

明新科技大學 校內專題研究計畫成果報告

結合公理設計與萃思理論的產品設計方法

A Product Design Method

by Integrating the Axiomatic Design and TRIZ Theory

計畫類別：`任務型計畫` `整合型計畫` 個人計畫

計畫編號：MUST-97-工管-07

執行期間：97年3月1日至97年9月30日

計畫主持人：汪孝慈

計畫參與人員：彭俊傑

蘇郁雯

處理方式：公開於校網頁

執行單位：工管系

中華民國 97 年 10 月 30 日

摘 要

就電子產業而言，消費性電子產品在市面上種類繁多，競爭也相當激烈，因此為了確保市場佔有率，產品不僅是要有效率的創新，更要成為有效的創新，符合消費者的需求。公理設計是人機介面設計的一種方法，可以有效強化研發部門在產品與製程設計的能力。創造性問題解決理論，也就是所謂的萃思理論則是以系統化的創新思考方法找出適當問題解決方法，為產業突破研發困境的一大利器。本研究結合創造性問題解決理論以及公理設計的優勢，使用工具包括矛盾矩陣、創新原則、設計參數與設計矩陣，建立一系統化的產品設計模式，並以手持式衛星導航器為案例，分析使用性問題與模式的效用。結果證實結合兩種理論而成的設計模式能夠有效率的找出使用性問題並得到解決辦法，應用在產品設計或是新產品的開發，可以避免多餘的成本浪費、增加產品設計效率與使用性。

關 鍵 詞：創造性問題解決理論、公理設計、人機介面設計、產品開發、手持式衛星導航器

Abstract

There are different kinds of products in the consuming electronic market, and the competition among these industries is severe fiercely. Thus, in order to gain a significant market share in sector, products not only need to be innovated efficiency but also fitting the consumer requirements effectively. Axiomatic Design (AD) is one of the human-machine interface design tools. The powerful function of AD is proved to enhance the product and process design abilities in the Research and Design department. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) is a systematic thinking method in finding a suitable solution while facing a predicament. The purpose of this research intends to integrate both of strengths of AD and TRIZ. Using the major tools of AD and TRIZ include contradiction matrix, innovation principles, design parameters, and design matrix to establish a systematic product design model. Furthermore, the proposed model's efficiency is analyzed and evaluated by a case study of a Handheld GPS product. Results indicated that the design model which combines with two theories can find out the usability problems and solutions efficiently. When applying the proposed model on product design or new product development may avoid the cost waste and increase the design efficiency and usability during the product design and development processes.

Keywords : Theory of Inventive Problem Solving, TRIZ Theory, Axiomatic Design, AD, Human-Machine Interface Design, Product Development, Handheld GPS

目 錄

摘 要	I
Abstract	II
目 錄	III
表目錄	IV
圖目錄	VI
第一章 緒論	1
第二章 研究背景	3
2.1 創造性問題解決理論	3
2.1.1 TRIZ 來源與簡介	3
2.1.2 解決矛盾的工具	4
2.1.2.1 三十九個工程參數與四十個創新原則	5
2.1.2.2 矛盾矩陣	6
2.1.2.3 分隔原則	8
2.2 公理設計	8
2.3 問題解決工具之結合使用	11
2.4 衛星導航系統	13
2.4.1 衛星定位系統及其原理	14
2.4.2 GPS 在消費性電子產品的產業狀況	17
第三章 研究方法	20
3.1 研究流程	20
3.2 研究個案	21
3.3 研究工具	25
3.4 研究模式	25
第四章 個案研究	28
4.1 公理設計分析使用性問題	28
4.1.1 針對需求分析使用介面	28
4.1.2 分析設計參數	35
4.1.3 設計矩陣分析使用性問題	37
4.2 創造性問題解決理論激發創意	40
4.3 公理設計分析改善後操作介面	49
第五章 結論	64
5.1 研究發現	64
5.2 研究限制	64
5.3 未來研究發展	64
參考文獻	66

表目錄

表 2.1	三十九個工程參數	5
表 2.2	四十個創新原則	5
表 2.3	依特性分類的三十九個參數	6
表 2.4	矛盾矩陣表的使用	7
表 2.5	使用矛盾矩陣求解之案例	7
表 2.6	耦合設計矩陣之一例	9
表 2.7	非耦合設計矩陣之一例	9
表 2.8	退耦合設計矩陣之一例	10
表 2.9	公理設計與 TRIZ 比較表	12
表 2.10	公理設計結合 TRIZ 文獻個案整理	13
表 2.11	國內 GPS 相關產品製造廠商	18
表 3.1	Garmin GPSmap 60CSx 接收機基本規格	23
表 3.2	加入檢核動作的矛盾矩陣	27
表 4.1	Garmin GPSmap 60CSx 操作介面說明	28
表 4.2	查詢目前位置的介面操作步驟	30
表 4.3	標記目前位置的介面操作步驟	30
表 4.4	特定目標查詢的介面操作步驟	31
表 4.5	導航的介面操作步驟	32
表 4.6	設計參數的代號分配以及層級延伸	35
表 4.7	設計矩陣分析	38
表 4.8	重新排列後的設計矩陣	38
表 4.9	矛盾矩陣分析結果整理表	43
表 4.10	分割原則衍生方案之五點評量表	44
表 4.11	分離原則衍生方案之五點評量表	44
表 4.12	局部最佳化原則衍生方案之五點評量表	44
表 4.13	預先作用原則衍生方案之五點評量表	44
表 4.14	球體化原則衍生方案之五點評量表	45
表 4.15	動態化原則衍生方案之五點評量表	45
表 4.16	局部、過量作用原則衍生方案之五點評量表	46
表 4.17	回饋原則衍生方案之五點評量表	46
表 4.18	自我回饋原則衍生方案之五點評量表	46
表 4.19	以廉價務代替原則衍生方案之五點評量表	47
表 4.20	將機械系統替換原則衍生方案之五點評量表	47
表 4.21	改變顏色原則衍生方案之五點評量表	47
表 4.22	去除和重生原則衍生方案之五點評量表	48
表 4.23	狀態轉變原則衍生方案之五點評量表	48
表 4.24	改善後之設計矩陣	62

目錄

圖 2.1	TRIZ 理論的基本解題步驟.....	4
圖 2.2	可攜帶式牙刷.....	7
圖 2.3	公理設計的四大領域.....	9
圖 2.4	耦合設計的水龍頭.....	10
圖 2.5	非耦合設計的水龍頭.....	10
圖 2.6	公理設計與 TRIZ 在問題解決各階段的互補關係.....	13
圖 2.7	定位系統的三個組成部份.....	14
圖 2.8	GPS 衛星定位系統.....	15
圖 2.9	3D 導航顯示介面之一例.....	17
圖 3.1	研究流程圖.....	20
圖 3.2	Garmin GPSmap 60CSx 手持式衛星導航器.....	22
圖 3.3	產品設計模式.....	26
圖 4.1	Garmin GPSmap 60CSx 實體操作介面分佈情況.....	28
圖 4.2	功能需求之層級架構圖.....	34
圖 4.3	設計參數之層級架構圖.....	36
圖 4.4	改善示意圖.....	49
圖 4.5	改善後設計參數之層級架構圖.....	61

第一章 緒論

隨著科技日新月異，現代人生活越來越便利，消費性電子產品的衍生也趨於快速與多元化。由美國政府所研發的全球衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)自 1990 年間佈署完畢後，至 2000 年這 10 年間，最大量的應用是美國軍方應用於軍事與維持社會治安方面。在美國與蘇俄相繼開放導航訊號給民間使用後，其商業模式由於精確度不足，導致整體商業應用層面無法推開。直至 2000 年 5 月 1 日，美國總統柯林頓宣佈，停止干擾碼(Selective Availability, SA)後，才使得定位誤差由原先 100-150 公尺，縮至 10-15 公尺，從此民間應用的新紀元便真正開啟。再加上 2000 年以後，因無線傳輸概念的興起，使得可移動式裝置(Mobile Device)逐漸成為人類行動的必需品，亦促成 GPS 應用之普及化[1][2]。

近年來 GPS 結合個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)、IPOD mp3 播放器等新生的電子產品，使得應用層面提升，新應用也增加了製造商的利基市場，提供消費者更大的產品附加價值，即使身在路況不熟的环境或國家，也能輕鬆使用兼具方便與輕便的工具，提供包括路況、旅遊、景點等各項資訊的導航系統。2005、2006 年的國際無線電展(Internationale Funkausstellung, IFA)在德國柏林國際展覽中心舉行，主要展出消費性電子相關產品，預估像 GPS 這樣的可攜式電子消費性產品仍是未來主要的發展趨勢，未來五年之內還有很大的成長空間，以技術整合衍生出相關附屬配件，或是成為其它產品的附屬配件如手機、汽車行動導航、隨身行動導航等產品的製造商也蓄勢待發[3]。

由於國內關於輕便導航系統的研發剛起步，各廠商的使用者介面也不像電腦一樣標準化，因此產品的差異性便成為是否能受消費者歡迎的設計重點；然而功能卓越是否意味著符合人性化的設計降低？抑或是為了新穎的設計而矯枉過正？

為了確保未來市場的佔有率，產品的創新不僅要更有效率，更重要的是要成為有效的創新。企業必須針對目標要求，激發出正確的產品創意，再將其轉換為成功的產品，因此產品在設計期間要廣泛的審視各種可能發生情況的參數範圍，兼顧功能性與使用性，讓使用者在操作時不致產生混淆，並且在設計之初便能找出產品在功能與設計方面的矛盾與衝突，加以解決，以減少不必要的成本浪費以及降低複雜的作業程序。

公理設計(Axiomatic Design, AD)是人機介面設計的一種方法，在西方先進國家已經運行多年，運用麻省理工學院教授 Nam Suh P.所提出的兩大公理，在各個行業如大型複雜的設計專案進行設計改善。當產業逐步走向品牌強調與設計時，追求高品質、低成本的競爭優勢便不容忽視，使用公理設計可以強化研發部門在產品與製程設計的能力，減少長期因試誤(trials and errors)所造成的衝突妥協問題。

另一個減少試誤造成問題的有效工具便是創造性問題解決理論(Theory of Inventive Problem Solving, TRIZ)，該理論是由蘇聯的 Genrich Altshuller 經過工作與驗證研究，認為發明過程具有規律性，藉由對專利產品的創新歸納與設計行為趨勢的分析，並統整這些規律成為 TRIZ 的核心工具，提供使用者一個創新思考的工具，成為系統化的問題解決方法。又因為使用 TRIZ 得以在節省時間與成

本的狀況下，以有系統性的創新思考模式找出適當的解決方法，因此也成為產業突破研發困境的一大利器。

本研究希望藉由 TRIZ 理論的創新問題解決工具，結合公理設計的消費者需求確認，達到以下目的：

1. 分析產品使用可能發生的介面設計問題。
2. 解決由使用性造成的設計參數問題。
3. 建立一創新改良設計產品的步驟模式，作為設計者思考時遵循的方針。

第二章 研究背景

2.1 創造性問題解決理論

人們需要有好的工具來發展新系統、解決問題以及選擇較優良的解決問題方法。創造性問題解決理論(Theory of Inventive Problem Solving, TRIZ)是一種有系統的思考方法，以創新知識資料庫或稱為專利資料庫，針對問題建立了一些分析原則，克服技術或物理上的衝突與矛盾而達成創新性的解決方案。無論是技術或非技術領域的問題，使用 TRIZ 不但能提高創新的成功率、縮短創新的週期，更能及早預測過程中的問題，因此近年來企業為降低成本，引進此技術的意願提高，例如英業達利用 TRIZ 改善筆記型電腦的設計，台灣電力公司運用 TRIZ 改善輸電地下電纜運轉容量，光聯科技以此改善液晶顯示器破裂專案等。其它方面如汽車產業、綠色工程、紡織、玩具產品等的創新設計，也都有不少成功利用 TRIZ 的實例[4]。

2.1.1 TRIZ 來源與簡介

TRIZ 來自俄語 Teorija rezvenija izovretatelskih zadach 的縮寫，其意義為「創造性問題解決理論」。是由蘇俄的 Genrich Saulovich Altshuller(1926-1998) 在二次世界大戰後分析研究 20 多萬個專利後提出的理論，他發現不同種類的工程系統與技術皆有相同的專利發展過程，創新者或是問題解決者可以從過去專利發明規律以及路徑，仿效應用而產生新穎的專利技術，使發明過程得以預期，避免使用過多的試誤而浪費成本與時間。這樣的技術直到 1990 年以後才藉由移民者傳出，在蘇俄以外的國家使用，接著 TRIZ 的軟體產生，使其相繼在美國、日本等其它國家發展更為快速，應用也更為廣泛[34]。

TRIZ 理論一般是以類比的認知和運用為基礎，其解決問題基本步驟如圖 2.1 所示。首先針對特定的矛盾問題進行分析及抽象化。再將類似經驗運用於問題的提問上，有助於將解答原則轉換到特定的問題。形成的抽象問題套入 TRIZ 所提供的創新問題解決工具如矛盾矩陣、創新原則、質場分析等，找出抽象的解答後再以具體化的方式轉為實際問題適合的解答[5]。

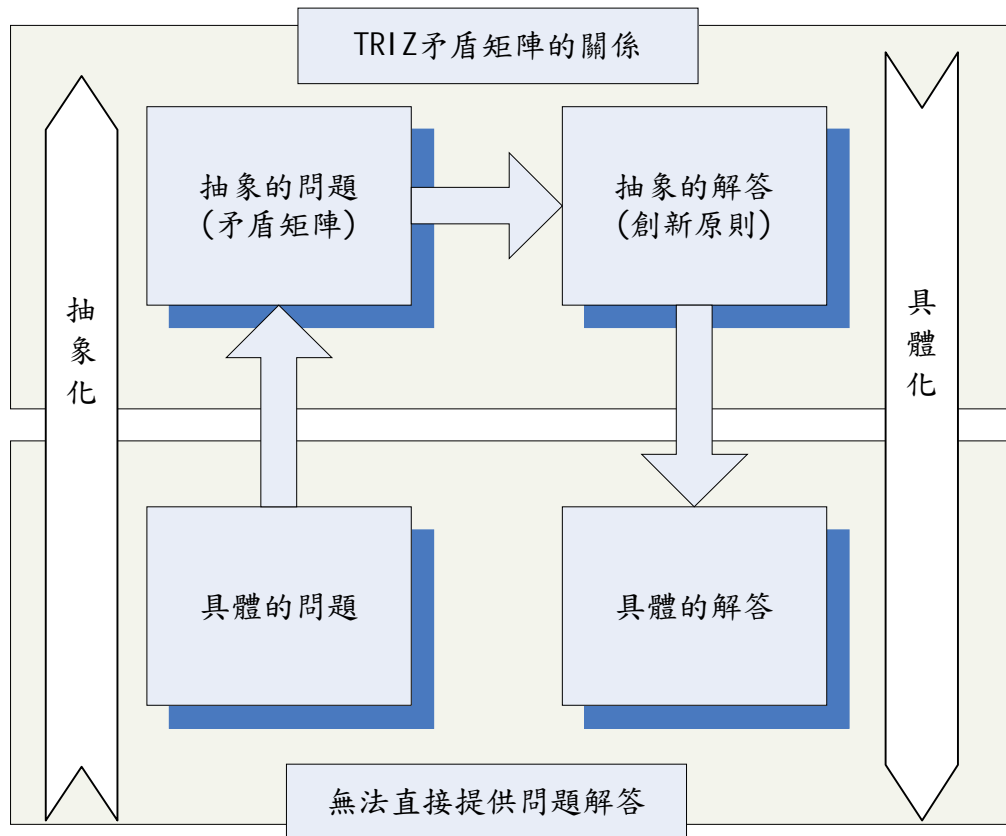


圖 2.1 TRIZ 理論的基本解題步驟[5]

