

線上遊戲產品評選之模糊多屬性決策

Applying Fuzzy Multi-attribute Decision-making (MADM) Methods on the Selection of On-line Game Products

陳細鈿¹ 吳信衡² 葉建志³ 王薪惟⁴ 黃于倩⁵

(Received: Mar. 23, 2007 ; First Revision: May. 17, 2007 ; Accepted: May. 30, 2007)

摘要

近年來，由於遊戲產業與寬頻網路技術的快速發展，線上遊戲儼然已成為時下年輕人最重要的休閒與社交活動之一。然而市面上的線上遊戲產品種類繁多，對初學者而言，往往無所適從，多經朋友介紹或遊戲論壇網站的玩家評論而接觸某一種遊戲，這樣選擇遊戲不但沒有效率、不夠客觀，且無科學根據；對業者而言，應推出具有那些高品質屬性的產品，才能受消費者青睞，則是一重要課題。因此，本研究以長期從事線上遊戲之玩家及遊戲評論者為研究調查對象，透過這些玩家與專家的意見，將模糊理論與多屬性決策方法結合，訂出線上遊戲之屬性權重，並算出待評選之線上遊戲產品的評價，然後依優先順序加以排列，提供初學者、玩家及遊戲業者一個客觀的參考依據，最後與遊戲論壇網站的熱門遊戲排行榜作比較，驗證本研究所提出之方法。

關鍵字：線上遊戲、屬性權重、模糊理論、多屬性決策

Abstract

With the rapid development of game industry and broadband Internet technology, on-line games have become one of the most important leisure and social activities for today's young people in recent years. However, the on-line game products on the market are various in style, the beginners are often at a loss as to what to do. The some games they contacted and played were usually recommended by their friends or the players' comments of game forum websites. Thus, the way of selecting games is not only inefficient but also not objective enough. Consequently, the game players and commentators who engaged in on-line games for a long time were main research objects in this study. Based on these plays' and experts' opinions, we combined fuzzy theory with multi-attribute decision-making (MADM) methods, the weights of attributes for on-line games were drawn up, and meanwhile, the evaluated performances of on-line games were also calculated. Furthermore, the evaluated on-line games were ordered

¹長榮大學資管系副教授

²長榮大學資管系大學部學生

³長榮大學資管系大學部學生

⁴長榮大學資管系大學部學生

⁵長榮大學資管系大學部學生

by priority as well as an objective suggestion of game selection was provided for the beginners, players and game providers. Finally, the results were compared with the hot billboards of the game forum websites. It could verify the method that this research proposed.

Keywords : on-line games, the weight of attributes, fuzzy theory, multi-attribute decision-making (MADM)

1. 緒論(Introduction)

近幾年，由於網際網路無國界、即時、互動及匿名等特性，加上台灣地區 ADSL、CABLE MODEM 及光纖網路等寬頻服務普及率越來越高，對於網路使用者之心理層面及消費金額都有正面的影響。根據 TWNIC 委託 NetValue 與輔仁大學合作完成的「台灣網際網路使用環境及行為調查」(2002/9)報告指出，在非 Web 的使用上，寬頻用戶以線上遊戲的需求最大，其次才是線上影音及檔案傳輸等，可見寬頻環境的成熟與線上遊戲的發展有相當密切的關係，形成正向循環。此外，線上遊戲的發展關鍵在網路的連線品質，台灣除了網路基礎建設仍不足外，業者普遍認為政府政策與態度也是線上遊戲發展的限制因素，南韓在 2 年時間內從上網人口不到兩百萬發展到一千萬，從落後台灣到遙遙領先，政府給予的支持是一個很重要的關鍵(王佳煌，2000)。英國專業市調公司 Datamonitor Corporation 的研究報告「Online gaming in Asia Pacific 2004」也指出，全球線上遊戲人口最密集的國家在南韓，台灣居次。可見線上遊戲在台灣發展的潛力與商機將相當可觀。

線上遊戲產業的蓬勃發展與推陳出新，使消費者有更多的選擇。然而線上遊戲產品的品質參差不齊，導致消費者過度集中在某些遊戲上，業者必須推出品質更好且更具吸引力的產品才能獲得玩家青睞。因此，對遊戲業者而言，要如何在競爭激烈的市場脫盈而出，受到玩家肯定與喜愛，是業者所關心的重點；對玩家而言，如何在眾多的遊戲中挑選出讓自己滿意的線上遊戲，是個重要課題。由於線上遊戲產品種類繁多，令人眼花撩亂，大部份玩家或初學者多是經由親友、同學介紹或遊戲論壇網站評論之推薦，玩某一種遊戲。而目前遊戲論壇網站之傳統遊戲評比方式，都將遊戲所有屬性之重要性視為相等，然後以加總或平均所得之分數作為熱門遊戲排行之依據，缺乏科學及有效的選擇方法。此外線上遊戲產品具有多個屬性，而評定產品之優劣因人而異，個人主觀因素影響很大，且一般人在判斷事物時常有複雜性與不確定性，在評選過程中往往出現模糊性的詞語，如：「滿意」、「不滿意」，而玩家對遊戲屬性的偏好程度與順序則是決定一套遊戲是否吸引玩家的關鍵(林青嵐，2002；祝道松，2004)。因此，本研究以模糊理論結合多屬性決策方法取代一般遊戲論壇網站之傳統方法來評選線上遊戲產品。本研究之目的敘述如下：

