

私立東海大學
資訊工程與科學所

碩士論文

指導教授：張文貴

軟體專案需求的目標圖之客製化研究

**A study on Customization of Software Project
Requirements by the Goal Graph Approach**

研究生：蘇仕朋

中華民國九十五年七月

摘要

本研究主要在探討目標圖在需求規格產生流程中之應用。研究中我們以產生一個圖書館專案的客製化需求規格進行實例應用，分析及改善目標圖的可調整度，進而建構出客製化的需求規格。

我們提出一個可以提昇目標圖之可調整度品質因素的演算法，以增加目標圖的客製化，並展示提昇目標圖之可調整度演算法的實例應用。在提高目標圖的可調整度後，更進一步加入優先序和成本二種屬性值，並依客戶的角度考量的選擇因子，作為需求排程的參考依據，以達到需求規格客製化之目的。這些具有屬性值和相對應的權重值的目標圖可以在隨後的專案生命週期階段產生客製化的需求規格。

相較於類似的方法，我們提出的架構具有下列幾個優勢：可以更快的找出以及解決矛盾與衝突、將客戶的想法使用圖解法產生精練目標和從客戶的情境客製化專案需求規格。在本研究中我們將這個方法應用在產生一個客製化的圖書館專案之需求規格，並證明我們的方法不僅可行而且有效。

Abstract

This paper investigates the applicability of the goal graph to generate software requirements specifications in order to improve the modifiability and customization of the goal graph.

We propose an algorithm that optimizes the quality factor of modifiability for the goal graph to enhance the customization of the goal graph, followed a demonstration of its application. An empirical analysis of generating the customized requirements specification on a practical library project is also presented. In addition, including two additional attributes, priority-values and cost-values, we further build a screening criterion through the selection factors. Thus, the goal graph that is with the derived attribute values and their corresponding weights can generate a customized requirements specification to be developed in the subsequent phases in a project life cycle.

In comparison with the related approaches, the proposed framework provides several benefits, i.e., locating and resolving the conflicts quicker, being capable of generating derived goals, customizing project specification from the perspective of the customer scenario, etc. An empirical application of generating the customized requirements specification for a practical library project has demonstrated that the presented framework is not only feasible but also efficient.

Keyword : Requirements Elicitation, Goal-Oriented Analysis, Quality Metrics, Modifiability, Customization

謝 誌

感謝恩師 張文貴博士這兩年來給予學生在學業及待人處事上的悉心的教導，讓我在研究所的修業期間課業上有所增進，在工作及人際關係的上更能學會如何處事圓融與應對進退，使學生受益良多。師恩浩瀚，銘記於心，謹誌卷首，以表敬謝。

撰文期間，恩師不辭辛勞逐字斧正始克完成，並給予學生在論文寫作上諸多的指導與建議；而在完稿修正期間，國立暨南國際大學資訊工程學系 王有禮博士、國立台灣科技大學資訊管理系 黃世禎博士、東海大學資訊工程與科學系 周忠信博士、建國科技大學電子工程系 楊伏夷博士，於論文上的指導與協助，並惠賜寶貴意見，使本文內容更加嚴謹詳備，在此致上最誠摯的謝意。

在學期間，感謝朱自忠老師與鄭國揚老師在學業上之教導及啟發，以及我所有的同事及好朋友在我遇到挫折時給予鼓勵。感謝我的岳父、岳母給予我生活與精神上的協助與支持。

最後，要特別感謝我的賢慧的妻子瀛蘭，若沒有她幫我照顧好家庭、教養兒子愷翔及女兒右琪，還要在我發表論文時當我的聽眾，幫我校對文章，我絕對無法順利完成我的論文。謹以此論文獻給我最重要的家人與在東海的這段期間幫忙我的人，願與他們分享完稿之喜悅，也祝他們一切都能夠順利成功。