TRIZ 理論的中心概念包括矛盾(Contradiction)、來源(Resources)、理想化(Ideality)、演進模式(Patterns of evolution)、創新原則(Innovative principles)，使用 TRIZ 理論時，首先要有假設目標為刪除有害的功能而達到理想化設計、完全或部分刪除矛盾皆屬於創新的方法、創新過程可以具體化列出，如實體矛盾或技術矛盾。以簡單的模式取代過去許多不必要的複雜，有創意的解決問題、找出問題並檢視問題與解決方法，是 TRIZ 的主要工作。

2.1.2 解決矛盾的工具

矛盾衝突普遍存在於各種產品的設計之中，使用傳統設計的折衷法，無法將矛盾徹底解決，而是對產生矛盾的兩邊犧牲其中一方甚至兩方而取得折衷妥協方案，或是降低矛盾的程。Altshuller 利用大量的專利發明原理，研究出解決矛盾的 TRIZ 方法，提出能夠解決矛盾的創新原則，並建立解決矛盾的邏輯思考方法與工具，包括了三十九個矛盾參數(Contradiction Parameters)、四十個創新原則(Innovation Principles)、七十六個標準解(Standard Solutions)、質場分析(Su-Field Analysis)以及龐大的知識資料庫等。TRIZ 理論認為產品創新的目的是解決或移除設計中的矛盾，而產生新的、具有競爭力的解。

Altshuller 將矛盾分為三類：管理矛盾(Administrative Contradictions)、實體矛盾(Physical Contradictions)以及技術矛盾(Technical Contradictions)。管理矛盾是指為了實現某些現象或希望取得某些結果，需要作一些事情，但不知道如何去做，如希望提高產品品質、降低原物料的成本，但不知道方法。實體矛盾是指為了實

現某種功能，一個子系統或元件必須增加某種參數特性；同時為了實現另一種功能必須降低該參數特性。技術矛盾是指一個作用同時導致有用及有害兩種結果，也可指有利作用的引入或有害效應的消除導致一個或幾個子系統或系統變壞[6][36]。管理矛盾本身只具有暫時性，而無啟發價值。技術上的矛盾可使用三十九個工程參數及四十個創新原理搭配矛盾矩陣加以解決，而實體矛盾我們則需使用分隔原則來解決，使系統達到理想化。

2.1.2.1 三十九個工程參數與四十個創新原則

TRIZ 理論經過對專利詳細研究後，提出三十九個通用工程參數來表示矛盾(如表 2.1)以及四十個創新原則(如表 2.2)。在實務上遇到矛盾時，找出兩個矛盾點對應的參數轉化成標準的技術矛盾[23]。

表 2.1 三十九個工程參數

1.移動物件的重量	21.效能
2.靜止物件的重量	22.能量耗損
3.移動物件的長度	23.材料耗損
4.靜止物件的長度	24.資訊耗損
5.移動物件的面積	25.時間耗損
6.靜止物件的面積	26.材料數量
7.移動物件的體積	27.可信賴度
8.靜止物體的體積	28.測量的正確性
9.速度	29.組裝的正確性
10.作用力	30.影響物件的外在負面因素
11.壓力、張力	31.影響物件的內在負面因素
12.形狀	32.組裝的可親性
13.物體穩定性	33.使用的方便性
14.物件的抗壓性	34.維修的可親性
15.移動物件可持續性	35.適應力
16.靜止物件可持續性	36.自身結構的複雜性
17.溫度	37.控制安裝的複雜性
18.亮度	38.自動化的程度
19.移動物件的能量消耗	39.產能/生產力
20.靜止物件的能量消耗	

表 2.2 四十個創新原則

1.分割	11.預先緩衝	21.急衝	31.利用多孔材料
2.分離、提煉	12.均衡潛能	22.轉變害處為利處	32.改變顏色
3.局部最佳化	13.反置	23.回饋	33.均質性
4.非對稱	14.球體化	24.中介物	34.去除和重生
5.合併	15.動態化	25.自我服務	35.參數轉變
6.多功能	16.局部、過量作用	26.複製	36.狀態轉變
7.關聯性	17.移至新維度	27.以廉價物替代	37.熱脹冷縮
8.相對重量變化	18.機械震動	28.以機械系統替代	38.強氧化功能
9.預先平衡	19.週期性	29.氣、液壓構造	39.惰性介質

10.預先動作	20.利用動作連續性	30.彈性薄板或薄膜	40.複合材料
---------	------------	------------	---------

三十九個參數依特徵又可以分為六大類，如表 2.3 所示。

表 2.3 依特性分類的三十九個參數

類別	參數編號	類別	參數編號	類別	參數編號
幾何	3、4、5、6、7、 8、12	資源	19、20、22、23、24、 25、26	害處	30、31
物理	1、2、9、10、11、 17、18、21	能力	13、14、15、16、27、 32、34、35、39	操控	28、29、36、37、38

2.1.2.2 矛盾矩陣

矛盾矩陣將技術矛盾的三十九個參數與四十個創新原則建立了對應關係，為一 39×39 的二維矩陣，縱列為預改善的參數(Improved Feature)，由三十九個工程參數由上而下排列，橫列為惡化的參數(Worsened Feature)，由相同的工程參數由左至右排列。實際應用矛盾矩陣時，找出改善與惡化的兩個矛盾參數，對應到特定的矩陣元素，其中的數字便是推薦使用的創新原則。如表 2.4 所示，當改善「生產力(Productivity)」會使「移動物件的長度(Length of moving object)」惡化時，矛盾矩陣表建議使用四十個創新原則中的 18：機械震動、4：非對稱、28：以機械系統替代、38：強氧化功能，以建議的這四項原則進行矛盾問題的消除[7] [23]。

表 2.4 矛盾矩陣表的使用

<i>Improved Feature</i>		<i>Worsened Feature</i>						
		No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	...	No.39
1	Weight of moving object	-	-	15,8,29,34	-	29,17,38,34	...	35,3,24,37
2	Weight of stationary	-	-	-	10,1,29,35	-	...	1,28,15,35
3	Length of moving object	8,15,29,34	-	-	-	15,17,4	...	14,4,28,29
4	Length of stationary object	-	35,28,40,29	-	-	-	...	30,14,7,26
5	Area of moving object	2,17,29,4	-	14,15,18,4	-	-	...	10,26,34,2
...
39	Productivity	35,26,24,37	28,27,15,3	18,4,28,38	30,7,14,26	10,26,34,31	...	-

林美秀(2002)將可攜帶式牙刷的實際專利案件以 TRIZ 的矛盾矩陣來做驗證。此一討論案件中，分析互相影響的矛盾因素，指出牙刷握柄的功能為提供手來握住刷牙，但握柄長度及牙膏使用會造成攜帶不方便，因此必須從改善使用方便性著手，對應至 39 個工程參數欲改善參數為 No.4「靜止物件長度」，惡化參數為 No.33「使用方便性」，對照矛盾矩陣表中的參考原則如表 2.5 所示，顯示建議解決問題原則為原則 2「分離、提煉」以及原則 25「自我服務」。

表 2.5 使用矛盾矩陣求解之案例

<i>Improved Feature</i>		<i>Worsened Feature</i>	
		No.33 Convenience of use
1	Weight of moving object	
2	Weight of stationary		
3	Length of moving object		
4	Length of stationary object		2,25
...		

根據矛盾矩陣建議解決方法的兩項發明原則，將其合併使用，作為解決方法的途徑。利用分離原則，將刷柄與刷頭分離，以活動的連接方式來設計；而自我服務的原則，將牙膏設計於牙刷柄內，方便攜帶使用，結果如圖 2.2 所示。經由 TRIZ 矛盾矩陣流程求解，得到符合專利實驗之證明[8]。

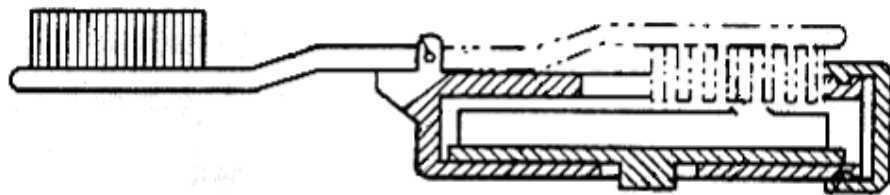


圖 2.2 可攜帶式牙刷

2.1.2.3 分隔原則

當技術矛盾無法解決問題、提供適當解答時，可將技術矛盾轉化為實體矛盾，並使用分隔原則解決。TRIZ 總結實體矛盾的各種專利研究方法，將其相似處歸納出下列四點：

1. 空間的分隔(separation of opposite requirements in space)
透過將元件在空間上做分隔，或將某元件分解成數個元件的方式來解決。
2. 時間分隔(separation of opposite requirements in time)
對某一系統的功能進行時間上的劃分，讓相互矛盾的需求、功能或條件在不同的時間點出現。換言之，將某一過程劃分為有時間先後次序的數個過程，但不至於影響所期待的功能。
3. 基於條件的分隔(separation upon condition)
當某一系統要滿足其矛盾的功能或是必須在矛盾的條件下運作時，該系統可以劃分為幾個次系統，並將某個矛盾的功能歸入另一個次系統中。
4. 整體或部分元件分隔(separation within a whole and its parts)
透過條件的修正來分隔彼此互相矛盾的要求，在這些條件下同時進行有利和有害的過程。但必須將系統或環境進行修正，只讓有利的過程可以進行[6]。

2.2 公理設計

設計步驟通常由顧客提出需求開始，設計者接收後創造多個可行的設計方法，分析各項提出的方案並且找出能夠滿足顧客需求的設計方案，最後給予選擇的方案作改進與修正。由於設計步驟每一個細節關係到最後產品的品質與製造的生產力等，若使用試誤法會造成時間與成本的浪費，因此在決策過程中加入公理設計(Axiomatic Design, AD)的概念來達成有效率的分析。

公理設計是美國麻省理工學院的教授 Nam Suh P.從事學術研究所提出的設計理論，藉由分析研究多個設計，歸納這些設計都遵循共通的原則與公理，為設計建立一套基礎理論。一般產品設計者在設計過程皆會依據這些步驟：

1. 與顧客溝通，實際了解顧客需求。
2. 確認設計目標，定義必須解決的問題足以滿足顧客所設定的需求屬性。
3. 創造各種想法，選擇可行的解決方式。
4. 分析並有效進行所提出的解決辦法。
5. 檢查設計結果是否與顧客需求抵觸，改進可能發生問題的部份。

公理設計流程經由與上述相似的步驟指引設計者更有效率達到成功的設計，或是修正現有設計，將概念性、抽象化的產品設計更加具體化。其主要的內容包括四大領域以及兩大公理。四大領域分別為：

1. 顧客領域(Customer domain)：客戶對產品的要求或期望產品的屬性(Customer Attributes, CA)，以矩陣{CA}表示；
2. 功能領域(Functional domain)：在顧客的期望與可接受範圍內，設計解決方法的功能需求(Functional Requirement, FR)，以{FR}矩陣表示；

3. 實體領域(Physical domain)：設計能夠滿足功能需求的設計參數(Design Parameters, DP)，以{DP}矩陣表示；
4. 製程領域(Process domain)：以製程變異(Process Variance, PV)描述相關製程的部分，確認是否符合設計參數的特性，以{PV}矩陣表示。

如圖 2.3 所示，相鄰的兩個領域，左邊的領域描述「想達成什麼目標」，右邊的領域描述「如何達成目標」，兩個領域之間透過對映(mapping)矩陣的動作顯示其關連[26][40]。

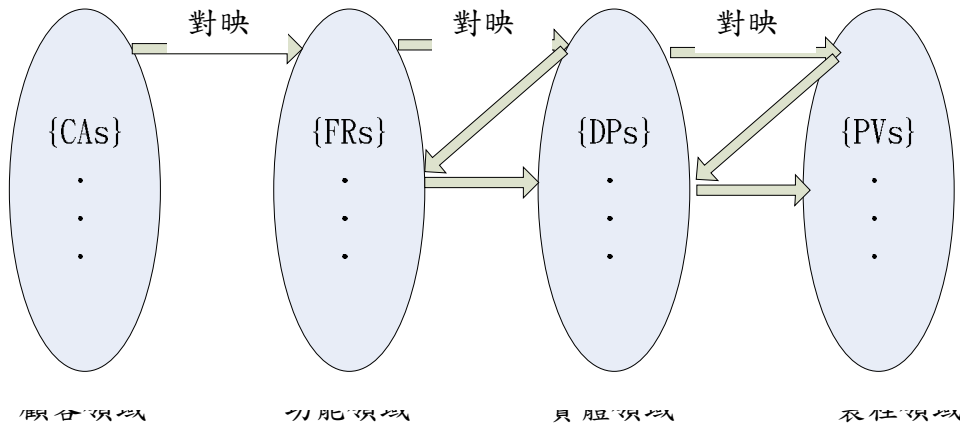


圖 2.3 公理設計的四個領域

公理設計中另外一個重要概念為兩大公理，其由過去良好的設計經驗歸納而成，是設計決策過程中提供管理的基本方法，兩大公理的內容為：

1. 獨立公理(Independence Axiom)
維持功能需求的獨立性。理想的設計中，設計參數的變動只應影響一個功能需求，並滿足這個功能需求所要求的功能。
2. 資訊公理(Information Axiom)
將資訊內容以最少化呈現。在滿足第一項公理的設計後，若也能掌握最小資訊量的呈現，將使設計成功的機率大大提升。

使用公理設計進行產品設計時，對映的過程使用設計矩陣來表示，並且顯示功能需求與設計參數、設計參數與製程變異之間的關係，其關係大致可分為三類，如表 2.6、表 2.7、表 2.8 分別為典型的耦合設計(Coupled)、非耦合設計(Uncoupled)、退耦合設計(Decoupled)的矩陣表現方式，表中的「X」代表所對應的設計參數與功能需求具有關聯，「O」則為無關聯。關聯性的分佈情況為公理設計的核心資訊，藉由分析關聯性的分佈狀況，來檢視設計是否適當。