- 一、探討玩家及專家挑選線上遊戲產品的屬性及其相關資訊。
- 二、結合玩家、專家意見及模糊理論算出各線上遊戲產品屬性之權重，可提供國內線上遊戲業者研發或推出新遊戲之參考。
- 三、利用模糊理想解類似度偏好順序法(Technique for order preference by similarity to ideal solution, TOPSIS)及模糊灰關聯分析(Grey relation analysis, GRA)法評估待選線上遊戲產品的價值，取代遊戲論壇網站之傳統評估法，可供初學者、玩家與業者參考。
- 四、比較模糊 TOPSIS 與模糊 GRA 法之評估結果，並與遊戲論壇網站之排名次序作比對，以驗證本研究方法之合理性。

本文之結構如下：第一章為緒論，敘述本研究之動機與目的；第二章則探討相關理

論與文獻，如：線上遊戲、模糊理論、TOPSIS 及 GRA 法，使本文在科學與理論基礎上
做研究與推論；第三章為研究方法與進行步驟之詳述；第四章為資料分析與結果；最後，
第五章為結論與建議。

2. 文獻回顧(Literature Review)

2.1 線上遊戲(On-line game)

2.1.1 線上遊戲的起源

線上遊戲的歷史最早起源於 1970 年末，由英國艾賽克斯大學學生 Roy Trubshaw 所
創造的冒險性遊戲「泥巴」(Multi-User Dungeon Or Dimension, MUD)，它是一種文字化
的連線遊戲。MUD 是「多人地下城堡」、「多人世界」或「多人對話」的簡稱，是指一
個存在於網路、多人參與、使用者可擴張的虛擬實境，其介面以文字為主(Curtis & Nichols,
1993)。它是一個電腦的軟體系統，可供多個使用者同時進入系統中去探險，每個進入
的使用者可以扮演或控制一個角色，透過角色在系統中隨意遊走，和其他角色談天，甚
至創造自己喜歡的物件以及環境。其後社交型泥巴的出現，更著重玩家之間的交往與交
談，以文字描述並搭配圖形與物件的遊戲 MOO、MUSE、MUSH 等也相繼出現(王佳煌，
2000)。

2.1.2 台灣線上遊戲之發展現況

線上遊戲之發展非常多樣化，提供玩家更多元的線上互動與娛樂方式。根據張武成
(2001)之研究，將遊戲內容型態大致分為角色扮演、策略、即時戰略、益智、動作、模
擬、競速、養成及冒險遊戲等九類。其中以大型多人線上角色扮演遊戲 (Massive
Multiplayer Online Role Playing Game, MMORPG) 佔最大宗，其他類型的遊戲比例均遠
低於 MMORPG，因此這類型的遊戲產業發展令人矚目。在收費方式方面，則大致分為
三大類：第一類，付費遊戲制(例如，仙境傳說、天堂、魔獸世界等)，是指每個月包月
卡或點卡進行遊戲；第二類，免付費遊戲(例如，楓之谷、亂、FreeStyle、魔法飛球等)，
是代理商提供免費的伺服器供玩家進行遊戲，但遊戲設計中，會有購物商場或點數商品
等配套措施，讓玩家選擇性是否購買來進行遊戲；第三類，雙向機制(例如：瑪奇)，這
部份有分包月及加值商品，更有免費的各項搭配，為未來各項線上遊戲發展的目標。根
據資策會 MIC 舉辦的「全球資通訊產業發展研討會」(2005)，針對數位遊戲發展與趨
勢所作報告指出，在網路玩家結構上，多數玩家習慣玩免費遊戲，族群以青年學子及低
收入者為大宗。雖然是免付費遊戲，但許多玩家可能儲值購買遊戲提供的加值商品或配
件，這也是線上遊戲業者的獲利來源之一。而讓玩家自由選擇是否購買點數商品，則是
免費遊戲的重要特色，這也使目前的線上遊戲大多是以免費機制為主。因此本研究以國
內免費制之 MMORPG 產品為主要研究對象。

2.1.3 線上遊戲產品的屬性

在線上遊戲產品屬性的研究方面，林青嵐 (2002) 曾對 MMORPG 產品重要屬性偏

好進行問卷調查與研究，將遊戲產品屬性偏好因素歸為八類，依解釋能力的優先順序分別為「網站內容型重視」、「音質效果型重視」、「遊戲操控型重視」、「遊戲耐玩型重視」、「社群溝通型重視」、「網路穩定型重視」、「畫面獨特型重視」、「遊戲步調型重視」等因素。施冠綸與賴奎宏(2003)曾對網路遊戲行銷策略比較與競爭優勢進行分析，將遊戲的評比分為「耐玩度」、「個性化程度」、「畫面表現」、「音樂表現」、「遊戲風格」與「連線品質」等。而賴柏偉(2002)在進行線上角色扮演遊戲虛擬社群研究時強調，「社群溝通」是線上遊戲不可或缺的功能。在線上遊戲產品屬性的實際評價方面，則參考著名網路遊戲論壇網站及雜誌對線上遊戲產品的排行榜評價方式，整理其評分屬性如表 1。