謹誌於

東海大學資訊工程與科學所

中華民國九十五年七月

目 錄

目 錄	IV
表目錄	VI
圖目錄	VII
第 1 章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 論文架構	5
1.3 研究目的	6
第 2 章 文獻探討	7
2.1 需求工程	7
2.2 目標導向需求分析	14
第 3 章 目標圖之建構流程	17
3.1 目標圖的結構	18
3.2 目標圖的建構流程	19
第 4 章 目標圖之品質分析	26
4.1 目標圖的案例探討	26
4.2 目標圖的品質因素與度量因子	32
第 5 章 提昇目標圖之可調整度	39
5.1 提昇目標圖結構之演算法	39
5.2 演算法之複雜度	41
5.3 演算法驗證	42
5.4 實例探討	45
第 6 章 需求規格之客製化	49
6.1 評估成本值	50
6.2 計算選擇因子	51
6.3 客製化的需求規格	52
第 7 章 本研究之優勢與相關方法之比較分析	55
7.1 本研究之助益	55

7.2 相關方法之比較分析.....	57
7.3 討論	58
第 8 章 結論與建議.....	59
參考文獻.....	61

表目錄

表 2-1 喜好度矩陣範例.....	22
表 6-1 由選擇因子權重調整後的目標.....	52
表 6-2 階段性最終目標的相互關係對照表.....	54
表 7-1 相關的方法的性能比較.....	57

圖目錄

圖 2-1 需求工程流程.....	9
圖 3-1 目標圖的結構.....	19
圖 3-2 目標圖的結構.....	20
圖 4-1 最初的目標圖.....	27
圖 4-2 解決矛盾與衝突後的目標圖.....	30
圖 4-3 選擇適用目標後的目標圖.....	31
圖 4-4 初步目標圖.....	32
圖 5-1 複製節點並重新配置導入線.....	40
圖 5-2 複雜度分析.....	42
圖 5-3 原始樹狀結構圖.....	42
圖 5-4 演算法第一次調整後的樹狀結構圖.....	43
圖 5-5 演算法第二次調整後的樹狀結構圖.....	44
圖 5-6 完全展開後的樹狀結構圖.....	44
圖 5-7 演算法第一次調整後的目標圖.....	46
圖 5-8 演算法第二次調整後的目標圖.....	47
圖 5-9 經過演算法調整後的目標圖.....	48

第1章 緒論

1.1 研究背景與動機

茲將研究背景與動機分別說明如下：

1.1.1 研究背景

當今，經濟和社會生活對軟體的依賴程度急遽增長，軟體需求日益複雜，一個軟體系統的成功與否在於它是否能達到所預期的功能要求，這也正是需求工程一直在討論的問題。因此在軟體工程知識領域中，相關的需求工程科學顯得更為重要。

需求工程包括需求萃取、簡單模型建立、分析模型建立、需求規格發展、稽核審查以及需求管理等階段工作。在需求工程之程序中，需求萃取階段是分析人員和客戶溝通協調最多的一個階段，而絕大部分客戶不懂得分析的方法，他們不知道如何全面而又準確地表達自己的需求，因此系統分析人員須掌握良好的溝通方法與技巧，恰當地啟發引導業者表達他們的需求，以便為需求規格的訂定，提供一個完整的基石。

1.1.2 動機

科技的發展及資訊的爆漲，使得傳統圖書館面臨空前的挑戰，現代化的圖書館必須利用現代化的資訊技術來改善運作的效率，開拓服務的範疇，以提升服務品質。近年來受到資訊科技的迅速發展及網路普及的衝擊，現代化圖書館經營也與百業同步進行了種種的營運改變，其中最顯重的改變就是圖書館導入自動化作業；將電腦運用於館

務作業，不但可節省人力、時間，還可以將資料做妥善的控制，增加擴大圖書館的服務項目。

基於圖書館本身的規模及任務不同、經費及系統管理人員之專業或支援能力不足，以及沒有「發展背景」來「試驗」新技術等因素，目前國內大學圖書館大多採引進套裝系統方式來建置自己的自動化系統。圖書館在建構自動化系統後為達到「讀者可方便且充份利用圖書館資源」、「發揮圖書館功能及服務」、「高效率之圖書館管理」等目的，需要對現有的系統進行部份功能的修改或提昇，來滿足讀者的資訊需求。由於圖書館館員通常都沒有資訊專業的背景，所以圖書館軟體專案的需求規格的訂定，大多仰賴廠商幫忙，然而往往會因為專案廠商對圖書館的專業領域不了解，或館員對需求的描述的不清楚，而無法訂出正確的需求規格。為了提高客戶的滿意度，發展者在與客戶討論軟體的需求規格時同時，能具有較高的可調整度(Modifiability)和客製化(Customization)，因此我們提出一個需求萃取流程和可以提高需求規格的可調整性和符合客製化。

