

模糊語意運算於雲端服務供應商評估模式與系統建置之研究

陳振東¹

張文彥²

洪偉展³

¹國立聯合大學資訊管理學系 ctchen@nuu.edu.tw

²國立聯合大學管理碩士學位學程 M9830008@smail.nuu.edu.tw

³國立暨南大學國際企業學系 steady_2006@hotmail.com

摘要

近年來雲端運算乃是重要的資訊科技發展議題之一。由於雲端運算服務具有經濟、簡單與便利的特性，許多企業逐漸調整傳統資訊服務模式改以雲端運算服務為主要的方式。因此，評選適合的雲端服務供應商已經變成企業的重要課題之一。公司在決定雲端運算服務供應商時，擁有最高技術的雲端服務供應商卻不一定是最符合消費者與公司的需求。評選雲端服務供應商時需考慮多項影響因素，本研究利用品質機能展開法(Quality Function Deployment; QFD)來同時處理雲端服務供應商的技術與顧客需求面的評估問題。事實上，決策問題通常會具有時效性，且提供決策的資料及專家的主觀判斷也時常隱含不確定性及模糊性。然而大部份的多準則決策方法的評估資料都是使用明確值，並不適合實際的決策環境。為此，本研究以模糊理論為基礎，結合模糊語意變數、QFD與VIKOR(Vlsekriterijska Optimizacija Kompromisno Resenje)建構一個整合的決策分析模式以進行雲端服務供應商的評選。此外，本研究亦以此決策分析模式為基礎，建構出一套互動式的分析系統。經由實證分析結果顯示，本研究所提出之評估模式確實具有實務價值。

關鍵詞：決策分析，雲端運算，語意變數，VIKOR，QFD。

1.前言

企業無時無刻都會面臨重大的決策，而關鍵決策會對企業產生重大影響，雲端服務供應商評選即為一個關鍵的決策，若能選擇優良的供應商就能夠節省成本並能提供給消費者或企業更優質的服務，並為企業帶來更大的利益。因此，做出正確的決策對企業而言是相當重要的。決策就是從可行方案中找尋最適解的過程(Figueira et al, 2005)。然而，決策環境常充滿不確定性及模糊性，因此Zadeh(1965)提出模糊理論強調人類表達意見的模糊性。另外，由於決策問題的不同，因此也會選定不同的資料類型(例如明確值、區間值、語意量表)進行評估與決策分析。此外，群體決策必需考量專家之間意見的一致性、評估準則之間也有相互衝突的可能性。因此，決策必須考慮以上的因素，才能做出一個較適當且合理的決策。

為了解決決策問題面對的難題，Hwang and Yoon(1981)提出多準則決策(Multiple Criteria Decision Making; MCDM)概念，隨後各式各樣的多準則決策方法相繼被提出。Opricovic and Tzeng (2007)應用VIKOR法解決包含衝突與不相稱之準則決策因素的多

準則決策問題 (MCDM)，此方法利用提供最大化之「群體效益」，以及最小化的「反對意見的個別遺憾」，其「妥協解」可被決策者接受。Sanayei et al.(2010)年在模糊環境中使用VIKOR法對供應商進行評選。Liu(2011)應用多準則決策方與與模糊QFD來進行產品規劃與設計。Amin and Razmi(2009)運用模糊QFD對ISP業者做評選，QFD不僅能夠使公司的服務更貼近消費者的需求，也適合用來解決多準則決策的問題。

然而QFD對競爭者做評估時仍使用傳統的加法運算，因此在評估方面上仍然不夠完善。因此，本研究將QFD與VIKOR法相結合以改善QFD評估上的缺點。然而，由於大部份的多準則決策方法的評估資料都是使用明確值，在實務上做決策比較不容易充分表達決策者的主觀意見 (Wang and Lee, 2009, Chan and Kumar, 2007, Herrera and Herrera-Viedma, 2000)。因此，本研究使用二元語意變數來表達專家的多元意見以克服不確定性及模糊性。如此，可讓專家自由選定量表來評估雲端服務供應商的決策問題。為此，本研究發展一個評選雲端服務供應商的指標架構並結合模糊語意變數、QFD與VIKOR，建構雲端服務供應商評估模式。

2.文獻探討

2.1 雲端運算

雲端運算的是由1990年代的網格運算(Grid computing)發展而來(王瑋，2010)。由於網路的發展，有了軟體即服務的概念，亦即在網路上提供軟體服務，取代購買後再安裝於電腦的方式，直到2007年Google才提出「雲端運算」一詞(Gu,2009 ;范榮靖，2009)。

Erdogmus (2009)認為雲端運算服務的核心概念是軟體即服務，不管軟體的基礎是應用、應用程式元件、平台、架構、環境或其他軟體基礎設施，經由這些組成應用程式透過網路傳遞服務到所需要的使用者上。Sultan(2010)認為雲端運算服務是以資訊通訊科技為基礎，透過資料中心、運算技術，提供雲端運算的使用者即時的運算能力與高度彈性的儲存能力，使用者可不預費心於設備管理，依照自身需求調整所需的資源。

依據雲端運算的概念及意涵，Sultan (2010)將雲端運算服務分類為下列三種

(1) 基礎設施即服務(Infrastructure as a Service ; IaaS)：

所謂IaaS 經由全部電腦設施透過網路遠端傳遞產品的模式，如虛擬電腦、伺服器、儲存裝置等(Sultan，2010)。此種模式具有高度的彈性，使用者可以依照自己的需求擴增設備，並總是能獲取最新的科技支援。目前主要的服務供應商有GoGrid、Flexiscale、Layered Technologies、Joyent and Mosso/Rackspace 等。

(2) 平台即服務(Platform as a Service ; PaaS)：

在傳統的運算模式之中，使用者需要自行建置硬體、作業系統、資料庫、中介軟體、網路伺服器和其他軟體。然而透過平台即服務(PaaS)，雲端供應商可以遠端的供應這些服務給使用者(Sultan，2010)。目前主要的服務供應商有Google AppEngine、Microsoft Azure 等。

(3) 軟體即服務(Software as a Service ; SaaS)：

所謂SaaS 是指透過網路媒介傳遞應用服務，以取代安裝及維護軟體，使用者可以透過網路簡單的存取這些應用(Sultan，2010)，而服務供應商可以將其服務透過平台傳遞

給多重的使用者，而此種服務模式與應用軟體服務供應商(application service provider;ASP)模式相似，著名的服務供應商有SalesForce.com、NetSuite、Oracle、IBM、Microsoft 等。

2.2 語意變數

Zadeh (1965,1975a, 1975b, 1975c) 認為對於太過複雜或難以定義的情況，傳統量化表示方式很難合理的加以描述，因此需要使用語意變數 (Linguistic Variables) 的概念來處理。「語意變數」乃是以自然語言中的詞或詞組做為變數。例如，利用語意變數來描述一項準則的重要性程度評估值，可用詞組：{非常重要、稍為重要、中等重要、不重要、不重要、非常重要}加以表達。