2.2 模糊多屬性決策法(Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making, Fuzzy MADM)

人類的思考推理與對周遭事物的感受與知覺，其概念都相當模糊，因此 Zadeh 於 1965 年提出「模糊集合理論」的概念，該理論將語意或口語化等這類難以用明確數字來清楚給予界定的資料轉換成模糊集合，以取代傳統的一般集合，藉著歸屬函數來研究及處理不明確的資料，經由有系統的模糊運算過程，使資料可以被量化，轉換成可運用的資訊。近年來，模糊理論已被成功的應用於許多實務領域，如：工業設計與發展、企業的績效管理、財務分析與產品發展等(Langari & Zadeh, 1995; Mendel, 1995)；在學術研究方面，相關文獻如：曾國雄與胡宜珍(1995, 1996)、邱垂昱與翁佳麟(2002)、Wang & Chang (1995)、Tang & Tzeng (1999)及 Jee & Kang (2000)等不勝枚舉。以下幾個小節針對模糊理論與多屬性決策之相關文獻作回顧與探討。

表 1 網路遊戲論壇網站及雜誌之遊戲排行榜評分項目

遊戲網站(雜誌)名稱		評分項目(屬性)
遊戲網站	巴哈姆特	視覺畫面、音樂音效、遊戲設定、耐玩度、原創性
	Hinet 遊戲網	視覺畫面、操控性、音樂音效、耐玩度、娛樂價值
遊戲雜誌	軟體世界	視覺畫面、操控性、音樂音效、遊戲內容
	電腦玩家	視覺畫面、音樂音效、操控性、娛樂價值、流暢度

資料來源：本研究自行整理

2.2.1 模糊集合與三角模糊數(Fuzzy set and triangular fuzzy number)

假設 X 代表字集合，是由元素 x 所組成， $f_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0, 1]$ 稱為模糊集合 \tilde{A} 的隸屬函數，表示元素 $x \in X$ ， x 隸屬於 \tilde{A} 之程度， $f_{\tilde{A}}(x)$ 的值愈接近於 1，則表示 x 在 \tilde{A} 中的隸屬程度愈強。假設模糊集合被定義在實數軸上，且具有凸的及正規化的特性，則其可被稱為模糊數(Dubois & Prade, 1978)。最常見的模糊數為三角模糊數，若 \tilde{A} 為三角模糊數，則可表示為 $\tilde{A} = (L, M, U)$ ，其圖形如圖 1 所示。

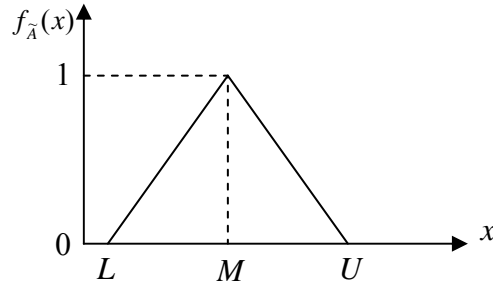


圖 1 三角模糊數 \tilde{A} 之隸屬函數

根據 Zadeh(1965, 1975)的延伸原理，令 $\tilde{A}_1 = (L_1, M_1, U_1)$ 及 $\tilde{A}_2 = (L_2, M_2, U_2)$ ，則

本研究將使用到的三角模糊數的基本運算式為： $\tilde{A}_1 \oplus \tilde{A}_2 = (L_1 + L_2, M_1 + M_2, U_1 + U_2)$ 及

$k \otimes \tilde{A} = (kL, kM, kU)$ ， $k \geq 0$ ， $k \in R$ 。

2.2.2 語意變數(Linguistic Variables)

Zadeh(1975)指出，要應用傳統的量化方法對模糊情境作適當的陳述是相當複雜且難以定義的，因此人造的語意變數在模糊的環境中是很有用的。最常見的例子，如：重要性或效用的「高」、「中」或「低」。本研究參考 Chen & Hwang(1992)所提出之七等級語意變數模糊數，根據專家對線上遊戲屬性及產品之評價，而獲得屬性之權重及產品在各權重之評分，其語意變數之三角模糊數定義如表 2。

表 2 語意變數之模糊數

重要性或滿意度	模糊數(w_j^e 或 x_{ij}^e)
很高	(0.8, 1, 1)
高	(0.65, 0.8, 0.95)
稍高	(0.5, 0.65, 0.8)
普通	(0.35, 0.5, 0.65)
稍低	(0.2, 0.35, 0.5)
低	(0.05, 0.2, 0.35)
很低	(0, 0, 0.2)

2.2.3 模糊權重與解模糊化(Fuzzy weights and de-fuzziness)

在本研究中，假設共有 m 位專家受訪，這些專家將對線上遊戲各屬性之重要性及各待評選遊戲在各屬性之績效表現給予評價，然後根據表 2 將評價轉換為各屬性之三角模糊權重。本研究使用算術平均數將所有專家之評價整合，如以下公式： $Fw_j = (L_j, M_j, U_j)$ ，