本研究中，我們藉由目標導向需求分析方法(Goal-Oriented Requirement Analysis, GORA) [Dardenne, 1993; Anton and Potts, 1998]所建構的目標圖(goal graph)進行探討，並更有系統的使用目標導向方法，將之廣泛的應用在需求規格產生流程，來支持需求萃取工作。我們將在下面的章節中討論相關的研究，並提出我們使用加入屬性之目標導向分析方法的結構和流程。首先我們介紹三種屬性值作為在目標分解或精練中，解決目標矛盾與衝突的參考依據。這個方法的好處是能快速找出並解決矛盾與衝突，而且將客戶的想法使用圖解法產生精

練目標和專案規格。為了提高客戶的滿意度，我們同時也會希望需求規格具有較高的品質，因此我們參考 Davis[Davis, 1993]和 IEEE std-830[IEEE Computer Society, 1998]的需求規格品質之度量方法，探討使用需求規格的品質。為了提高需求規格的可調整度，我們提出一個用以提昇目標圖可調整度的演算法，更進一步建立了一個需求目標的選擇因子(Screen Factor)，作為在訂定需求規格時階段性的選擇指標，以供需求規格篩選改善或修訂之參考，更藉此達到需求規格的客製化。而目標圖中具有具體可行的操作描述的目標，亦可做為軟體初步設計的輸入及將來在測試階段與產品驗收時，進行測試與驗收的項目之依據。在本研究中我們將這個方法應用在產生一個客製化的圖書館專案的需求規格，並證明我們的方法不僅可行而且有效。

1.1.3 名詞定義

茲將本研究中有關目標圖中之特殊名詞事先定義，列述如下，並加以摘要說明，以利閱讀：

- 主要目標(Primary Goal)：被選擇進行分解或精練的目標稱為主要目標。
- 次要目標(Sub Goal)：經過分解或精練得到的目標稱為次要目標。
- 初始目標(Initial Goal)：最先放置在目標圖之根節點(root node)上的目標，是分析人員根據相關利害關係人最初的需求定出的目標，我們稱為初始目標。
- 精練目標(Refined Goal)：從初始目標逐步分解或精練產生的目標。

- 初步目標(Preliminary Goal)：具有具體的操作描述且達足夠設計和執行一個預期之軟體系統程度的目標，即是我們要用來做為需求規格的目標。
- 最終目標(Final Goal)：我們將初步目標依選擇因子由大到小排列，最後得到這些目標的先後順序可做為需求規格優先順序的參考，而這些具有優先序的階段性目標，我們稱它為最終目標。

1.2 論文架構

本論文共有八章，第一章說明研究背景與動機；第二章為相關的文獻探討，介紹國內外學術界需求工程相關領域之研究和標準、需求萃取與分析相關技術與目標圖在目標導向需求分析中的應用；第三章介紹我們所提出的目標圖結構與建構流程；第四章以使用目標圖建構流程應用在發展圖書館「借書逾期通知系統」的軟體專案，進行目標圖的應用案例探討和目標圖的品質分析；第五章我們提出一個可以提昇目標圖之可調整度品質因素(Quality Factors)的演算法，用一個簡單的例子來證明這個演算法是有效且可行。並展示提昇目標圖之可調整度演算法在第三章所提之圖書館軟體專案的實例應用。第六章則討論需求規格之客製化，由第 5 章提出的演算法，將目標圖之可調整度提昇後，進一步評估目標的成本屬性，再利用四個屬性值的權重計算出選擇因子，來決定軟體建構的需求優先序，最後得到客製化需求規格；第七章接著提出本研究的優點與並與相關方法進行比較分析；最後第八章則為本研究的結論與建議。

