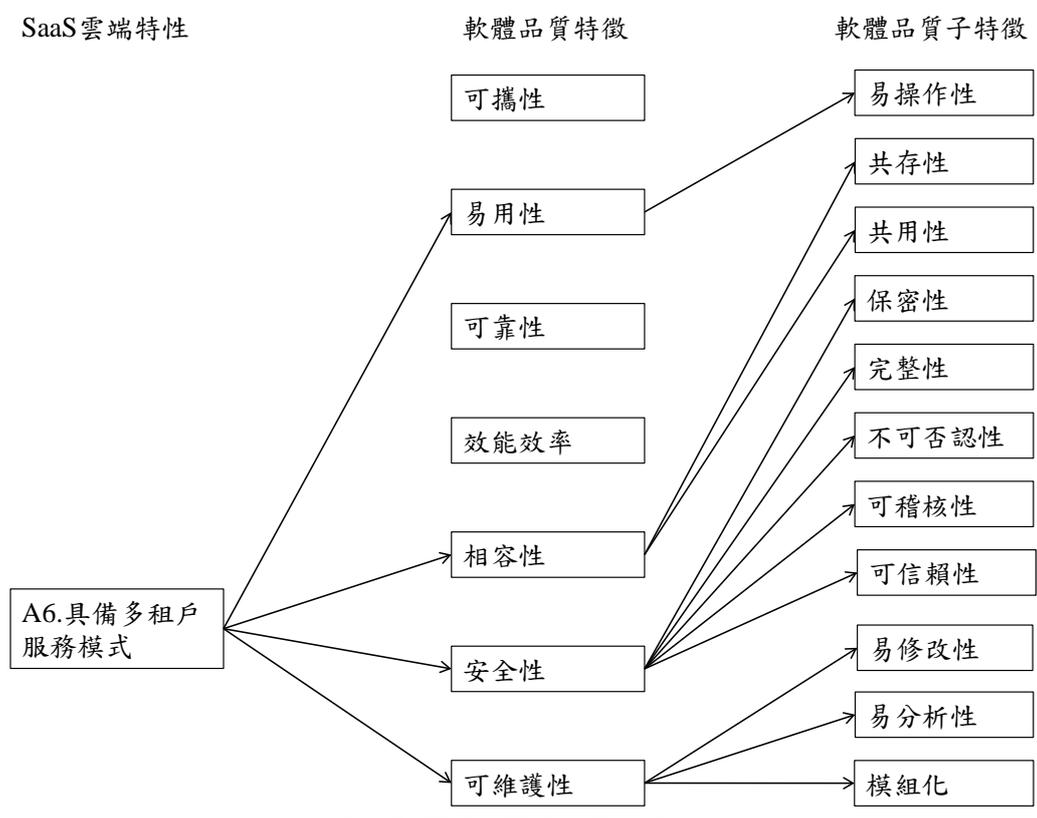


圖 4-3 多租戶服務模式對應之軟體品質特徵及子特徵

資料來源：本研究整理

本研究將依據個別子特徵定義發展檢核表，本研究之多租戶『檢核表』參考 Vashistha 和 Ahmed (2012)、Gao(2013)以及軟體品質協會雲端服務品質成熟度評估指標(2013)內容彙整而成，如表 4-5 所示。測試時將待檢測的 SaaS 雲端服務以檢核表進行評量。

表 4-5 多租戶特性檢核表

軟體品質特徵	子特徵	檢核內容	符合程度 符合~不符合
易用性	易操作性	<ul style="list-style-type: none"> ● 用戶界面應用程式之使用者操作介面，是否支援客製調整並且可透過設定更改外觀而不影響其他用戶？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
安全性	保密性	<ul style="list-style-type: none"> ● 透過隔離技術讓每個客戶只可存取屬於自己專屬的區域 如： <ul style="list-style-type: none"> ✓ 虛擬資源？ ✓ 資料庫欄位？ ✓ 作業流程？ ✓ Web 服務？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	完整性	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用者操作系統時是否進行資料檢查，以確保資料完整性？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	不可	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用者服務連線與操作是否 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