$0 < L_j \leq M_j \leq U_j < 1, j = 1, 2, \dots, k$, 其中 $t_j = \sum_{i=1}^m t_{ji} / m$, $t \in \{L, M, U\}$, t_{ji} 代表第 i 個專家

對第 j 個屬性之評價。由於模糊數不是明確的數值，無法比較大小，進行排序。本研究運用解模糊化的方法，把模糊數轉成明確的值，以便進行屬性權重或方案價值排序。解模糊化方法有：最大最小法、最大平均值法、重心法及 α 截線法等(Teng & Tzeng, 1996; Tang & Tzeng, 1999)。其中，重心法是最容易且有效的方法，因此被本研究用來計算屬性之非模糊數，公式為 $w_j = [(U_j - L_j) + (M_j - L_j)] / 3 + L_j, j = 1, 2, \dots, k$ 。

2.2.4 理想解類似度偏好順序法(TOPSIS 法)

TOPSIS 之中文為「理想解類似度偏好順序法」，由 Hwang 和 Yoon 在 1981 年所提出的一個評估方法，常被用來解決多屬性決策的問題。主要的觀念在於被選擇的方案的正理想解與負理想解的距離，以離正理想解的距離最短及離負理想解距離最遠的方案為最佳的選擇。此法被許多學者引用，並與模糊理論相結合來解決模糊多屬性決策的問題。如：Jee & Kang(2000)將 TOPSIS 運用在材料的選擇上，並利用熵值權重法來求取屬性的權重。Tsaur(2002)將 TOPSIS 法應用於航空業服務品質之評估。國內文獻，如：徐若倩(2004)、張世其(2004)亦應用 TOPSIS 法作決策分析與研究。有關本文使用之模糊 TOPSIS 法進行步驟，將在第三章中詳盡說明。

2.2.5 灰關聯分析(GRA 法)

灰系統理論(Grey System Theory)為 Deng 在 1982 年提出，主要是針對系統模型不明確性及資訊不完整下，進行關於系統的關聯分析及模型建構，並藉著預測及決策方法來探討及了解系統的情況。重要研究方法包含灰關聯、灰生成與建模、灰預測、灰決策與控制等(溫坤禮等，2003)。

本研究僅針對灰關聯分析(Grey Relation Analysis, GRA)作探討，GRA 主要是分析離散序列間相關程度的一種測度方法。傳統統計迴歸是處理變數與變數之間關係的一種常用數學方法，有下列幾項限制(溫坤禮等，2003)：(1)變數與變數之間必須存在著“相互影響”的關係。(2)要求大量的數據。(3)數據的分佈必須為典型的，例如：常態分佈。(4)變化因素不能太多。因此，統計迴歸在這些場合中無法很容易的被使用，而 GRA 具有“少數數據”及“多因素分析”的特性，恰可彌補這些缺點。相關文獻，如：張世其(2004)等應用 TOPSIS 及 GRA 法對台灣前五大資訊產品通路業進行評估；徐若倩(2004)以筆記型電腦上市公司為對象，運用 GRA 以及 TOPSIS 法，建構經營績效評估模式；張淑卿(2001)透過模擬實驗來針對屬性資訊特徵，對於 TOPSIS 與 GRA 比較其結果的差異性。本文將模糊理論與 GRA 法相結合，其進行步驟在第三章詳盡說明。

3. 研究方法與步驟

本研究進行專家問卷，並結合 Fuzzy MADM、TOPSIS 與 GRA 法來分析受訪者之評量結果，先以 Fuzzy MADM 法來判定權重問題，並給予各屬性相對的權重值，然後

以模糊 TOPSIS 與 GRA 法將評估矩陣結合各準則之權重，得出各遊戲的優先順序，最後與網路論壇之熱門遊戲排行榜作比較。詳細內容敘述如下：

3.1 研究對象與範圍

本研究主要在探討線上遊戲屬性的重要排序及評選方法等相關資訊，以線上遊戲玩家及評論者做為主要研究調查對象，而研究範圍則以國內免付費制度之 MMORPG 產品為主。

3.2 問卷設計與調查

本研究將專家問卷分成三大部份，第一部份為線上遊戲之評估屬性的重要性評估；第二部份為則為各評選遊戲產品在各評估屬性的績效評估；第三部份則為受訪者基本資料。其中第一、二部份是依據李克特(Likert)7 點量表，請受訪者針對線上遊戲之屬性重視程度及各評選遊戲績效表現之滿意程度作答，衡量尺度分為很低、低、稍低、普通、稍高、高及很高七等級語意值。

3.3 模糊 TOPSIS 法之執行步驟

TOPSIS 法為 Hwang 和 Yoon 在 1981 提出，後來與模糊理論相結合，被應用在許多領域(Jee & Kang, 2000; Tsaur, 2002)，其進行步驟如下：