1.3 研究目的

本研究的研究目的，希望透過研究目標導向需求分析的方法，預期完成如下之研究目標：

1. 建立完整之需求萃取的流程，以便快速找出和解決矛盾與衝突，並且將客戶的想法使用圖解法產生精練目標和專案規格。
2. 探討使用需求規格的品質，並且提出一個可以提昇目標圖可調整度的演算法，提高需求規格的可調整度，使未來需求有所變動時可以更容易的修改需求規格
3. 提供客製化的需求規格，使客戶對系統有信心，提高客戶滿意度。

第2章 文獻探討

本章就本研究範圍相關的理論與技術介紹如下。

2.1 需求工程

軟體專案的系統需求在專案開始通常都不明確且不完整，造成專案開發設計之困擾，甚至影響系統驗收工作的進行，致使軟體工程領域越來越重視需求工程。良好的需求工程對於降低軟體開發成本、保障需求的品質，以及產品的成功與否至關重要。

2004年6月美國IEEE協會和ACM的聯合網站公佈，軟體工程知識領域(Software Engineering Body Of Knowledge, SWEBOK)，把軟體工程分解為10個知識領域(Knowledge Area)，在指引手冊中也特別用一個章節來討論軟體需求的知識領域[Bourque, et al. 2004]，其中軟體需求的知識領域包含軟體需求的萃取，分析，規格和確認。

在軟體工程學會發表的CMMI-SE/SW/IPPD/SS version 1.1中把改善軟體發展流程的模式分成5級能力成熟度，提供系統/軟體發展機構持續改善軟體發展與管理能力，增進軟體生產力與品質，並提高競爭能力。CMMI將流程領域分為「流程管理、專案管理、工程、支援」四類，其中需求管理流程領域屬於能力成熟度第二級，而需求發展流程領域則屬於能力成熟度第三級[Ahern, et al., 2003]。

國際標準組織(International Standard Organization, ISO)與國際電子技術委員會(International Electrotechnical Commission, IEC)所發表之ISO/IEC 12207國際標準中[ISO, 1995]規定了資訊系統生命週期應有的作業規範，其主要軟體生命週期程序內含籌獲、供應、開發、操作、

維護五個程序，其中籌獲作業包括籌獲者所有的活動與工作，以需要獲得系統、軟體產品或軟體服務的定義開始，接著徵求計畫書的準備與發行、供應者的選擇、籌獲作業的管理，一直到系統、軟體產品或軟體服務之接收。

ISO/IEC 的第一聯合技術委員會的第七副委員會(Joint Technical Committee 1/Sub-Committee 7, JTC1/SC7) 提出了一個大家所完全認同的決議，創立一個新的工作團隊來發展 ISO/IEC 15504 軟體作業評估的國際標準，其功用即在評定自身能力、改善現有的軟體發展作業與評定軟體供應者能力。ISO/IEC 15504 作業與作業能力參考模式架構乃是由兩個維度所組成：

1. 作業維度，乃是由作業中一些不可或缺與可度量的目標所描繪而成，而其作業的預期結果指出它的成功完成度。
2. 作業能力維度，乃是由一系列的作業屬性描繪而成，可適用於任何作業，且呈現了管理一個作業與改進自身實行能力的特徵需求。

作業維度共分為五類，分別為客戶供應者作業類別(The customer-supplier process category, CUS)、工程作業類別(The engineering process category, ENG)、供應作業類別(The support process category, SUP)、管理作業類別(The management process category, MAN)、組織作業類別(The organization process category, ORG)五種。

工程作業類別包含了系統需求及設計的開發、軟體需求的開發、軟體設計的開發、軟體設計的實作、軟體整合和測試、系統整合和測

試、系統及軟體維護等。這些作業必須要能正確獲得客戶的需求，並且將其正確地對應至所設計出來的軟體元件，接著進行軟體的實作、整合、測試，並且進行後續的維護[朱慧德與賴良益, 2001]。

