

# 雲端 大實踐

## 透視運算架構與產業營運

雷保華·饒少陽·江峰·王峰·張潔·蔡永順——著

*cloud computing*

*N.S.I.*

*industries operation*

### 了解產業營運內幕，解碼雲端未來運用

- > 雲端系統的分層架構和服務體系綜述
- > 解密雲端運算的關鍵實現技術
- > 硬體及網路虛擬化佈署實踐
- > 分散式運算的平台設施架構原則
- > 軟體層的服務管理與關鍵技術
- > IaaS、PaaS、SaaS環境建置技術
- > 雲端運算未來發展及對產業的影響

#### 必看珍貴資訊!

AT&T、Verizon、中國移動...等，全球各大電信業者的雲端流派及發展實況，解析雲端運算與電信產業密不可分的關係鏈！

港台書

雷葆華 · 饒少陽 · 江峰 · 王峰 · 張潔 · 蔡永順——著

# 雲端大實踐

透視運算架構與產業營運



TP393  
20148

作者／雷葆華、饒少陽、江峰、  
王峰、張潔、蔡永順

選書企劃／單春蘭

技術審校／胡嘉璽

特約美編／葳豐企業

封面設計／韓衣非

總編輯／黃錫鉉

社長／張雅惠

發行人／何飛鵬

出版／電腦人文化

發行／城邦文化事業股份有限公司

歡迎光臨城邦讀書花園

網址：www.cite.com.tw

香港發行所／城邦(香港)出版集團有限公司

香港灣仔駱克道193號東超商業中心1樓

電話：(852) 25086231

傳真：(852) 25789337

E-mail：hkcite@biznetvigator.com

馬新發行所／城邦(馬新)出版集團

Cite(M)Sdn. Bhd. (458372U)

11, Jalan 30D/146, Desa Tasik,

Sungai Besi, 57000 Kuala Lumpur, Malaysia.

電話：(603) 90563833

傳真：(603) 90562833

國家圖書館出版品預行編目資料

雲端大實踐：透視運算架構與產業營運/  
雷葆華, 饒少陽, 江峰...等著. -- 初版. -- 臺北市：  
電腦人文化出版：城邦文化發行, 民100.10面；  
公分

ISBN 978-986-199-312-6(平裝)

1.雲端運算

312.7

100016838

印刷／士達印刷有限公司

2011年(民100)10月初版一刷 Printed in Taiwan  
定價／480元

本書簡體字版名為《雲計算解碼——技術架構和產業運營》，978-7-121-12706-9，由電子工業出版社出版，版權屬電子工業出版社所有。本書為電子工業出版社獨家授權的中文繁體字版本，僅限於臺灣、香港、澳門、馬來西亞和新加坡出版發行。未經本書原著出版者與本書出版者書面許可，任何單位和個人均不得以任何形式（包括任何資料庫或存取系統）複製、傳播、抄襲或節錄本書全部或部分內容。

● 如何與我們聯絡：

1. 若您需要劃撥購書，請利用以下郵撥帳號：

郵撥帳號：19863813 戶名：書虫股份有限公司

2. 若書籍外觀有破損、缺頁、裝釘錯誤等不完整現象，想要換書、退書，或您有大量購書的需求服務，都請與客服中心聯繫。

客戶服務中心

地址：10483 台北市中山區民生東路二段141號B1

服務電話：(02) 2500-7718、(02) 2500-7719

服務時間：週一～週五上午9：30～12：00，

下午13：30～17：00

24小時傳真專線：(02) 2500-1990～3

E-mail：service@readingclub.com.tw

3. 若對本書的教學內容有不明白之處，或有任何改進建議，可將您的問題描述清楚，以E-mail寄至以下信箱：pcuser@pcuser.com.tw

4. PCuSER電腦人新書資訊網站：

<http://www.pcuser.com.tw>

5. 電腦問題歡迎至「電腦QA網」與大家共同討論：  
<http://qa.pcuser.com.tw>

6. PCuSER專屬部落格，每天更新精彩教學資訊：

<http://pcuser.pixnet.net>

7. 歡迎加入我們的Facebook粉絲團：

<http://www.facebook.com/pcuserfans>  
(密技爆料團)