軟體品質特徵	子特徵	檢核內容	符合程度 符合~不符合
	否認性	具備的完善的授權管理，以確保使用者依據授權進行系統操作？	
	可稽核性	<ul style="list-style-type: none"> ● 使用者服務連線與操作是否具備的完善的稽核機制？ ● 並針對操作異動保留紀錄資料以便後續追蹤稽核？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	可信賴性	<ul style="list-style-type: none"> ● 過往三年是否發生過重大資安事件？ ● 是否通過資安認證（ISO/IEC 27001、FISMA..）？ ● 是否定期進行資訊安全測試（弱點掃描、滲透測試..）？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
相容性	共存性	<ul style="list-style-type: none"> ● 資源池 - 雲端服務共享環境與資源時，能夠正常運行不會為其他使用者帶來不利的影響 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

軟體品質特徵	子特徵	檢核內容	符合程度 符合~不符合
		<ul style="list-style-type: none"> ● 資料庫 - 單一租戶使用資料庫資料變更操作時，是否會影響其他人？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		<ul style="list-style-type: none"> ● 業務流程 - 是否支援讓客戶依實際的需求，分派相關的業務流程給個別負責人？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	互通性	<ul style="list-style-type: none"> ● 是否可依據不同效能、管理及擴充性等需求，支援各種不同型態與廠牌之資料庫，讓租戶可以進行資料庫相關維護作業，如：客製化、備份等作業？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
可維護性	模組化	<ul style="list-style-type: none"> ● 多租戶服務之系統修改、維護與更新作業是否可依據不同用戶需求彈性更新與修改程式，且不造成其他用戶的影響？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

軟體品質特徵	子特徵	檢核內容	符合程度 符合~不符合
	易分析性	<ul style="list-style-type: none"> ● 隨時監控並記錄用戶端目前資源使用的狀況，以便計算用戶端可以使用多少服務項目或資源、應該要支付多少費用？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	易修改性	<ul style="list-style-type: none"> ● 業務邏輯，再不需更改程式的前題條件下，每個客戶是否可以依據自身需求修改應用服務中之業務邏輯進行客製化設定？ 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

資料來源：本研究整理

當完成檢核表評量後，依據檢核結果，衡量該雲端服務針對多租戶功能特性之符合程度，多租戶功能符合程度計算公式如下：

$$\text{多租戶特性符合程度} = \left(\sum_{i=1}^n \frac{\text{符合功能項的數量}}{\text{所有功能項的數量}} \right) / n$$

其中 n 是品質子特徵項次的總數。多租戶特性符合程度檢核的範圍是 0~1。數值 1 表示該雲端服務完全符合多租戶特性。

二、高可靠度與容錯機制測試

高可靠度與容錯機制是依據軟體品質可靠性進行評量與驗證，可靠性測試是指使用者對雲端服務系統之可靠性要求，通過對雲端系統進行測試驗證是否達到可靠性要求的一種測試方法，高可靠度與容錯機制可透過軟體品質特性中的可靠度與三個子特徵作為評量指標，如圖 4-4 所示。相關可靠度評量指標之計算公式參考 Lee (2009) 研究，以下為評量說明。