需求工程的主要目的是在明確定義準備籌建的專案系統之需求規格，其工作流程如圖 2- 1所示，通常是先進行可行性分析(Feasibility Analysis)，若決定要發展，即進入需求萃取與分析(Requirements Elicitation & Analysis) 及需求規格化(Requirements Specification)；前者主要在產生系統組件與外在環境間關係的系統模式，而後者欲產生客戶能夠看得懂的需求規格。最後，需求工程的流程則要再經需求確認(Requirements Validation)後，工作才算告一段落[張文貴等, 2003]。

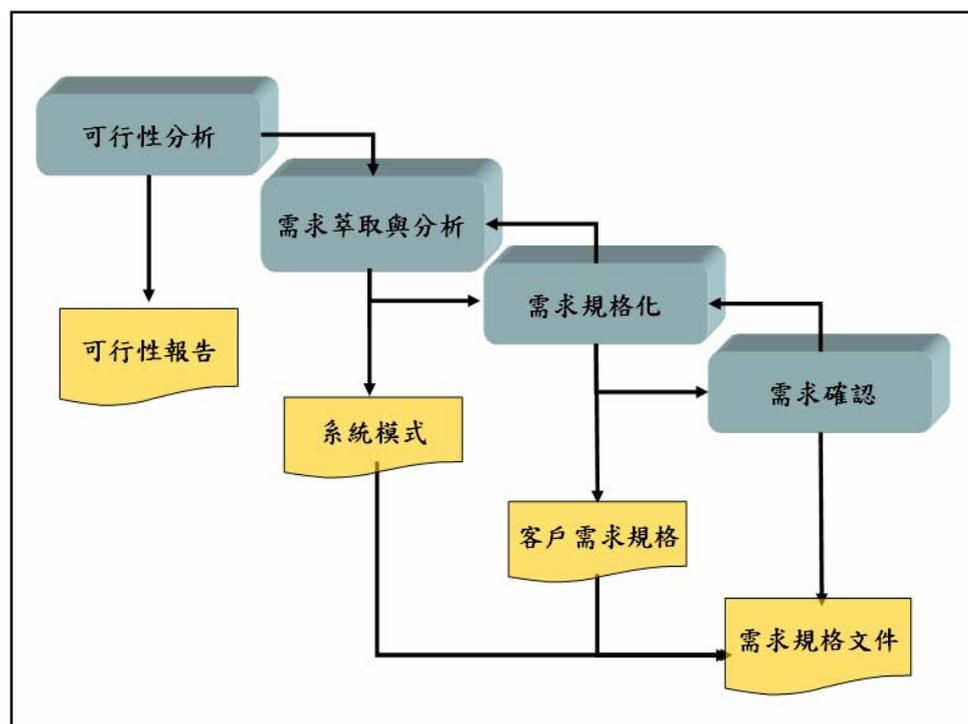


圖 2- 1 需求工程流程

2.1.1 需求萃取與分析

需求萃取與分析始自領域瞭解(Domain Understanding)，進而蒐集需求(Requirements Collection)、需求分類(Requirements Classification)、衝突解析(Conflict Resolution)、優先序安排(Priority Requirements)，最後終止於需求檢視(Requirements Checking)，它是一種重複式不斷改善的流程，而且是一件相當困難的工作，因為它牽涉到許多不同背景的客户及專業人員。

需求萃取與需求分析有時稱為需求萃取或需求發掘，需要利用客户全體同仁的技術工作來找出相關的應用領域，系統應該提供的服務和系統的操作概念，使用者、管理者、維護工程師、領域專家、工會等統稱為相關利害關係人，他們對系統需求可能有直接或間接的影響。

需求萃取與需求分析可能遭遇的問題如下：

1. 相關利害關係人不知道他們實際要的是什麼。
2. 相關利害關係人只陳述他們所負責的部份。
3. 不同的相關利害關係人可能有需求上的矛盾。
4. 組織和政治因素可能影響系統需求，管理者要增加他們在組織中的影響力。
5. 在分析過程中需求的改變，或新的相關利害關係人出現和企業環境可能的改變。

需求萃取與分析是一連串的处理過程，處理的精神在於找出使用者的需求，經過淬煉，將需求(資料的、功能的以及行為的需求)模式化，最後產出一份需求規格。在過程中，系統開發者扮演的角色，是利用高度的溝通技巧，利用各種不同的詢問角度(肯定句、疑問句或不斷地