表 2.6 耦合設計矩陣之一例

	DP1	DP2	DP3
FR1	X	X	X
FR2	X	X	X
FR3	X	X	X

表 2.7 非耦合設計矩陣之一例

	DP1	DP2	DP3
FR1	X	O	O
FR2	O	X	O
FR3	O	O	X

表 2.8 退耦合設計矩陣之一例

	DP1	DP2	DP3
FR1	X	O	O
FR2	X	X	O
FR3	X	O	X

當設計無法滿足獨立公理時，稱為耦合設計，以日常用的水龍頭為例，假設功能需求為「控制溫度」以及「控制水量」，設計參數分別為「熱水轉動開關」以及「冷水轉動開關」，如圖 2.4 所示，這種設計就是所謂的耦合設計，因為操作任何一個設計參數時皆會影響到與它對映以外的其它功能需求，也就是說轉動開關同時影響溫度及水量。若將設計參數改為「調整開關左右位置」以及「調整開關上下方向」，如圖 2.5，一個設計參數只會影響一個功能需求，設計得以滿足獨立公理，稱為非耦合設計。另外一個可能滿足獨立公理的設計為退耦合設計，與非耦合之間的不同在於非耦合設計時設計參數完全獨立，而退耦合設計時至少會有一個設計參數影響兩個或以上的功能需求，因此當設計為退耦合設計時，必須調整其設計參數的順序[27][40]。



	熱水開關	冷水開關
控制溫度	X	X
控制水量	X	X

圖 2.4 耦合設計的水龍頭



	調整左右	調整上下
控制溫度	X	O
控制水量	O	X

圖 2.5 非耦合設計的水龍頭

企業藉由產品獲利，但生命週期不斷縮短卻是不爭的事實，除了利用市場調查來了解市場趨勢，產品在開發階段的考量也不容忽視，林哲文(2002)以 MP3 播放器為例，利用卡片分類法以及集群分析來了解使用者在操作產品時，對於功能有何使用需求，其不同需求之間是否存在設計關係，接著使用公理設計分析設

計參數與功能需求對映，結果發現兩種分析方法的結果相同，證實採用公理設計可以較少的成本，達到確認消費性電子產品的使用性問題[9]。

2.3 問題解決工具之結合使用

許多我們所熟悉的改善方法，如限制理論(Theory of Constraints, TOC)、六個標準差(Six Sigma)、品質機能展開(Quality Function Deployment, QFD)、田口方法(Taguchi method)、可製造性導向設計(Design for Manufacturing, DFM)等，與 TRIZ 搭配使用後，在系統上產生更大的功效。

TRIZ 理論中儘管有 ARIZ(Algorithm of Inventive Problem Solving)作為解決問題的演算法則，但仍缺乏對問題正式定義的方法，無法明確找出問題描述範圍的真正問題與衝突所在，因此 TRIZ 非常需要有一個工具來幫助它定義核心問題，找出真正呼應的衝突[31]。由以色列籍的物理學家和企管大師高德瑞特博士(E. M. Goldratt)首創的限制理論，為一種解決衝突問題的方法，其針對生產管理、市場行銷、專案管理以及資訊科技的應用所遇到的核心問題與衝突，以嶄新的觀念及穩健的解決方法突破瓶頸，為企業帶來利益[10]。然而後續研究指出 TOC 對於發現問題的部份，較無法以一個有效的方法找出，另外在解決矛盾問題時，缺乏產生問題解決的創意想法，以及容易出現以折衷的方式犧牲部分利益來解決問題的情形[24][34]。

Rizzo(1997)首先提出結合 TOC 以及 TRIZ 解決矛盾工具來進行問題的解決，他使用 TOC 裡的現況樹(Current Reality Tree, CRT)來找出矛盾所在[35]。Domb 和 Kowalick(1997)利用 TOC 中的衝突圖(Conflict Resolution Diagram, CRD)幫助 TRIZ 找出定義核心問題的步驟[25]。Darrell 和 Roy(2000)結合 CRD 與 TRIZ 解決三種不同案例的衝突，包括生產物流的經濟訂購批量(Economic Batch Quantity, EBQ)、熔爐冷卻問題以及人際關係方面，驗證此方法使用的廣泛性[29]。Moura(1999)更分析實際汽車工業製程為案例，找出現況的問題，證明了將 TOC 的發現問題狀況、定義核心問題，作為使用 TRIZ 的前置工作，改善因折衷而犧牲的利益與互補效果不錯[33]。

產品設計與製程系統中，當矛盾問題產生時，大部分企業的作法都是以折衷法來選擇其一而放棄另一方面的利益。利用 TOC 結合 TRIZ 來打破這種傳統思考方式，使兩者之間的利益都能藉由創新的處理問題方法，達到雙方利益兼顧的最佳狀況。接下來的學者進而將結合後的效益實際應用到各種領域，解決包括伐木、建築等等技術與非技術方面的問題，也因此找出可行的解決方案，進而降低成本[24][30]。

一般認為解決矛盾就等於解決問題，孰不知也有可能因為解決眼前的矛盾而造成其它矛盾產生，當使用 TRIZ 結合 TOC 解決矛盾時，偶爾會發生這樣的情況，需要靠事後繼續做循環追蹤，找出新生的矛盾處，或是從頭再執行一次檢視作業，才能確保設計或是製程的完善。公理設計是一套主要針對產品設計以及顧客需求衍生的設計依循工具，無論是大而複雜的專案，都能系統化的找出設計不良處，並且在改良後以設計矩陣來評估改善是否具有成效。因此結合 TRIZ 與公理設計相信可以減少甚至刪除事後循環追蹤的工作，補足改善後評估的工作。

Yang 和 Zhang(2000)分別介紹與檢視公理設計與 TRIZ，並列表分析其可能存在的關係，簡化整理如表 2.9。公理設計的設計系統中包括功能、實體以及製程領域的分層級制度(hierarchies)，各領域依特定的設計可以將矩陣內的描述持續向下分割、擴散，分割直到其右邊的領域得到滿意的對映，分割期間同樣使用兩大公理進行設計方向的評估。TRIZ 總結設計問題的解決方法，如矛盾、質場分析、需求參數確認。兩種以知識為基礎的方法相同之處在於提供一個分析問題並將解決問題過程模式化的方法，雖然使用過程中有些許不同，但在公理設計的許多設計法則以及問題解決工具在本質上都與 TRIZ 相關[38]。

表 2.9 公理設計與 TRIZ 比較表

公理設計	TRIZ
理論一：Decoupling of Coupled Design 將耦合設計退耦化，藉此證明功能是否獨立	Contradiction 矛盾
理論二：Minimization of FRs 減小功能需求的數量與限制	Ideal Final Result 理想化
理論三：Integration of Physical Parts 整合物理部份	Evolution Pattern 5, Increased Complexity followed by Simplification 演進模式五：增加某功能達到整體簡化
理論四：Use of Standardization 使用規格統一的標準	No
理論五：Use of Symmetry 使用對稱性	Principle 4, Asymmetry 原則四：不對稱
理論六：Largest Tolerance 大的寬限範圍	No
理論七：Uncoupled Design with less Information 獨立的非耦合設計使用較少的資訊	40 Inventive Principles and Line of Mo-Bi-Poly 四十個創新原則與系統多元化原則
原則一：Coupling Due to Insufficient Number of DPs 對於數量不足的設計參數進行耦合	Substance Field Analysis 質場分析
原則二：Decoupling of Coupled 對耦合設計進行退耦	Building a Su-field Model 建立質場模型
原則五：Need for New Design 上述原則無法使用時，以增加新的設計來滿足需求	Enhancing Su-field Model 擴充質場模型

公理設計有合理的數學公式，加上兩大公理作為指導原則，推算如何選擇較佳的設計要素；TRIZ 則以概念式的方法，利用廣大的資料庫和工具引導設計者選擇適當的問題解決方法，但由於沒有數學模式的支持，當問題架構複雜時，缺乏多目標與多層次的檢視，因此初學者學習上較不容易。為了幫助設計者做出正確的設計決策，Yang 和 Zhang 等學者提出結合公理設計與 TRIZ 而成的結構與工

具，如表 2.10 所示，討論公理設計的對映理論以及 TRIZ 的矛盾轉換、兩大公理與 TRIZ 的技術、以個案方式說明如何結合兩種方法的優點如分層級制度以及分隔原則等、使用的限制與優缺點，成功解決個案目前設計的缺失。在吐鈔機的個案中，先以公理設計分析系統為退耦合設計並找出實體矛盾點，再利用 TRIZ 的分隔原則將矛盾解決，使系統成為設計參數與功能需求獨立的非耦合設計[39]。

表 2.10 公理設計結合 TRIZ 文獻個案整理

作者	Matthew, H. & Kai, Y. & Shin, T.	Mann, D.	Yang, K. & Zhang, H.
年份	2000	1999	2000
結合工具	公理設計 質場分析	公理設計 技術演進原則	公理設計 分隔原則
案例	1. 塑膠製模器強度控制問題。 2. 印刷機器的高溫問題。	1. 某公司物料成本問題。 2. 冷藏箱設計問題。 3. 比薩盒設計專利驗證。	1. 安瓶加熱溫度調節問題。 2. 提款機吐鈔準確度問題。 3. 混合元素或材料的機器問題。

Mann 認為 TRIZ 有如一個結合的工具，公理設計如同一個分析工具。對公理設計來說，TRIZ 對設計過程，提供了理想化、創新元素的觀點；而公理設計對 TRIZ 來說提供了一個潛在改善問題與改善問題解決過程的工具，以兩大公理估計有效的設計概念，並以新的觀點說明需求以及多層級問題的處理。透過兩者之間的互補關係與工具搭配使用，可以讓產品設計不良的問題得到更有效率的解決。Lee 和 Ahn 整理許多案例，發現當產品設計問題發生，結合公理設計與 TRIZ 交互使用解決問題的每個階段如圖 2.6 所示，將個別的優缺點截長補短，使得設計更優越 [27][28]。

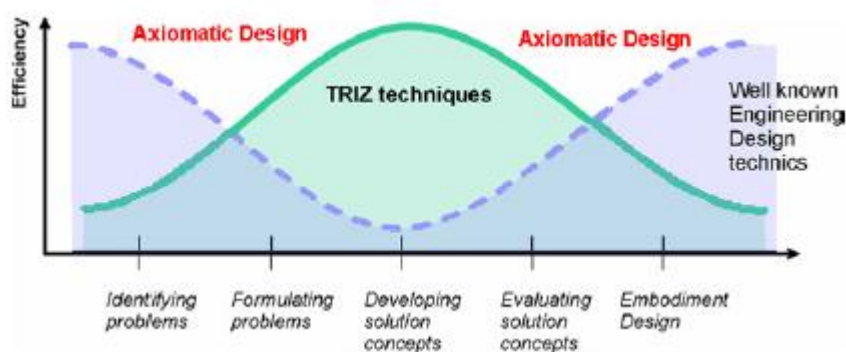


圖 2.6 公理設計與 TRIZ 在問題解決各階段的互補關係

2.4 衛星導航系統

人們對於如何定位一直以來有很大的困擾，古早的人類以路上的特別石頭或是大樹作為標記，但是這種方法並不可靠，因此想出把路徑畫出來，也就是所謂的地圖，帶動測量與定位技術的發展。

衛星定位系統 (Global Positioning System, GPS)是由美國軍方所設計，它的出現為傳統地圖的導航、測量、製圖技術帶來革命性的變化。GPS 系統以地球軌道的定位星為基礎，提供使用者精確的定位、速度及時間，此系統於使用時，定位準確度在 10 公尺之內，又因為有全球覆蓋性的功能，因此在任何時間、全世界任何地方均可使用 GPS 的定位服務。總括來說，它提供全天候、全地域、以衛星信號作為定位源、可長期運行的衛星定位導航系統。

世界上以衛星定位為平台建立的系統，除了美國的 GPS 系統之外，尚有蘇聯的 GLONASS 系統、中國的北斗定位系統以及歐盟在 2006 年建構的 Galileo 系統。1984 年美國宣布開放 GPS 系統給全世界免費使用，使得無論在軍事或是民間運用更為廣泛，未來預測將會在每一輛車、每一艘船都會有 GPS 系統，甚至有可能如手錶一樣成為每個人身上的標準配備[11]。

2.4.1 衛星定位系統及其原理

衛星定位系統由三個部份組成，分別為太空衛星部份(space segment)、地面管制部份(control segment)以及接收機為主的使用端部份(user segment)，三者各自有獨立的功能與作用，但又是缺一不可的整體系統。其中地面管制部份由主控制站、監控站及地面天線組成，相互關連如圖 2.7 所示。

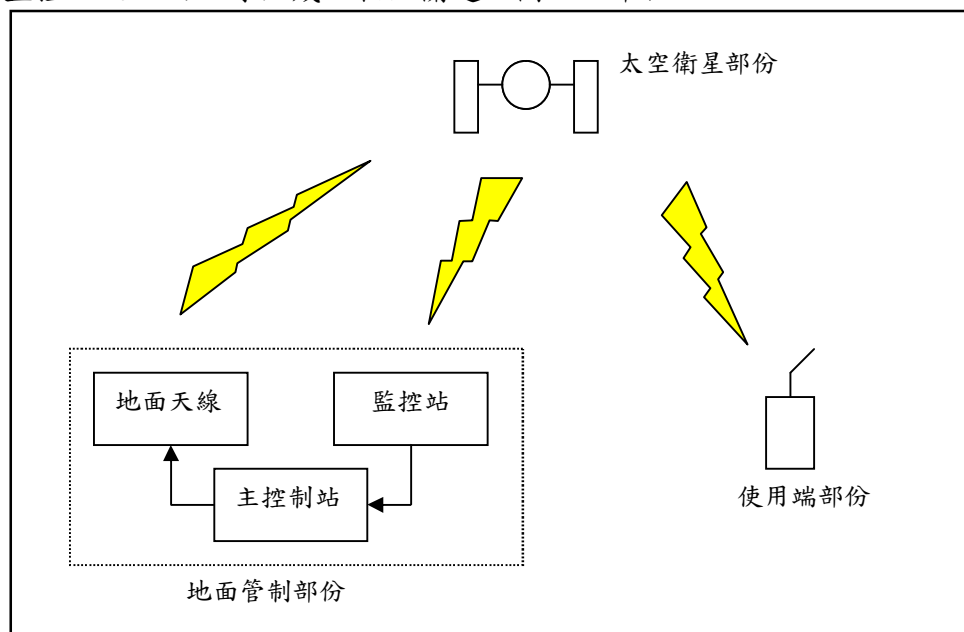


圖 2.7 定位系統的三個組成部份

1. 太空衛星部份

太空部份的衛星共由 24 顆衛星所組成，平均分佈在 6 個軌道上，運行於約 20200 公里的高空上，如圖 2.8 所示每個軌道面上各有 4 顆，呈 55°角傾斜繞行地球運轉，繞行地球一周約 12 小時，每日可繞行地球 2 周，也就是說不論任何時間，任何地點，包含北極、南極，至少有 4 顆以上的衛星出現在我們的上空可供定位運用[30]。每個衛星均持續發射有衛星軌道資料及時間的無線電波，提供地球上的各種接收機來應用。目前 GPS 衛星已發展至 Block II 型式的定位衛星，在軌道上重量約 1,900 磅，太陽能接收板長度約 17 呎，預期壽命為 7.5 年，於 1994 年完成第 24 顆衛星的發射，整個 GPS 系統正式宣

