

運用灰關聯分析法建構品質機能展開之決策模式

王振瑋

和普技術學院商品設計系
e-mail:ccwang@center.fotech.edu.tw

(收件日期:95年07月21日;接受日期:95年12月04日)

摘要

以設計者的觀點而言,如何定義出產品最能滿足顧客需求的關鍵性設計需求,是設計師開發成功產品的重要影響因素。而品質機能展開是一項強有力的以顧客為導向的工程技術,能將顧客需求映射為替代性的設計需求。因此,本研究之目標為轉譯顧客的語言為設計者的語言,以增強顧客的滿意度與設計者的效率。

本研究針對目標產品施行完整性的品質機能展開程序。經由建構品質屋相關之一系列矩陣,創造出一個整體性架構以鏈結與映射顧客需求至設計需求;基於顧客需求與設計需求間的關係矩陣,應用灰關聯分析法建立品質機能展開之多屬性決策模式。一種正規化相依法用於處理設計需求間的相關性,這是由於設計需求間的相依性可能導致彼此評分的高低,因此重新關係矩陣作為品質機能展開之多屬性決策模式之決策矩陣,以得到更為精準的分析結果。並以個人數位助理產品作為說明本研究所提方法之案例,評比設計需求重要性,以找出關鍵性的設計需求來進行發展;設計者可依據顧客需求與設計需求之評比結果,設計者可定義設計準則規範與適當設計活動,以開發並改良現有市場中的目標產品。研究結果顯示整合灰色關聯分析法於品質機能展開程序中的決策模式,有助設計者進行有效的設計需求評價及發展產品設計準則,該項決策機制亦能提升產品設計品質。

關鍵詞:品質機能展開、決策模式、灰關聯分析法、設計需求、顧客需求

一、前言

如何建立一個設計者與消費者之間有效的溝通管道,使設計發展目標能確實掌握並反應顧客的聲音,對於所設計生產的產品品質能否符合顧客的期望至為重要。而品質機能展開(Quality Function Deployment, QFD)是一種顧客導向的工程方法,被視為可有效改善產品設計與品質[37], Hauser 與 Clausing[32]指出 QFD 技術的使用能導致大幅降低起始與製造前成本;並且在產品開發程序中,設計問題可以提前澄清,縮短前置時間, Griffin et al. [31]指出 QFD 的施行,將導致更多焦點置放於顧客之上,所獲得的發展利益是長期的,而非是短期的;由於能提供作為部門之間跨功能性溝通的特質,因此具備在同步工程環境下的施行潛力[36],尤其可應用於大型的複雜開發系統中[25],配合智慧型的開發運用,可以得到更佳的應用[44]。因此,品質機能展開是以團隊合作為基礎,並以圖形表現為導向,藉由顧客的聲音同步性改良產品的品質,其目標在於開發新的或改良現有產品,以更低成本且較具競爭力的優質

產品推向市場[41]。因品質機能展開能確保設計之成果可以符合顧客的需求，進而提高產品之設計品質，在其施行的過程中，設計需求的重要度評比，對於設計者配置設計資源、人力與預算，日日扮演極為重要之角色，唯有掌握產品的關鍵性設計需求項目，設計者才能有效進行設計需求與特性的重新設計或改良，提升對應顧客需求的滿意程度。

品質機能展開具備結構化的形式，不僅能轉換顧客的需求為規格化的產品與服務屬性，並導入企業程序與系統中，以達到高價值性的產品品質為其目的[23]，QFD的實施是經由一連串相關聯品質屋(House of Quality, HoQ)的矩陣來完成，品質屋是一種概念式映射模型，能提供各類形式功能間的溝通機制[38]。因此，品質屋是一種具有多個矩陣與圖表的視覺模型，用以安排顧客需求及其偏好與設計需求之間關連資訊，以便找出設計需求影響顧客需求滿意度的關鍵項目，建立基準化產品特性與設計目標，以利促進新的產品設計與發展。品質機能展開利用品質屋或一系列的品質表格轉換顧客的聲音為設計的需求[32,33]，用以鏈結顧客對目標產品的期待，並且整合設計計畫、程序與溝通概念[24]，是一種多重概念式圖表，提供了多重功能之間的溝通管道。

有效的多屬性決策模式與程序不僅是發展產品成功的關鍵，亦是提升品質機能展開的決策品質。近年來，灰關聯分析法已逐漸作為有效多屬性決策模式的方法之一，其優點在於能定義出影響系統發展趨勢之重要屬性[11,42]，設計者可依據因子序列的微觀或宏觀之幾何接近度，分析各個確定因子間的影響程度，衡量因子對行為的貢獻程度[18]。相對於類似的多屬性決策方法“理想解績效相似度排序技術”(Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution, TOPSIS) [27,34]，灰關聯分析法只須找出理想解的方案，並具有調整灰關聯度的對比強度的機制，這對於比值過於接近不易判斷時，提供另一項彈性的解決途徑。灰關聯分析作為有效的設計決策方法，在設計相關學術領域中，陳俊智[16]應用灰關聯多屬性評估模式進行現代圍椅與籐的評估；張啓良與蕭世仁[14]應用灰關聯分析法篩選產品包裝之材質，推論出包裝適合之材質，能有效掌握並應用既有之包裝資料，有助於包裝設計的進行。在感性造形評估領域中，已有研究[1,3,35]運用灰關聯分析法評比產品感性設計中造形要素的優先度，以利協助設計者理解產品意象與造形要素之間的相關性，釐清哪些造形特徵的設計較能符合產品意象的需求；此外，王振瑋[2]並整合模糊集合理論與灰關聯分析法，成為一種模糊評價模式，運用模糊理論中的語言變數，並以三角模糊數來表示語言變數的評估尺度；以上說明灰關聯分析的多重面向應用，能輔助設計者進行設計決策或釐清關鍵性的設計需求。

在品質機能展開的應用方面，吳信宏[6]指出灰關聯分析法可強化品質機能展開程序中之多目標決策過程。在相關的研究中，陳昭琦與黃士滔[17]透過品質機能展開，找出顧客對於書店服務品質的需求項目以及在業內部重要的工程需求，並利用灰關聯分析來決定工程需求的重要程度，且進行與競爭者之間的優劣勢分析，藉以提供企業作為服務品質改善的參考。林正彥[9]結合灰關聯分析與品質機能展開法，探討形象商團服務品質，將顧客關注的需求融入於服務的內部流程設計，找出真正應重點管理之關鍵作業技術項目與值得優先因應之重要品質要素，確保提供顧客所需的服務，縮減顧客與服務提供者間的差距。林亮宗與古東源[10]結合灰關聯分析法與品質機能展開，應用於自動化物流中心品質特性之展開與評比工作。此外，許志亨與黃士滔[15]結合模糊理論與灰關聯分析法，應用於綠色設計之品質機能展開。

根據上述，雖然已有多篇結合灰關聯分析法與品質機能展開的相關文獻，然而，在設計領域的應用仍付之闕如。典型的品質機能展開的決策方法為簡單加權法(Simple Additive Weighting Method)，為一種線性組合的概念，當設計需求的評比分數過於接近，設計者可能歸因於誤差容許範圍，而導致較難判斷方案之優劣時，並無法提供彈性的敏感度分析，因此缺乏完善精確的設計需求的評比機制，無法真正實現轉換顧客需求至設計需求。因此，本研究除了探討如何建構品質機能展開之主要核心品質屋之外，並發展一種以灰色關聯分析法為基礎，作為評比設計需求的途徑，以達成合理化產品發展程序，獲取關鍵性的設計需求，作為設計者發展新產品的依據，達成設計的目標產品更能迎合顧客的需求。