2.2.1 二元模糊語意變數

Herrera and Martinez (2000) 提出「二元模糊語意表示模式」，是以一個二元參數表示一個語意變數的方法，並以符號 $L = (s, \alpha)$ 來表達。其中， s 是模糊語意的標示，例如 $s = \{s_0: \text{非常重要}, s_1: \text{重要}, s_2: \text{普通}, s_3: \text{不重要}, s_4: \text{非常重要}\}$ 。 α 為某一語意變數與模糊語意中心值之距離。如圖1所示，語意變數 s' 介於 s_1 與 s_2 之間，可利用二元模糊語意表達為 $L' = (s_2, \alpha)$ 。

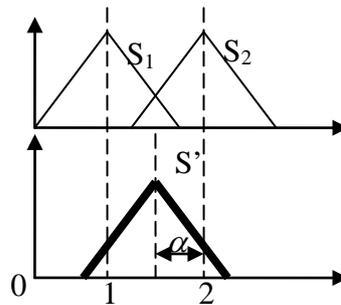


圖1. 模糊語義標示的定義

2.2.2 二元模糊語意變數與明確值的轉換方式

Chen and Tai (2005) 提出二元模糊語意變數的一般性轉換模式，以進行明確值與二元語意變數值之間的轉換。假設語意變數集合 $s = \{s_0, s_1, s_2, \dots, s_g\}$ ，任一明確值 β ($\beta \in [0,1]$) 轉換為二元語意變數的公式如下：

$$\Delta(\beta) = (s_i, \alpha) \text{ with } \begin{cases} s_i, i = \text{round}(\beta, g) \\ \alpha = \beta - \frac{i}{g} \quad \alpha \in [-\frac{1}{2g}, \frac{1}{2g}) \end{cases} \quad (1)$$

其中， Δ 為 β 轉為二元語意變數的轉換符號。

將二元語言變數轉為明確值 β ($\beta \in [0,1]$)，轉換公式如下：

$$\Delta^{-1}(s_i, \alpha) = \frac{i}{g} + \alpha = \beta \quad (2)$$

其中， Δ^{-1} 為二元語意變數轉為明確值 β 的轉換符號。

2.2.3 多元語意變數的轉換方法

在一般的狀況之下，實際上常常會使用不同種類的二元語意變數來將專家的經驗與知識的意見表達出來(Herrera- Viedma et al., 2004)，這個轉換的方就是將不同的二元語意

變數集合將他們轉換為標準的二元語意變數集合。Herrera and Martinez(2001)提出「多元語意轉換方法」，允許多位決策者依自己的需求，選擇不同層級的語意變數來進行評估，並藉此轉換方式將所有決策者的評估值轉換至同一層級的語意變數以進行整合分析。

然而，Herrera and Martinez(2001)所提出的多元語意轉換方式，其語意變數的論域將隨著語意變數個數的增加而變大，而無法在初始的同一論域中進行語意變數的轉換。陳振東等人(2005)提出一個修正方法使其可在[0,1]之間進行轉換。第 t 層級的第 i 個語意變數與明確值 β 互相轉換的公式如下：

$$\Delta(\beta) = (s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) \text{ with } \begin{cases} s_i^{n(t)}, i = \text{round}(\beta, g_t) \\ \alpha = \beta - \frac{i}{g_t} \quad \alpha \in [-\frac{1}{2g_t}, \frac{1}{2g_t}) \end{cases} \quad (3)$$

$$\beta = \Delta_i^{n(t)}(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) = (s_i, \alpha) = \frac{i}{g_t} + \alpha^{n(t)} \quad (4)$$

其中， t 為多元語意的層級， $n(t)$ 為第 t 層級的語意變數的個數， $(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)})$ 為第 t 層級的第 i 個二元模糊語意變數， $g_t = n(t) - 1$ ， $\alpha^{n(t+1)} \in [-\frac{1}{2g_{t+1}}, \frac{1}{2g_{t+1}})$ 。

因此，在論域[0,1]之中，由第 t 層級的第 i 個二元語意變數 $(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)})$ 轉換為第 $t+1$ 層級的第 k 個二元語意變數 $(s_k^{n(t+1)}, \alpha^{n(t+1)})$ 方式為：

$$TF_{t+1}^t(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) = \Delta_{t+1}^{-1}(\Delta_t^{-1}(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)})) = (s_k^{n(t+1)}, \alpha^{n(t+1)}) \quad (5)$$

其中， TF_{t+1}^t 為由第 t 層級的語意值轉換為第 $t+1$ 層級的語意值的公式， TF_{t-1}^t 為由第 t 層級的語意值轉換為第 $t-1$ 層級的語意值的公式。

2.3 VIKOR

VIKOR(Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje)是由 Opricovic(1998)所提出的多準則決策方法。VIKOR是屬於多準則決策中最佳化妥協解方法之一，其基本觀念乃在於先界定正理想解(Positive-ideal solution)與負理想解(Negative-ideal solution)。所謂正理想解是指各候選方案在各評估準則中之最佳者；而負理想解則是各候選方案在各評估準則中之最差者。而後經由比較各候選方案的評估值和理想方案。

VIKOR的優點為(1)計算結果經過標準化。(2)考慮兩種關係群體效用與個別遺憾能使考慮的寬度更廣闊。(3)改善TOPSIS的排序結果。

2.4 品質機能展開

Lowe(1999)認為品質機能展開(QFD)是一個非常有效的一套產品開發工具，能夠將製造業中品質管制的概念轉換成產品企劃的過程。水野滋與赤尾洋二(1978)將品質機能展開整理成書，讓各企業能夠運用此方法來提升產品品質。因此，QFD可以避免傳統的方法在開發產品時，僅以少數專家的個人專業知識及經驗為基準，便盲然地著手開發或改良產品，費心的解決各項技術問題後，卻發現上市的產品無法滿足顧客的期望，是以消費者導向來開發產品的一種技術。