<http://www.facebook.com/i.like.mei>  
(正妹愛攝影)

※詢問書籍問題前，請註明您所購買的書名及書號，以及在哪一頁有問題，以便我們能加快處理速度為您服務。

※我們的回答範圍，恕僅限書籍本身問題及內容撰寫不清楚的地方，關於軟體、硬體本身的問題及衍生的操作狀況，請向原廠商洽詢處理。

**版權聲明** 本著作未經公司同意，不得以任何方式複製、轉載、散佈、變更全部或部分內容。

**商標聲明** 本書中所提及國內外公司之產品、商標名稱、網站畫面與圖片，其權利屬各該公司或作者所有，本書僅作介紹教學之用，絕無侵權意圖，特此聲明。

## 專家推薦

雲端運算是新一代 IT 技術變革的核心——建立自己 IT 體系的戰略機遇。

應用雲端運算技術，電信業可以從提供傳統的語音、資料服務轉變為提供計算與儲存服務，使電信網成為「超級電腦」。

中國電信適時推出的這本書從技術、商業模式、營運能力等方面對雲端運算進行解讀，是一部深入雲端運、全面解碼的力作。

田溯寧，寬帶資本董事長

雲端運算挾著排山倒海的氣勢，鋪天蓋地而來！相信提供網際網路基礎設施的電信業者將成功擔當公共計算基礎設施提供商的角色——這從中國電信的「綜合資訊服務雲」已經可以看出端倪。

未來的雲應用之多、終端之強、體驗之新，將令人目不暇給。可以透過中國電信撰寫的這本《雲端大實踐：透視運算架構與產業營運》中可以慢慢體會。

劉鵬教授，中國電子學會雲端運算專家委員會委員  
中國雲端運算（chinacloud.cn）創辦人

本書對雲端運算的技術體系進行較為全面的整理。對於希望了解雲端運算基礎知識、技術架構和實現方式的人們來說，這是一本很好的入門書籍。另外，書中深入的技術剖析和實作成果對於雲端運算研究和開發人員有很高的參考價值，一些新的觀點對讀者也有啟發作用。

最難能可貴的是，本書以雲端運算技術為開端，結合中國電信規模化的服務和營運，對實際的主要服務業務模式、關鍵技術和典型產品進行分析，理論結合實務，對未來的產業發展進行深入的分析和思考——這些無疑對雲端運算的實作者有很好的指導意義。

楊揚教授，中國電子學會雲端運算專家委員會委員  
北京科技大學網路中心主任

---

本書對雲端運算的技術、產業及其背後的成功因素提供系統化分析，內容詳實、深入淺出，是一本不可多得的好書。本書既適合對雲端運算了解不多的初學者閱讀，也適合業界人士參考。

姚宏宇，中國電子學會雲端運算專家委員會委員  
北京友友天宇系統技術有限公司 CEO

## 推薦序

趙慧玲 中國電信北京研究院副院長  
教授級高工、博士生導師

雲端運算被認為是繼 PC、網際網路之後可能再一次改寫 IT 面貌的「第三次 IT 革命」，是近 10 年來少見能夠同時引起網際網路、IT 和電信產業共同關心的新領域。在我看來，其主要原因在於雲端運算是一個融合網際網路商業模式、革命性的 IT 技術和電信服務營運的新生事物，它不僅僅是技術革新驅動商業模式變革的產物，也是使用者需求驅動 IT 營運變革的結果——對資源更多相依於網際網路的大環境將實現「雲」化；原本承擔許多工的使用者端裝置將逐漸獲得「解放」，變得更加簡單和便捷；使用者使用資源和享受服務的成本越來越低，而方便性大大增強。國外特別是歐美的 IT、網際網路和電信業者巨頭，如 Amazon、Google、IBM、AT&T 等，已經走在前面，紛紛轉型，研發和營運不同的雲端運算產品和服務，形成一定的品牌影響力。近兩年，它們更是加大投入，先佔下商機。種種跡象顯示，雲端運算確實離我們越來越近了。