二、本研究之決策模式

本研究提出的品質機能展開中多屬性決策模式，是以灰關聯分析法為基礎的決策程序，品質機能展開是以品質屋為標的的一種概念式映射(Conceptual Mapping)，能提供多重功能間溝通的一種方法[38]，透過品質屋建立多個相關聯的矩陣視覺模型[32,33]，用以安排顧客需求及其偏好與設計需求之間關連資訊，以便找出設計需求對於顧客需求的貢獻程度，有利於產品特性的建立與設計目標的定義，能促進新的產品設計與發展，最終以得到最適化產品的為目的。基於本研究提出設計需求評比模式的相關方法途徑，實行程序可分割成為下列幾個步驟：

1. 定義目標發展產品，作為本研究之施行案例。
2. 確認顧客需求屬性並進行分類。
3. 使用層級分析法估計顧客對需求的權重。
4. 建立產品之計畫矩陣，包含計算顧客需求的相對性綜合權值等資料。
5. 確認目標產品之設計需求屬性。
6. 建立顧客需求與設計需求之間的關係矩陣。
7. 建立產品設計需求之間的相關矩陣。
8. 考量設計需求之間的相關性，使用正規化相依法重組關係矩陣。
9. 將關係矩陣作為灰關聯分析法之決策矩陣，進行灰關聯度分析。
10. 排序設計需求之相對重要程度，作為發展設計準則之依據。

三、研究方法論述

3-1 品質機能展開

產品的趨勢變化往往真實地反映當時的社會狀況與人們期待的生活方式，對於社會趨勢的演變具有高敏感度的設計開發人員，確實需要品質機能展開法來掌握需求脈動。國內外多個研究[7,8,19,20]指出品質機能展開法可以成功的應用於新產品的發展與創新產品的規劃，品質機能展開可用來連結相關的設計資訊，輔助設計者用以確認哪些顧客需求屬性對於顧客的滿意度具關鍵影響性，並且能辨識出哪些設計需求對於顧客需求屬性的影響性扮演重要角色，因此，能指引設計者定義產品改良設計或新設計所要追求的目標。由於品質機能展開是以建造品質屋為主體程序，品質屋之內涵能傳遞許多珍貴的設計資訊，如替代性品質特性對於整體性顧客滿意度的貢獻程度等，故以下針對品質屋做出說明。

3-1.1 品質屋

品質機能展開的實施是藉由一連串相關聯的矩陣建構品質屋作為發展的架構，因此，品質屋是一種概念映射圖，具有多個矩陣與圖式的視覺模型，用以安排顧客需求及與設計需求之間的關連資訊，以利促進新的產品設計與發展，並且能提供跨功能組織計畫與協同設計的機制。而品質屋之基本構造主要由於六個區塊所構成，每一個區塊可視為一個矩陣，各個矩陣的工作任務分別敘述於下。

1. 顧客需求矩陣(Customer Requirement Matrix)，呈現顧客的真正需求訊息，顧客的需求均以顧客的觀點來描述，如透過顧客的訪談與抱怨、焦點小組或市場調查。初期需首先廣泛地收集顧客的需求，可使用制式的顧客聲音表格(Voice of Customer Table, VOCT)做成問卷形式調查顧客的屬性，並進一步的將顧客的需求屬性進行篩選與分類。

2. 設計需求矩陣(Design Requirement Matrix)，呈現能滿足顧客需求之技術需求項目，此乃設計團隊針對所有的顧客需求，共同擬定的技術性解決方法，亦稱為工程師的聲音(Voice of Engineer, VOE)或設計者的聲音(Voice of Designer, VOD)，如設計需求、設計特徵、設計參數、設計策略或是製造條件等等。
3. 計畫矩陣(Planning Matrix)，主要呈現對於顧客需求的通盤理解，以作為設計者確認哪些顧客需求較能滿足顧客的期望，該矩陣包含 7 個項目 (1)顧客需求屬性的權重值，通常使用層級分析法作為計算顧客對需求的重要性的權重的方法，(2)顧客的滿意度，顧客針對各顧客需求屬性的滿意度調查，(3)滿意度期望目標，呈現顧客需求滿意度之計畫目標，(4)銷售點，顯示各顧客需求的銷售產品與服務的能力，(5)改善比率，顯示各顧客需求的改善比率的資訊，表示設計團隊對於某一項顧客需求的未來改善程度，(6)顧客需求的粗略權值，為綜合顧客需求屬性的權重值、改善比率與銷售點等三項資訊下，所計算出來的顧客需求的綜合性粗略權值，(7)顧客需求的相對性綜合權值，呈現顧客需求彼此間的相對重要性。
4. 關係矩陣(Relationship Matrix)，連結各個顧客需求與設計需求的資訊，亦即顧客需求藉自關係矩陣，映射並轉換至實際設計上的設計需求，設計者透過關係矩陣可理解哪些設計需求對哪些顧客需求具有關鍵性的影響能力，意即設計需求的貢獻力可以予以確認。關係矩陣中的每一個元素稱為一個關係，表示一個設計需求對於一個顧客需求的貢獻程度，這是一種多對多的關係，關係的評估可基於工程經濟、顧客之反應資訊、統計數據分析、或實驗設計等數據資料的考量。
5. 相關矩陣(Correlation Matrix)，說明設計需求之間的相關性，可用來輔設計者了解設計特徵之間如何的互相影響，並且可以找出設計瓶頸的關鍵點，藉以發展突破性設計，並藉由了解負面相關的程度，可能造成實質上的衝突與影響彼此之間對顧客需求的貢獻程度。
6. 技術矩陣(Technical Matrix)，主要用以呈現設計需求的重要度評估結果，以及各設計需求的目標值設定等項目，因此技術矩陣為品質屋為最終建構之矩陣，故為本研究發展品質機能展開決策模式之專注焦點所在。

3-1.2 設計需求的重要性評估

品質機能展開的決策是以設計需求為目標，並以顧客需求為評估準則，故品質機能展開在實質上屬於多準則決策方法(Multiple Criteria Decision Making)的問題，就設計需求決策模式問題而言，依據各設計需求方案中各顧客需求的得分進行排序與擇優，此乃基於決策者的主觀偏好，在有限的設計需求集合內進行評比並綜合的問題，以利後續技術矩陣內容之設定。在顧客需求屬性的相對性綜合權重、關係矩陣與相關矩陣決定之後，下一步即可針對設計需求的重要性進行評估。傳統上，獨立計點法(Independent Scoring Method)[22]是典型的評估方法，該法是一種常用的簡單加權法，使用線性組合的概念，其意義為設計需求的絕對重要性權重係由該設計需求所對應之顧客需求的相對性權重(W_{CR})與兩者間的關係強度(r_{ij})之乘積加總所得，此法視各個設計需求之間互不獨立，且設計需求中各顧客需求的關係測度具有可加性，因此對任一設計需求之相對性重要性權重可定義為下列公式。

$$W_{DR_j} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{CR_i} \cdot r_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n W_{CR_i} \cdot r_{ij}} \quad (1)$$

其中， W_{DR_j} 表示第 j 個設計需求的相對重要性； W_{CR_i} 表示第 i 個顧客需求屬性的相對重要性； r_{ij} 表示第 i 個顧客需求與第 j 個設計需求之間的關係強度； m 表示設計需求的個數； n 表示顧客需求的個數。所得之各設計需求的總分後，即可比較彼此的優劣。然而獨立計點法忽略設計需求之間的互依性，可能導致不精確的評估結果，尤其存在強的互相關或負相關，足以互相影響彼此的評分時。為解決此一設計需求互依性的問題，Wasserman[43]以正規化互依法(Normalized Interdependency Method)將品質屋屋頂的相關矩