QFD的優點為(1)以顧客導向來設計(2)考慮技術需求面與顧客需求面考慮的寬度更廣闊。(3)可由多位專家共同決定可使決策結果具有客觀性。

3. 評估模式之建構

3.1 評估架構

本研究應用模糊語意變數並結合 QFD 與 VIKOR 兩種多準則決策方法來協助企業進行關鍵決策，而評估架構如圖 2 所示。

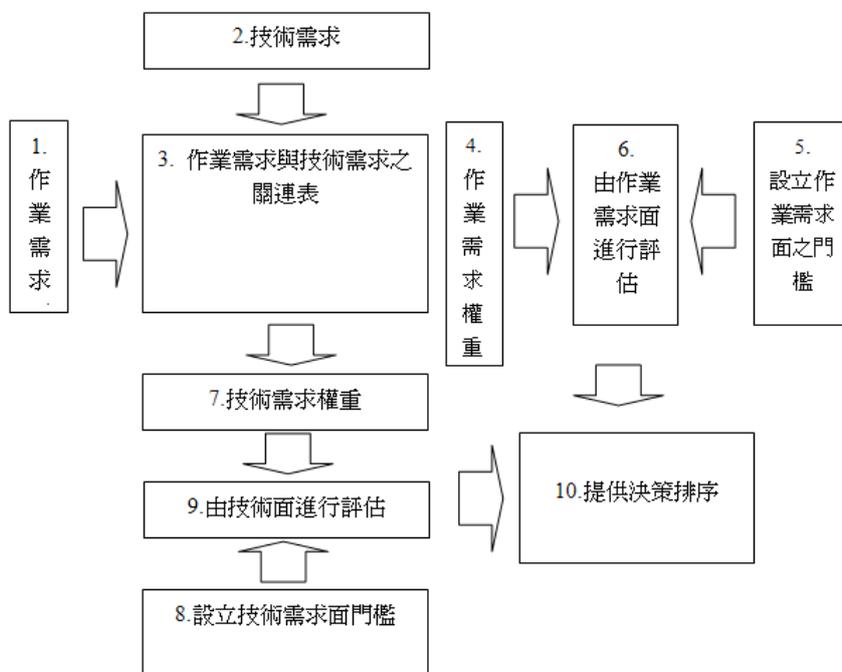


圖 2 語意 QFD-VIKOR 法之評估架構

3.2 準則建立

經由文獻整理，本研究彙整了 92 項雲端服務供應商的指標。經由統計分析篩選後發展了五個作業需求準則與六個技術需求準則，以協助企業進行雲端服務供應商的評選，其準則可分為五個作業需求的準則分別是(1)管理支援能力，(2)價格，(3)適合公司的程度，(4)供應商的聲譽，(5)供應商的經驗。其中，管理支援能力這項準則又可分為六大指標，分別是(1)行銷管理 (2)人力管理、(3)生產管理、(4)財務管理、(5)企業管理、(6)知識管理。技術需求面的六個準則，分別是(1)穩定度，(2)系統的彈性，(3)系統的容錯能力，(4)速度，(5)系統安全性，(6)災難恢復性。其中，穩定度這項準則又可分為兩大指標，分別是(1)伺服器穩定的程度，(2)連線穩定的程度。速度這項準則也可分為兩大指標，分別是(1)系統的讀取性，(2)平均 I/O 回應。並透過本研究所提出的模糊語意 QFD-VIKOR 法進行評估，所得到的結果將具有可靠性。

3.3 評估步驟

本研究在這個章節將對語意 QFD-VIKOR 法之符號表示、評估矩陣與評估步驟做一說明。

3.3.1 符號表示

一般而言可以將雲端服務供應商評選的決策問題用以下的集合來表示：

(1)E 集合用來代表決策者的集合 $E = \{D_1, D_2, \dots, D_K\}$ 。

- (2) A 集合用來代表的競爭者或是方案的集合 $A = \{A_1, A_2, \dots, A_o\}$ 。
- (3) C^d 集合用來代表作業需求評估準則的集合 $C^d = \{C_1^d, C_2^d, \dots, C_m^d\}$ 。
- (4) C^t 集合用來代表產品技術需求評估準則的集合 $C^t = \{C_1^t, C_2^t, \dots, C_n^t\}$ 。
- (5) F^d 集合用來代表作業需求門檻的集合 $F^d = \{f_1^d, f_2^d, \dots, f_m^d\}$ 。
- (6) F^t 集合用來代表產品技術需求門檻的集合 $F^t = \{f_1^t, f_2^t, \dots, f_m^t\}$ 。
- (7) 作業需求與產品技術需求準則間關係的評估值為 $x_{ij}^r, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$ ，其中 i 代表作業需求評估準則，j 代表產品技術的評估準則。
- (8) 作業需求準則的評估值為 $x_{ij}^d, i = 1, 2, \dots, o, j = 1, 2, \dots, m$ ，其中 i 代表方案，j 代表作業需求準則。
- (9) 產品技術需求準則的評估值為 $x_{ij}^t, i = 1, 2, \dots, o, j = 1, 2, \dots, n$ ，其中 i 代表方案，j 代表產品技術的評估準則。

3.3.2 評估矩陣

語意 QFD-VIKOR 為三種評估矩陣所構成，分別為(1)作業需求與產品技術需求準則之關係矩陣、(2)作業需求評估矩陣、(3)產品技術需求評估矩陣。

假設決策群體有 K 位決策者，而決策者 $D_k (k = 1, 2, \dots, K)$ 可選用二元模糊語意變數的方式來給定評估值，如表一所示。

表一 不同層級的語意變數

語意個數	語意變數	
5 層級	關聯度	很沒關連(s_0^5)、沒關連(s_1^5)、普通(s_2^5)、有關連(s_3^5)、很有關連(s_4^5)
	重要度	很不重要(s_0^5)、不重要(s_1^5)、普通(s_2^5)、重要(s_3^5)、很重要(s_4^5)
	績效	很低(s_0^5)、低(s_1^5)、普通(s_2^5)、高(s_3^5)、很高(s_4^5)
7 層級	關聯度	非常沒關連(s_0^7)、很沒關連(s_1^7)、沒關連(s_2^7)、普通(s_3^7)、有關連(s_4^7)、很有關連(s_5^7)、非常有關連(s_6^7)
	重要度	非常不重要(s_0^7)、很不重要(s_1^7)、不重要(s_2^7)、普通(s_3^7)、重要(s_4^7)、很重要(s_5^7)、非常重要(s_6^7)
	績效	非常低(s_0^7)、很低(s_1^7)、低(s_2^7)、普通(s_3^7)、高(s_4^7)、很高(s_5^7)、非常高(s_6^7)
9 層級	關聯度	絕對沒關聯(s_0^9)、非常沒關聯(s_1^9)、很沒關聯(s_2^9)、沒關聯(s_3^9)、普通(s_4^9)、有關聯(s_5^9)、很有關聯(s_6^9)、非常有關聯(s_7^9)、絕對有關聯(s_8^9)
	重要度	絕對不重要(s_0^9)、非常不重要(s_1^9)、很不重要(s_2^9)、不重要(s_3^9)、普通(s_4^9)、重要(s_5^9)、很重要(s_6^9)、非常重要(s_7^9)、絕對重要(s_8^9)
	績效	絕對低(s_0^9)、非常低(s_1^9)、很低(s_2^9)、低(s_3^9)、普通(s_4^9)、高(s_5^9)、很高(s_6^9)、非常高(s_7^9)、絕對高(s_8^9)

一、作業需求與產品技術需求之關係矩陣

將 K 位不同決策者間作業需求與產品技術需求間關係的評估值表示為 $x_{ij}^{rk} = (S_{ij}^{rk}, \alpha_{ij}^{rk})$ ，其中 i 代表作業需求評估準則，j 代表產品技術的評估準則。而 K 位決策者的作業需求與產品技術需求準則間關係的評估值整合計算方式為：

$$x_{ij}^r = \frac{\sum_{k=1}^K x_{ij}^{rk}}{k} \quad (6)$$

因此，作業需求與產品技術需求之語意關係決策矩陣 $D^r = [x_{ij}]_{m \times n}$ ，其中作業需求與產品技術需求準則之評估值 $x_{ij}^r = (S_{ij}^r, \alpha_{ij}^r)$ 來表示，i 代表作業需求評估準則，j 代表產品技術的評估準則。