重覆)，將可能被誤解或是模糊不清的訊息一一加以澄清[楊清萍, 1999]。

由以上對需求萃取與分析的定義，衍生出軟體需求萃取與分析的流程，分別為問題的認知及評估、建立分析模型及建構雛型、發展需求規格。

問題的認知：一般需求範圍的產生是來自於專案計畫中所定義的系統規格，系統開發人員(即系統分析師)必須對專案計畫有充分的了解，為促成系統分析師與使用者之間對系統開發基本問題能達成共識，可以透過召開專案計畫會議，邀請系統影響所及的相關人員及主管參與，針對系統的目標與效益，以及系統分析師對專案所提出可能的解決方案，充分討論及協調，並且了解每個人在專案進行中所扮演的角色，以凝聚雙方對專案成功的共識。

問題的評估：系統分析師在這部分的工作著重於必須清楚地定義所有可觀察到的資料主體，評估資訊的流向及資訊的內容，定義及演化出應有的系統功能，了解系統如何因外來事件的觸發而有的正常回應，進而建立系統之間的介面，並藉此發掘一些未來系統設計的限制。同時在評估現有的問題及必須的輸入及輸出的訊息，系統分析師也在整理這些相關的資料過程中，慢慢釐訂出未來被建置的系統應具備之功能架構。

建立分析模型：模式化主要在描述使用者需要些什麼，當系統完成時能驗證這些需求是否被滿足。系統分析師透過一些系統化的方法，創造出能被系統設計人員充分了解的相關資料流向、控制流向、

功能處理、系統行為運作及資料內容的模式，利用這些模式產生之軟體需求規格，做為進一步系統設計的基礎。

發展需求規格：系統分析師將需求以一種能被成功建置的方式展現給系統開發人員及使用者，透過需求規格的產生，將系統分析師對使用者需求的認知轉化成可閱讀及可被了解的文件，作為雙方對談及後續開發的基礎，需求規格的可讀性與系統分析師的文件表達能力成強烈的正相關。

需求規格的審查：應由系統分析師及使用者一起進行需求規格的審查，從宏觀及微觀的角度來檢視規格書的內容。從宏觀的角度應確認規格的完整性，一致性及正確性。從微觀的角度則應審視規格書中的用字遣詞，是否存在著尚未發現的潛在問題。一旦審查完成，規格書即被雙方簽名確認，雖不排除在規格被確認後仍有需求變更的可能，但須讓使用者了解，每一需求的變更形同軟體範圍的擴張，且將導致專案時程的延長及成本的增加，其所帶來的影響將是難以預估。在需求規格確認後，系統開發人員則依據此規格書進行後續系統設計的工作。

2.1.2 萃取技術

在需求工程領域的文獻研究中，已經發展許多可用的需求萃取技術，萃取技術的選擇可以視需求工程對於有效的時間和資源，還有需要萃取的資訊種類而定。萃取技術區分成下列幾類：[Nuseibeh and Easterbrook, 2000]

1. 傳統技術(Traditional techniques)

含蓋廣泛的資料及收集分類技術，包含問卷調查、訪談和現有文件分析例如組織結構圖、流程模組標準和現有系統的使用手冊或其他手冊資料。傳統萃取技術是透過查閱文件、實地觀察(Observation)、訪談(交談或詢問)、問卷、簡單隨機抽樣(分層、便利、判斷)及開會討論的方式進行需求萃取。

2. 群體萃取技術(Group elicitation techniques)

此技術乃是以一些小組互動的技術來從事需求分析，包括集體研討和重點分組，像是聯合/快速應用發展(JAD&RAD)會議(由一個公正的單位開會討論建立共識)。

3. 雛型(Prototyping)

使用於當需求有大量不確定因素時之萃取或需要提早回饋相關利害關係人的需求，雛型也可很容易結合其他的萃取技術，例如使用雛型在群體萃取技術，另配合問卷調查並於溝通協調中引發討論。

4. 模型導向技術(Model-driven techniques)