陣納入考量，此法的優點在於當設計需求之間存在相關性，能影響彼此之顧客需求的得分表現時，可以較為精確的反映出設計需求對於需求顧客需求屬性的貢獻程度。正規化程序執行之前須將相關矩陣的符號來設定設計需求之間的相關係數，並轉換為-1至+1的數值區間，本研究直接將相關係數除以10而得，且 $c_{ij} = 1$ ，當 $i=j$ 時。關係係數 r_{ij} 可經下列正規化公式轉換為正規化關係係數 r_{ij}^{Norm} 。

$$r_{ij}^{Norm} = \frac{\sum_{k=1}^m r_{ik} \cdot c_{kj}}{\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m r_{ij} \cdot c_{jk}} \quad (2)$$

其中， r_{ik} 表示第 i 個顧客需求與第 k 個設計需求之間的關係係數； c_{kj} 表示第 k 個與第 j 個設計需求之間的相關係數； r_{ij}^{Norm} 表示第 i 個與第 j 個設計需求之間的正規化關係係數。最終所得之正規化關係矩陣，可作為灰關聯分析之原始決策序列矩陣。

3-2 灰關聯分析法

本研究應用多準則決策理論中的灰關聯分析法(Grey Relational Analysis)，輔助品質機能展開中多屬性決策模式的建立，灰色系統理論[21, 28]的應用範圍相當廣泛，能進行關於系統間的灰關聯分析與灰模型建構，藉由關聯度分析與預測方法來探討並了解系統間的關係與發展態勢。其中灰關聯分析是對於系統動態過程的量化量測方法，藉由分析多個因素的發展趨勢的相似度，來衡量各個系統間接近的程度。因此，灰色關聯分析是根據系統間發展趨勢作分析，將系統數據投影到幾何空間之中，來量測幾何形狀的接近程度，兩個系統之幾何形狀距離愈接近，表示其變化趨勢愈接近，二者的關聯度就愈大，藉此可判定各評比方案的優劣順序，以利輔助設計決策之進行。灰關聯分析之施行可分為6個步驟，說明如下：

1. 確定原始分析序列：定義原始決策序列矩陣為 $D = [x_i(k)]_{i \times k}$ ，序列元素定義為 $x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$ ，其中 $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ， $k = 1, 2, \dots, n \in N$ ，共 $(m+1)$ 個序列，各序列皆包含 n 個因子。其中 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ 等 m 組序列為比較序列； x_0 為參考序列，為 m 組比較序列之關聯對象，且定義參考序列為正理想解(Positive Ideal Solution, PIS)，代表最好的因子屬性值之組合，由各評估屬性的最佳值構成，因此可定義參考序列 x_0 為：

$$x_0(k) = \left\{ \left(\max_i x_i(k) \mid k \in B \right), \left(\min_i x_i(k) \mid k' \in C \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \quad (3)$$

$$= (x_1(1)^+, x_1(2)^+, \dots, x_1(n)^+, \dots, x_m(1)^+, \dots, x_m(n)^+)$$

其中 $B = \{k=1, 2, \dots, n \mid k \text{ 屬於效益準則}\}$ ， $C = \{k'=1, 2, \dots, n \mid k' \text{ 屬於成本準則}\}$ ， B 是效益性屬性所形成的集合，效益準則係指績效指標值愈大，則該績效指標所得之績效分數愈高； C 是成本性屬性所形成的集合，成本準則係指績效指標值愈小，則該績效指標所得之績效分數愈高。

2. 線性化數據正規化處理[12]：建立正規化決策序列矩陣，該矩陣定義為 $S = [x_i^*(k)]_{i \times k}$ ，傳統的序列數據前處理並非完全是線性轉換[29, 30]，因此可能造成數據失真，灰色關聯分析之進行前，所有序列必須滿足可比性條件，即無因次性、同階性、同極性，為滿足上述三條件，必須對序列之數據加以正規化處理[13]，方法有二：(1)原始序列數據已滿足可比性條件；(2)序列數據加以正規化處理。將原始序列決策矩陣不同的評準尺度轉變為可比較的尺度，正規化序列決策矩陣是經由計算各個正規化數值得，故全部的評準將會有相同的向量單位，正規化公式為：

$$x_i^*(k) = \frac{x_i(k)}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_i(k)^2}} \quad (4)$$

其中 $x_i(k)$ 為序列 x_i 在 k 點的數值； $x_i^*(k)$ 為正規化處理後之數值。

3. 計算灰序列矩陣：計算灰關聯係數(Grey Relational Coefficient)的方法有距離法、斜率法、面積法[4]。本研究採用距離法，將加權正規化之序列矩陣 Γ 中之每一橫列都減以參考序列 $x_0^*(k)$ 並取絕對值，即可得灰序列矩陣 Δ ，其元素之定義為 $\Delta_{0m}(n) = |x_0^*(n) - x_m^*(n)|$ ，因此灰序列矩陣 Δ 可定義為：

$$\Delta = \begin{bmatrix} |x_0^*(1) - x_1^*(1)| & |x_0^*(2) - x_1^*(2)| & \cdots & |x_0^*(n) - x_1^*(n)| \\ |x_0^*(1) - x_2^*(1)| & |x_0^*(2) - x_2^*(2)| & \cdots & |x_0^*(n) - x_2^*(n)| \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ |x_0^*(1) - x_m^*(1)| & |x_0^*(2) - x_m^*(2)| & \cdots & |x_0^*(n) - x_m^*(n)| \end{bmatrix} \quad (5)$$

而灰序列矩陣 Δ 矩陣中的各個元素表示為 $\Delta_{0i}(k)$ ，其中最大的元素為 Δ_{\max} ，最小元素為 Δ_{\min} 。

4. 計算灰關聯係數矩陣 \mathfrak{R} ：其元素灰關聯係數定義為：

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \xi \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \xi \Delta_{\max}} \quad (6)$$

其中： $i=1, 2, \dots, m$ ； $k=1, 2, \dots, n$ ； $x_0(k)$ 為參考序列， $x_i(k)$ 為比較序列； $\Delta_{0i}(k) = |x_0^*(k) - x_i^*(k)|$ 為 $x_0^*(k)$ 與 $x_i^*(k)$ 之間差的絕對值； $\Delta_{\min} = \min \min_k |x_0^*(k) - x_i^*(k)|$ ； $\Delta_{\max} = \max \max_k |x_0^*(k) - x_i^*(k)|$ ； ξ 為辨識係數(Distinguished Coefficient)， $\xi \in [0, 1]$ ，一般建議給定 0.5[29]。灰關聯辨識係數之主要功能為調整背景值和待測物之間的對比程度，辨識係數大小可依據實際需要作適當調整，不過只會改變相對數值大小，並不會影響灰關聯度的排序。灰關聯係數 $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 即為參考序列與比較序列在 k 點之相關程度，其範圍為 $0 \leq \gamma(x_0(k), x_i(k)) \leq 1$ ，當灰關聯係數越趨近於 1 時，表示參考序列與比較序列關聯程度愈高；反之越趨近於 0 時，則兩者間關聯程度愈低。