二、作業需求評估矩陣

將 K 位不同決策者間作業需求評估值表示為 $x_{ij}^{dk} = (S_{ij}^{dk}, \alpha_{ij}^{dk})$ ，其中 i 代表方案，j 代表作業需求準則。而 K 位決策者的作業需求評估值整合計算方式為：

$$x_{ij}^d = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \Delta^{-1}(S_{ij}^{dk}, \alpha_{ij}^{dk}) \right) = (S_{ij}^d, \alpha_{ij}^d) \quad (7)$$

而 K 位決策者所評估的作業需求權重的表示方法為 $w_{jk}^{dw} = (S_{jk}^{dw}, \alpha_{jk}^{dw})$ 。j 代表作業需求準則。而 K 位決策者的作業需求權重整合計算方式為：

$$w_j^d = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \Delta^{-1}(S_{jk}^{dw}, \alpha_{jk}^{dw}) \right) = (S_j^{dw}, \alpha_j^{dw}) \quad (8)$$

而 K 位決策者所評估的作業需求的門檻的表示方法為 $f_j^{dw} = (S_j^{dw}, \alpha_j^{dw})$ 。j 代表作業需求準則。而 K 位決策者的作業需求的門檻整合計算方式為：

$$f_j^d = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \Delta^{-1}(S_j^{dw}, \alpha_j^{dw}) \right) = (S_j^d, \alpha_j^d) \quad (9)$$

因此作業需求的語意決策矩陣 $D^d = [x_{ij}^d]_{m \times n}$ ，其中作業需求的評估值以 $x_{ij}^d = (S_{ij}^d, \alpha_{ij}^d)$ 來表示。

三、產品技術需求評估矩陣

將 K 位不同決策者產品技術需求評估值表示為 $x_{ij}^{tk} = (S_{ij}^k, \alpha_{ij}^k)$ ，其中 i 代表方案，j 代表產品技術需求準則。而 K 位決策者的作業需求評估值整合計算方式為：

$$x_{ij}^t = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \Delta^{-1}(S_{ij}^{tk}, \alpha_{ij}^{tk}) \right) = (S_{ij}^t, \alpha_{ij}^t) \quad (10)$$

而 K 位決策者所評估的產品技術需求權重的表示方法為 $w_{jk}^{tw} = (S_{jk}^{tw}, \alpha_{jk}^{tw})$ 。j 代表產品技術需求準則。而 K 位決策者的產品技術需求權重整合為作業需求與產品技術需求準則之關係矩陣而來，由於已經轉為明確值，因此以一般算術平均數來計算，作業需求與產品技術需求準則之語意關係決策矩陣表示為 $D^r = [x_{ij}^r]_{m \times n}$ ，其中作業需求與產品技術

需求準則之評估值 $x_{ij}^r = (S_{ij}^r, \alpha_{ij}^r)$ 來表示， i 代表作業需求評估準則， j 代表產品技術的評估準則。產品技術需求準則之權重整合計算方式表示如下：

$$w_j^t = \frac{\sum_{k=1}^K x_{ij}^{rk}}{k} \quad (11)$$

而 K 位決策者所評估的產品技術需求的門檻的表示方法為 $f_{jk}^t = (S_{jk}^{tw}, \alpha_{jk}^{tw})$ 。 j 代表產品技術需求準則。而 K 位決策者的產品技術需求之門檻整合計算方式為：

$$f_j^t = \Delta \left(\frac{1}{n} \sum_{k=1}^K \Delta^{-1}(S_{jk}^{tw}, \alpha_{jk}^{tw}) \right) = (S_j^{tw}, \alpha_j^{tw}) \quad (12)$$

因此產品技術需求的語意決策矩陣 $D^t = [x_{ij}^t]_{m \times n}$ ，其中 產品技術需求的評估值以 $x_{ij}^t = (S_{ij}^t, \alpha_{ij}^t)$ 來表示。

本研究所提出之模糊語意 QFD-VIKOR 方法可分為四個階段，說明如下：

一、 初始階段

步驟一：利用 QFD 將作業需求與產品技術需求的準則展開。

步驟二： K 位決策者利用不同層級的模糊語意評估作業需求、產品技術之門檻。

步驟三：將決策者所評估作業需求、產品技術之門檻轉變為同型態，並進行整合。使用陳振東等人（2005），提出的不同層級間的轉換方法。

在論域 $[0,1]$ 之中，由第 t 層級的第 i 個二元語意變數 $(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)})$ 轉換為第 $t+1$ 層級的第 k 個二元語意變數 $(s_k^{n(t+1)}, \alpha^{n(t+1)})$ 方式為：

$$TF_{t+1}^t(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) = \Delta_{t+1}^{-1}(\Delta_t^{-1}(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)})) = (s_k^{n(t+1)}, \alpha^{n(t+1)}) \quad (13)$$

其中， TF_{t+1}^t 為由第 t 層級的語意值轉換為第 $t+1$ 層級的語意值的公式。

步驟四：將決策者所評估作業需求、產品技術之門檻轉變為明確值。使用陳振東等人(2005)提出的模糊語意與明確值的轉換公式。

第 t 層級的第 i 個語意變數與明確值 β 互相轉換的公式如下：

$$\Delta(\beta) = (s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) \text{ with } \begin{cases} s_i^{n(t)}, i = \text{round}(\beta, g_t) \\ \alpha = \beta - \frac{i}{g_t} \quad \alpha \in [-\frac{1}{2g_t}, \frac{1}{2g_t}] \end{cases} \quad (14)$$

$$\beta = \Delta_i^{n(t)}(s_i^{n(t)}, \alpha^{n(t)}) = (s_i, \alpha) = \frac{i}{g_t} + \alpha^{n(t)} \quad (15)$$

步驟五：將作業需求門檻標準化， F^d 集合用來代表作業需求門檻的集合

$F^d = \{f_1^d, f_2^d, \dots, f_m^d\}$ ， $F^{rd} = \{f_1^{rd}, f_2^{rd}, \dots, f_m^{rd}\}$ 為標準化後的作業需求門檻。
 $f_m^{rd} = f_m^d, j \in B, f_m^{rd} = 1 - f_m^d, j \in C$ ， B 代表利益準則， C 代表成本準則。

再將產品技術需求門檻標準化， F^d 集合用來代表作業需求門檻的集合

$F^t = \{f_1^t, f_2^t, \dots, f_m^t\}$ 為 $F^n = \{f_1^n, f_2^n, \dots, f_m^n\}$ 為標準化後的技術需求門檻。
 $f_m^n = f_m^t, j \in B, f_m^n = 1 - f_m^t, j \in C$ ， B 代表利益準則， C 代表成本準則。