(1) 決定「評估屬性」重要性及「評選遊戲」滿意程度之語意變數模糊數

本研究「評估屬性」重要性之語意變數模糊數決定採用 Chen & Hwang (1992)所提出之 7 等級語意變數三角模糊數，如表 2 所示。

(2) 決定「評估屬性」項目

綜合以上之文獻、遊戲論壇網站及專業遊戲雜誌，本研究將線上遊戲產品評選屬性作歸納與討論，其中獨特性包含個性化與遊戲風格等二屬性；操控性則包含遊戲設定在內；娛樂價值包含遊戲性；穩定性包含流暢度及連線品質等。因此本研究將線上遊戲產品評選屬性歸納為「視覺畫面」、「音樂音效」、「操控性」、「耐玩度」、「穩定性」、「原創性」、「獨特性」、「娛樂價值」與「社群溝通」等九大項。

(3) 決定「評選遊戲」產品

本研究是以營利為目的的免付費大型 MMORPG 產品為主要研究與評選對象，在這麼多遊戲產品中，本研究依其在熱門遊戲論壇—巴哈姆特、遊戲基地(2006/12/20)兩個遊戲論壇之熱門討論度與排名來選擇待評選之線上遊戲產品，找出兩個論壇前十名的交集遊戲產品共 8 種，再經過討論之後決定以「楓之谷」、「搞鬼 Online」、「熱血江湖」、「墨香 Online」及「卡巴拉島」等 5 種遊戲產品做為本研究之待評選遊戲。

(4) 整合全部 n 個決策者對各屬性權重之評比

整合的方法有很多，通常以平均數法較常用，Wang & Chang (1995)及 Chen (2000)也採用此方法，故本研究亦採用此法整合決策者的意見，求遊戲屬性 j 的模糊權重平均

值 w_j 如下式：

$$w_j = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n w_j^e \right], \quad (1)$$

其中 $\sum_{j=1}^k w_j = 1$, $j = 1, 2, \dots, k$ (屬性數目) , $e = 1, 2, \dots, n$ (決策者數目)。

(5) 整合全部 n 個決策者，在屬性 j 下對第 i 個遊戲之評價

$$x_{ij} = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n x_{ij}^e \right], \quad (2)$$

其中 $x_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$, $x_{ij} = n$ 個決策者在屬性 j 下對第 i 個遊戲評價之平均值 , $i = 1, 2, \dots, m$ (評選之數目) , $j = 1, 2, \dots, k$ (屬性數目)。

(6) 將「評選遊戲」的各屬性評分平均值加以正規化(Chen, 2000)

$$R = [r_{ij}]_{m \times k}, \quad (3)$$

其中 R 為各遊戲在各屬性下之正規化評分矩陣 , $r_{ij} = (a_{ij}/c_j^+, b_{ij}/c_j^+, c_{ij}/c_j^+)$,

$$c_j^+ = \max c_{ij} \text{。}$$

(7) 求第 i 個評選遊戲各屬性整體評價

$$V = [v_{ij}]_{m \times k}, \quad (4)$$

其中 $v_{ij} = r_{ij} \otimes w_j$, $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, k$ 。

(8) 找正理想解(A^+)及負理想解(A^-)

由於本研究之評估屬性皆為望大性質，因此定義正負理想解 A^+ 及 A^- 如下：

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_j^+, \dots, v_k^+), \quad (5)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_k^-), \text{ 其中所有 } v_j^+ = (1, 1, 1), v_j^- = (0, 0, 0) \text{。} \quad (6)$$

(9) 計算各評選遊戲與正理想解距離(S_i^+)及負理想解距離(S_i^-)

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^+)^2} , \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (v_{ij} - v_j^-)^2} . \quad (8)$$

(10) 計算相對接近係數(C_i^+)

$$C_i^+ = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} , \quad (9)$$

其中 $0 \leq C_i^+ \leq 1, i = 1, 2, \dots, m$ 。根據 C_i^+ 值大小來決定各評選遊戲之優先順序，愈大表示愈接近正理想解。

3.4 模糊 GRA 法之執行步驟

本研究參考多位學者在灰關聯多屬性分析之研究(曾國雄與胡宜珍, 1995 & 1996; 溫坤禮等, 2003)，其執行步驟分述如下：

(1) 找出最佳非模糊績效值(Best Non-fuzzy Performance Value, BNP)

灰關聯分析數據需滿足可比性，故先將三角模糊數(即各方案在各屬性下績效值)轉換為最佳非模糊數。本研究採用重心法(Center of Area, COA)，它被認為是找出 BNP 最簡易且可行的方式(Teng & Tzeng, 1996; Tang & Tzeng, 1999)。若有一模糊數為 $R_i = (LR_i, MR_i, UR_i)$ ，則其

$$BNP_i = [(UR_i - LR_i) + (MR_i - LR_i)]/3 + LR_i . \quad (10)$$

(2) 依據各屬性之望大、望小或望目特性，分別對 BNP 評估矩陣做正規化處理，得矩陣 $[x_i(j)]$ ，再由各方案選出每個屬性中最佳的理想方案(即參考序列 $[x_0(1), x_0(2), \dots, x_0(k)]$)。其中 i 表示評選遊戲(方案)； j 表示評估屬性。

(3) 計算各方案(評選遊戲)屬性與對應理想方案屬性間之灰關聯係數

根據鄧聚龍(1999)之灰關聯係數公式

$$\gamma(x_0(j), x_i(j)) = \frac{\Delta_{\min.} + \zeta \cdot \Delta_{\max.}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta \cdot \Delta_{\max.}} , \quad (11)$$