5. 計算灰關聯度：灰關聯係數可表達比較序列與參考序列，在 n 個因子之間的關聯程度，但如果只有 n 個因子，即有 n 個灰關聯係數結果，將導致信息分散，不利於評估比較，因此必須將每一比較序列之各個時刻(指標、空間)的灰關聯係數集中到一個點上，而這個點之數值稱為灰關聯度。當每個因子等權重時，定義灰關聯度為灰關聯係數的平均值，即為

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad (7)$$

其中： $i=1, 2, \dots, m$ ； $k=1, 2, \dots, n$ ； $x_0(k)$ 為參考序列； $x_i(k)$ 為比較序列； $\gamma(x_0(k), x_i(k))$ 為參考序列 $x_0(k)$ 與比較序列 $x_i(k)$ 之灰關聯係數。當每個因子權重不等時，重新定義灰關聯度為：

$$\gamma(x_0, x_i) = \sum_{k=1}^n w_k \cdot \gamma(x_0(k), x_i(k)) \quad (8)$$

其中 w_k 為第 k 個因子的權重，且 $\sum_{k=1}^n w_k = 1$ 。

6. 排序灰關聯度：從灰關聯度可觀察出兩數列之關聯程度，但灰關聯度大小只是因子間相互作用、相互影響之外在表現，而各關聯度之前後排序才是最重要的訊息。因此在灰關聯分析中，重點是灰關聯序，可視為分析與決策之關鍵依據。其定義[5]為假設灰關聯空間中有參考數列為 $x_0(k) = (x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(n))$ ，比較數列為 $x_i(k) = (x_i(1), x_i(2), \dots, x_i(n))$ ，其中 $i=1, 2, \dots, m$ 。當 $\gamma(x_0, x_i) > \gamma(x_0, x_j)$ 成立時，則表示 $x_i(k)$ 對 $x_0(k)$ 的灰關聯度大於 $x_j(k)$ 對 $x_0(k)$ 的灰關聯度，即 $x_i(k)$ 與 $x_0(k)$ 相似程度較高。因此可將各比較數列之灰關聯度，依大小排序可組成灰關聯序，以供研究制定決策或分析之用。

四、以個人數位助理為例之品質機能展開

本研究以個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)為施行案例，PDA是指所有不受時間與空間約束，能輔助處理日常事務，且具有高移動性的掌上型工具，換言之，就是將個人平常工作與生活所需的資料進行數位化，以利方便即時處理資訊並進行傳輸，所提供的功能非常多，如記事本、通訊錄、行事曆、網頁瀏覽、收發電子郵件等。目前 PDA 一般可分為三種系統，第一為 PalmOS 作業系統，特色是簡單容易使用與圖示介面，應用程式的使用皆可使用觸筆控制操作；第二是採用 Windows CE 的 Pocket PC，具有較強大的多媒體功能及擴充性，由於定位為掌上型電腦，所以能夠處理一般常見的辦公室文件，並進一步具有多媒體功能；第三種為封閉型系統，為特定用途所開發。

本研究為獲得有效的結果，問卷調查的對象皆具備使用 PDA 的經驗，包含製造廠商、工程師與具備實際經驗的愛好使用者，受測者總共 45 人，包含男性 23 人與女性 22 人，年齡分佈從 22 至 45 歲，扣除沒有回收的問卷與填寫不完整的問卷共 4 份，正確的問卷回收率達 90%，所得資料均經統計平均而得。首先針對 PDA 進行品質機能展開，透過品質屋，顧客的聲音可映射至產品的設計需求，同時可促進跨部門的合作與溝通，以顧客的需求為基礎前提下，能增加參與者意見上的一致性，因此能以共通的語言，來釐清設計需求的優先權，有利協調所有的設計活動或工作。而品質屋之基本構造則由六個區塊所構成，每一個區塊可視為一個矩陣，針對一系列相關聯之矩陣建構陳述於下。

1. 確認顧客需求：團隊組員首先廣泛地收集顧客的需求，透過組員之腦力激盪討論與現場訪談，可得到部份顧客的聲音，再透過問卷調查具備使用 PDA 經驗之受測者對於產品的需求，經彙整處理並剔除相似的需求後，初步獲取到 18 個需求屬性，並進行編號保存。進一步的將顧客的需求屬性進行篩選與精簡，以語意差異法(Semantic Differential Method) [39]進行五階的重要度問卷調查，將累積總分數較高的前 10 項顧客需求屬性篩選出來，各項需求之重要度分數總和佔所有項次總分之 90%以上，具有代表性需求之意義。並使用親和圖(Affinity Diagrams)法將顧客需求進行分類，親和圖是一種將片段零碎的項目進行綜合的圖形工具，其目標在於將大量的非結構化資訊，組織成具有意義的群組或類別，基本作法為(1)將顧客的需求寫在卡片或便條紙上，(2)將相似的卡片分成一些群組，(3)將群組定義標籤，(4)繪製親和圖，(5)最後將群組後的結果予以說明解釋，經過這樣的程序所得到的分類結果為 3 類，如表 2 所示。
2. 確認設計需求：設計需求的界定方法以可量測形式之產品特徵或特性的描述，且需與顧客需求屬性有直接的關聯性為前提，因設計需求的重要性來自於對顧客需求的實踐有所貢獻與影響力；此外設計需求的性質應是相依的而非獨立的可被分析之變數，且與顧客需求的關係可能是多對多的關係。透過設計群組的討論得到的設計需求為造型風格(DR₁)、主要配色(DR₂)、版面處理方式(DR₃)、機體尺寸(DR₄)、功能鍵配置方式(DR₅)、外接界面配置方式(DR₆)、LCD 解析度(DR₇)、關機方式(DR₈)、附加數位相機、MP3 隨身聽等功能(DR₉)等共有 9 個設計需求項目。
3. 建立計畫矩陣：該矩陣包括對於現有產品所需的改進比率、改進後可能增加的銷售點以及每個顧客需求的評分等。包含下列 7 個子步驟：
 - (1) 計算顧客需求屬性的權重值：本研究採用層級分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)進行成對比較問卷調查，AHP 法是多準則決策中一種以階層組織架構為基礎的配對比較法[40]，使用 1 至 9 自觀量尺的倒數配對比較矩陣，進行顧客需求屬性的重要性評比，本研究中 AHP 方法的施行，分解為六個步驟：a. 取得前述確認顧客需求步驟所到之階層清單(表 1 右側)，b. 進行配對比較問卷調查，c. 建立成對比較矩陣，d. 計算區域權重，e. 一致性檢定，f. 計算總體權重。計算所有 AHP 問卷計算需求的權重向量，將所有具一致性比率小於 0.1 之合格的顧客權重取平均值，即可獲得該需求階層的顧客權重的平均量測值，最後計算需求要素的總體權值，其值為最底層的需求的顧客權重乘以其上一層需求的顧客權重，以百分比數值表示，結果如表 1 所示。

表 1 以層級分析法估計的顧客需求的權重

顧客的需求	編號	區域權重	總體權重
第一類為外觀造形	CR ₁	0.571	
● 多樣性造形選擇	CR ₁₁	0.408	0.2330
● 功能鍵能配合整體造形	CR ₁₂	0.258	0.1473
● 好的色彩配色	CR ₁₃	0.124	0.0708
● 螢幕色彩品質良好	CR ₁₄	0.210	0.1199
第二類為人體觀點	CR ₂	0.313	
● 手掌握持觸感舒適	CR ₂₁	0.146	0.0457
● 操作便捷容易按鍵	CR ₂₂	0.238	0.0745
● 容易攜帶與收藏	CR ₂₃	0.149	0.0466
● 容易設定與使用	CR ₂₄	0.312	0.0977
● 能避免不小心關機	CR ₂₅	0.155	0.0485
第三類為其他額外功能	CR ₃	0.116	
● 能與其他功能結合	CR ₃₁	1	0.1160