提供一個收集特定形態資訊的模型，並使用這個模型進行萃取的流程，如目標導向需求分析和劇本分析(Scenario Analysis)[Rolland, 1998; Sutcliffe, 1998; 潘健一, 1998; Leite, 2000]等。

需求工程提供了很多有用的萃取技術，但也需要他們在使用上的指引，而萃取方法則是提供一個方式來實現這樣的指引。每一個方法都有它們自己的優缺點，和通常最合適使用的特殊應用領域。當然，在某些情況下可能不一定需要一個成熟的方法，反而是需要選擇簡單

且適當的需求工程技術，或手中最合適的萃取流程技術。

2.2 目標導向需求分析

2.2.1 目標導向分析

需求的萃取與分析對所有的軟體系統都是十分重要的步驟，而如何處理需求本身的不明確性與需求間之衝突，一直都是需求工程中一個重要的研究。學者 Balzer 等就曾強調，非正規的需求在軟體設計的過程中是無法避免的[Balzer, 1979]；Borgida 等也進一步的指出一個好的軟體分析方法，必須要有能力處理需求中的不明確性與需求之間的衝突[Borgida, 1985]。儘管如此，目前的軟體分析方法並沒有辦法妥善的處理此一問題。傳統的正規方法論，必須將不明確的需求轉換成精確的描述句才能處理，但此一方法卻會造成對需求描述的失真；而目標導向的方法則可以用來解決此問題。目標可以幫助發展者表達系統使用者的企圖，需求之間的衝突來自於使用者對系統有不同的目的。學者 Robinson 也提出類似的看法，他認為衝突的需求應該在『目標』這個階層考慮[Robinson, 1998]。因此目標導向的精神在於它強調系統設計的原因，藉此提供一個審視軟體系統設計的依據[薛念林, 1998]。

目標導向需求分析發展於 90 年早期，最早使用大量目標論需求的模型化語言，在需求工程中所扮演的角色是從需求萃取、選擇的探索(Exploration of alternatives)協助找出完整的需求，作為需求前導追溯(Requirements Pre-traceability)，衝突的發現和解決到與客戶進行協商發展和變更軟體產品的需求規格文件。目前已有充足可用的支援工具，並且也已經有一些在業界運用的研究案例，大致來說，目標導向分析法可分為資訊目標結構模組和正規化的定義每一實體的邏輯關係兩個

部分，以目標的詳細描述為主，定義一組最初的高階目標和一組最初有能力的代理人和活動。

許多學者如 Mylopoulos[Mylopoulos, et al. 1999]、Lamsweerde [Van Lamsweerde, 2001]、Oshiro[Oshiro, et al. 2003]和 Yu[Yu, 1994]等都曾提出各種探討目標導向分析的方法，用以支援需求萃取的工作，把客戶的需求進行分解和精練成目標，然後用目標圖來幫助分析人員辨識矛盾和分析需求改變的影響。依目前的目標導向需求分析發展的流程而言是反覆進行下列步驟：

1. 使用 AND/OR 分解精練目標。
2. 找出目標的障礙和目標間的衝突。
3. 將目標分派給特定的代理人。
4. 精練及正規化定義目標的對象和活動。

2.2.2 目標圖

在需求工程中，常用目標來描述和分析客戶的需求，並用圖形結構呈現目標之間的關係，這些由目標所構成的圖形稱為目標圖。目標圖可以支援需求萃取的工作，分解和精練客戶的需求，更可以幫助分析人員找出需求的衝突或不一致，進一步找出解決方案。

目標使用在不同的需求工程的活動中實現不同的目的，有些需求工程是以目標為主要的架構，在某些地方目標扮演的是支援的角色。研究者在他們各自的架構中證明目標的重要和效用，也嘗試由需求工程中不同的領域中，了解和澄清目標的角色[Yu and Mylopoulos, 1998]。例如，Dardenne 使用目標作為需求獲得的核心觀念

[Dardenne93]。Anton 也使用目標來作為在發展需求規格的主要的引導概念[Anton, 1997]。Yu 則使用重覆的詢問「為何」,「如何」和「否則」等問題來界定目標 [Yu, 1994] , 足見目標的概念已逐漸的應用在現代的需求工程方法和技術上。