其中， $\Delta_{\min.} = \min_i \min_j |x_0(j) - x_i(j)|$ ， $\Delta_{\max.} = \max_i \max_j |x_0(j) - x_i(j)|$ ，

$\Delta_{0i} = |x_0(j) - x_i(j)|$ 為 x_0 與 x_i 之間第 j 個屬性差之絕對值， x_0 為參考序列， x_i 為一特定比較序列， ζ 為辨認係數， $\zeta \in [0, 1]$ 。

(4) 結合模糊 TOPSIS 法所得之各屬性權重 w_j ，計算灰關聯度 $r(x_0, x_i)$ 之綜合評比值，即

$$r(x_0, x_i) = \sum_{j=1}^k w_j r(x_0(j), x_i(j)) , i = 1, 2, \dots, m \text{ (評選遊戲之數目)} . \quad (12)$$

(5) 排列出經過權重計算後之灰關聯度 $r(x_0, x_i)$ 的優先順序，依此推斷各評選遊戲整體評價值高低。

4. 資料分析與結果

本研究將評選遊戲產品之專家分為「一般玩家」及「遊戲評論者」二種。由於願意填答問卷，且同時對於待評選之 5 個遊戲產品均熟悉者並不多，本研究最後選定 25 位，其中「一般玩家」有 13 位，「遊戲評論者」有 12 位。本節將以模糊 TOPSIS 及 GRA 法對這些專家之受訪資料，進行 5 個待評選遊戲產品之評估與排序，最後進行分析比較，其內容與過程如下。

4.1 模糊 TOPSIS 法之分析結果

在問卷中，受訪者先對線上遊戲產品的屬性予以重要性評分，將各項評分轉為語意變數三角模糊數，然後將 25 位受訪者對各屬性的模糊評分代入 $w_j = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n w_j^e \right]$ (公式(1)) 運算後，得到各屬性之模糊權重平均值，如表 3 所示。接著以 $x_{ij} = \frac{1}{n} \left[\sum_{e=1}^n x_{ij}^e \right]$ (公式(2)) 計算 25 個受訪者在各屬性下對每個評選遊戲之平均模糊評價，然後帶入公式 (3) ($R = [r_{ij}]_{m \times k}$, $r_{ij} = (a_{ij}/c_j^+, b_{ij}/c_j^+, c_{ij}/c_j^+)$)，得到正規化的模糊評分值。將每個待評選遊戲在各屬性下的正規化模糊評分與各屬性模糊權重相乘 ($v_{ij} = r_{ij} \otimes w_j$ ，如公式(4))，獲得各評選遊戲在各屬性之整體評價。

表 3 各屬性之模糊權重平均值

屬性	三角模糊權重
視覺畫面	(0.575, 0.744, 0.838)
音樂音效	(0.463, 0.619, 0.750)
操控性	(0.538, 0.706, 0.800)
耐玩度	(0.556, 0.731, 0.806)
穩定性	(0.556, 0.731, 0.806)
原創性	(0.350, 0.500, 0.650)
獨特性	(0.519, 0.675, 0.806)
娛樂價值	(0.519, 0.669, 0.819)
社群溝通	(0.594, 0.756, 0.869)

資料來源：本研究自行整理

根據各遊戲在各屬性之整體評價，利用公式(7)、(8)及(9)求出各遊戲與正負理想解之距離 S^+ 、 S^- 及相對親近係數 C^+ ，再加以排序得到評估結果，如表 4 所示。

由表 4 可知，以模糊 TOPSIS 法分析結果顯示，最受歡迎的遊戲是「熱血江湖」，其次是「楓之谷」，第三是「卡巴拉島」，第四名是「搞鬼 Online」，第五名則是「墨香 Online」。

表 4 各評選遊戲之排序結果

遊戲名稱	S^+	S^-	親近係數(C^+)	排序
楓之谷	4.600	4.975	0.520	2
墨香Online	5.508	3.994	0.420	5
搞鬼Online	5.176	4.347	0.457	4
熱血江湖	4.472	5.140	0.535	1
卡巴拉島	4.778	4.814	0.502	3

資料來源：本研究自行整理

4.2 模糊 GRA 法之分析結果

首先，找出各屬性之最佳非模糊績效值(BNP) (公式(10))，然後選出每個屬性下各方案中的最佳方案，形成參考序列，如表 5 所示。接著，利用 $\Delta o_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|$ 公式，求出差序列大小，結果如表 6。

表 5 各屬性之灰關聯分析參考序列

屬性	最佳績效值(BNP)
視覺畫面	0.831
音樂音效	0.825
操控性	0.831
耐玩度	0.809
穩定性	0.829
原創性	0.827
獨特性	0.831
娛樂價值	0.827
社群溝通	0.845

資料來源：本研究自行整理

根據表 6 找出極大值(0.331)與極小值(0.000)，而辨認係數 ζ 值可視實際需要作調整，並不會影響灰關聯度之排序，通常取 0.5 (溫坤禮等，2003)，利用公式