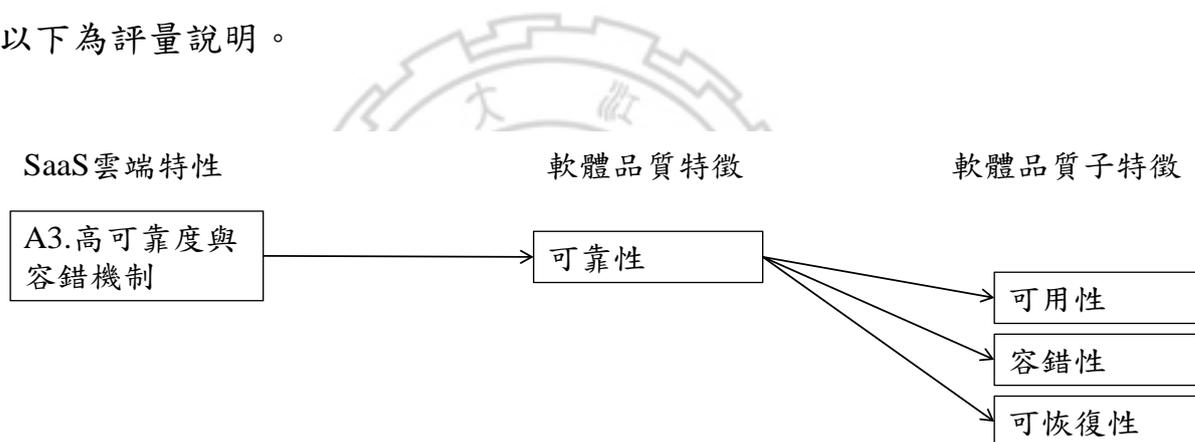


圖 4-4 高可靠度與容錯機制對應之軟體品質特徵及子特徵

資料來源：本研究整理

1. 可用性：可用性的公式計算為雲端服務的總運行時間，及雲端服務可被使用的時間的比值其中分母是雲端服務運行的總時間，而分子是該雲端服務可被使用的時間，分子可以透過以下計算得到“服務總運行時間 - 服務故障時間”。服務故障時間，是因任何故障原因造成服務中斷的時間，

該服務無法使用的總時間。計算結果範圍是0~1，越接近1表示的該雲端服務具有更高的可用性。有關可用性的公式如下：

$$\text{可用性} = \frac{\text{服務總運行時間} - \text{服務中斷時間}}{\text{服務總運行時間}}$$

2. 容錯性：當發生錯誤或故障時，卻不影響運行狀況。容錯性計算已曾經發生過故障次數卻沒有造成服務中斷的比例。其中分母是確定發生故障的總數和分子是故障但不會引起失敗的次數。從參考雲端服務相關的軟硬體的日誌文件，可以找出發生故障的總數。因此，我們可以從日誌故障事件的總數和實際上真正發生故障的總數量之間的差異獲得分子的數值。容錯性範圍是0~1，越接近1表示的雲端服務具有更高的故障容錯性。有關容錯性的公式如下：

$$\text{容錯性} = \frac{\text{發生錯誤卻沒造成服務中斷事件次數}}{\text{錯誤發生總次數}}$$

3. 可恢復性：是指曾經發生故障事件，但卻自動恢復不影響運作的比例。其中分母是由發生故障的總次數。可恢復性

範圍是0~1，越接近1表示雲端服務具有較高的可恢復性。

有關可恢復性的公式如下：

$$\text{可恢復性} = \frac{\text{發生錯誤卻自動恢復正常的次數}}{\text{錯誤發生總次數}}$$

4. 可靠性：高可靠度與容錯機制整體符合程度是由以上三個指標 * W 權重參數而得，W 為各指標的權重，其總和為1。本研究假設 $W=1/n$ ，其中 n 為評量指標個數。高可靠度與容錯機制之範圍是0~1，越接近1表示的雲端服務具有更高的可靠性與容錯機制。有關可靠與容錯機制的計算公式如下。

$$\text{可靠性} = W_{\text{可用性}} * \text{可用性} + W_{\text{容錯性}} * \text{容錯性} + W_{\text{可恢復性}} * \text{可恢復性}$$

第六節 實務專家意見訪談印證

針對上述之雲端服務軟體品質指標測試程序，為增加評量精確性，本研究更進一步邀請專家對本雲端服務軟體品質指標測試程序進行訪談，針對多租戶及高可靠度與容錯特性測試機制提供實務結果印證與建議，以使本雲端軟體品質指標驗證機制，能讓業界開發商更能貼切的瞭解雲端使用者對品質滿意的要求項目與指標。本研究受邀之專