告建構完成。



圖 2.8 GPS 衛星定位系統

2. 地面管制部份

地面控制部份由主控制站、監控站及地面天線組成。為了追蹤及控制衛星運轉所設置的地面管制站，主要工作為負責修正與維護每個衛星能保持正常運轉的各項參數資料，確保每個衛星都能提供正確的訊息給使用者接收機來接收。地面管制部份主要有兩個工作，一是追蹤，一是檢查。追蹤目標是在全球範圍內，隨時了解軌道中每一顆 GPS 衛星的位置。檢查的目標是檢測每一顆 GPS 衛星的狀況及信號是否正常。

3. 使用端部份

由於 GPS 應用廣泛，經濟效益好，因而各國均研製和生產各種類型的接收機，包括導航、測時等不同功能。接收機的基本結構包括天線、信號處理、顯示裝置、記錄裝置、電源，依照不同的目的而有不同的定位能力，追蹤所有的 GPS 衛星，並即時地計算出接收機所在位置的座標、移動速度及時間，進行最簡單的虛擬距離定位，也是一般車輛定位所使用的機型。最常用的 GPS 接收器有汽車導航器與掌上型 GPS 兩種。電腦和通信的發展使人們的生活更加快捷、輕鬆，汽車導航和移動辦公已風靡全球，並逐漸成為現代社會中不可缺少的部份。在日本、美國等國家，為了方便用戶，很多汽車製造商在車輛出廠時就裝配了導航和移動辦公設備，在我國，類似導航產品的發展也慢慢出現在新上市的產品上，如神達(MITAC)不僅在國內有亮眼的成績，2005 年更打入韓國、歐洲等國際市場，成為世界性的製造商。汽車導航是集電腦、通信導航、地圖資訊為一體的高科技產品，通常它都具備筆記型電腦的基本功能，可以方便的連結網路、發送傳真和資料通信；掌上型 GPS 是利用 GPS 基本原理設計而成的，是體積小巧、攜帶方便、獨立使用的全天候即時定位導航設備。好的掌上型 GPS 必備的條件是：靈敏度高，記憶容量大，介面設計完善。目前，各種類型的 GPS 接收機體積越來越小，重量越來越輕，便於進行野外觀測[11][12][13][14]。

GPS 的定位是利用衛星基本的三角定位原理，這種高軌道與精密定位的觀測方式是指每一顆衛星會傳送三種資料，包括衛星的編號、位置、時間。當 GPS 用戶端接收裝置接收到這些資料後會以特定的儲存方式存起來使用，這些資料也用做修正 GPS 接收機上的時間並以測量無線電信號的傳輸時間來量測距離，以

距離來判定衛星在太空中的位置，計算出每一衛星軌道接收機的距離。而接收機若在接收到更多衛星時，它可利用三角公式計算出接收機所在位置。三顆衛星可做所謂 2D 定位(經度及緯度)，四顆或更多衛星可做所謂 3D 定位(經度、緯度及高度)，接收機繼續不斷地更新使用者位置，所以它可計算出使用者移動方向及速度[15][16][17]。

2.4.2 GPS 在消費性電子產品的產業狀況

所謂消費性電子產品泛指一般手持式產品，包括個人數位助理(Personal Digital Assistant, PDA)、手持電腦(Handheld PC, Palm PC)、智慧型手機(Smart Phone)、行動車用導航等。以往對於 GPS 的主要應用層面在於小型航空器、遊艇船隻、個人追蹤導航及特殊用途單一功能的應用。而如今出現在消費性電子市場後，所有的 GPS IC 設計公司都體認到要進入手持式產品市場必須改善四大問題，包括接收靈敏度、消耗功率、GPS 接收器的尺寸、價格。然而手持式產品另一個主要使用的關鍵為使用者與機器之間的互動，有效的介面能在使用群中產生正面的感受和清晰的思路，達到順暢的操作，不會因介面不良而感到困擾，因此產品介面設計符合使用者為中心應該列為重點考量的要件，同時對於符合使用便利的基本需求，也是不容忽視的部份。只要能打破這四個問題以及介面設計的難關而領先的廠商，必然能夠順利的打入消費性電子產品的市場。

在介面設計方面，由於微軟作業系統的普及，其操作介面的設計廣為大部份民眾接受，因此在 GPS 介面設計要兼顧創意與使用方便的圖形介面設計就少之又少，圖 2.9 為 GPS 的 3D 地圖領航介面，具備 3D 導航模式，以鳥瞰模式提示路徑方向，操控更為便利，將所見即所得的概念做了個良好的詮釋。另外還有觸控式螢幕、互動式介面、輔助功能等，類似這些讓使用者得以迅速了解與接受產品，且能一目了然的介面設計才是所有廠商所應該追求的目標[18][19]。



圖 2.9 3D 導航顯示介面之一例

台灣發展 GPS 的廠商如表 2.11 所示，早期均以 GPS 接收模組(GPS Module/GPS Engine Board)的 OEM 與 ODM 業務為主，而 GPS 接收模組主要由以下七大元件所構成：天線(Antenna)、低雜訊放大器(Low Noise Amplifier/LNA)、射頻部份(RF Section)、數位訊號處理(DSP Section)、微處理器(Microprocessor)、處理器週邊(Processor peripherals)與輸出入埠和驅動器(I/O port and Drivers)。GPS IC 廠商並提供晶片組，將許多原本獨立運作的功能元件整合至 GPS 晶片中，使得 GPS 功能日益完備與強大。在台灣各家 GPS 接收模組廠商大部分採用 SiRF Star II/III

的狀況下，台灣廠商的 GPS 接收模組 OEM 產品性能差異不大、最終性能高低主要繫於高頻訊號處理(EMI/RFI)與軟硬體整合程度的產品成本/性能比例(Cost/Performance Ratio)。

表 2.11 國內 GPS 相關產品製造廠商

廠商	生產 GPS 相關的產品
神達	掌上型衛星導航系統(GPS)、以及智慧型手機(Smart Phone)
士電神達	GPS 代理商
華新科	藍芽天線、藍芽模組及 GPS ANTENNA
金寶 泰金寶	車用高階 GPS 掌上型衛星導航系統(GPS)
亞元	GPS 車用充電器
佳邦	GPS Patch 及 GPS Module、GSM 天線及 WLAN/Bluetooth 天線
鼎天	GPS 接收器及 GPS 主機板
麗台	藍芽衛星接收器 GPS 組裝
擎亞	GPS 組裝
精技	石英震盪器
長天	藍芽衛星接收器
千如	GPS 電感

國際大廠如 Garmin 與 Trimble 為整合性的 GPS 產品供應商，自 GPS 晶片、模組(Engine Board)、Map S/W 至終端產品均有能力自行生產、製造及販售，其市場並橫跨軍用/民用、專業及一般消費市場，其高達 50% 的毛利率來自專業市場與自有晶片組所提高的高附加價值；台灣 GPS 廠商以製造 GPS 模組及 GPS 接收器為主，一般而言 GPS 晶片(Chipset)佔其生產成本比例極高，約為 30% 以上，甚至是 50% 以上，所以毛利率相對較低。其中麗台科技的 GPS 業務以 GPS 模組 OEM 為主所以毛利率較低，其整體出貨量僅次於神達。由於神達科技資通平台擁有高度整合能力，子公司宇達電通所推出 Mio 168 產品大賣，並順利在韓國等國際市場，開啟了台灣手持式 GPS 產品的競爭序幕。如神達熱賣的 Mio 168 個人導航助理(Personal Navigation Assistant, PNA)具有 GPS 衛星導航功能的 PDA，即取代 GPS 接收器成為國內 GPS 業者開發生產的熱門產品。高附加價值的套裝軟體與高度整合的資通平台，特別是作業系統與硬體的整合，為神達科技在可攜式 GPS 導航產品的核心優勢，預期其它廠商短期內將難以動搖神達在 PNA 產品的競爭優勢。

鼎天國際則以母公司倚天集團的支援合作和公司成立初期所累積的技術基礎下，使強調高度資通技術整合能力的 PNA 產品的研發腳步加快。鼎天的行銷策略以歐洲市場為優先考量，主要透過通路商 Medion 販售 PNA 等產品，佔其營收比重達 50% 以上，市場集中度偏高。2004 至 2008 年期間，歐洲與美國則為相對成長快速的 GPS 應用區域市場。只有日本汽車導航市場主要為汽車出廠之標準配備，而日本市場向來以高度閉鎖性聞名，外來廠商進入障礙頗高，此外汽車電子產品認證期長達一年，所以台灣 GPS 廠商目前多以歐、美市場的可攜式 GPS

導航產品為主要目標，這也是鼎天國際以歐洲市場為目標市場的原因。鼎天國際的競爭策略是以透過整合資通平台與 GPS 應用技術，構築核心競爭力並建立產品差異化(PNA, GPS 內建 PDA)以提高附加價值。

另外自創立初期就以 GPS 相關產品為主要營運核心的長天科技，經營團隊以 GPS 技術研發為主，在 GPS 信號處理與產品開發領域有其獨到之處。其”Holux”品牌的 GPS 接收器在國內外均具有相當的知名度與市場佔有率，並且為台灣最早開發出單機手持式 GPS(Handheld GPS)產品的廠商，目前加緊車用導航系統與 PNA 等產品的開發時程[16][20]。

第三章 研究方法

產品設計之初，評估設計的問題以及找出問題解決方法為重要的改善工作，本研究的目的在結合創造性問題解決理論以及公理設計工具的核心精神，檢視產品設計中的需求矛盾問題，也就是消費者在使用產品時會增加使用負擔的問題，建立一個可以遵循的模式，將這些問題加以改善，並做為未來產品設計與開發的參考架構。

3.1 研究流程

本研究流程如圖 3.1 所示。首先對研究相關資料進行蒐集整理，包括 TRIZ 理論以及公理設計的原理與應用實例，同時研究公理設計如何用來確認消費者在使用消費性電子產品時的使用性問題，以及功能需求與設計參數的對應。接著研究兩個理論結合的可能性與成效，並收集相關結合的文獻。針對過去文獻研究結合這兩項理論的概念，建立新的解決功能需求與設計參數矛盾模式，並引入實際個案，分析所建立的模式是否適用於產品設計的改良，最後產生結果並提出建議。

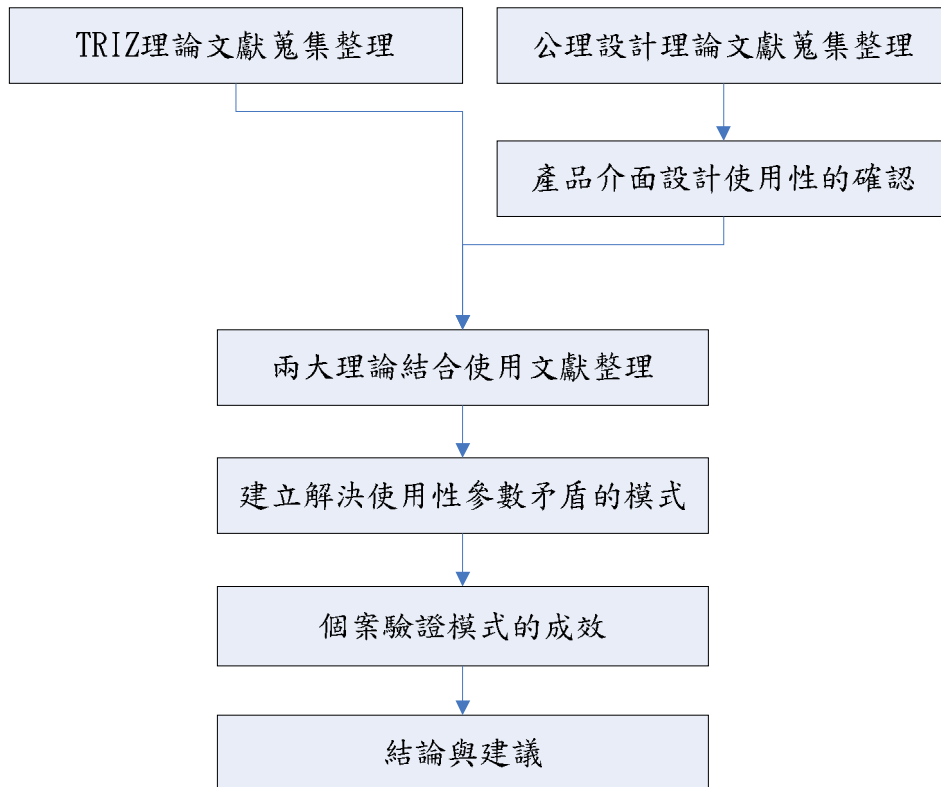


圖 3.1 研究流程圖

3.2 研究個案

美國航空管理局正式核准衛星定位系統可以用於航海及陸地導航，使得衛星定位系統的使用越來越普及，根據美國衛星定位系統工業評議會的估計，2000年衛星定位系統全球產值已達到 84 億美元，每年成長率接近五成。以技術見長的 Garmin，在搭上衛星定位系統消費性市場快速成長的列車後，營收從 1995 年的 1.01 億美元，一路往上成長到 2000 年的 3.46 億美元，根據市場調查機構 Frost & Sullivan 的調查，在航海及休閒市場中，Garmin 的市場佔有率超過 50%；在航空市場部份，美國航電協會（Aircraft Electronics Association, AEA）的銷售報告，則清楚指出 Garmin 在航空手持式產品的市場佔有率為 76%，靜止式市場佔有率是 59%，是國內具國際性、代表性的 GPS 大廠[21]。

手持式導航器(Handheld Navigator)是專為個人使用設計的 GPS 產品，其功能比較簡單，由 GPS 天線、接收器、顯示器、電源供應器等組成，可作為行車導航，亦可以作為個人導航。其為使用者提供各種資訊包括日期、時間、位置經緯度、高度、速度、方向等參數，無論在戶外旅行、登山、越野或是露營活動等都可以方便使用與操作。簡單型的手持式個人導航器因為體積小及便於攜帶，對於短途的腳踏車郊遊、近距離的道路尋找、公園或動物園等位置的定位較為方便。這類通用型的 GPS 導航器因為使用範圍廣大，將會是未來的主流，因此本研究以手持式衛星導航器為研究案例，模擬可能發生的參數矛盾，並利用矛盾解決工具將問題剔除，以設計符合使用者需求的介面。

本研究以台灣國際航電於 2006 年 6 月所推出的 Garmin GPSmap 60CSx 手持式衛星導航器作為研究對象，外觀如圖 3.2 所示，其基本規格如表 3.1、表 3.2[22]。由於這一型的導航器配備齊全、產品功能卓越，除了導航功能、路線規劃以及高度顯示等主要功能外，還有各種生活資訊、地標景點以及豐富的附加功能可供下載，而在介面設計上使用高解析色彩的液晶螢幕也讓使用者在操作時有愉悅的感覺，另外它更兼具防水功能，使得實用性更為廣泛，不僅適合戶外休閒活動與資源調查使用，更可以作為出海或海島上的輔助工具。雖然該款手持式衛星導航器已具備優異特質，但是否仍有設計瑕疵或改善空間，值得加以探討。