$\gamma(x_0(j), x_i(j)) = \frac{\Delta_{\min.} + \zeta\Delta_{\max.}}{\Delta_{0i}(j) + \zeta\Delta_{\max.}}$ (公式(11))，計算灰關聯係數，結果如表 7 所示。接著以

表 7 及表 8 中各屬性權重為基準，利用 $r(x_0, x_i) = \sum_{j=1}^n w_j \otimes r(x_0(j), x_i(j))$ (公式(12))，計算各評選遊戲之灰關聯度及其排序，結果如表 9 所示。

因此，以模糊 GRA 結果來看，最受歡迎的是「熱血江湖」，其次是「楓之谷」，第三是「卡巴拉島」，第四名是「搞鬼 Online」，第五名則是「墨香 Online」，與模糊 TOPSIS 法分析結果相同。

表 6 灰關聯分析差序列

遊戲 屬性	楓之谷	墨香 online	搞鬼 online	熱血江湖	卡巴拉島
視覺畫面	0.020	0.268	0.136	0.000	0.043
音樂音效	0.045	0.172	0.121	0.000	0.045
操控性	0.003	0.225	0.091	0.000	0.157
耐玩度	0.000	0.228	0.125	0.000	0.023
穩定性	0.000	0.168	0.121	0.022	0.118
原創性	0.137	0.251	0.253	0.000	0.114
獨特性	0.003	0.29	0.268	0.000	0.134
娛樂價值	0.114	0.253	0.183	0.000	0.047
社群溝通	0.130	0.331	0.221	0.000	0.130

資料來源：本研究自行整理

表 7 灰關聯係數

遊戲 屬性	楓之谷	墨香 online	搞鬼 online	熱血江湖	卡巴拉島
視覺畫面	0.891	0.381	0.548	1.000	0.793
音樂音效	0.785	0.489	0.577	1.000	0.785
操控性	0.985	0.424	0.645	1.000	0.513
耐玩度	1.000	0.420	0.569	1.000	0.878
穩定性	1.000	0.496	0.577	0.882	0.582
原創性	0.547	0.397	0.395	1.000	0.592
獨特性	0.985	0.362	0.381	1.000	0.552
娛樂價值	0.592	0.395	0.474	1.000	0.780
社群溝通	0.559	0.333	0.428	1.000	0.559

資料來源：本研究自行整理

表 8 各屬性之權重

屬性	權重(w_j)
視覺畫面	0.120
音樂音效	0.102
操控性	0.114
耐玩度	0.117
穩定性	0.117
原創性	0.084
獨特性	0.111
娛樂價值	0.112
社群溝通	0.124

資料來源：本研究自行整理

表 9 各評選遊戲之灰關聯度及其排序

灰關聯 遊戲	灰關聯度	灰關聯排序
楓之谷	0.824	2
墨香online	0.410	5
搞鬼online	0.514	4
熱血江湖	0.986	1
卡巴拉島	0.672	3

資料來源：本研究自行整理

5. 結論與建議

綜合比較模糊 TOPSIS 法及 GRA 法的遊戲排序後發現，兩種方法求得之排序相同。即本研究之線上遊戲評選結果，第一至五名依序為「熱血江湖」、「楓之谷」、「卡巴拉島」、「搞鬼 Online」及「墨香 Online」，如表 10 所示。然而，模糊 GRA 法之評價區別度似乎較模糊 TOPSIS 法好。

表 10 模糊 TOPSIS、GRA 法及巴哈姆特遊戲論壇之排序(評分)

評選法 遊戲	TOPSIS 法	GRA 法	巴哈姆特網站
楓之谷	2 (0.520)	2 (0.824)	1 (8.70)
墨香 Online	5 (0.420)	5 (0.410)	5 (6.30)
搞鬼 Online	4 (0.457)	4 (0.514)	4 (6.80)
熱血江湖	1 (0.535)	1 (0.986)	2 (7.90)
卡巴拉島	3 (0.502)	3 (0.672)	3 (7.30)

資料來源：本研究自行整理

此外觀察巴哈姆特遊戲論壇排行榜(如表 10 最後一欄)在 2006 年 12 月 20 日之熱門遊戲排序,依次為「楓之谷」、「熱血江湖」、「卡巴拉島」、「搞鬼 Online」及「墨香 Online」。與本研究結果比較之後發現,除了前兩名遊戲「楓之谷」與「熱血江湖」之名次互調外,其餘遊戲之名次相同。其可能原因有:(1)遊戲論壇對遊戲之評價過程中,遊戲屬性之重要性均視為相等。(2)遊戲論壇排行榜開放給所有人上網評分,本研究則只使用 25 位專家之意見,難免會有誤差。(3)訪問時間與觀察排行榜之時間有落差。雖然本研究之線上遊戲排序結果與遊戲論壇不完全一樣,但差距不大,且本研究只採用 25 位專家之意見下,以模糊多屬性決策法(模糊 TOPSIS 及 GRA 法)作線上遊戲之評選,其合理性應可接受。