雲端運算的成功營運實際上是服務提供者基於網路和 IT 基礎設施利用新的技術（如虛擬化技術、分散式技術）對規模化的使用者服務需求進行符合的過程，以實現低成本、高效率和高靈活性。從電信業者的視角看雲端運算，透過統一佈署支援 IT、通訊和資訊服務的雲能力平台及雲使用者端裝置和系統，各種使用者使用傳統通訊和 IT 服務及協同工作、學習、娛樂的門檻會顯著降低，使用者透過電信業者提供的有線 / 無線寬頻連接服務，可以隨時隨地以低成本連接電信業者提供的雲平台，享受各種營運級的雲服務，例如大規模運算、資訊處理、應用開發、資料儲存和備份、安全服務及各種細分市場的應用提供和服務發佈等。在中國，雲端運算也已經從最初的“萌動”發展到“心動”。

為了幫助業界更進一步地掌握雲端運算技術，拓展對雲服務和雲應用的了解，《雲端大實踐：透視運算架構與產業營運》一書從作業系統的角度入手，雲端運算體系架構為軸心，以雲端運算規模化服務營運為目標，並以圍繞雲端運算的3種主要服務的業務模式、關鍵技術和典型產品進行深入淺出的闡述，對雲端運算的產業發展趨勢和成功要素進行分析，既有全盤的營運思考，也不失技術前瞻性和對總體趨勢的把握，是學習和研究雲端運算的有益參考。

本書由中國電信北京研究院的一支從事雲端運算戰略、技術和產品研發的朝氣蓬勃的團隊聯合撰寫，作者群中既有業務專家，也有技術專家，既有對營運頗有經驗的工程師，也有對使用者需求有深刻了解的產品創新開發人員。這本書既是他們智慧的結晶，也是他們分享知識和經驗的陣地。相信他們的研究和心得會給廣大讀者帶來思考和啟迪。



2011年1月，北京

## 作者序

雷葆華 中國電信北京研究院

寬頻及網際網路創新中心雲端運算團隊總監

筆者是從 2008 年開始接觸「雲端運算」這個詞的，當時的第一感覺是：這是否又是業界熱炒的一個新的概念？2009 年初，筆者受命組織建立中國電信北京研究院網際網路應用創新中心，雲端運算正是這個新部門的核心研究領域之一。而這時，雲端運算在網際網路上的人氣也達到了一個高峰，搜尋「雲端運算」能得到幾千萬條結果。於是，筆者開始重新認真檢查雲端運算，但心中仍充滿疑惑——它到底是一個革命性的技術浪潮，還是又一個被炒作出來的 IT “神話”？

當筆者組織團隊開始對雲端運算進行系統研究時，首先感到的是困惑。雖然網上關於雲端運算的文章、新聞、論文、產品、模式隨手可摘，俯仰皆是，但始終沒有人能夠系統、全面、客觀地對雲端運算進行闡述。各界對雲端運算莫衷一是：網際網路服務提供者、IT 裝置製造商、學術界、政府等各自從自己產品及市場等角度去解讀雲端運算，同時也有很多人把雲端運算作為重新包裝和炒作的物件，感覺就像瞎子摸象，很多爭論也好似雞同鴨講。

不過，真理越辨越明！進入 2010 年，筆者感覺，業界對雲端運算的認識漸漸清晰，各廠商也開始將雲端運算與自己的產品結合，明確自己在產業鏈中的地位和發展策略。關於雲端運算技術的圖書也開始出現，並對一些關鍵的技術環節進行分析和介紹，但系統性地闡述和介紹雲端運算的圖書還比較少。同時，在研究過程中，筆者也深感中國在這方面與美國的明顯差距。