- (2) 顧客的滿意度：顧客針對各顧客需求屬性評估目前公司目前功能之滿意度，評估尺度設定為 1 到 5 級評分，其意義各別表示為目前設計一點都無法、有一點、有些、大部分、完全滿足需求。
- (3) 滿意度期望目標：需求滿意度之計畫目標，採 1 到 5 級評分，通常設定較目前顧客的滿意度之級分為高者，以反應目標設計產品未來技術之提升。
- (4) 銷售點：產品的銷售能力，以種數值 1 表示無銷售點；1.2 表示中度的銷售點；1.5 表示強的銷售點。所得銷售點數值資料均經問卷調查後，統計平均而得。
- (5) 改善比率：計算每一項顧客需求的改善比率資訊，計算方式採比例法[26]，即改善比率等於改善績效目標除以顧客的滿意績效，若改善比率值愈大，則表示所對應的顧客需求項目愈重要。
- (6) 顧客需求的粗略權值：計算顧客需求的綜合性粗略權值，其值為各顧客需求的重要性權重、改善比率、銷售點的乘積結果。
- (7) 顧客需求的相對性綜合權值：將顧客需求的粗略權值於以正規化的處理，即可得顧客需求屬性之相對性綜合權值。

綜合上述 7 項資訊可建構產品計畫矩陣，結果如表 2 所示。

表 2 計畫矩陣

顧客需求	顧客需求權重	顧客滿意度	滿意度目標	銷售點	改善比率	粗略權值	相對性綜合權值
CR ₁₁	23.30%	3.53	4.52	1.33	1.28	0.40	28.51%
CR ₁₂	14.73%	3.72	4.25	1.02	1.14	0.17	12.33%
CR ₁₃	7.08%	4.11	4.25	1.24	1.03	0.09	6.52%
CR ₁₄	11.99%	4.29	4.61	1.35	1.07	0.17	12.50%
CR ₂₁	4.57%	3.67	4.31	1.05	1.17	0.06	4.05%
CR ₂₂	7.45%	4.15	4.44	1.04	1.07	0.08	5.96%
CR ₂₃	4.66%	4.06	4.57	1.02	1.13	0.05	3.84%
CR ₂₄	9.77%	4.02	4.42	1.22	1.10	0.13	9.41%
CR ₂₅	4.85%	3.85	4.48	1.31	1.16	0.07	5.31%
CR ₃₁	11.60%	2.25	2.52	1.24	1.12	0.16	11.57%

4. 建立關係矩陣：為標示出顧客需求與設計需求之間的關係強度，本研究使用定量的數值與定性的符號方式來表示其間的關係，並標上對應關係且給予權數，9 分表示高度相關、3 分表示中度相關、1 分表示低度相關，分別以◎、○、△符號表示之，若以空白表示，表示無關係或代表數值 0，而相關性之評估，採用專家討論及評估其關係性，所得之關係矩陣如表 3 所示。為確保需求的背書價值，每項顧客需求應至少與一項設計需求有強烈的關係，否則表示設計需求並未列舉完整，或表示該項顧客需求可忽

表 3 顧客需求屬性與設計需求間的關係矩陣

顧客需求	設計需求								
	DR ₁	DR ₂	DR ₃	DR ₄	DR ₅	DR ₆	DR ₇	DR ₈	DR ₉
CR ₁₁	◎/9	△/1			○/3				○/3
CR ₁₂	○/3	○/3			◎/9				
CR ₁₃		◎/9							
CR ₁₄							◎/9		
CR ₂₁	◎/9		○/3						
CR ₂₂					◎/9				
CR ₂₃				◎/9					△/1
CR ₂₄					◎/9	◎/9		○/3	
CR ₂₅								◎/9	
CR ₃₁				○/3					◎/9

略，如果顧客需求和設計需求之間無任何關係，或有大部份的關係都很弱，就表示目前的產品品質將無法滿足顧客的需求，設計者可針對此設計瓶頸尋求解決方案。

- 建立相關矩陣：為標示出設計需求之間的相關強度，本研究使用定量的數值與定性的符號方式來表示其間的關係，本研究使用評比尺度(1,3,9)用以量測正相關，分別表示弱相關、稍微相關、強相關，並以△、○、◎符號分別表示之；且以評比尺度(-1,-3,-9)用以量測負相關的強度，以#、*、×符號分別表示之。透過設計小組的討論可得相關矩陣，如表 4 所示。
- 以正規化方法重建關係矩陣：考量設計需求之間的相依性質，會造成關係矩陣元素數值大小的變動，因此利用正規化方法公式(2)進行關係矩陣的正規化處理，所得正規化關係矩陣可作為相關聯分析之序列決策矩陣，計算結果如表 5 所示。

表 4 設計需求間的相關矩陣

設計需求	設計需求								
	DR ₁	DR ₂	DR ₃	DR ₄	DR ₅	DR ₆	DR ₇	DR ₈	DR ₉
DR ₁		○/3	△/1	△/1	◎/9	△/1	△/1		○/3
DR ₂					○/3				△/1
DR ₃									
DR ₄					△/1		◎/9		*/-3
DR ₅						△/1	*/-3		
DR ₆								#/-1	#/-1
DR ₇									
DR ₈									
DR ₉									

表 5 利用正規化方法所求出的正規化關係矩陣

顧客需求	設計需求								
	DR ₁	DR ₂	DR ₃	DR ₄	DR ₅	DR ₆	DR ₇	DR ₈	DR ₉
CR ₁₁	0.35	0.13	0.02	0.01	0.31	0.02			0.16
CR ₁₂	0.37	0.20	0.01	0.04	0.39	0.04	-0.07		0.04
CR ₁₃	0.18	0.59			0.18				0.06
CR ₁₄	0.06			0.53	-0.18		0.59		
CR ₂₁	0.32	0.09	0.13	0.03	0.28	0.03	0.03		0.09
CR ₂₂	0.43	0.14		0.05	0.48	0.05	-0.14		
CR ₂₃	0.07	0.01		0.51	0.05	-0.01	0.47		-0.10
CR ₂₄	0.29	0.09		0.03	0.32	0.31	-0.09	0.07	-0.03
CR ₂₅						-0.11		1.11	
CR ₃₁	0.21	0.06		0.02	0.02	-0.06	0.19		0.56

五、施行灰關聯分析

品質屋中的顧客需求項目可視為評估準則，而所對應的設計需求項目則視為被評估的替代方案，因此，品質屋中的關係矩陣即可轉換為原始決策矩陣，接下來可以多評準決策方法進行評比工作，以利定義出設計需求的優先順序並建構技術矩陣。本研究利用灰關聯分析技術進行評比，灰關聯分析技術之觀念乃在於界定理想解，指各替代方案效益面準則值最大，成本面準則值最小者；在選擇方案時，以距離理想解最近為最佳方案。本文所施行灰關聯分析之計算步驟可分解為6個步驟，如下所述。