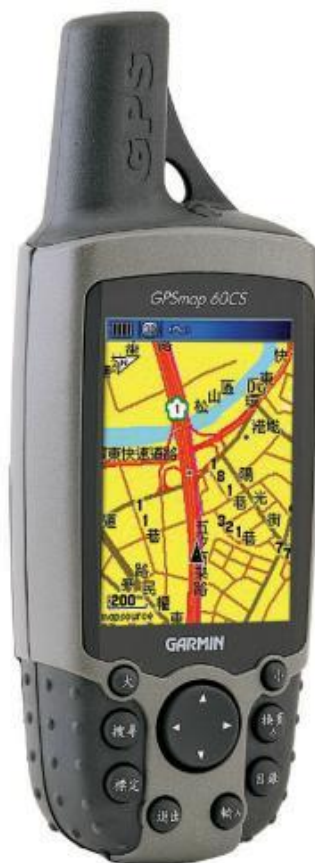


圖 3.2 Garmin GPSmap 60CSx 手持式衛星導航器

表 3.1 Garmin GPSmap 60CSx 接收機基本規格

操作介面	中文繁體/英文 切換式
航點總數	1000 點
最近航點顯示	有
警示航點編輯	10 點
航線總數	50 條
每條可編輯的航點數	250 點
航跡紀錄	10000 點
可分段紀錄總數	20 條(500 點)
時間間隔紀錄方式	有
距離間隔紀錄方式	有
自動記錄方式	有
大地座標系統	100 種以上
虎子山系統(TWD67)	有
WGS84(TWD97)	有
WGS72、使用者自行定義	有
座標顯示格式	15 種以上
台灣區二度分帶方格座標	有
經緯度	有
UTMUPS	有
MGRS、使用者自行定義	有
Loran TDs	有
接收機	SiRF III
預留差分 DGPS 計算功能	僅預留 WAAS 接收系統
定位時間	
冷機狀態	平均約 38 秒
暖機狀態	平均約 1 秒
自動定位(AutoLocate™)	平均約 45 秒
資料更新速率	每秒一次
定位準確度	
無 S/A 干擾下，單機定位	<10 公尺，95% Typical
一般 DGPS 校正下	無
使用 WAAS 系統(美國地區)	1-3 公尺，95% Typical
速度準確度	0.1Knot(穩定狀態,RMS)
動態加速衛星追蹤能力	6g's

表 3.1(續) Garmin GPSmap 60CSx 接收機基本規格

天線	內藏式天線
外接天線功能	有，可使用汽車或航海天線
電源	
使用 3 號鹼性電池	可，2 顆電池
使用時間	不開燈下，一般作業約可使用 14 小時

使用點煙器電源	可，需使用專用電源線
介面	
具 RS232 介面，可接電腦	有
具 USB 介面，可接電腦	有
NMEA0183 V2.3 輸出功能	有
體積	15.1*6.1*3.3 cm
重量	213 公克(含電池)
顯示螢幕大小	3.8*5.6 cm
防水功能	水深 1 米，30 分鐘內防水
操作溫度限制	-15°C ~ 70°C
資料儲存電力需求	不需要使用鋰電池
電子羅經	有
準確度	一般±2 度，高緯度±5 度(需校正)
解析度	1 度
氣壓式高度計	有
準確度	10 英尺，(在標準環境下)，且需作校正
解析度	1 英尺/公尺
操作範圍	-2000~30000 英尺
氣壓變化紀錄功能	有，並可記錄 48 小時變化值

3.3 研究工具

本研究使用的工具包括 TRIZ 以及公理設計兩大問題解決的理論。關於理論個別的特點，在第二章已有詳細討論，所以在此不再多作贅述。

而先前的文獻探討中有提及，結合這兩個理論對解決矛盾問題具有互補效果，但過去使用的方法與實際案例解決皆只針對 TRIZ 理論中的質-場分析以及分隔原則，然而 TRIZ 的創新解決問題工具還有矛盾矩陣、演進技術等，在實際應用案例時，證實有良好的解決問題成效。因此本研究將 TRIZ 的矛盾矩陣、創新原則作為分析個案模式的基礎，結合公理設計的設計矩陣、兩大公理，藉由新的結合方式解決使用性問題的矛盾，進而達到改善設計或提出新設計建議的目標。

3.4 研究模式

為了以公理設計了解設計產品時會產生哪些參數衝突，並能以 TRIZ 加以改善矛盾，本研究建立一系統化的模式，整合 TRIZ 與公理設計的優點，進行產品設計與研發，並期望以此模式能有效達成更有效率的解決設計矛盾問題。

模式步驟如圖 3.3 所示，當新產品要進行研發或是要改善既有的產品時，首先要確認使用者需求，所以此模式利用公理設計的兩大公理以及設計矩陣來確認與檢視功能需求。接下來使用 TRIZ 的矛盾矩陣作為檢核表，為了在分析 39 個需求參數時，可以明白看出哪一個參數是認為有問題的部份，因此將矛盾矩陣加入檢核行與檢核列，如表 3.2 所示，將 39 個欲改善的參數作為審視的項目，逐一檢視針對需求而設定的設計參數，找出可能發生問題的參數，再經由對應檢視可能變壞的參數。兩個參數的交集處便是推薦可能解決問題的創新原則，使用推薦的創新原則刺激出解決問題的想法。將這些經過創新思考的想法以嶄新的觀點，再一次分析產品的設計參數描述是否仍有過多或不足的資訊，而造成設計混淆不清的狀況。最後將功能需求以及設計參數引入公理設計的設計矩陣檢查，若發現不符合獨立公理的設計，代表問題尚未解決完成或是產生新的矛盾，則回到檢核表，繼續檢視其它存在的核心矛盾部份，若結果為獨立的非耦合設計，表示改善達到效果，形成良好的設計，符合消費者使用性需求。

總括來說，此模式先以公理設計確認產品的使用性問題，再以 TRIZ 理論的方法改善產品的使用性矛盾，最後再用公理設計進行分析與驗證改善後的成效。

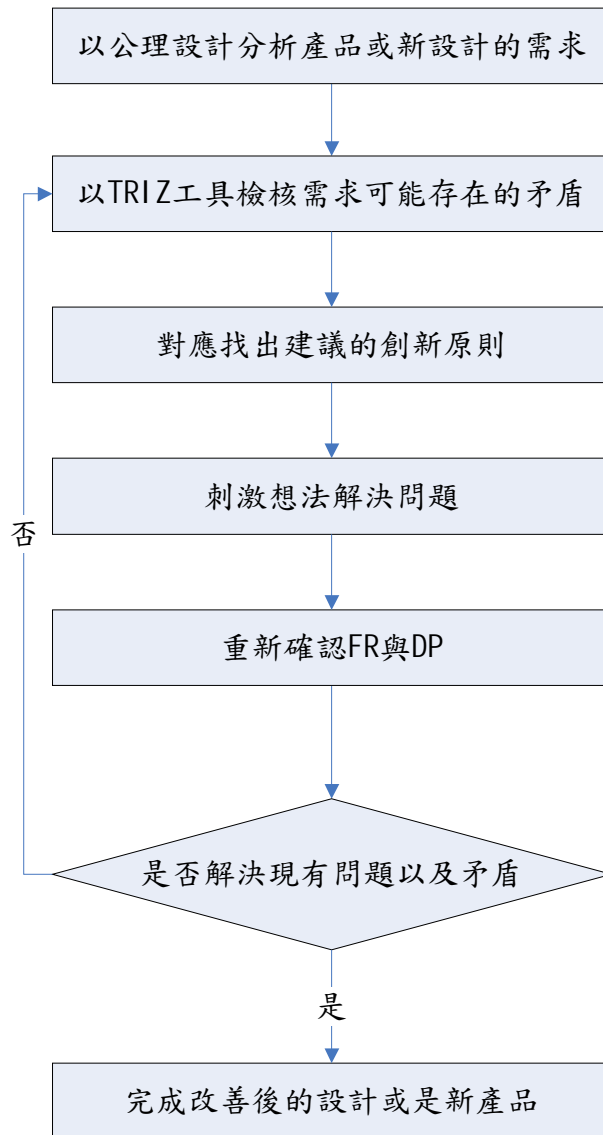


圖 3.3 產品設計模式

表 3.2 加入檢核動作的矛盾矩陣

<i>Improved Feature</i>		<i>Worsened Feature</i>					
		檢核行	No.1	No.2	No.3	No.4	...
檢核列			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	Weight of moving object	<input type="checkbox"/>	-	-	15,8,29,3	-	...
2	Weight of stationary	<input type="checkbox"/>	-	-	-	10,1,29,35	...
3	Length of moving object	<input type="checkbox"/>	8,15,29,34	-	-	-	...
4	Length of stationary object	<input type="checkbox"/>	-	35,28,40,29	-	-	...
5	Area of moving object	<input type="checkbox"/>	2,17,29,4	-	14,15,18,4	-	...
...

第四章 個案研究

本研究以台灣國際航電股份有限公司(Garmin)所推出手持式衛星導航器 GPSmap 60CSx 作為研究對象，利用先前所建立的介面改善步驟加以分析，包括以公理設計找出產品所存在的介面使用性問題，再以創造性問題解決理論激發解題創意，找出解決問題的方法，將產品介面做適當修改，最後再以公理設計再次分析問題是否改善。

4.1 公理設計分析使用性問題

為了利用公理設計找出使用性問題，首先要分析產品使用的步驟以及產品原始介面的設定，並定義公理設計中所提及四大領域中三領域的參數，也就是顧客需求{CA}、功能需求{FR}、設計參數{DP}。將顧客需求參數對應至功能需求之後，再以設計矩陣加以分析，便能檢視設計介面是否滿足使用者的需求、設計是否得當。

4.1.1 針對需求分析使用介面

手持式衛星導航器 Garmin GPSmap 60CSx 的操作介面由十個暗灰色按鍵組成，其介面分佈狀況如圖 4.1 所示，包括放大鍵、搜尋鍵、標定鍵、退出鍵、輸入鍵、目錄鍵以及縮小鍵八個操作按鍵以逆時針的排列方向、呈半圓狀包圍游標鍵，另外電源/燈光鍵位於機體上緣部份。操作按鍵除電源/燈光鍵以外，皆印有白色中文簡易功能標示於按鍵上，讓使用者在操作時，更能清楚了解按鍵功能，並順著中文提示操作功能。介面按鍵的簡易顯示以及操作說明整理於表 4.1。



圖 4.1 Garmin GPSmap 60CSx 實體操作介面分佈情況

表 4.1 Garmin GPSmap 60CSx 操作介面說明

按鍵中文/英文名稱	按鍵顯示	說明
縮小鍵/ Zoom Out Key	小	調整地圖頁面及高度計頁面中，顯示比例尺的縮小尺規。

放大鍵/ Zoom In Key	大	調整地圖頁面及高度計頁面中，顯示比例尺的放大尺規。
搜尋鍵/ Find Key	搜尋	快速搜尋按鍵，提供多種方式尋找目標。
電源、燈光鍵/ Power、Backlight Key	⊙	電源及燈光開關。
游標鍵/ Rocker Key	▼▲▶◀	即游標功能，共有四個按壓移動方向選擇。
輸入鍵/ Enter Key	輸入	輸入及確認鍵，做為資料輸入或操作動作的確認。
標定鍵/ Mark Key	標定	即讓使用者快速標定儲存目前位置座標的快速鍵。
換頁、羅盤鍵/ Page Key	換頁	用以切換六個循環主頁面，以顯示不同的資料。
退出鍵/ Quit Key	退出	換頁鍵的反向操作，及中途退出的任何動作。
目錄鍵/ Menu Key	目錄	本機目錄功能設定，或用以顯示及操作各主畫面的子功能。

一般民眾購買手持式衛星導航器不外乎是用來做為查詢目前位置、標記目前位置、特定目標的搜尋以及導航，依不同需求，使用介面的步驟也會有差異，因此下列針對這些特定的需求，分析介面的使用順序以及操作說明：

1. 查詢目前位置

當使用者迷路或是不熟悉路況時所產生的需求，也是衛星導航器材最普遍、最基本的功能。操作步驟如表 4.2 所示，開機後操作換頁鍵可以切換六個主要頁面包括「衛星狀態頁」、「航行資訊頁」、「地圖頁」、「羅盤頁」、「高度計頁」以及「主目錄頁」。欲滿足使用者查詢目前位置的需求，則需操作換頁至「地圖頁」，便可以顯示目前所在位置以及週邊道路地圖等資訊，在地圖顯示同時，可隨意使用放大鍵或縮小鍵改變地圖顯示的比例，讓週邊資訊隨使用者目的不同而有更靈活的顯示效果。

表 4.2 查詢目前位置的介面操作步驟

使用介面	操作說明
⊙	開機，開始搜尋衛星。
換頁	主要顯示介面，執行查詢功能需連續按壓此按鍵以切換直至「地圖頁」為止。
大	將所在位置地圖放大，使街道顯示更為仔細。
小	將所在位置地圖縮小，使範圍顯示更為廣闊。
⊙	使用者得以自由調整顯示介面至最適亮度。

2. 標

記目前位置

當使用者對目前所在位置有興趣，欲記錄目前位置的各項資訊，期望未來再一次造訪時，能更有效率的找到目標位置時，標記位置的功能便能滿足使用者記錄目前位置的資訊的需求。此功能的操作步驟如表 4.3 所示，起始步驟與查詢目前位置的步驟相同，首先操作換頁鍵至「地圖頁」，了解地圖上所標示的目前所在位置後，按下標記按鍵建立新的標記檔案，接著輸入欲記錄的資訊，包括名稱、註記、高度以及深度等。其中輸入名稱或註記時，會出現中文輸入的需求，此時由螢幕顯示注音符號等字元，使用者利用游標鍵以及確認鍵決定欲輸入的拼音字元後再選擇正確文字。最後再以確認鍵與退出鍵決定單筆標記資料的建立與否。

表 4.3 標記目前位置的介面操作步驟

使用介面	操作說明
⊙	開機，開始搜尋衛星。
換頁	連續按壓切換六個主要顯示介面，直至「地圖頁」為止。
大	將所在位置地圖放大，使街道顯示更為仔細。
小	將所在位置地圖縮小，使範圍顯示更為廣闊。
標定	對目前所在位置做一定點標記。
▼▲	由顯示介面顯示注音符號表，以中文輸入方式，將名稱、註記說明、高度及深度等資料輸入。
輸入	輸入資料後，確認建立資料的動作。
退出	返回的動作。