- 步驟六：K 位決策者利用不同層級的模糊語意評估作業需求與產品技術需求之績效。
- 步驟七：將決策者所評估作業需求與產品技術之績效轉變為同型態，並進行整合。
- 步驟八：將決策者所評估作業需求與產品技術之績效轉變為明確值，並取得作業需求的語意決策矩陣 $D^d = [x_{ij}^d]_{m \times n}$ ，並取得產品技術需求的語意決策矩陣 $D^t = [x_{ij}^t]_{m \times n}$ 。
- 步驟九：將作業需求的語意決策矩陣 $D^d = [x_{ij}^d]_{m \times n}$ 標準化評估決策矩陣成為 $R^d = [r_{ij}^d]_{m \times n}$ 。 $r_{ij}^d = x_{ij}^d, j \in B, r_{ij}^d = 1 - x_{ij}^d, j \in C$ ，B 代表利益準則，C 代表成本準則，其中 i 代表方案，j 代表作業需求準則。
- 再將產品技術需求的語意決策矩陣 $D^t = [x_{ij}^t]_{m \times n}$ 標準化評估決策矩陣成為 $R^t = [r_{ij}^t]_{m \times n}$ 。 $r_{ij}^t = x_{ij}^t, j \in B, r_{ij}^t = 1 - x_{ij}^t, j \in C$ ，B 代表利益準則，C 代表成本準則，其中 i 代表方案，j 代表產品技術需求準則。
- 步驟十：將各方案間作業面績效與作業面門檻的比較，以及各方案間產品技術面績效與產品技術面門檻的比較，以決定符合條件的方案。

$$\text{if } x_{ij}^d \geq f_j^{rd}, \forall j \text{ 且 } x_{ij}^t \geq f_j^{rt}, \forall j \text{ 便列入符合的方案} \quad (16)$$

其中 i 代表方案，j 代表準則。

二、 作業需求面評估階段

- 步驟一：K 位決策者利用不同層級的模糊語意評估作業需求之權重。
- 步驟二：將決策者所評估作業需求之權重轉變為同型態，並進行整合。
- 步驟三：將決策者所評估作業需求之權重轉變為明確值。
- 步驟四：將決策者所評估作業需求之權重標準化。

$$w_j^{rd} = \frac{w_j^d}{\sum_{j=1}^n w_j^d}, j = 1, 2, \dots, n \quad (17)$$

- 步驟五：計算不同方案間各作業需求準則間的正理想解 A^{d*} 與負理想解 A^{d-} 。

$$A^{d*} = [r_{01}^{d*}, r_{02}^{d*}, \dots, r_{0n}^{d*}], A^{d-} = [r_{01}^{d-}, r_{02}^{d-}, \dots, r_{0n}^{d-}],$$

$$\text{當 } r_{0j}^{d*} = \max_i (r_{ij}^d), r_{0j}^{d-} = \min_i (r_{ij}^d), j = 1, 2, \dots, n \quad (18)$$

- 步驟六：計算作業需求面的群體效用 S_j^d ，和作業需求面個別遺憾 R_j^d 。

$$S_j^d = \sum_{i=1}^m w_i^d (A_i^{d*} - r_{ij}^d) / (A_i^{d*} - A_i^{d-}), \forall j \quad (19)$$

$$R_j^d = \max_{i=1}^m [w_i^d (A_i^{d*} - r_{ij}^d) / (A_i^{d*} - A_i^{d-})], \forall j \quad (20)$$

- 步驟七：計算作業需求指標 Q_j^d 。

$$Q_j^d = V (S_j^d - S^{d*}) / (S^{d-} - S^{d*}) + (1 - V) (R_j^d - R^{d*}) / (R^{d-} - R^{d*}), \forall j \quad (21)$$

其中， $S^{d*} = \min S_j^d$ ， $S^{d-} = \max S_j^d$ ， $R^{d*} = \min R_j^d$ ， $R^{d-} = \max R_j^d$ 。

- 步驟八： S_j^d 、 R_j^d 、 Q_j^d 進行排序。

三、 產品技術面評估階段

步驟一：K 位決策者利用不同層級的模糊語意評估作業需求與產品技術需求準則之關係。

步驟二：將決策者所評估作業需求與產品技術需求之關係轉變為同型態，並進行整合。

步驟三：將作業需求與產品技術需求之語意關係決策矩陣 $D^r = [x_{ij}^r]_{m \times n}$ 轉為明確值。

步驟四：計算產品技術需求之權重。

步驟五：將決策者所評估作業需求之權重標準化。

$$w_j^{r'} = \frac{w_j^t}{\sum_{j=1}^n w_j^t}, j = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

步驟六：計算不同方案間各產品技術需求準則間的正理想解 A^{t*} 與負理想解 A^{t-} 。

$$\begin{aligned} A^{t*} &= [r_{01}^{t*}, r_{02}^{t*}, \dots, r_{0n}^{t*}], A^{t-} = [r_{01}^{t-}, r_{02}^{t-}, \dots, r_{0n}^{t-}], \\ \text{當 } r_{0j}^{t*} &= \max_i (r_{ij}^t), r_{0j}^{t-} = \min_i (r_{ij}^t), j = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (23)$$

步驟七：計算產品技術需求面的群體效用 S_j^t ，和產品技術需求面個別遺憾 R_j^t 。

$$S_j^t = \sum_{i=1}^m w_i^t (A_i^{t*} - r_{ij}^t) / (A_i^{t*} - A_i^{t-}), \forall j \quad (24)$$

$$R_j^t = \max_i [w_i^t (A_i^{t*} - r_{ij}^t) / (A_i^{t*} - A_i^{t-})], \forall j \quad (25)$$

步驟八：計算產品技術需求指標 Q_j^t 。

$$Q_j^t = V (S_j^t - S^{t*}) / (S^{t-} - S^{t*}) + (1 - V) (R_j^t - R^{t*}) / (R^{t-} - R^{t*}), \forall j \quad (26)$$

其中， $S^{t*} = \min S_j^t$ ， $S^{t-} = \max S_j^t$ ， $R^{t*} = \min R_j^t$ ， $R^{t-} = \max R_j^t$ 。

步驟九： S_j^t 、 R_j^t 、 Q_j^t 進行排序。

四、 整合階段

本研究將採用三種方式來整合作業需求指標 Q_j^d 與技術需求指標 Q_j^t 。分別說明如下：

(1) 利益統合比率 Q_j ，其 Q_j 值越小越好

此方法能夠自由調整作業需求面與技術需求面的權重。計算如下：

$$Q_j = DQ_j^d + (1 - D)(Q_j^t), \forall j \quad (27)$$

其中，D 為統合係數。

(2) 與理想方案之間距 D_j^* ，其值越接近 0 越好

此方法的構想就是各雲端服務供應商的作業需求面與技術需求面，離最理想的供

應商差距，用此差距來比較方案的優劣性。計算如下：

$$D_j^* = \sqrt{\frac{1}{2}[(Q_j^d - 0)^2 + (Q_j^t - 0)^2]}, \forall j \quad (28)$$