步驟 1：依據正規化關係矩陣之轉置矩陣，包含參考序列，為 10×10 的序列矩陣，以作為灰關聯分析之原始決策序列矩陣，決策矩陣中具有 10 個設計需求(替代方案)與 10 個顧客需求(評估準則)，第 2 列至第 10 列為比較數列，並設定第 1 列為參考序列，參考序列為正理想解(Positive Ideal Solution, PIS)，該序列為各各個準則屬性值都達到各候選設計方案中的最佳值，各各效益面準則值最大，而各成本面準則值最小者。因此該序列決策矩陣可定義為：

$$D = \begin{matrix} & \begin{matrix} CR_{11} & CR_{12} & CR_{13} & CR_{14} & CR_{21} & CR_{22} & CR_{23} & CR_{24} & CR_{25} & CR_{31} \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_0(k) \\ DR_1 \\ DR_2 \\ DR_3 \\ DR_4 \\ DR_5 \\ DR_6 \\ DR_7 \\ DR_8 \\ DR_9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.35 & 0.39 & 0.59 & 0.59 & 0.32 & 0.48 & 0.51 & 0.32 & 1.11 & 0.56 \\ 0.35 & 0.37 & 0.18 & 0.06 & 0.32 & 0.43 & 0.07 & 0.29 & 0.00 & 0.21 \\ 0.13 & 0.20 & 0.59 & 0.00 & 0.09 & 0.14 & 0.01 & 0.09 & 0.00 & 0.06 \\ 0.02 & 0.01 & 0.00 & 0.00 & 0.13 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.01 & 0.04 & 0.00 & 0.53 & 0.03 & 0.05 & 0.51 & 0.03 & 0.00 & 0.02 \\ 0.31 & 0.39 & 0.18 & -0.18 & 0.28 & 0.48 & 0.05 & 0.32 & 0.00 & 0.02 \\ 0.02 & 0.04 & 0.00 & 0.00 & 0.03 & 0.05 & -0.01 & 0.31 & -0.11 & -0.06 \\ 0.00 & -0.07 & 0.00 & 0.59 & 0.03 & -0.14 & 0.47 & -0.09 & 0.00 & 0.19 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.07 & 1.11 & 0.00 \\ 0.16 & 0.04 & 0.06 & 0.00 & 0.09 & 0.00 & -0.10 & -0.03 & 0.00 & 0.56 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (9)$$

步驟 2：依據數據前處理方法，將序列數據予以數值正規化的處理，所得正規化決策序列矩陣 S 為：

$$S = \begin{matrix} & \begin{matrix} CR_{11} & CR_{12} & CR_{13} & CR_{14} & CR_{21} & CR_{22} & CR_{23} & CR_{24} & CR_{25} & CR_{31} \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_0(k) \\ DR_1 \\ DR_2 \\ DR_3 \\ DR_4 \\ DR_5 \\ DR_6 \\ DR_7 \\ DR_8 \\ DR_9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.684 & 0.670 & 0.914 & 0.724 & 0.688 & 0.708 & 0.722 & 0.579 & 0.995 & 0.883 \\ 0.684 & 0.636 & 0.279 & 0.074 & 0.688 & 0.634 & 0.099 & 0.525 & 0.000 & 0.331 \\ 0.254 & 0.344 & 0.914 & 0.000 & 0.193 & 0.207 & 0.014 & 0.163 & 0.000 & 0.095 \\ 0.039 & 0.017 & 0.000 & 0.000 & 0.279 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\ 0.020 & 0.069 & 0.000 & 0.650 & 0.064 & 0.074 & 0.722 & 0.054 & 0.000 & 0.032 \\ 0.606 & 0.670 & 0.279 & -0.221 & 0.602 & 0.708 & 0.071 & 0.579 & 0.000 & 0.032 \\ 0.039 & 0.069 & 0.000 & 0.000 & 0.064 & 0.074 & -0.014 & 0.561 & -0.099 & -0.095 \\ 0.000 & -0.120 & 0.000 & 0.724 & 0.064 & -0.207 & 0.666 & -0.163 & 0.000 & 0.300 \\ 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.127 & 0.995 & 0.000 \\ 0.313 & 0.069 & 0.093 & 0.000 & 0.193 & 0.000 & -0.142 & -0.054 & 0.000 & 0.883 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (10)$$

步驟 3：依據計算差序列矩陣公式，所得差序列矩陣 Δ 結果為：

$$\Delta = \begin{matrix} & \begin{matrix} CR_{11} & CR_{12} & CR_{13} & CR_{14} & CR_{21} & CR_{22} & CR_{23} & CR_{24} & CR_{25} & CR_{31} \end{matrix} \\ \begin{matrix} DR_1 \\ DR_2 \\ DR_3 \\ DR_4 \\ DR_5 \\ DR_6 \\ DR_7 \\ DR_8 \\ DR_9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0.000 & 0.034 & 0.635 & 0.650 & 0.000 & 0.074 & 0.623 & 0.054 & 0.995 & 0.552 \\ 0.430 & 0.326 & 0.000 & 0.724 & 0.494 & 0.502 & 0.708 & 0.416 & 0.995 & 0.789 \\ 0.645 & 0.653 & 0.914 & 0.724 & 0.408 & 0.708 & 0.722 & 0.579 & 0.995 & 0.883 \\ 0.664 & 0.601 & 0.914 & 0.074 & 0.623 & 0.634 & 0.000 & 0.525 & 0.995 & 0.852 \\ 0.078 & 0.000 & 0.635 & 0.944 & 0.086 & 0.000 & 0.651 & 0.000 & 0.995 & 0.852 \\ 0.645 & 0.601 & 0.914 & 0.724 & 0.623 & 0.634 & 0.736 & 0.018 & 1.094 & 0.978 \\ 0.684 & 0.790 & 0.914 & 0.000 & 0.623 & 0.915 & 0.057 & 0.742 & 0.995 & 0.584 \\ 0.684 & 0.670 & 0.914 & 0.724 & 0.688 & 0.708 & 0.722 & 0.452 & 0.000 & 0.883 \\ 0.371 & 0.601 & 0.821 & 0.724 & 0.494 & 0.708 & 0.864 & 0.633 & 0.995 & 0.000 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (11)$$

步驟 4：依據灰關聯係數矩陣元素的數值，定義出所有元素的最大值 $\Delta_{\max} = 0.995$ 與最小值 $\Delta_{\min} = 0$ 。

步驟 5：計算各序列之灰關聯係數，設定辨識係數 ξ 等於 0.5 的情形下，灰關聯係數矩陣 \mathfrak{R} 的計算結果為：

$$\mathfrak{R} = \begin{matrix} & \begin{matrix} CR_{11} & CR_{12} & CR_{13} & CR_{14} & CR_{21} & CR_{22} & CR_{23} & CR_{24} & CR_{25} & CR_{31} \end{matrix} \\ \begin{matrix} DR_1 \\ DR_2 \\ DR_3 \\ DR_4 \\ DR_5 \\ DR_6 \\ DR_7 \\ DR_8 \\ DR_9 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1.000 & 0.941 & 0.463 & 0.457 & 1.000 & 0.881 & 0.467 & 0.910 & 0.355 & 0.498 \\ 0.560 & 0.626 & 1.000 & 0.430 & 0.525 & 0.522 & 0.436 & 0.568 & 0.355 & 0.409 \\ 0.459 & 0.456 & 0.374 & 0.430 & 0.573 & 0.436 & 0.431 & 0.486 & 0.355 & 0.382 \\ 0.452 & 0.476 & 0.374 & 0.881 & 0.467 & 0.463 & 1.000 & 0.510 & 0.355 & 0.391 \\ 0.875 & 1.000 & 0.463 & 0.367 & 0.864 & 1.000 & 0.456 & 1.000 & 0.355 & 0.391 \\ 0.459 & 0.476 & 0.374 & 0.430 & 0.467 & 0.463 & 0.426 & 0.968 & 0.333 & 0.359 \\ 0.444 & 0.409 & 0.374 & 1.000 & 0.467 & 0.374 & 0.906 & 0.424 & 0.355 & 0.484 \\ 0.444 & 0.449 & 0.374 & 0.430 & 0.443 & 0.436 & 0.431 & 0.547 & 1.000 & 0.382 \\ 0.596 & 0.476 & 0.400 & 0.430 & 0.525 & 0.436 & 0.388 & 0.463 & 0.355 & 1.000 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (12)$$