3. 特

定目標查詢

所謂的**特定目標**包括先前所做的標記資料庫，以及從網路上下載的特定屬性的目標資料庫，如最近的加油站、便利商店或銀行等，使用此查詢功能便可以顯示目前位置至目標位置的相關資訊，包括相對方向、距離以及地址。介面操作步驟如表 4.4 所示，開機後操作搜尋鍵，接著出現依特定目標的屬性而區分的分類目錄，反覆使用游標鍵以及確認鍵選擇欲查詢的特定目標，也可以選擇目標資訊的顯示方式。

表 4.4 特定目標查詢的介面操作步驟

使用介面	操作說明
⊙	開機，開始搜尋衛星。
搜尋	出現欲查詢的分類目錄，包括自己做的標記記錄，或是上網下載的各類景點資訊，如城市、加油站等。
▼▲	移動游標至分類目錄中欲查詢的目標選項。
輸入	確認選擇欲查詢的屬性分類。除了標記資料庫以外，其它屬性分類需再選擇更明確的選項，如銀行又可分為台灣銀行、第一銀行等。
▼▲	移動游標至明確的查詢目標。
4. 導 航 輸入	確認選定目標後，即顯示查詢位置的資訊，在此一資訊顯示介面又可執行三項功能，包括儲存、地圖以及導航。

透過目標位置查詢後所得到的位置資訊若還不足以讓使用者了解前進方向，導航功能可利用顯示相對方向，指示使用者的前進路線，讓使用者清楚知道即時該前進的方向。該功能的操作步驟如表 4.5 所示，查詢欲前進的目標資訊後，顯示介面下方將出現三項功能，包括「儲存」、「地圖」以及「導航」，使用者利用游標鍵左右移動，使「導航」顯示呈反白狀態，確認執行導航功能後，顯示介面即以地圖顯示的方式指出目前位置到目標位置的路徑、距離等資訊，讓使用者能夠一目了然；由於導航功能為持續進行的作業，因此欲停止導航功能則需另外以目錄鍵呼叫子功能列，同樣以上下游標鍵以及確認鍵選擇停止導航功能。

表 4.5 導航的介面操作步驟

使用介面	操作說明
⊙	開機，開始搜尋衛星。
搜尋	出現欲查詢的分類目錄，包括自己所做的標記，或是上網下載的各類景點資訊，如城市、加油站等。
▼▲▶◀	移動游標至分類目錄中欲查詢的目標選項。
輸入	確認選擇欲查詢的屬性分類。
▼▲	移動游標選擇更明確的查詢目標。
輸入	確認選定目標後，即顯示查詢位置的資訊，在此一資訊顯示介面又可執行三項功能，包括儲存、地圖以及導航。
▶◀	欲選擇導航功能，則在顯示介面三項功能中，利用游標鍵左右移動使「導航」功能呈現反白的狀況。
輸入	確認進行導航動作，即顯示目前位置到目標位置的方向、路徑等資訊，完成執行導航的工作。
目錄	出現子功能列。
▼▲	以移動游標的方式選擇子功能列的各項功能。
輸入	當游標移至「停止導航」的功能，按下輸入鍵以確認執行停止導航的功能。

上述四種

依據不同顧客要求所必須執行的介面使用步驟，省略重複操作的部份，定義出公理設計所提到的功能需求，並分層級架構如圖 4.2 所示，FR1 為第一層級，FR11 以及 FR12 則為第一層級再分成兩個功能需求的第二層級，再者以此類推。分析後在第一層級共分類為八個功能需求，其中 FR1、FR2、FR3 以及 FR6 分別又分為兩個功能需求，FR4 又分為三個功能需求，一共分為 15 個功能需求。

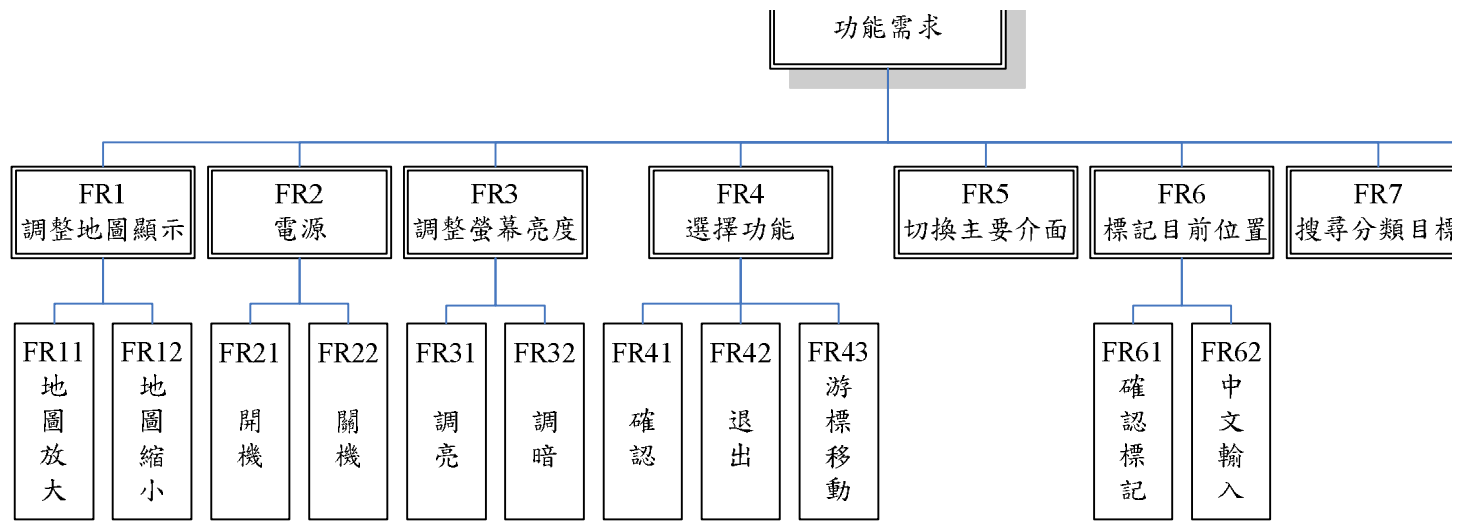




圖 4.2 功能需求之層級架構圖

4.1.2 分析設計參數

根據 Garmin GPSmap 60CSx 之介面情況，可將設計參數歸納如表 4.6 並以 DP 作為其辨識代號，按鍵的操作模式為短按觸發便可以使功能產生動作，但其中 DP4 以及 DP5 操作模式與其它按鍵不同，DP4 可以分為長按觸發、短按觸發兩種，DP5 可以分為上按、下按、左按、右按四種操作模式，因此這兩項設計參數又可以往下延伸一個層級分析。

表 4.6 設計參數的代號分配以及層級延伸

DP 代號	設計參數	DP 代號	設計參數
DP1	大	/	
DP2	小		
DP3	搜尋		
DP4		DP41	長按
		DP42	短按
DP5		DP51	↑ ↓
		DP52	
		DP53	
		DP54	
DP6	輸入	/	
DP7	標定		
DP8	換頁		
DP9	退出		
DPa	目錄		

根據上述的

設計參數，再進一步將 14 個設計參數分析層級架構如圖 4.3。其中第 10 個參數「目錄」為避免分層級後的代號重複，以 DPa 代替，下分為 DPa1。

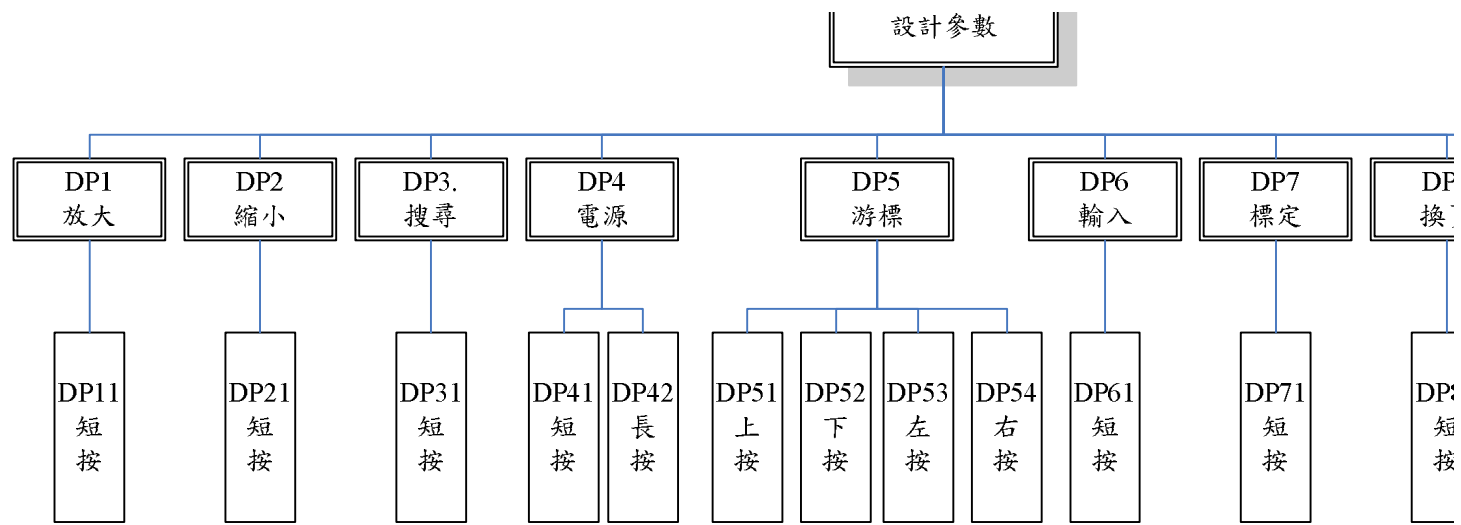


圖 4.3 設計參數之層級架構圖

4.1.3 設計矩陣分析使用性問題

公理設計所使用的設計矩陣，橫軸表示功能需求，縱軸表示設計參數。將先前分析的各項參數分別置入矩陣中，如表 4.7 所示，並將具有關聯的部份以「X」標示出來。

為找出使用矩陣分析的目標，必須檢視是否為耦合設計，因此將縱軸與橫軸重新排列後如表 4.8 所示。由表 4.8 的分析結果，可以清楚看出除了「中文輸入」以及「導航」的功能需求屬於耦合設計以外，其它功能皆屬於非耦合設計，以公理設計的原則來解釋，屬於耦合需求的功能應該會造成使用者在使用性上的問題，因此「中文輸入」以及「導航」兩項功能存在改善空間。

表 4.7 設計矩陣分析

		設計參數													
		DP11	DP21	DP31	DP41	DP42	DP51	DP52	DP53	DP54	DP61	DP71	DP81	DP91	DPa1
功能需求	調整地圖顯示	放大	X												
		縮小		X											
	電源	開					X								
		關					X								
	調整螢幕亮度	調亮				X									
		調暗				X									
	選擇功能	確認										X			
		退出												X	
		移動游標						X	X	X	X				
	切換主要介面												X		
	標記目前位置	確認標記										X			
		輸入中文						X	X	X	X	X		X	
	搜尋分類目標			X											
呼叫子功能														X	
導航			X			X	X	X	X	X			X	X	

表 4.8 重新排列後的設計矩陣

		設計參數														
		DP11	DP21	DP42	DP41	DP61	DP91	DP51	DP52	DP53	DP54	DP81	DP31	DPa1	DP31	
功能需求	調整地圖顯示	放大	X													
		縮小		X												
	電源	開			X											
		關			X											
	調整螢幕亮度	調亮				X										
		調暗				X										
	選擇功能	確認					X									
		退出						X								
		移動游標							X	X	X	X				
	切換主要介面											X				
	搜尋分類目標												X			
	呼叫子功能													X		
	標記目前位置	確認標定														X
輸入中文							X	X	X	X	X	X				
導航					X	X	X	X	X	X		X	X			

4.2 創造性問題解決理論激發創意

經由公理設計的設計矩陣分析排列後，發現使用性問題較易出現在「中文輸入」以及「導航」兩項功能。

在「中文輸入」這個功能中，僅以注音輸入法作為輸入模式，設計利用螢幕顯示介面呈現注音符號表，使用者使用游標鍵與確認鍵便可以進行注音模式的中文輸入。由於注音的字元數量較多，使用游標鍵將螢幕反白的部份移動至欲選擇的注音字元，需要多次重複操游標功能，加上對注音字元位置不熟而增加尋找時間，增加操作的困難度；若選擇錯誤，同樣需重複操作游標鍵將反白顯示移動至Backspace功能，因此輸入方式具有相當的複雜程度。經過公理設計分析後，確認此項功能會令使用者造成使用上的問題，因此需要進一步改善此功能。

而在「導航」功能中，使用者必須先找出特定的目標位置，並在螢幕顯示的功能選項中，找到導航的功能，使用游標鍵與確認鍵選擇顯示介面所指示的動作，執行導航功能。若要停止導航功能，必須使用目錄鍵呼叫子功能，螢幕會出現子功能的各項功能，同樣以游標鍵與確認鍵選擇顯示介面所指示的動作，執行停止導航的功能。由於「導航」為顧客的主要需求功能之一，但是選擇此功能時的步驟較為繁複，找到目的功能的困難度也會因操作不熟悉而大幅增加，例如欲執行「停止導航」功能卻要操作「目錄鍵」，明顯不符合心智模式的運作。經由公理設計分析後，確認此項功能造成使用者在使用上的問題，需進行改善。

接著為了改善這兩項功能，利用已加入檢核行與檢核列的矛盾矩陣作為解決問題的主要工具。檢核行用來逐一檢查 39 項參數，並挑出可能進行改善的參數；針對檢視後所挑出的參數，利用檢核列逐一對應可能變壞、惡化的參數。矩陣中兩個參數相交處便為建議改善的準則，將準則作為創意思考的基礎，腦力激盪後醞釀出可行的各種改善方案。

對於「中文輸入」以及「導航」這兩項功能的操作問題，利用逐一檢查矛盾矩陣的檢核行，篩選出改善這兩項功能時可能改變的工程參數如下：

1. 固定物件的面積(Area of a stationary, No.6)：可能進行改變的工程參數如改變佈置按鍵的面積，或是單一按鍵的尺寸。
2. 速度(Speed, No.9)：加快使用者在操作時的速度，如明顯易懂的操作說明或是設計不同的輸入方式機型，讓使用者在購買時便可以選擇自己想要的輸入模式。另外也可以利用改變游標鍵的操作方式為滑動按鍵，讓游標不只可以上下左右四個方向移動，也可以右上、右下、左上、左下，增加選擇的速度。
3. 物質的數量(Amount of substance, No.26)：中文輸入最複雜的部份是操作字元數量相當多，然而輸入卻只依賴游標鍵與確認鍵兩個按鍵，雖然減輕使用者對介面操作的負擔，但是輸入速度卻也容易因此而減慢。因此考慮以增加輸入按鍵的數量來分擔單一按鍵的功能負擔，進而達到效率的提升。
4. 使用方便性(Convenience of use, No.33)：考慮不同使用者在使用時會遇到的困難，減低因輸入不熟悉而造成的使用的不便，如各種輸入法的安裝，以及設計大小適當的輸入按鍵，或者是操作介面上的中文提示符合功能