正如緒論所言,當初學者或玩家對琳瑯滿目的遊戲不熟悉時,本研究之方法仍有參考之價值;此外,目前遊戲論壇網站之遊戲評比方式,都將所有屬性(或準則)之重要性(或權重)視為相等,本研究可提供解決的方法;對國內線上遊戲業者而言,結合玩家、專家意見及模糊理論算出之各屬性權重,及利用模糊 TOPSIS 與模糊 GRA 法評估待選線上遊戲產品的評價,可作為研發或推出新遊戲產品的參考。

由於本研究僅收集並使用少量問卷,分析出之結果與網路遊戲論壇不全然相同,因此未來希望可以多增加決策者之人數,讓分析的結果更精確。此外,本研究在一段較長之時間內收集問卷,與網路遊戲論壇隔天遊戲之評分,在時間上有落差,無法作到即時(real time)分析,若可將本研究系統化,撰寫網路遊戲網站評選系統,將可克服時間上的差異。

參考文獻

1. 王佳煌(2000),「資訊社會學」,台北:學富文化。
2. 林青嵐(2002),「玩家對多人線上角色扮演遊戲產品屬性偏好之研究」,靜宜大學資管所碩士論文。
3. 邱垂昱、翁佳麟(2002),「模糊多目標混合灰色關聯之零工式工作導向啟發排程系統」,台北科技大學生產系統工程與管理研究所碩士論文。
4. 祝道松(2004),「影響線上遊戲接受遊戲之相關因素探討」,東華大學企業管理研究所碩士論文。
5. 施冠綸、賴奎宏(2003),「網路遊戲行銷策略比較與競爭優勢分析 -- 以仙境傳說為例」。(http://www.nctu.edu.tw/~etang/Internet_Marketing/Game_Industry.htm)
6. 徐若倩(2004),「灰關聯分析與 TOPSIS 方法應用於企業經營績效評估之研究」,義守大學資訊工程研究所碩士論文。
7. 張武成(2001),「線上遊戲軟體設計因素與使用者滿意度關聯之研究」,淡江大學資訊管理研究所碩士論文。
8. 張淑卿(2001),「多屬性決策方法之模擬分析比較」,銘傳大學管理科學研究所碩士論文。
9. 張世其(2004),「以 TOPSIS 及灰關聯法評估台灣資訊產品通路商」,長榮大學學報,第八卷第一期,45-61 頁。
10. 曾國雄、胡宜珍(1995),「公車系統營運與服務績效之評估研究」,模糊系統學刊,第一卷第一期,49-62 頁。
11. 曾國雄、胡宜珍(1996),「公車系統營運與服務績效指標擷取之研究--灰關聯分析之應用」,模糊系統學刊,第二卷第一期,73-82 頁。
12. 溫坤禮、黃宜豐、張偉哲、張政廷、游美利及賴家瑞(2003),「灰關聯模型方法與應用」,高立出版社。
13. 鄧聚龍(1999),「灰色系統理論與應用」,高立出版社。
14. 賴柏偉(2002),「虛擬社群:一個想像共同體的形成—以線上角色扮演遊戲《網路創世紀》為例」,世新大學傳播研究所碩士論文。
15. Chen, C. T. (2000), "Extensions of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment," *Fuzzy Sets and Systems*, 114, pp.1-9.
16. Chen, S. J. and C. L. Hwang (1992), *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making?* New York: Springer-Verlag.
17. Curtis, P. and D. A. Nichols (1993), *MUDs Grow Up: Social Virtual Reality in the Real World*, New York: Xerox PARC.
18. Deng, J. L. (1982), "Control problems of grey systems," *Systems and Control Letters*, 5, pp. 288-294.
19. Dubois, D. and H. Prade (1978), "Operations on fuzzy numbers," *International Journal of System Science*, 9, pp. 613-626.

20. Hwang, C. L. and K. Yoon (1981), *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, New York: Springer, Berlin Heidelberg, pp.1-7.
21. Jee, D. H. and K. J. Kang (2000), "A Method for Optimal Material Selection Aided with Decision Making Theory," *Materials and Design*, 21, pp. 199-206.
22. Langari, J. Y. and L. A. Zadeh (1995), *Industrial applications of fuzzy logic and intelligent systems*, IEEE press, New York.
23. Mendel, J. M. (1995), "Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial," *Proceedings of the IEEE*, 83, pp. 345-377.
24. Tang, M. T. and G. H. Tzeng (1999), "A hierarchy fuzzy MCDM method for studying electronic marketing strategies in the information service industry," *Journal of International Information Management*, 8(1), pp. 1-22.
25. Teng, J. Y. and G. H. Tzeng (1996), "Fuzzy multicriteria ranking of urban transportation investment alternative," *Transportation Planning and Technology*, 20(1), pp. 15-31.
26. Tsaur, S. H. (2002), "The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM," *Tourism Management*, 23, pp.107-115.
27. Wang, M. J. and T. C. Chang (1995), "Tool Steel Materials Selection under Fuzzy Environment," *Fuzzy Sets and Systems*, 72, pp.263-270.
28. Zadeh, L. A. (1965), "Fuzzy Sets," *Information and Control*, 8, pp.338-353.
29. Zadeh, L. A. (1975), "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning," *Information Sciences, Part 1*: 8, pp.19.