回頭看看我們這兩年在雲端運算方面的研究和探索——我們一直試圖建立一個雲端運算的技術體系，目前小有所得，因此願將我們的一些心得與業界分享：一是希望能與大家更進一步切磋、探討，進一步提昇對雲端運算的



研究和認識；二是希望從實務的角度出發，讓大家更進一步地認識和了解雲端運算，縮短學習和了解的過程，為雲端運算技術發展和知識普及貢獻一份力量。

由於目前業界對雲端運算仍沒有一個標準的定義和統一的認識，因此我們也不強求列出標準的定義和答案。我們希望以自己的了解，給讀者一個雲端運算的全貌。本書從目前業界普遍認可的 IaaS、PaaS、SaaS 入手，分析雲端運算的特點及實現技術，並列出一些建議，以幫助讀者更進一步地了解雲端運算，把握雲端運算技術的基本概念，提昇對相關廠商和產品的辨識能力，同時，也希望給從事雲端運算技術研究、產品開發、服務提供的業界人士有實際的幫助。

由於成稿倉促，以及筆者知識和認識的局限，書中難免有紕漏之處，請各位專家和讀者不吝賜教。

雷葆華

2011 年 1 月

## 致謝

20 世紀 70、80 年代出生的我們是非常幸運的一代人。我們不僅經歷了 PC、網際網路兩次資訊革命，體驗資訊革命給我們的生活和工作帶來的巨大影響與改變，如今又非常幸運地成為雲端運算時代的「推手」，有機會深度參與第三次 IT 革命，貢獻我們的綿薄之力。當然，在前行的道路上，我們得到長官、同事、朋友們的幫助和支援。

首先，要感謝中國電信北京研究院的長官作出成立網際網路創新中心的決策及在各方面給予的大力支持，讓我們有機會系統地研究和探索雲端運算。

其次，要感謝中國電信集團公司的相關長官對我們的研究工作大力支持和指導，使我們的技術和業務研究成果能夠在現實網路環境中得到檢視和應用，讓我們累積非常寶貴的經驗。

再次，也要感謝業界的長官、專家、學者及技術人員。他們無私地奉獻專業知識和經驗。透過與他們的溝通、交流，我們學到了很多知識，加深對雲端運算的了解。

同時，還要感謝電子工業出版社的長官、劉皎編輯、潘昕編輯，以及為本書付出辛勞的出版社的友。

最後，要感謝我們的家人。本書的幾位作者在日常的科學研究和其他工作負擔都很重，主要利用業餘時間寫作。如果沒有家人的了解和支持，本書將難以順利完成。

## 前言

「雲端運算」自從 2007 年被提出後，逐漸引起人們的關注與支持，一時間風起雲湧——不僅 Google、Amazon 等網際網路公司大舉開闢這一新的業務領域，推陳出新，佔據領先位置；IBM、Dell 等傳統的 IT 廠商也被迫轉型，不斷調整公司組織和產品體系、開展大量的市場併購和技術研發工作、進行商業模式的創新，以圖維持在 IT 市場的地位，抵禦網際網路公司的進攻；AT&T、Verizon 等電信業者作為傳統 IDC 和電信服務提供者也看到了機會，一方面積極應用新的技術改造成果、整合現有的 IT 基礎設施並提升 IT 管理和營運能力，另一方面也在探索如何提供於網際網路的雲端運算新業務。