步驟 6：計算各序列之灰關聯度，藉以評比各設計需求之重要度，灰關聯度代表每一設計需求至理想解序列的相對貼近係數，若設計需求序列愈接近理想解序列，則灰關聯度愈接近 1。並且考量各顧客需求之權重時，則各設計需求方案 ($DR_1 \sim DR_9$) 的灰關聯度與排序結果為 (0.756/ DR_1 , 0.723/ DR_5 , 0.548/ DR_2 , 0.542/ DR_9 , 0.522/ DR_4 , 0.516/ DR_7 , 0.483/ DR_6 , 0.467/ DR_8 , 0.44/ DR_3)。由觀判斷結果得知 DR_1 與 DR_5 的灰關聯度過於接近，且 DR_2 , DR_9 與 DR_4 之間的灰關聯度過於接近，可能造成決策者難以判斷其間的之優劣程度；由於辨識係數 ξ 之數值太小，具有強化或弱化各關聯度的對比作用，辨識係數數值愈小，則各關聯度對比愈強，因此本研究重設辨識係數 ξ 為 0.2，經計算結果各設計需求的灰關聯度為 (0.642/ DR_1 , 0.609/ DR_5 , 0.359/ DR_9 , 0.352/ DR_2 , 0.348/ DR_7 , 0.339/ DR_4 , 0.301/ DR_6 , 0.277/ DR_8 , 0.24/ DR_3)，從以上分析結果得知灰關聯度過於接近的序列，經以較小的辨識係數重新計算後，彼此間的灰關聯度差異性較為明顯，但仍可能造成排序上些微的變動，這是由於各顧客需求的權值不同所致。因此設計需求的關鍵性排序，依序可定為 DR_1 , DR_5 ； DR_2 與 DR_9 可視為等同重要，排名第 3； DR_4 與 DR_7 可視為等同重要，排名第 4；最後依序為 DR_6 , DR_8 , DR_3 。設計需求之排序結果，可作為設計者掌握產品的關鍵性設計需求項目、配置設計資源與預算並發展設計準則之依據，利於有效進行設計需求與特性的重新設計或改良。

六、結論

本研究整合品質機能展開之各類視覺性矩陣，來充分映射顧客導向的需求至技術導向的設計需求，使顧客需求與設計特徵鏈結在一起，因此能促進設計效力與效率。力求達到減少傳統主觀因素滲入過多的缺點，合理化品質屋中各類矩陣的量化工作，本研究有助於設計師運用更有效率的方法取開發符合顧客需求的产品，特別是透過灰關聯分析法的應用來強化品質機能展開的工作，來輔助決策品質機能展開於設計需求的權值設定，將可有效提升設計產品的品質與合理展開的程序。根據所選擇的設計需求由各顧客需求的貢獻度向量組合，要距離計理想的貢獻度向量組合愈近愈好，此理想解的概念具有單調遞增或遞減的效用，故對效益的評準會要求愈高愈好，但對於成本的評準則要求愈低愈好。此外，還將設計需求之間的相依性納入考量，將品質屋的屋頂之相關矩陣納入正規化的處理程序中，應用正規化關係矩陣之概念，以提升評比之精度，原因在於當設計需求間之相關程度很高時，設計需求對於顧客需求的貢獻程度，將會受到影響，而此時獨立配點法視各個設計需求之間互相獨立的假設無法成立，也因此各個設計需求間之重要性測度具有可加性無法成立，因而獨立配點法之適用性亦將受到限制。

本研究建構一種以灰關聯分析法為基礎的決策模式，並以個人數位助理產品為施行範例，從評比結果得知，若使用獨立配點法進行評比，利用公式(1)計算設計需求評比排序結果為(0.25/DR₅, 0.247/DR₁, 0.145/DR₉, 0.093/DR₂, 0.084/DR₇, 0.063/DR₆, 0.057/DR₈, 0.052/DR₄, 0.009/DR₃)，其評比結果顯示與本研究提出之正規化關係矩陣配合灰關聯分析所得結果具有差異性，例如排序第 1 名的設計需求，獨立配點法分析結果為 DC₅(功能鍵配置方式)，本研究之方法所得分析結果則為 DR₁(造型風格)，這是由於納入設計需求之間互依性的因素所導致之結果，因設計需求 DR₁ 與大部分的其他設計需求具有較多正面的相關性之原因。因此，當設計需求間的相關性存在時，本研究應用之正規化互依法評比設計需求的方法，所得結果應較為精確；此外灰關聯分析法具有調整灰關聯度的對比機制，能輔助決策者解決評比分數過於接近不易判斷的問題。整體言之，本研究提出之決策模式，結果證明非常精確，能有效輔助品質機能展開進行決策，主要目的為施行完整的目標產品之品質機能展開與求解設計需求之重要性排序，該決策模式所得結果之設計意涵，除了鏈結顧客需求屬性與設計需求的關聯性之外，並可輔助設計者用以辨識出哪些設計需求對於所有的顧客需求屬性具有關鍵性的影響力，因此能指引設計者定義產品改良設計或新設計所要追求的目標，如此能充分整合顧客需求與設計需求，能將設計的目標產品更能迎合市場的需求，以提升顧客的滿意度。