(3)與最佳方案之接近係數 CC_j ，其值越接近1越好

此方法運用 TOPSIS 的概念算出接近係數，其概念為計算作業需求面與技術需求面兩面向與最佳方案與最差方案的距離，同時考慮最優與最劣兩方案。計算如下：

$$D_j^* = \sqrt{\frac{1}{2}[(Q_j^d - 0)^2 + (Q_j^t - 0)^2]}, \forall j \quad (29)$$

$$D_j^- = \sqrt{\frac{1}{2}[(1 - Q_j^d)^2 + (1 - Q_j^t)^2]}, \forall j \quad (30)$$

$$CC_j = \frac{D_j^-}{D_j^- + D_j^*}, \forall j \quad (31)$$

3.4 系統建置

本研究依照語意 QFD-VIKOR 法來設計系統，並以雲端供應商之評選架構，進行系統開發，決策者與專家可透過瀏覽器進行決策與評估。本研究所開發之系統，可允許多位使用者於系統平台上建立決策專案，決策者可以建立專案，讓許多專家進行評估。

依據決策者與專家對於決策與評估上的需求，本研究將這些需求歸納為數個模組，而此一系統概念與系統模組如圖 3 所示。系統功能畫面如表二所示，各項操作結果如圖 4~圖 13 所示。

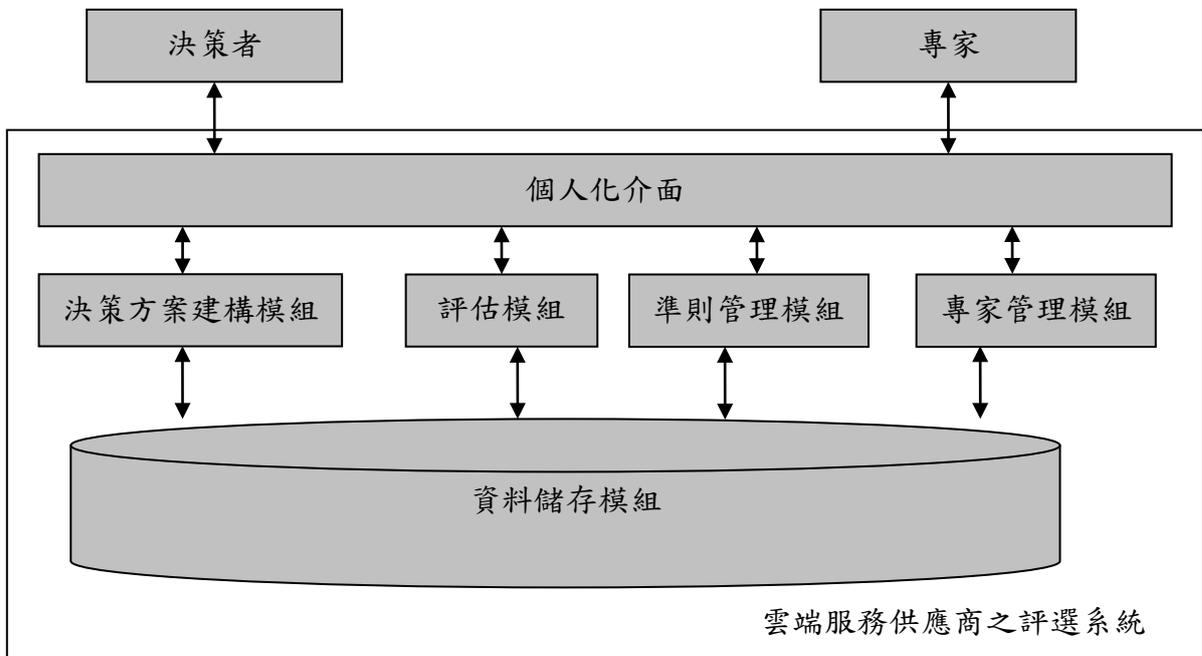


圖 3 雲端服務供應商評選系統概念

表二 系統功能畫面
決策方案建構模組



圖 4 專案條件設定



圖 5 設立作業需求面與技術需求面之評估準則介面



圖 6 設立供應商

評估模組-專家評估



圖 7 專家選定要評估之專案



圖 8 專家評估作業面之績效與權重



圖 9 專家評估技術面之績效

評估模組-結果呈現



圖 10 專家評估作業面與技術面之關聯度



圖 11 查看各專家評估結果



圖 12 某專家技術面之評估



圖 13 專案結果

4. 專案分析

本研究以 N 大學為對象進行雲端服務供應商評選之實證研究。為此，本次實際邀請校務資訊組的三位專家進行評估，N 大學想要選擇一個有競爭力的雲端服務供應商。在經過初步的審查之後，有五個雲端服務供應商 A₁、A₂、A₃、A₄、A₅ 仍然需要更進階的審查，而在決策過程上有三位專員 D₁、D₂、D₃，來針對雲端服務供應商做評選，考慮十個作業需求的準則(1)行銷管理-網路招生系統(C₁^d)、(2) 人力管理-招生與招聘(C₂^d)、(3) 生產管理-選課系統(C₃^d)、(4) 財務管理-出納組的支援(C₄^d)、(5) 企業管理-行政網路化(C₅^d)、(6) 知識管理-教學系統(C₆^d)、(7)價格(C₇^d)、(8)適合公司的程度(C₈^d)、(9)供應商的聲譽(C₉^d)、(10)供應商的經驗(C₁₀^d)。而技術面的八個面向，分別是(1)伺服器穩定的程度(C₁^t)、(2)連線穩定的程度(C₂^t)、(3)系統的彈性(C₃^t)、(4) 系統的容錯能力(C₄^t)、(5)系統的讀取性(C₅^t)、(6)平均 I/O 回應(C₆^t)、(7)系統安全性(C₇^t)、(8)災難恢復性(C₈^t)。

除了成本是依照名次填寫外，其他皆為準則皆為利益準則，並使用表一不同層級的語意進行評估。三位專家並沒有設立門檻值，且使用本研究所發展出來的準則進行評估，其評估結果如圖 14 所示。在本論文中著重於語意 QFD-VIKOR 法與其他方法之比較分析上，而語意 QFD-VIKOR 之詳細的計算與使用方法可以參考(陳振東、張文彥，2011;張文彥 2011)。