目前，雲端運算市場上已經基本形成網際網路公司、IT 廠商和電信業者 3 支主要力量，它們分別針對自己的優勢，或主攻公有雲市場，或先佔私有雲市場，並且形成了不同的技術流派。例如，網際網路公司於自己業務需求建構分散式技術可支持龐大資料資訊處理和儲存的統一 IT 基礎設施；IT 廠商考慮的則是如何保護企業已有的 IT 投資，主推虛擬化技術作為 IT 資源的整合方法，以幫助企業更平滑地過渡到雲端運算。不過，不論是分散式技術還是虛擬化技術，都只是雲端運算實現的基本技術方法，真正使雲端運算“落地”的核心技術還是如何實現虛擬化資源和分散式叢集規模化及統一管理，以形成具備良好的彈性和可擴充性的資源池（運算和儲存雲），同時將應用於網際網路發佈給使用者（發佈雲）。這就像程式控制交換技術和軟體交換技術，它們都是實現電話業務的技術，在裝置技術成熟後，更重要是要透過佈署和形成一張規模較大的交換網，並實現全網統一管理和營運，才能真正提供優質的語音業務。因此，「雲端運算中沒有新技術」的觀點是有失偏頗的，只能說，在虛擬化、分散式技術基本成熟的環境下，雲端運算目前的關鍵技術已經聚焦到如何實現在規模化營運上，這涉及對大量分散式資源的統一管理、分派、監控，以及營運所需的計費、網路管理、互連和業務開通等各方面的技術。

雖然雲端運算進入中國要晚一些，但這並不妨礙雲端運算成為近兩年中國 IT 領域最熱門的方向之一——從一開始大家都在質疑雲端運算的發展，甚至有人認為這是國外的“陰謀”，到如今每個公司都爭先恐後地把「雲端運算」的標籤貼到自己的品牌和產品上；各種雲端運算研討會、展會、基地、中心、聯盟如雨後春筍般在全國各地出現；同時，市面上也出現很多介紹雲端運算的概念、關鍵技術、典型服務、產業轉型趨勢的書籍，可以說是一派繁榮。但令人遺憾的是，中國目前還是說得比做得多——真正能夠了解雲端運算技術本質並勇於投入資源研發相關產品和平台的公司如鳳毛麟角，真正能夠了解雲端運算的業務和市場本質並積極開展業務營運的服務提供者更是屈指可數。可以說，大部分人仍然在觀望。他們希望看透雲端運算的本質，對雲端運算有更全面的認識，透過對更多國外成功案例的模仿和學習了解開展雲端運算業務營運的一些關鍵要素，用更多的累積和儲備迎接中國雲端運算黃金時代的到來。

有鑑人們對雲端運算的概念已經接受，並且在技術、產品等方面也都加深了解，但對雲端運算的總體架構、業務和技術的關係及雲端運算營運中的許多關鍵技術和影響因素則可能了解得比較少，也鮮有這些方面的令人滿意的資料可以參考，因此，我們撰寫了這本《雲端大實踐：透視運算架構與產業營運》，試圖撥「雲」見日，從作業系統的角度全面解讀雲端運算，讓讀者認識到雲端運算不是簡單的技術應用，而是新的 IT 軟體架構技術，同時明確雲端運算真正的技術創新在 IT 服務化和規模化服務營運。透過閱讀這本書，我們期待讀者既能從巨觀的角度更全面地認識雲端運算，同時也能從微觀的業務實現角度去接觸雲端運算，更多地了解雲端運算的應用與營運方面的內涵。

本書的主要內容包括雲端運算的背景和基礎、雲端運算作業系統（技術和業務體系架構）、三類主流服務型態及其關鍵實現技術、影響雲端運算成功營運的關鍵要素、對網路的要求和影響及產業展望等。

第 1 章透過探尋 IT 的發展軌跡引出「雲端運算是第三次 IT 革命」這一觀念，並透過對雲端運算的主要特徵、業務型態及雲端運算可能對資訊產業產生的影響等方面的介紹，讓讀者對雲端運算有一個初步的認識。

第 2 章介紹雲端運算的架構，從作業系統的角度去剖析雲端運算，並結合對 IaaS、PaaS 和 SaaS 的業務架構分析，讓讀者對雲端運算的總體技術和業務架構有一個清晰的認識。

第 3 章～第 5 章則分別從 IaaS、PaaS 和 SaaS 這 3 種業務型態及其關鍵實現技術的角度深入淺出地介紹相關業務的實現、佈署和營運技術，並結合對典型廠商的典型業務產品案例的介紹，揭開雲端運算技術的神秘面紗，讓讀者不僅能對雲端運算的實際業務有更明確的了解，同時也能對業務的相關技術實現有更深入的了解。