需求等。

5. 適合性(Adaptability, No.35)：就中文輸入來說，輸入依賴游標鍵與確認鍵，較為不符合使用上的要求，適用性上也會產生問題，因此將按鍵介面改為適合中文輸入的操作介面，予以適當解決；另外就導航功能而言，由於按鍵上的提示文字並無導航的指示，在停止導航時的操作上也不符合心智模式，無論是啟動或是停止此功能的操作介面，若不是熟悉介面操作的使用者，確實無法正確找出正確的操作方式，因此考慮加裝一按鍵特別屬於導航的啟動與停止專用。

針對上列由檢視行所分析出的五點欲改善的工程參數，逐一檢查矛盾矩陣的檢核列，檢視是否因改善這些參數造成其他參數的惡化：

1. 改變「固定物件的面積」可能造成惡化的工程參數包括：
 - a. 形狀(Shape, No12)：改變大小將會影響原本介面的形狀或分佈，同樣也可能改變物體外觀和輪廓。
 - b. 製造性(Manufacturability, No.32)：改造同時，也將會影響物體製造的可行性，所以也是必須考量的部份。
 - c. 裝置複雜度(Complexity of a device, No.36)：介面設計強調以使用者為中心的設計為佳，因此若介面尺寸差異性太大，將使得介面分布更複雜，反應時間也隨之增加。
2. 改變「速度」可能造成惡化的工程參數包括：
 - a. 形狀(Shape, No12)：為了加快使用速度而改變操作介面的形狀，可能造成操作介面形狀改變，因此也有可能破壞了依使用者心智模式所設計的介面。
 - b. 製造精確度(Accuracy of manufacturing ,No.29)：由於操作按鍵增加或減少，在按鍵設計應遵循本身應有的特質，規劃符合需求的設計介面與功能。
 - c. 製造性(Manufacturability, No.32)：了解介面的需求後在實際製造過程也需具有可行性、容易製造。
3. 改變「物質的數量」可能造成惡化的工程參數包括：
 - a. 固定物件的面積(Area of a stationary, No.6)：由於按鍵數量增加，首當其衝會造成變化的則可能為按鍵的尺寸、分佈的位置，或者是整個機體中螢幕與按鍵分配的面積比例。
 - b. 形狀(Shape, No12)：介面分配的範圍增加，也會使得實際機體的形狀改變。
 - c. 製造性(Manufacturability, No.32)：按鍵數量增加應考量在製造可行性範圍之內，最終還是要設計發展出可以實際生產的物件。
 - d. 裝置複雜度(Complexity of a device, No.36)：由於數量增多，若複雜度不符合使用者為中心的介面，依然無法達到改善效果。
4. 改變「使用方便性」可能造成惡化的工程參數包括：
 - a. 製造精確度(Accuracy of manufacturing, No.29)：為了使用方便，若將各種按鍵的功能簡化，會使介面按鍵差異性變大，按鍵真實特性與

實際需求不符合，製造的精確度也會因此而造成混淆。

5. 改變「適合性」可能造成惡化的工程參數包括：
 - a. 固定物件消耗的能源(Energy spent by a moving object, No.20)：由於按鍵增多、功能增加，會使得物件的內建程式或電力需求也要加強，消耗的能源也隨之增加。
 - b. 能源耗損(Loss of energy, No.22)：不符合使用需求或是多餘的功能，會使得能源浪費，應儘可能將可控制範圍之內的浪費縮到最小，如過多輸入法的內建將會浪費記憶體空間。
 - c. 製造精確度(Accuracy of manufacturing, No.29)：功能增加，為不使其混淆使用者的視聽，在製造設計時也要精密的考慮使用者在實際操作時的認知，並加入製造的規劃中，使得製造的物件能精確的滿足使用者的需求。

矩陣中欲改善的參數以及惡化的參數之交界點為建議化解惡化的 40 項創造發明原則，檢視對應後整理如表 4.9 所示，對應後的建議原則若為「-」，表示矛盾矩陣沒有特定的建議原則。

表 4.9 矛盾矩陣分析結果整理表

欲改善參數	惡化的參數	對應後的建議原則
6.固定物件的面積	12.形狀	-
	32.製造性	40,16
	36.裝置複雜度	1,18,36
9.速度	12.形狀	35,15,18,34
	29.製造精確度	10,28,32,25
	32.製造性	35,13,8,1
26.物質的數量	6.固定物件的面積	2,18,40,4
	12.形狀	35,14
	32.製造性	29,1,35,27
	36.裝置複雜度	3,13,27,10
33.使用的方便性	29.製造精確度	1,32,35,23
35.適合性	20.固定物件消耗的能源	-
	22.能源損失	18,15,1
	29.製造精確度	-

經由上表的矛盾矩陣分析對應後，得到 40 個創造發明原則所建議的改善原則，將這些建議原則作為改善思考模式、視為思考的路徑，可以激發出各種可行的解決問題方法。接下來整理並列出可能進行的改善想法激發，創意思考問題經過描述後，以實際問題為立場，就「五點評量法」主觀評估改善方案的可行性、適當性、輕便性以及成本作為篩選可行解的原則進行評量，並將評量表分別列出如表 4.10 至表 4.23。找出較理想的方案，並結合建議原則思考問題。。

I Principle 1：分割

將中文輸入按鍵從只控制游標鍵與輸入鍵分割成可以 QWERTY 輸入鍵盤，將按鍵數量增加。

表 4.10 分割原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性		*				2
成本		*				2
總分						14

I Principle 2：分離、提煉

將使用時易造成混淆、降低操作效率的導航功能提出，使其擁有與其它功能鍵相同的直屬功能按鍵。

將使用時易造成混淆、降低操作效率的中文輸入功能提出，使其擁有與其它功能鍵相同的直屬功能介面。

表 4.11 分離原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本				*		4
總分						19

I Principle 3：局部最佳化

按鍵數量增加會使複雜度也提高，建議原則提示將特定的部件應具有各自不同的功能，因此為了不造成使用者的負擔，將功能鍵分配各自專屬的按鍵，並藉由以按鍵輸入的方式進行設計，來提高與外在結構的同質性。

表 4.12 局部最佳化原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性		*				2
成本		*				2
總分						14

I Principle 10：預先作用

中文輸入系統中，利用最小遞迴成本(Minimum net cost)的觀念將常用詞彙與用詞依照常用與否給予權重，預先內鍵在選字中，例如：輸入「國」之後，會出現「家」、「際」、「民」、「語」、「外」等常用的連結字詞，並依使用者常選擇的字排在前面。

表 4.13 預先作用原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本				*		4
總分						19

I Principle 14：球體化

將操作游標鍵動作，由上下左右押按控制模式改為球體狀滑動控制，使游標移動更為順暢。

表 4.14 球體化原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性				*		4
適當性					*	5
輕便性				*		4
成本		*				2
總分						15

I Principle 15：動態化

當遇到需輸入中文資訊的情況時，所設計的鍵盤會自動彈出或展現出來，減少使用者在操作時的多餘動作。

將中文輸入的功能介面裝成可拆卸式，當預先知道不使用中文輸入則可以拆卸，減低機身重量。

表 4.15 動態化原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性				*		4
輕便性		*				2
成本		*				2
總分						13

I Principle 16：局部、過量作用

增加輸入的鍵盤或功能以加快中文輸入的操作。

另外增加導航的按鍵以減少混淆導航的動作。

表 4.16 局部、過量作用原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性		*				2
成本				*		4
總分						16

I Principle 23：回饋

導航系統為持續動作，需以手動或到達目的地才會停止此功能執行，但是持續動作會增加資源的負擔，因此當此功能進行時，設計加裝間斷閃爍的燈泡做為提示，避免使用者遺忘此功能仍進行時所浪費的資源。

表 4.17 回饋原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本				*		4
總分						19

I Principle 25：自我服務

長期待機無操作或移動時，系統可以感應及倒數自動關機或是螢幕關閉。

表 4.18 自我回饋原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本			*			3
總分						18

I Principle 27：以廉價物代替

以觸控式螢幕改善輸入模式成本較為昂貴，利用較便宜的按鍵介面進行改善，較符合成本效益。

表 4.19 以廉價務代替原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性		*				2
輕便性		*				2
成本					*	5
總分						14

I Principle 28：將機械系統替換

嘗試利用光學、電學感應的系統如光筆、觸控式螢幕取代既有的機械式的按鍵系統。

表 4.20 將機械系統替換原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本				*		4
總分						19

I Principle 32：改變顏色

所有功能按鍵中，依顯示介面與執行目的不同，而有不同的按鍵可產生功能，利用附加可以變色的 LED 燈泡於按鍵上，將可執行的按鍵與不可執行的按鍵做不同的顯示顏色，或者將按鍵上的文字以不同色彩提示，更能加強其明顯度。

表 4.21 改變顏色原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性					*	5
輕便性					*	5
成本			*			3
總分						18

I Principle 34：去除和重生

使用期間的電力耗損，尤其是持續進行衛星搜尋計算位置時，所消耗的電量非常驚人，約兩、三小時便消耗兩顆三號電池的電力。藉由改以蓄電力較強的充電電池代替，或是利用太陽能發電的方式產生電能。

表 4.22 去除和重生原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性					*	5
適當性				*		4
輕便性				*		4
成本	*					1
總分						14

I Principle 36：狀態轉變

中文輸入將游標鍵與確認鍵選擇文字的操作方式，轉變成為如氣球般可以透過沖氣與放氣改變體積的鍵盤，如此一來便可以增加鍵盤數量，同時不要使機體變大。

表 4.23 狀態轉變原則衍生方案之五點評量表

	1	2	3	4	5	小計
可行性				*		4
適當性			*			3
輕便性				*		4
成本		*				2
總分						13

改善「中文輸入」功能得到較高評估水準的方案為：

1. Principle 2 分離、提煉：將使用時易造成混淆、降低操作效率的中文輸入功能提出，使其擁有與其它功能鍵相同的直屬功能介面。
2. Principle 10 預先作用：中文輸入系統中，利用最小遞迴成本 (Minimum net cost) 的觀念將常用詞彙與用詞依照常用與否給予權重，預先內鍵在選字中，例如：輸入「國」之後，會出現「家」、「際」、「民」、「語」、「外」等常用的連結字詞，並依使用者常選擇的字排在前面。
3. Principle 28 將機械系統替換：嘗試利用光學、電學感應的系統如光筆、觸控式螢幕取代既有的機械式的按鍵系統。

將上述原則與功能合併之後，再進一步思考未被選取的方案是否也可以進行合併，最後提出中文輸入功能改善的思考內容。首先由於中文輸入法種類繁多，例如注音、無蝦米、倉頡、行列等，若只存在注音輸入法，難免對某些非使用注音輸入的使用者來說造成尋找介面的負擔；另外 QWERTY 式鍵盤的字母排列方式與電腦所使用的介面相同，是一般大眾最常使用的中文輸入介面，輸入法的轉換也可以因人而異，較為人性化，著實已經成為最符合大眾的中文輸入介面。改善建議因此設定於以 QWERTY 模式的中文輸入介面代替原本排列無原則的輸入介面，內建於手持式衛星導航機上，考慮以氣壓或油壓彈出式拉開、收入的形式

安裝於機身上；然而若因為加入此實體介面而改變機身外觀、製造更為複雜、使用方便性降低等不良影響，則無法成為一個優良的設計。

思考後提出較佳的介面設計為光筆加上觸控式螢幕顯示 QWERTY 介面取代加裝新介面，並且具有方案中可行的各項功能。如此一來不僅可以減少使用者在使用時所產生的混淆情況、加快使用速度，更可以讓機身維持原本尺寸，方便攜帶。

改善「導航」功能得到較高評估水準的方案為：

1. Principle 2 分離、提煉：將使用時易造成混淆、降低操作效率的導航功能提出，使其擁有與其它功能鍵相同的直屬功能按鍵。
2. Principle 23 回饋：導航系統為持續動作，需以手動或到達目的地才會停止此功能執行，但是持續動作會增加資源的負擔，因此當此功能進行時，設計加裝間斷閃爍的燈泡做為提示，避免使用者遺忘此功能仍進行時所浪費的資源。

將上述原則與功能合併之後，再進一步思考未被選取的方案是否也可以進行合併，例如原則 15 中提示增加可變式機制，將系統拆散成獨立小組件，然後嘗試找出較佳的排列方式，原則 25 中提示系統設計應要能自行獨立運作。

導航功能最大的使用性問題，便是其為重要的需求功能之一，但欲執行此功能時無法快速找出其位置所在，停止功能時也出現使用者心智上的問題。經由上述各項提示與篩選所提供的解決方案，提出多增設一個按鍵作為專屬功能的介面，將導航的啟動與停止功能提出，並且具有提示運作中的閃爍裝置。如此便可以加快使用者操作的速度，也可以在製造精確度上得到滿足。

綜合改善兩項功能操作的方案後，改善示意如圖 4.4，包括中文輸入加上 QWERTY 式的觸控式鍵盤，以及導航功能的閃爍提示按鍵。



圖 4.4 改善示意圖

4.3 公理設計分析改善後操作介面

先前所提出的改善方案包括內建 QWERTY 鍵盤，以及導航鍵的增加，但改

變的兩部份是否達到改善使用性的目標，仍需透過公理設計的設計矩陣再次分析檢視。假設顧客屬性以及功能需求並沒有變動，比較 TRIZ 理論矛盾矩陣所做改善前後的差別，驗證此改善模式是否具有成效。

基於加入新的操作介面，使得公理設計的設計參數產生變化，再次以層級架構圖分析後如圖 4.5 所示，新增設計參數 QWERTY 鍵盤以 DPb 為代號，導航按鍵則以 DPc 表示，兩個按鍵都以短按作為觸發功能的設計。

加入兩個設計參數後，利用公理設計的設計矩陣分析使用性問題是否得到改善，如表 4.24 所示。改善前所分析的設計矩陣中，「中文輸入」功能會影響的設計參數包括游標鍵、確認鍵以及退出鍵，改善之後影響的按鍵則變為 QWERTY 鍵盤、確認鍵與退出鍵。而「導航」功能改善前的關聯按鍵包括游標鍵、確認鍵、退出鍵、目錄鍵以及標定鍵，改善後的關聯按鍵變為導航鍵以及標定鍵。