綜合結果						
以下為3種方法來表示雲端供應商的優先						
利益綜合比率:值越小越好,其綜合係數若為0代表只看技術需求面,若為1代表只看作業需求面						
決策係數則是代表群體效用與個別遺憾的調整係數,若為0代表只看個別遺憾,為1代表只看群體效用						
利益綜合比率	微軟	訊臨資訊與傳立資訊	Citrix System,INC.	HP	無限軟體股份有限公司	
利益比率(決策係數為0,綜合係數為0)	0	0.89226887494816	1	0.71833391471804	0.96876162157274	
利益比率(決策係數為0.5,綜合係數為0)	0	0.93528785435219	1	0.6882878070576	0.95125356434076	
利益比率(決策係數為1,綜合係數為0)	0	0.97730683377622	1	0.65824169939716	0.93374550710878	
利益比率(決策係數為0,綜合係數為0.5)	0.22500000536442	0.94663443747408	0.5	0.70916935378274	0.71146407999498	
利益比率(決策係數為0.5,綜合係數為0.5)	0.11500431590577	0.92363029395653	0.5	0.76914390174066	0.7273520770102	
利益比率(決策係數為0.5,綜合係數為0.5)	0.0050086264471198	0.90062615043898	0.5	0.82912084969858	0.74320633414706	
利益比率(決策係數為1,綜合係數為0.5)	0.45000001072885	1	0	0.69999999328474	0.45416653841722	
利益比率(決策係數為0.5,綜合係數為1)	0.23000863181154	0.91197273356087	0	0.84999999642372	0.50341684980128	
利益比率(決策係數為1,綜合係數為1)	0.01001725283424	0.82394546712174	0	1	0.55266716118535	
與最理想供應商間的差距,其值越小越好						
決策係數則是代表群體效用與個別遺憾的調整係數,若為0代表只看個別遺憾,為1代表只看群體效用						
與最理想供應商間的差距	微軟	訊臨資訊與傳立資訊	Citrix System,INC.	HP	無限軟體股份有限公司	
差距大小(決策係數為0)	0.31819805912039	0.94813745916696	0.70710678118655	0.70922619911441	0.75656008487434	
利益比率(決策係數為0.5)	0.16264069328538	0.92370385872779	0.70710678118655	0.77338221445301	0.76102295245769	
利益比率(決策係數為1)	0.0070832674503773	0.90388461102539	0.70710678118655	0.84654655360035	0.76724235515856	
與最理想供應商間的接近係數,其值越大越好						
決策係數則是代表群體效用與個別遺憾的調整係數,若為0代表只看個別遺憾,為1代表只看群體效用						
接近係數	微軟	訊臨資訊與傳立資訊	Citrix System,INC.	HP	無限軟體股份有限公司	
與最好方案的差距(決策係數為0)	0.31819805912039	0.94813745916696	0.70710678118655	0.70922619911441	0.75656008487434	
與最好方案的差距(決策係數為0.5)	0.16264069328538	0.92370385872779	0.70710678118655	0.77338221445301	0.76102295245769	
與最好方案的差距(決策係數為1)	0.0070832674503773	0.90388461102539	0.70710678118655	0.84654655360035	0.76724235515856	
與最差方案的差距(決策係數為0)	0.94802425874659	0.317860296005497	0.70710678118655	0.70486099158043	0.64187042388643	
與最差方案的差距(決策係數為0.5)	0.9866836760514	0.38310727196325	0.70710678118655	0.63394002111222	0.62965931105873	
與最差方案的差距(決策係數為1)	0.9997491334644	0.42777635506357	0.70710678118655	0.53231499319132	0.6413572861134	
接近係數(決策係數為0)	0.74870285049437	0.251075106114	0.5	0.49849908572028	0.5	
接近係數(決策係數為0.5)	0.85849040314578	0.29316192671464	0.5	0.45045832794478	0.5	
接近係數(決策係數為1)	0.99296637713149	0.32123518369889	0.5	0.38605385018247	0.5	

圖 14 專案結果

4.2 比較分析

本研究將語意QFD-VIKOR法，與語意QFD和語意VIKOR進行比較分析。

一、語意QFD

作業需求面與技術需求面的結果，如表三與表四所示。運用平均數整合結果，如表五所示。語意QFD-VIKOR較語意QFD優異的地方為，(1)同時考慮群體效用與個別遺憾，同時考慮兩種面向，可以使參考範圍更加廣泛。(2)傳統QFD並沒有提供較好的整合方式來整合作業需求面與技術面，本研究提供3種方式來改善整合兩面向的缺點，使參考範圍更加廣泛。(3)語意QFD-VIKOR法提供每個準則的個別效用，能夠了解所有參考準則相對於其他供應商之優劣。(4)語意QFD-VIKOR法能夠給決策者在各種情況下的優劣排序，例如，只考慮技術面，或是只考慮群體效用等。

二、語意VIKOR

語意VIKOR法群體效用、個別遺憾與利益比率的結果，如表六所示。語意QFD-VIKOR較語意VIKOR優異的地方為能夠同時考慮作業面與技術面兩種面向，較符合需要考慮到技術面向的公司，能夠使參考範圍更加廣泛。

五、結論

現代化的企業，導入雲端運算已是未來的趨勢，因此雲端服務供應的評選，已成為重要的課題。企業在選擇雲端服務供應商時常會考慮技術需求面與作業需求面的問題，因而雲端服務供應商的評選為一多準則決策問題。因此，本研究使用二元語意變數來表達專家們的意見，並配合QFD同時考慮技術需求與作業需求兩個面向，再結合VIKOR法來改善其排序的方式，來解決其雲端服務供應商評選之多準則決策面的難題。為此，本研究結合模糊語意並應用QFD與VIKOR來對雲端服務供應商進行評選。本研究所提出的語意QFD-VIKOR法，經過與語意QFD和語意VIKOR的方法進行比較分析可得知，本研究所提出的方法具有多種參數能夠彈性調整的優點，能夠同時考慮多種面向例如技術面、作業面、與最佳解的差距、與最差解的差距、群體效用、個別遺憾、所有準則間的各別效用。經過不同參數的調整與，可了解在各種情況變化下的排序情形，所選出來的雲端服務供應商具有相當程度的可靠性。

本研究依照模糊語意QFD-VIKOR的方法以及雲端服務供應商的評選指標，進而開發一個互動式的決策分析系統，以強化本研究所提出之決策分析模式的實務價值。經由實證分析結果顯示，本研究所提出的評估模式確實能夠協助企業組織進行雲端服務供應商的評選。因此，本研究所提出的語意QFD-VIKOR法不僅具有學理基礎，亦具有實務應用的價值。

表三 作業需求之結果

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	權重
C ₁ ^d	0.58	0.6	0.51	0.46	0.39	0.074
C ₂ ^d	0.52	0.46	0.56	0.32	0.5	0.093
C ₃ ^d	0.45	0.43	0.58	0.41	0.43	0.122
C ₄ ^d	0.36	0.38	0.68	0.49	0.5	0.093
C ₅ ^d	0.63	0.61	0.41	0.42	0.68	0.095
C ₆ ^d	0.20	0.33	0.57	0.46	0.46	0.134
C ₇ ^d	0.20	0.67	0.67	0.53	0.93	0.075
C ₈ ^d	0.33	0.5	0.38	0.58	0.46	0.112
C ₉ ^d	0.92	0.42	0.46	0.79	0.54	0.1
C ₁₀ ^d	0.83	0.53	0.67	0.48	0.56	0.1
結果	0.551	0.478	0.542	0.493	0.532	
排序	1	5	2	5	3	

表四 技術需求之結果

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	權重
C ₁ ^t	0.64	0.50	0.58	0.76	0.46	0.074
C ₂ ^t	0.68	0.42	0.54	0.64	0.46	0.093
C ₃ ^t	0.65	0.56	0.54	0.61	0.74	0.122
C ₄ ^t	0.69	0.43	0.50	0.47	0.65	0.093
C ₅ ^t	0.78	0.72	0.50	0.74	0.51	0.095
C ₆ ^t	0.78	0.46	0.69	0.46	0.51	0.134
C ₇ ^t	0.74	0.63	0.46	0.51	0.68	0.075
C ₈ ^t	0.65	0.64	0.53	0.82	0.33	
結果	0.694	0.545	0.544	0.629	0.537	
排序	1	3	4	2	5	