第 6 章闡述雲端運算對產業的影響，希望透過對雲端運算發展驅動因素的整理，讓讀者了解雲端運算是技術發展、商業模式創新、營運組織調整等因素共同促進的結果，而這也決定了雲端運算將成為破壞性的創新，對 IT、網際網路和電信產業都會產生深刻的影響，也將隨之出現不同的產業競爭力量、技術流派和主流市場。

第 7 章是對雲端運算發展的展望，主要探討了雲端運算的技術和產業發展趨勢（即隨著雲端運算技術的發展，人們可以像使用水和電一樣透過網際網路使用運算和儲存，在這個過程中，運算和儲存服務將實現標準化），並對如何推進產業的發展提出建設性的建議。

第 8 章著重從電信業者的視角解析雲端運算，基於規模經濟性原理提出雲端運算規模化營運的必要性，並透過雲端運算產業鏈分析雲端運算發展的現狀，全面介紹雲端運算給電信業者帶來的挑戰、衝擊與機遇，列出電信業者在雲端運算產業鏈中的定位。

本書部分內容和案例來自於作者的實作經驗和研究成果。同時，本書的寫作得到中國電信集團公司和中國電信北京研究院的支援，並參考大量的業界研究成果和相關技術材料，在此一併表示感謝。

雲端運算作為一個新的技術和產業，涵蓋的知識範圍較廣，同時仍在快速發展和演進的過程中。由於作者知識有限，書中難免存在謬誤，歡迎讀者批評、指正。

# 目錄

專家推薦 .....	ii
推薦序 .....	iv
作者序 .....	vi
致謝 .....	viii
前言 .....	ix

## 1 雲端運算的基本概念

1.1 雲端運算：第三次 IT 革命 .....	1-2
1.2 雲端運算的特徵 .....	1-4
1.3 雲端運算服務 .....	1-6
1.4 雲端運算的類型 .....	1-8
1.5 雲端運算對資訊產業的影響 .....	1-9

## 2 雲端運算的整體架構

2.1 雲端運算的系統架構 .....	2-2
2.1.1 傳統的 PC 系統架構 .....	2-2
2.1.2 雲端運算的系統架構 .....	2-4
2.2 雲端運算的分層體系 .....	2-7
2.2.1 IaaS 服務及其實現體系 .....	2-8
2.2.2 PaaS 服務及其實現體系 .....	2-11
2.2.3 SaaS 服務及其實現體系 .....	2-13
2.2.4 雲端運算分層體系綜述 .....	2-15

### 3 基礎設施即服務 (IaaS) 及其關鍵實現技術

3.1	IaaS 概述.....	3-2
3.2	IaaS 關鍵實現技術之伺服器虛擬化.....	3-3
3.2.1	伺服器虛擬化概述 .....	3-3
3.2.2	CPU 虛擬化.....	3-6
3.2.3	記憶體虛擬化.....	3-10
3.2.4	I/O 虛擬化.....	3-12
3.3	IaaS 關鍵實現技術 —— 儲存虛擬化.....	3-13
3.3.1	儲存系統概述.....	3-13
3.3.2	存放裝置層的儲存虛擬化.....	3-15
3.3.3	區塊聚合層的儲存虛擬化.....	3-16
3.3.4	檔案 / 記錄層的儲存虛擬化.....	3-20
3.4	IaaS 關鍵實現技術 —— 網路虛擬化.....	3-21
3.4.1	網路虛擬化概述.....	3-21
3.4.2	傳統的網路虛擬化技術.....	3-23
3.4.3	主機網路虛擬化技術.....	3-24
3.4.4	網路裝置虛擬化的實現.....	3-29
3.4.5	營運服務中的網路虛擬化關鍵技術.....	3-31
3.5	IaaS 關鍵實現技術 —— 雲端運算管理平台.....	3-36
3.5.1	自動化佈署技術.....	3-38
3.5.2	彈性能力提供技術.....	3-40
3.5.3	資源監控.....	3-42
3.5.4	資源排程.....	3-44
3.5.5	業務服務管理和計費度量管理.....	3-46
3.6	典型的 IaaS 提供商——Amazon.....	3-48
3.6.1	Amazon 雲端運算服務簡介.....	3-48
3.6.2	彈性雲端運算.....	3-49