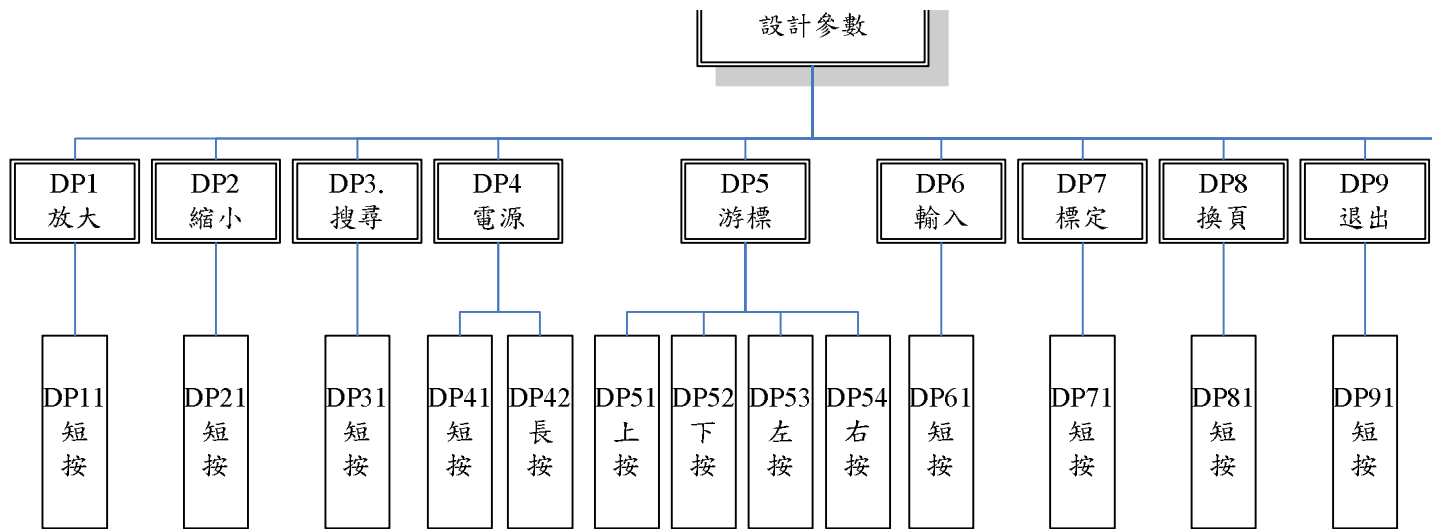


圖 4.5 改善後設計參數之層級架構圖

表 4.24 改善後之設計矩陣

		設計參數																	
		DP11	DP21	DP42	DP41	DP61	DP91	DP51	DP52	DP53	DP54	DP81	DP31	DPa1	DP31	DPb	DPc		
功能需求	調整地圖顯示	放大	X																
		縮小		X															
	電源	開			X														
		關			X														
	調整螢幕亮度	調亮				X													
		調暗				X													
	選擇功能	確認					X												
		退出						X											
		移動游標							X	X	X	X							
	切換主要介面											X							
	搜尋分類目標												X						
	呼叫子功能													X					
	標記目前位置	確認標定													X				
輸入中文						X	X									X			
導航														X			X		

由上表分析顯示，改善後的設計呈現對角的關聯形式，其它關聯則分佈在左下角的三角範圍之內，屬於退耦合設計，就公理設計的解釋，退耦合設計為可以接受的設計結果，因此在使用性問題上較改善前的使用性問題有降低的現象，也就是所做的改善對產品設計改善具有效益，為值得使用的方法。

第五章 結論

本章主要歸納研究個案所分析的結果，驗證先前設定的結合 TRIZ 理論以及公理設計的分析模式，是否達到產品改良的效果，並就研究過程之限制與不足處，提出未來研究方向。

5.1 研究發現

本研究將 TRIZ 理論中的矛盾矩陣加上公理設計的分析方法，結合成產品創新改善模式，作為研究架構，並以 Garmin GPSmap 60CSx 手持式衛星導航器作為個案研究分析改善產品程序，針對設定模型的思考模式予以討論。重要研究發現整理如下：

1. 利用公理設計的需求功能分析模式，將消費者對手持式導航器的使用需求建立層級，並以需求對應出產品應有的功能設計，進而找出介面的完整性。
2. 交互使用 TRIZ 理論的矛盾矩陣、39 項設計參數、40 項創新原則，以及公理設計的設計矩陣、層級分析，解決產品設計的使用性問題。首先以公理設計找出手持式衛星導航器的使用性問題，包括中文輸入的複雜程度太高，以及導航功能的使用選項不夠明顯。接著以 TRIZ 理論的創意思考的方式找出解決問題的方法為加裝兩個功能介面。最後再以公理設計檢視、分析加裝介面後的設計矩陣，矩陣顯示先前所發現的使用性問題得以解決，因此模式所做的分析結果具有成效。
3. 過去由於設計過程多為試誤法，易造成資源上的浪費。本研究所建立的創新改良設計產品步驟，經過驗證後，實為具有成效的設計模式，透過此一設計過程的指引，使得設計步驟更為具體化與系統化，可以作為設計者思考的方針。

5.2 研究限制

由於消費性電子產品的使用週期較短，使用者容易有汰舊換新的想法出現，因此產品設計之初便能規劃好設計缺失並予以改善，所做的產品後期設計變更也能予以減少，才是最好的方案。本研究所的改善模式可以視為相關產品的設計改善空間，對研發中的新產品給予有利的製造想法。

另外本研究主要以消費性電子產品為研究個案，所做的驗證與結果僅提供類似產品的設計方向，對於不同性質與種類的產品並沒有詳加分析，在適用性方面也許不能產生同樣的效果。

5.3 未來研究發展

就本研究限制及不足處，提出未來研究方向如下：

1. 本研究以消費性電子產品的做為研究個案，建議可以朝向非消費性電子產品的設計改善，就產品生命週期的不同，以及使用者使用目標不同予以討論。
2. TRIZ 理論所包含的創意思考工具非常廣泛，在改善的創意發想工具

可以多方面嘗試。過去學者曾經利用結合公理設計與 TRIZ 理論裡的工具包括質-場分析、物理矛盾、分割想法等等，以及本研究所使用的矛盾矩陣，驗證結果都發現具有一定的成效。但是 TRIZ 的工具依然有些仍未被討論，包括技術演進理論等。若能進一步加以分析，更能驗證此兩種理論的互補關係良好。

3. 40 原則所產生的創意思考解決方法因人而異，以本研究中文輸入法改善的方案來說，研究中所提出的建議是加入 QWERTY 介面的螢幕觸控式輸入法，但未來科技進步，也許會有更高的科技能以更理想的設計來取代，未來進行分析時，可以將同樣方案以不同的方法再次更新、再次討論，而進一步達到理想化的目標。
4. 未來建議可利用本研究所分析的個案，收集使用者對手持式衛星導航器的使用經驗與感想，以及其對改善後的滿意度資料收集分析，針對改善後的產品在實際操作上是否得到良好的操作成效，進一步做討論。

參考文獻

1. 何心宇，GPS 從戰場到民間的商機之戰，數位時代，2006 年 09 月號。
2. <http://www.2300.com.tw> 2300 科技投資網 2006/12/11
3. <http://www.holux.com.tw> 長天科技 2007/01/04
4. <http://college.itri.org.tw> 工業技術研究院 2007/01/28
5. Walter Eversheim 著，張淑惠、林崇偉譯，德國 AIM 創新管理，中國生產力中心，民 94。
6. 檀潤華，創新設計—TRIZ：發明問題解決理論，機械工業，民 91。
7. 邱翊豪，以 TRIZ 探討行動商務在技術演進的趨勢，逢甲大學工業工程所碩士論文，民 93。
8. 林美秀，運用 TRIZ 原理探討專利開發實例，中原大學機械工程學系碩士論文，民 93。
9. 林哲文，公理設計原則於消費者電子產品使用性問題確認之實證研究—以 MP3 播放機為例，台北科技大學工業工程與管理系碩士論文，民 92。
10. 張盛鴻、李榮貴，TOC 限制理論，中國生產力中心，民 94。
11. 高成發，GPS 測量，人民交通出版社，民 88。
12. 安守中，GPS 定位原理及應用，全華科技圖書股份有限公司，民 94。
13. 張瑞剛，GPS 衛星測量學，菁雲文化有限公司，民 89。
14. 施威銘，GPS 選購·導航·旅遊·應用快易通，旗標出版股份有限公司，民 94。
15. <http://www.garmin.com.tw/aboutGPS/index.html> GPS 教室 2006/12/11
16. <http://3w.gfec.com.tw/service/content/gps.htm> 全球衛星定位系統工作原理與市場概述 2006/12/11
17. 鄭權慶，馬可夫模型在衛星導航系統可用性分析之應用，台灣海洋大學通訊與導航工程學系碩士論文，2005。
18. 徐瑜卿，行動多媒體通訊產品使用者介面設計之研究，台灣科技大學設計研究所碩士論文，2006。
19. Ben Shneiderman 著，曾志軒譯，人機介面設計：有效的人機互動策略，民 94。
20. <http://www.ibt.com.tw> 台灣工業銀行 2006/11/09
21. 李誠偉，Garmin 衛星定位系統 台灣品牌驚奇鎖定全球，e 天下雜誌，2001 年 6 月號
22. <http://www.garmin.com.tw> 台灣國際航電 2007/02/01
23. Altshuller, G. & Shulyak L., “40 principles : TRIZ Key to Innovative”, Worcester, MA : *Technical Innovation Center*, 2002.
24. Conradie, I. & Consultores, I. & Chile, S., “TOC and TRIZ: Using a dual-methodological approach to solve a forest harvesting problem”, *The TRIZ Journal*, 2005.
25. Domb, E. & Kowalick, J., “How to Bring TRIZ into Your Organization”, *The TRIZ Journal*, 1997.
26. Kulak, O. & Kahraman, C., “Fuzzy multi-attribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process”, *Information Sciences*, Vol.170, 2005, pp.191-210.
27. Lee, K. W. & Ahn, Y. J., “Mutual Compensation of TRIZ and Axiomatic Design”, *The TRIZ Journal*, 2006.

28. Mann, D., "Axiomatic Design and TRIZ: Compatibilities and Contradictions", *The TRIZ Journal*, 1999.
29. Mann, D., "Physical Contradictions and Evaporation Clouds", *The TRIZ Journal*, 2000.
30. Mann, D., "Systematic Win-Win Problem Solving In A Business Environment", *The TRIZ Journal*, 2002.
31. Mann, D. & Stratton, R., "Systematic Innovation and the Underlying Principles behind TRIZ and TOC", *Journal of Materials Processing Technology*, Vol.139, pp.120-126, 2003.
32. Mann, D. & Ó Catháin, C., "Using TRIZ in Architecture: First Steps", *The TRIZ Journal*, 2005.
33. Moura, E. C., "TOC Trees Help TRIZ", *The TRIZ Journal*, 1999.
34. Rantanen, K. & Domb, E., "Simplified TRIZ: new problem-solving applications for engineers & manufacturing professionals", *CRC Press LLC*, 2002.
35. Rizzo, A. R., "Tools from the Theory of Constraints", *The TRIZ Journal*, 1997.
36. Terninko, J. & Zussman, A. & Zlotin, B., "Systematic innovation: an introduction to TRIZ", *St. Lucie Press*, 1998, pp.65-89.
37. Yang, P. L. & Zhu, J., "Strategy for Concurrent Product Design", *Mechanical Science and Technology*, Vol.19, No.3,2000.
38. Yang, K. & Zhang, H., "A Comparison of TRIZ and Axiomatic Design," , *The TRIZ Journal*, 2000.
39. Yang, K. & Zhang, H., "Compatiability Analysis and Case Studies Axiomatic Design and TRIZ", *The TRIZ Journal*, 2000
40. <http://www.axiomaticdesign.com> Axiomatic Design Solutions, Inc. 2006/12/11

明新科技大學 97 年度 研究計畫執行成果自評表

計畫類別： <input type="checkbox"/> 任務導向計畫 <input type="checkbox"/> 整合型計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 個人計畫 所屬院(部)： <input type="checkbox"/> 工學院 <input checked="" type="checkbox"/> 管理學院 <input type="checkbox"/> 服務學院 <input type="checkbox"/> 通識教育部 執行系別： 工業工程與管理系 計畫主持人：汪孝慈 職稱：副教授 計畫名稱：結合公理設計與萃思理論的產品設計方法 計畫編號：MUST-97-工管-07 計畫執行時間：97年1月1日至 97年9月30日							
計畫執行成效	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">教學方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 對於改進教學成果方面之具體成效： _____ 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： <u>碩士班研究生正繼續後續相關的研究</u> 3. 其他方面之具體成效： _____ _____ </td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">學術研究方面</td> <td style="padding: 5px;"> 1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否 計畫名稱： _____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/>已發表 <input checked="" type="checkbox"/>預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/>否 發表期刊(研討會)名稱： _____ 發表期刊(研討會)日期： ____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否 請說明衍生項目： _____ _____ </td> </tr> </table>	教學方面	1. 對於改進教學成果方面之具體成效： _____ 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： <u>碩士班研究生正繼續後續相關的研究</u> 3. 其他方面之具體成效： _____ _____	學術研究方面	1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 計畫名稱： _____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input checked="" type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱： _____ 發表期刊(研討會)日期： ____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 請說明衍生項目： _____ _____		
教學方面	1. 對於改進教學成果方面之具體成效： _____ 2. 對於提昇學生論文/專題研究能力之具體成效： <u>碩士班研究生正繼續後續相關的研究</u> 3. 其他方面之具體成效： _____ _____						
學術研究方面	1. 該計畫是否有衍生出其他計畫案 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 計畫名稱： _____ 2. 該計畫是否有產生論文並發表 <input type="checkbox"/> 已發表 <input checked="" type="checkbox"/> 預定投稿/審查中 <input type="checkbox"/> 否 發表期刊(研討會)名稱： _____ 發表期刊(研討會)日期： ____年__月__日 3. 該計畫是否有要衍生學合作案、專利、技術移轉 <input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 請說明衍生項目： _____ _____						
成果自評	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">計畫預期目標：</td> <td style="padding: 5px;"> 建立一創新改良設計產品的步驟模式，作為設計者思考時遵循的方針。 </td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">計畫執行結果：</td> <td style="padding: 5px;"> 除達成上述目標之外，亦衍生下列具體成效。 </td> </tr> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center; vertical-align: middle;">其它具體成效：</td> <td style="padding: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ┆ 分析產品使用可能發生的介面設計問題。 ┆ 解決由使用性造成的設計參數問題。 ┆ 確認消費者對手持式衛星導航設備的使用需求。 ┆ 解決使用性或便利性的設計參數之間產生的衝突。 </td> </tr> </table>	計畫預期目標：	建立一創新改良設計產品的步驟模式，作為設計者思考時遵循的方針。	計畫執行結果：	除達成上述目標之外，亦衍生下列具體成效。	其它具體成效：	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 分析產品使用可能發生的介面設計問題。 ┆ 解決由使用性造成的設計參數問題。 ┆ 確認消費者對手持式衛星導航設備的使用需求。 ┆ 解決使用性或便利性的設計參數之間產生的衝突。
計畫預期目標：	建立一創新改良設計產品的步驟模式，作為設計者思考時遵循的方針。						
計畫執行結果：	除達成上述目標之外，亦衍生下列具體成效。						
其它具體成效：	<ul style="list-style-type: none"> ┆ 分析產品使用可能發生的介面設計問題。 ┆ 解決由使用性造成的設計參數問題。 ┆ 確認消費者對手持式衛星導航設備的使用需求。 ┆ 解決使用性或便利性的設計參數之間產生的衝突。 						

(若不敷使用請另加附頁繕寫)