家分別為具備開發者專業之測試技術顧問，與具備長期雲端服務使用經驗之資深使用者。期望從供給需求不同角度，交叉彙整出實務的需求交集成果。

訪談結果顯示，專家們對本研究之軟體品質指標測試程序所提供之檢核表各項目，均表達滿意與適切。唯因對於雲端差異化屬性較大的軟體特性的需求，則也相對的希望能有較多的彈性與若干建議，此種結果，實屬合理與正常。在對於多租戶檢核表部分，則較存在問項的深度與廣度有不同看法，對於個別差異化要求的雲端服務，檢核表雖與關鍵業務相關，但若所能呈現出來的服務品質深度不夠時，則可能仍會造成品質落差。本研究將專家意見結果彙整如表 4-6 所示。

表 4-6 專家認同與建議彙整表

主題	特性檢核項目	專家 I 認同(打 V)	專家 II 認同(打 V)	綜合建議
多租戶服務模式特性測	易用性檢核適切	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 若雲端服務操作介面具客製化，是否支援自行調整 ● 是否具備作業環境即可操作系統進行評估
	安全性	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 列舉保密性使用哪種技術以

主題	特性檢核項目	專家 I 認同(打 V)	專家 II 認同(打 V)	綜合建議
試	檢核適切			<p>確保保密性之要求</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 應提供不同資訊服務重要程度之不同資訊安全度等級防護措施
	相容性檢核適切	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 可加強評估終端使用相容性 ● 可考量是否與使用者既有環境系統界面皆得便利性 ● 對於互通性可加強資料與服務的互通
	可維護性檢核適切	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 無建議
高可靠度與容錯機制測	可用性評量適切	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 無建議
	容錯性評量適切	V	V	<ul style="list-style-type: none"> ● 無建議

主題	特性檢核項目	專家 I 認同(打 V)	專家 II 認同(打 V)	綜合建議
試	切			
	可恢復性評量適切	V	V	● 無建議
	可靠性評量適切	V	V	● 不同類型之雲端服務對於可用性、容錯性與可恢復性的要求並不一致，因此應可視個別服務類型而有所不同

資料來源：本研究整理

第七節 研究限制與小結

一、 研究限制

1. 本研究因篇幅與時間限制，僅以多租戶與可靠度做為範例。後續可依據本研究所提出之品質模型與評量指標發展程序，建立完整雲端服務特性品質測試機制。
2. 因本研究之相關領域在台灣無法找到太多適合的專家進行

訪談，且礙於研究時間的限制，因此本研究僅挑選兩位具備相關經歷十多餘年的專家進行訪談，以檢視本測試機制之精確性。但在通用性與可用性上可能因專家數量過少而有所不足。後續因雲端服務普及率提高，可擴大專家訪談人數以加強本研究之精確性。

3. 本研究雲端服務品質模型與測試評量機制，雖SaaS雲端服務亦是由軟體所建構而成，但考量雲端模式皆以服務方式提供，本研究以終端使用者的角度，以黑箱的方式進行整體雲端服務品質的評量，而不進行開發過程中的軟體品質評量。

二、 小結

本研究透過專家訪談來修正評量機制，專家對於多租戶檢核表問項建議可依據不同類型之雲端服務，在檢核表之問項可加強廣度與深度的查核，以增加檢核精確性。

本研究所定義非功能特性之評量指標數值為 0~1，未來可依據雲端服務之業務關鍵性分類，進一步定義其服務等級，如：C 級需符合 99 %； B 級需符合 99.9%； A 級需符合 99.99 %。而功能特性之評量指標數值，因本研究嘗試找出關鍵雲端服務特性，因此定義雲端特性符合度 1 為合格，其餘皆須改善。未來因應雲端不同屬性與服務模

式，可定義其相關之次要特性，可將次要特性符合度，以相對評比的方式，容許該定性評量符合度小於 1。

第五章 結論與建議

第一節 結論

SaaS 雲端服務將是未來的重要趨勢，不管是使用者或服務供應商都將面臨劇烈轉變。對於使用者而言，採用 SaaS 雲端服務可不需投資資訊軟硬體環境，節省建置與維護成本，只要透過終端設備與網路即可依使用量開始付費與使用服務，因此可因應業務需求快速提供更即時的資訊服務以達成業務目標。對於服務供應商而言，透過開發與銷售雲端服務，可有效降低營運成本，將更多資源投入在創新研發上。而雲端服務的推動，對於資訊產業來說，不只是新技術導入，而是整個資訊服務模式的改變，因此雲端運算的推動，有賴服務供應商能提供高品質的雲端服務以增加使用者信心，得以慢慢改變原本自行開發與建置的資訊服務模式。