## 4 平台即服務 (PaaS) 及其關鍵實現技術

4.1	PaaS 概述.....	4-2
4.1.1	PaaS 系統架構.....	4-3
4.1.2	Google PaaS 系統概述 .....	4-6
4.2	PaaS 應用執行託管平台 .....	4-8
4.2.1	典型的 PaaS 應用執行託管平台——App Engine.....	4-8
4.2.2	PaaS 應用執行託管平台的關鍵技術 .....	4-22
4.3	基於分散式運算的 PaaS 基礎設施.....	4-32
4.3.1	分散式運算技術及實現原則 .....	4-32
4.3.2	PaaS 關鍵技術之分散式檔案系統.....	4-39
4.3.3	PaaS 關鍵技術之分散式資料庫.....	4-47
4.3.4	PaaS 關鍵技術之 MapReduce 計算模型.....	4-54
4.3.5	PaaS 關鍵技術之分散式協同管理技術 .....	4-57
4.3.6	PaaS 關鍵技術之叢集和平台管理.....	4-61
4.4	主流 PaaS 平台及流派分析.....	4-70
4.4.1	IaaS 衍生型 .....	4-71
4.4.2	傳統生態延伸型 .....	4-72
4.4.3	SaaS 拓展型 .....	4-73
4.4.4	革新生態型 .....	4-74

## 5 軟體即服務 (SaaS) 及其關鍵實現技術

5.1	SaaS 概述.....	5-2
5.2	展現層技術 .....	5-7
5.2.1	為什麼 Web 展現層技術對 SaaS 如此重要.....	5-7
5.2.2	基於瀏覽器的 Web 呈現技術 .....	5-10
5.2.3	基於外掛方式的 Web 呈現技術 .....	5-15
5.2.4	HTML5 和 Flash 技術路線的比較.....	5-16
5.3	分派層技術 .....	5-17
5.3.1	基於 DNS 的分配.....	5-18



5.3.2	基於虛擬 IP 的分配.....	5-18
5.3.3	基於鏈路聚合的分配.....	5-19
5.3.4	基於應用的分配.....	5-20
5.3.5	分配策略.....	5-20
5.4	業務層.....	5-22
5.5	資料層.....	5-23
5.6	使用者管理和設定管理.....	5-25
5.6.1	使用者管理.....	5-25
5.6.2	個性化設定.....	5-29
5.7	典型的 SaaS 服務提供者.....	5-35
5.7.1	Salesforce 服務簡介.....	5-35
5.7.2	Sales Cloud CRM 服務及特徵.....	5-38

## 6 雲端運算對產業的影響

6.1	雲端運算發展的驅動因素.....	6-2
6.2	雲端運算是一種破壞性創新.....	6-5
6.3	兩大產業陣營 —— 網際網路雲和 IT 雲.....	6-7
6.3.1	以 Google 為典型代表的網際網路雲端運算.....	6-7
6.3.2	以 IBM 為代表的 IT 雲端運算.....	6-12
6.4	兩大技術流派 —— 分散式架構和虛擬化架構.....	6-18
6.4.1	分散式架構.....	6-19
6.4.2	虛擬化架構.....	6-21
6.5	兩大主流市場 —— 公有雲和私有雲.....	6-24

## 7 雲端運算發展展望

7.1	雲端運算發展展望.....	7-2
7.1.1	雲端運算與行動網際網路的關係.....	7-5
7.1.2	雲端運算與物聯網、「智慧地球」的關係.....	7-7
7.2	雲端運算的研究重點和焦點.....	7-8