參考文獻

1. 王則眾、王健宇、蔡佩珊、余虹儀、林秋月、黃麗盈，2005，“數位產品造形最佳化設計之研究：針對大學族群所喜好之MP3隨身聽為例”，〈實踐設計學報〉，第1期，pp.62-74，實踐大學，台北。
2. 王振瑋，2004，“灰模糊決策模式在設計方案評估的應用研究”，第三屆地方產業特色與產品設計實務研討會論文集，pp.297-306，和春技術學院，高雄。
3. 王振瑋，2006，“運用灰關聯分析於產品感性設計中造形要素優先評比之研究”，第三屆地方產業特色與產品設計實務研討會論文集，pp.LICPDP5-213~8，和春技術學院，高雄。
4. 史開泉、吳國威、黃有評，1994，“灰色信息關係論”，中華科技圖書公司，台北。
5. 江金山、吳佩玲，1988，“灰色系統基本方法”，高立圖書有限公司，台北。
6. 吳信宏，2002，“使用灰關聯分析於品質機能展開以強化多目標決策過程”，〈品質學報〉，Vol. 9, No. 2，pp.19-39，中華民國品質學會，台北。
7. 吳貴彬、陳相如，2004，“品質機能展開法於新產品發展之應用”，〈樹德科技大學學報〉，第2卷，第6期，pp.91-100，樹德科技大學，高雄。
8. 杜瑞澤、鄭榮燦，2002，“品質機能展開（QFD）於產品設計之應用研究--以臺灣機車為例”，〈設計學報〉，第3卷，第7期，pp.85-95，中華民國設計學會，台北。
9. 林士彥，2004，“結合灰關聯分析與品質機能展開法探討形象商團服務品質之研究”，〈生物與休閒事業研究〉，第2卷，第2期，pp.151-178，嘉義大學，嘉義。
10. 林亮宗、古東源，2005，“結合灰關聯分析與品質機能展開於自動化物流中心品質特性之研究”，〈商管科技季刊〉，第4卷，第6期，pp.515-529，雲林科技大學，雲林。
11. 柯凱人，1996，“灰關聯度之研究分析與其應用”，〈大同工學院電機工程研究所碩士論文〉，大同工學院，台北。
12. 夏國賢、吳漢雄，1996，“灰關聯分析之線性數據前處理探討”，第一屆灰色系統理論與應用研討會論文集，pp.23-30，中華民國灰色系統學會，高雄。
13. 夏國賢、吳漢雄，1998，“灰關聯分析之線性數據前處理”，〈灰色系統學刊〉，第1卷，第1期，pp.47-53，中華民國灰色系統學會，高雄。
14. 張啓良、蕭世心，2001，“運用灰關聯於產品包裝材質之篩選”，中國工業工程學會九十年度年會暨學術研討會論文集，論文編號：CIIE2001-0368，pp.1-6，中國工業工程學會與義守大學，高雄。
15. 許志奇、黃正滔，2005，“品質機能展開、模糊理論與灰關聯分析於綠色設計之應用”，〈工程科技與教育學刊〉，第2卷，第2期，pp.87-101，高雄應用科技大學，高雄。
16. 陳俊智，2003，“應用灰關聯多屬性決策分析於風格與輪評估之研究-以現代圈椅設計為例”，〈設計學報〉，第1卷，第8期，pp.65-81，中華民國設計學會，台北。
17. 陳昭琦、黃正滔，2005，“應用品質機能展開與灰關聯分析於服務品質改善之研究-以高雄地區三家書店為例”，〈工程科技與教育學刊〉，第2卷，第2期，pp.115-124，高雄應用科技大學，高雄。
18. 傅立，1992，“灰色系統理論及其應用”，科學技術出版社，北京。
19. 黃永東，2005，“整合TRIZ和IQFD的創新產品規劃之探討”，〈品質月刊〉，第2卷，第41期，pp.64-68。
20. 楊啓杰，1997，“品質機能展開法開發新產品之研究”，〈華梵學報〉，第1卷，第4期，pp.99-107，華梵大學，台北。
21. 鄧聚龍，1985，“灰色系統基本方法”，華中理工大學，武漢。
22. Akao, Y., 1990, "Quality Function Deployment: Integrating Customer Requirements into Product Design", Productivity Press, Cambridge, MA.

23. Bound, G., Yorks, L., Adams, M. and Rannsey, G., 1994, "Beyond Total Quality Management: Toward the Emerging Paradigm", McGraw-Hill, NY.
24. Brown, P. G., 1991, "QFD: Echoing the Voice of the Customer", *AT&T Technical Journal*, March-April, pp. 18-32.
25. Clausing, D., 1994, "Total Quality Development: A Step-By-Step Guide to World-Class Concurrent Engineering", ASME Press, NY.
26. Cohen, L., 1995, "Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You", Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company.
27. Deng, H., Yeh, C. H. and Willis, R. J., 2000, "Inter-Company Comparison Using Modified TOPSIS with Objective Weights", *Computers & Operations Research*, Vol. 27, pp. 963-973.
28. Deng, J. L., 1982, "Control problems of grey systems", *Systems and Control Letters*, Vol. 5, pp. 288-294.
29. Deng, J. L., 1989, "Introduction to Grey System Theory", *The Journal of Grey System*, Vol. 1, pp. 1-24.
30. Deng, J. L., 1990, "A Course on Grey System Theory", Huazhong University of Science and Technology Press, Wuhan.
31. Griffin, A., 1992, "Evaluating QFD's Use in US Firms as a Process for Developing Products", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 9, No. 3, pp. 171-187.
32. Hauser, J. R. and Clausing, D., 1988, "The House of Quality", *Harvard Business Review*, Vol. 66, No. 3, pp. 63-73.
33. Hauser, J. R., 1993, "How Puritan-Bennett Used the House of Quality", *Sloan Management Review*, Vol. 34, No. 3, pp. 61-70.
34. Hwang, C. L. and Yoon, K., 1981, "Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications", Berlin: Springer-Verlag.
35. Lai, H. H., Lin, Y. C. and Yeh, C. H., 2005, "Form Design of Product Image Using Grey Relational Analysis and Neural Network Models", *Computers & Operations Research*, Vol. 32, pp. 2689-2711.
36. Lo, L. T. and Kolence, K. W., 1994, "The House of Quality and Service Management", *CMG Proceeding*, Vol. 1, pp. 521-532.
37. Mizuno, S. and Akao, Y., 1994, "QFD, The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment", Asian Productivity Organization.
38. Moskowitz, H. and Kim, K. J., 1997, "QFD optimizer: a Novice Friendly Quality Function Deployment Decision Support System for Optimizing Product Designs", *Computer and Industrial Engineering*, Vol. 32, No. 3, pp. 641-655.
39. Osgood, E. C., Suci, G. J. and Tannenbaum, P. H., 1957, *The Measurement of Meaning*, Urbana, University of Illinois Press.
40. Saaty, T. L., 1980, "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, NY.
41. Sullivan, L. P., 1986, "Quality Function Deployment", *Quality Progress*, Vol. 19, No. 6, pp. 39-50.
42. Tzeng, G. H. and Tsaur, S. H., 1994, "The Multiple Criteria Evaluation of Grey Relation Model", *The Journal of Grey System*, Vol. 6, No. 2, pp. 87-108.
43. Wasserman, G. S., 1993, "On How to Prioritize Design Requirements During the QFD Planning Process", *IIE Transaction*, Vol. 25, No. 3, pp.59-65.
44. Zairi, M., 1993, "Quality Function Deployment: A Modern Competitive Tool", EFQM, TQM Practitioner Series.

Constructing a Decision-Making Model for Quality Function Deployment Using Grey Relational Analysis

Chen-Cheng Wang

Department of Product Design, Fortune Institute of Technology
e-mail: ccwang@center.fotech.edu.tw

(Date Received : July 21, 2006 ; Date Accepted : December 04, 2006)

Abstract

From a designer's perspective, how to define critical design requirements that satisfy most customer requirements is a significant factor determining the success of the product designed. Quality function deployment is a powerful customer-oriented engineering technology well suited for mapping customer requirements onto design characteristics. Thus, the objective of this study is to translate the customer language into the designer language for enhancing both the satisfaction of customers and the efficiency of designers.

This study applied the entire quality function deployment process to the targeted product. A series of matrices was derived to establish an integrated architecture for linking customer needs to design requirements. From the relationship matrix between customer needs and design requirements, a multiple-attribute decision-making model for quality function deployment was constructed using grey relational analysis. A normalized interdependency method was employed to tackle the correlation between design characteristics. This is because interdependency of design characteristics can change their rating scores for each other. Therefore, the relationship matrix was reconstructed as the decision matrix in the multiple-attribute decision-making model of quality function deployment to obtain more precise analysis results. A case study of personal digital assistants was conducted to validate the proposed methodology. The importance of design requirements was rated to determine the critical design requirements to be developed. According to the rating results of customer and design requirements, designers could define design criteria and proper activities to develop and redesign the targeted product in the marketplace. Results show that the decision-making model integrating quality function deployment with grey relational analysis can help designers conduct effective design requirement evaluation and develop product design criteria. The proposed decision-making mechanism can also enhance product design quality and competitiveness.

Keywords : Quality function deployment, Decision-making model, Grey relational analysis, Design requirements, Customer requirements