本研究提出一套適合國內資訊服務產業之雲端服務品質評量機制，首先分析雲端發展趨勢與使用者接受度，試圖找出使用者拒絕使用雲端服務的原因，再找出 SaaS 雲端服務特性來滿足與改善使用者

對於使用雲端服務的疑慮。並且為驗證雲端服務供應商所開發之雲端服務確實遵守與符合雲端特性，參考 ISO/IEC 25010 國際軟體品質標準為基礎，並在此品質模型基礎上發展雲端服務品質特徵與子特徵及其評量指標，最後依據不同評量指標設計評量計算方式。

第二節 管理意涵

本研究針對台灣中小型軟體開發團隊缺乏軟體測試品質資源的環境，提出一個簡單且容易施行之雲端服務品質測試機制。SaaS 雲端服務供應商可應用本測試機制檢驗其所開發雲端服務產品，降低雲端服務風險，並確保所開發之雲端服務可符合雲端服務特性且滿足軟體品質需求。

雲端服務使用者透過本研究所提出的雲端服務軟體品質測試機制，得以檢視服務供應商所提供服務，是否具備服務不中斷與資源可彈性擴充的效益，並且充分符合雲端特性提供高品質的雲端服務。

第三節 未來研究

本研究在 SaaS 雲端服務特性測試提出了一個品質模型與評量指標，但仍存在以下的問題：

1. 雲端產業持續發展中，雲端服務特性應隨著技術與市場

演進而持續修正。

2. 本研究僅針對 SaaS 雲端服務模式提供特性與品質模型研究，未來可依據不同服務屬性設計適合之雲端特性驗證機制。
3. 本研究之雲端特性品質模型與評量指標，未考量權重因素，未來研究可找出不同指標間之權重參數讓評量驗證機制更為完備。
4. 本研究品質特性修正過程可能因個人主觀判斷而有偏頗，未來可透過專家訪談尋求專家意見進行修正，以增加雲端服務品質測試之精確性。
5. 本研究之雲端服務品質測試結果，說明該雲端服務對於雲端特性之符合度。後續可針對評量結果中符合度較低之雲端服務，深入探討形成原因為何?是否有其他改善方式，如此可以進一步協助廠商改善雲端服務品質。

參考文獻

一、 中文文獻

1. 王峰，〈基於層次分析法的軟件質量評估模型分析與研究〉，現代電子技術，第 35 卷第 24 期，22~24 頁，2012 年 12 月。
2. 王宏仁，〈Amazon 雲端服務大當機的啟示〉，網址：
<http://www.ithome.com.tw/node/68578>，上網日期：2014 年 1 月 13 日。
3. 王豐勝、黃彥文，〈軟體測試品質革新的未來趨勢-雲端測試之架構設計與驗證〉，品質月刊 49 卷 2 期，2013 年 2 月。
4. 中華民國資訊軟體協會，〈台灣 SaaS 雲端服務品質成熟度評估指標研究報告〉，2013。
5. 行政院國家發展委員會，〈我國雲端運算應用與產業發展方向〉，政府機關資訊通報第 300 期，2012 年 10 月。
6. 林禎彬，《運用層級分析法及函數式模糊規則建置智慧型手機軟體品質評估系統》，華梵大學資訊管理學系碩士學位論文，2008 年。
7. 周悅、覃文闢、胡一鳴，〈應用走向雲端的性能測試挑戰〉，微型機與應用，第 32 卷第 17 期，1~2 頁，2013。
8. 陳曉莉，〈Google 多項服務當機影響眾多用戶〉，網址：
<http://www.ithome.com.tw/node/85008>，上網日期：2014 年 1 月 13 日。