表五 語意 QFD 之結果

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
作業面	0.551	0.478	0.542	0.493	0.532
技術面	0.694	0.545	0.544	0.629	0.537
結果	0.694	0.545	0.544	0.629	0.537
排序	1	3	4	2	5

表六 語意 VIKOR 法之結果

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
S_j	0.559	1.275	1.1841	1.071	1.061
R_j	0.112	0.134	0.145	0.122	0.142
$Q_j(V=0)$	0.000	0.667	0.500	0.303	0.909
排序	1	4	3	2	5
$Q_j(V=0.5)$	0.000	0.833	0.937	0.509	0.805
排序	1	3	5	2	4
$Q_j(V=1)$	0.000	1.000	0.873	0.714	0.701
排序	1	5	4	3	2

參考文獻

1. 王瑋，2010「建雲端運算介紹與發展趨勢，資訊工業策進會」。
2. 水野滋、赤尾洋二，1978「品質機能展開—全社的品質管理」，台北：日科技連出版社。
3. 陳振東、張文彥，2010「結合模糊語意與VIKOR建構決策分析模式之研究」，2010前瞻管理學術與產業趨勢研討會論文摘要集，204頁(全文詳見論文光碟)，苗栗，國立聯合大學。
4. 陳振東、張文彥，2011「應用模糊語意與品質機能展開建構決策分析模式之研究」，第二十二屆國際資訊管理學術研討會，16頁(全文詳見論文光碟)，台中，朝陽科技大學。
5. 張文彥，2011「整合語意決策分析模式於雲端服務供應商評選之研究」，聯合大學管理碩士學位學程碩士論文。
6. 范榮靖，「越雲端越有商機」，遠見雜誌，9月，158-168頁，2009。
7. Amin, S. H. and Razmi, J. "An integrated fuzzy model for supplier management: A case study of ISP selection and evaluation". Expert Systems with Applications, 2009, PP:8639-8648.
8. Chan, F. T. S., and Kumar, N. "Global supplier development considering risk factors using fuzzy extended AHP-based approach". OMEGA, 35, 2007, PP:417-431.
9. Chen, C. T. and Tai, W. S. "Measuring the intellectual capital performance based on 2-tuple fuzzy linguistic information", The 10th Annual Meeting of APDSI, Asia Pacific Region of Decision Sciences Institute, 2005, pp:20, Taiwan (The full paper is available from the CD of conference proceedings).
10. Erdogmus, H. "Cloud Computing: Does Nirvana Hide behind the Nebula?", IEEE Software, 2009, 26(2):4-6.
11. Figueira, J. S., Greco, and Ehrgott, M. "Multiple criteria decision Analysis", 81 state of the art surveys, 2005.
12. Gu, S.R. "Cloud Computing Robs Their Turfs, A New Warring Age of IT Industry", Common Wealth Magazine, 423, 2009, pp: 178-181.
13. Herrera, F. and Herrera-Viedma, E. "Linguistic decision analysis: steps for solving

- decision problems under linguistic information” , Fuzzy Sets and Systems, 115 , 2000,pp:67-82.
14. Herrera, F. and Martinez, L. “A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words” , IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 8(6), 2000,pp:746-752.
 15. Herrera, F. and Martinez, L. “A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision-making” , IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Man, and Cybernetics Part B: Cybernetics, 31(2), 2001, pp:227-234.
 16. Herrera-Viedma, E., Herrera , F., Martínez, L., Herrera, J. C. and López, A. G. “Incorporating filtering techniques in a fuzzy linguistic multi-agent model for information gathering on the web” , Fuzzy Sets and Systems, Vol. 148, 2004,pp. 61-83.
 17. Hwang, C. L. and Yoon, K. “Multiple attributes decision making methods and applications” . Springer, Berlin Heidelberg, 1981.
 18. Liu, H. T. “Product design and selection using fuzzy QFD and fuzzy MCDM approaches” . Applied Mathematical Modelling, 2011,pp:482-496 .
 19. Lowe , A., Ridgway, K., Atkinson, H. “ QFD in new production technology evaluation” , International Journal of Production Economics, Vol. 67, 1999,pp. 103-112.
 20. Opricovic S. “Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems” , Faculty of Civil Engineering, Belgrade,1998.
 21. Opricovic, S. and Tzeng, G. H. “Extended VIKOR method in comparison with outranking methods” , European Journal of Operational Research, 178(2), pp: 514–529, 2007.
 22. Sanayei, A. , Mousavi,S. F., Yazdankhah, A. “ Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment” , Expert Systems with Applications, 37, 2010,PP: 24–30.
 23. Sultan, N. “ Cloud computing for education: A new dawn? ” International Journal of Information Management, 30, 2010,PP: 109–116.
 24. Wang, T. C., Lee, H. D. “Developing a fuzzy TOPSIS approach based on subjective weights and objective weights. ” Expert Systems with Applications, 36 ,2009, PP:8980–8985.
 25. Zadeh, L. A. *Fuzzy sets* . Information and Control, 8(3), pp.338-353, 1965.
 26. Zadeh, L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I, Information Science, 8(3) , 1975a,PP:199-249.
 27. Zadeh, L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-II, Information Science, 8(4), 1975b, PP:301-357.
 28. Zadeh, L. A.. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning- III , Information Science, 19(1) , 1975c,PP:43-80.

A Study on Evaluation Model and System Design for Selection of Cloud Service Providers Based on Fuzzy Linguistic Operations

C. T. Chen¹, W. Y. Chang², W. Z. Hung³

¹Department of Information Management, National United University, Miao-Li, Taiwan.
ctchen@nuu.edu.tw

²Master Program in Business Administration, National United University, Miao-Li, Taiwan.
M9830008@smail.nuu.edu.tw

³Department of International Business, National Chi Nan University, Nan Tou, Taiwan.
steady_2006@hotmail.com

Abstract

Recently, the cloud computing has been become an important issue of the development of information technology. Due to the economic, simple and convenient features of cloud computing service, enterprises have gradually transformed the traditional mode of information services into cloud computing services. Therefore, it is important for enterprises to select the suitable cloud service provider.

In general, there are many influence factors should be considered for selection of cloud service providers. Thus, it is a multi-criteria decision-making (MCDM) problem. The cloud service providers which have the best technology are not the most suitable for companies. Quality Function Deployment (QFD) method is often used to solve these dilemma problems that the conflicts between technology and operation demands. In fact, experts' opinions are always subjective and vagueness in decision making process. It is suitable for experts to use linguistic variable to express their opinions.

In this study, a decision analysis model is proposed by combining fuzzy linguistic variables with QFD and VIKOR (Vlse Kriterijumska Optimizacija Kompromisno Resenje) to evaluate the suitable cloud service providers. Based on the algorithm of proposed model, an interactive evaluation system is designed to enhance the practical value of the proposed model in this study. According to the result of case study, it shows that the proposed model is useful and effective to deal with the selection problem of cloud service providers.

Keywords : Decision Making, Cloud computing, Linguistic variable, VIKOR, QFD.