9. 雲端產業辦公室，〈雲端運算定義與範疇〉，網址：
http://www.cloudopenlab.org.tw/ccipo_industryDefinition.do，上網
日期：2014年1月24日。
10. 經濟部工業局，〈雲端運算應用與產業發展方案〉，2013年6
月。
11. 蘇國鵬，《基於 ISO/IEC 25010 標準的構件質量模型的建立與評
價方法研究》，廈門大學軟體工程碩士論文，2012。
12. CIO IT 經理人雜誌，〈2014CIO 大調查〉，CIO IT 經理人雜誌第
31期，41~68頁，2014年1月。
13. CIO IT 經理人雜誌，〈2014CIO 大調查兩岸篇〉，CIO IT 經理人
雜誌第32期，62~65頁，2014年2月。

二、

英文文獻

14. Badger, L., Grance, T., Patt-Corner, R., and Voas, J. 2012. "Cloud Computing Synopsis and Recommendations," National Institute of Standards and Technology, pp. 2-1.
15. Bautista, L., Abran, A., and April, A. 2012. "Design of a Performance Measurement Framework for Cloud Computing," Scientific Research, pp. 69-75.
16. Blokland, K., Mengerink, J., and Pol, M. 2013. "Testing Cloud Services: How to Test SaaS, PaaS & IaaS," Rocky Nook Computing, pp. 33-35.
17. Boehm, B. W., Brown, J. R., Kaspar, H., Lipow, M., MacLeod, G. J., and Merritt, M. J. 1973. "Characteristics of Software Quality," TRW

Software Series TRW-SS-79-09.

18. David, C. 2010. "Cloud Computing Key Initiative Overview," Gartner Inc.
19. Gartner. 2012. "Gartner Says Worldwide Software-as-a-Service Revenue to Reach \$14.5 Billion in 2012," Gartner Inc., March 2012 (available online at <http://www.gartner.com/newsroom/id/1963815>)
20. Gao, J., Bai, X., Tsai, W. T., and Uehara, T. 2013. "SaaS Testing on Cloud – Issue, Challenges, and Needs," 2013 IEEE Seventh International Symposium on Service-Oriented System Engineering, pp. 409-415.
21. Golze, A., Sariewski, M., and Zahm, A. 2008. "A. Optimize Quality for Business Outcomes: A Practical Approach to Software Testing (3rd ed.)," Wiley, pp. 29-40.
22. Gillett, F. E. 2008. "Future View: The New Tech Ecosystems of Cloud, Cloud Services, And Cloud Computing," Forrester Research, Inc.
23. Herbert, L., Hamerman, P. D., Band, W., Schooley, C., Jones, D., DeMartine, A., and Staten, J. 2014. "TechRadar™: Software-As-A-Service, Q1 2014," Forrester Research, Inc.
24. Herbert, L., and Bartels, A. 2011. "How SaaS Will Change Technology Sourcing Strategy," Forrester Research, Inc., pp. 4-6.
25. ISO/IEC JTC1/SC7/ ISO/IEC 9126-1. 2001. "Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model," International Standards Organization/International Electrotechnical Commission.
26. Kaur, A., Singh, N., and Singh, G. 2012. "An Overview of Cloud Testing as a Service," International Journal of Computers & Technology, (2(2)), pp. 18-23.
27. Lee, J. Y., Lee, J. W., Cheun, D. W., and Kim, S. D. 2009. "A Quality

- Model for Evaluation Software-as-a-Service in Cloud Computing,”
2009 Seventh ACIS International Conference on Software
Engineering Research, Management and Applications, pp. 261-266.
28. McCall, J. A., Richards, P. K., and Walters, G. F. 1977. “Factors in
Software Quality” National Technical Information Service, 1, 2 and
3.
29. Moreno, G. A. 2011. “ISO/IEC 25010 Systems and software
Quality Requirements and Evaluation(SQuaRE),” International
Standard ISO/IEC 25010.
30. Pfleeger, S. L., and Atlee, J. M. 2007. “Software Engineering -
Theory and Practice,” 3rd Ed., Prentice-Hall International.
31. Vashistha, A., and Ahmed, P. 2012. “SaaS Multi-Tenancy Isolation
Testing Challenges and Issues,” International Journal of Soft
Computing and Engineering, 2(5), pp. 49-50.