目標通常用以描述在某一特定的環境下, 軟體經由各種活動的組合, 系統必須達到的目的, 並且使用圖形化標記法(graphical notation)的方式描述, 我們把這些用目標所構成的圖形稱為目標圖。目標圖是由節點和有向線(Directed edge)構成的樹狀結構, 樹的根節點為客戶最初的需求, 葉子表示為達到最初的目標必需執行的活動, 中間的節點表示最初的需求經過逐步分解或精練的過程。

目標圖可以支援需求萃取的工作, 把客戶的需求進行分解和精練成目標, 更可以幫助分析人員解決需求的衝突或不一致, 找出解決方案[Dardenne, 1993; Anton and Potts, 1998, Gross and Yu, 2001]。

第3章 目標圖之建構流程

為了幫助分析人員辨識矛盾和分析需求改變的影響，並提供量化分析技術，因此 Kaiya 等人提出具有屬性值的目標導向需求萃取分析的方法 (Attributed Goal-Oriented Requirement Analysis, AGORA)[Kaiya, et al. 2002; Oshiro, et al. 2003; Shinbara, et al. 2004; 張文貴與蘇仕朋, 2005]，事實上 AGORA 是目標導向需求分析方法的延伸版本，它和其他目標導向方法一樣，是使用目標圖建構而成。在目標圖中加入貢獻度和喜好度矩陣兩個屬性值以協助需求分析的進行、發現和解決衝突、與客戶對產品的發展和變更協商、建立需求規格。

這些屬性值可幫助分析人員從很多的目標中選出一個目標，並從目標的關係中找出並解決他們的矛盾和衝突，再加以分析需求改變的衝擊，而且這些在目標圖的值和結構特性，以便讓分析人員便於評估需求規格的品質。像是正確性、清楚度、完整性等，這些評估出來的品質因素，可提供未來目標的改良或修訂時之參考。AGORA 方法的流程如下：

1. 以客戶最初的構想或需求為初始目標放置在目標圖的根節點上。
2. 把需要分解或精練的目標，以由上而下(Top-down)的方式逐步分解和精練，並在連接目標間的邊線(edge)標示其邏輯關係，並加入貢獻度和喜好度矩陣等屬性質。
3. 進一步從已分解的目標進行篩選，找出需要再分解或精練的目標。
4. 依據屬性值找出並解決目標間的矛盾。

一個好的軟體系統除需滿足既定的需求外，亦應具備適度的彈性，以便因應未來可能變化的需求。IEEE std-830 中定義一個好的需求規格必須具備可調整度。上述的目標導向分析方法並未提及如何提高需求規格的調整度，進而建構出客製化的需求規格。為解決這些問題，在本研究中，我們使用一個實際的應用案例進行個案研究，探討目標導向分析方法所產生的需求規格之品質因素，提出一個可以提昇目標圖之調整度品質因素的演算法，以增加未來客製化需求的適應性。更進一步在目標圖中加入屬性值及計算選擇因子，以製訂出符合客製化的需求規格。

3.1 目標圖的結構

為了延伸AGORA目標圖的實用性我們針對AGORA方法的貢獻度和喜好度屬性值標示進行研究，並增加了優先序和成本值兩種屬性，如圖 3- 1結構圖所示。我們將主要目標分解和精練成次要目標，目標之間的關係可使用AND/OR兩種形式的邏輯組合表示。

這些屬性值可幫助分析人員從很多的目標中選出一個較為合適的目標，並依據在目標周圍的貢獻度、喜好度矩陣和優先序等屬性值，來找出並解決他們的衝突，優先序用於協助解決發生在兩個目標之間的衝突，依照目標相對的優先序解決衝突，具最高優先序的衝突必須先解決。也就是說較高的優先序應該被明顯的受到優待，在兩個目標之間的衝突，較高的優先序，它最有可能被保留或在協商中用來做為取捨的依據，這種策略選擇可用來幫助分析人員來改善目標結構，再由以上三種屬性值和成本值計算出選擇因子。

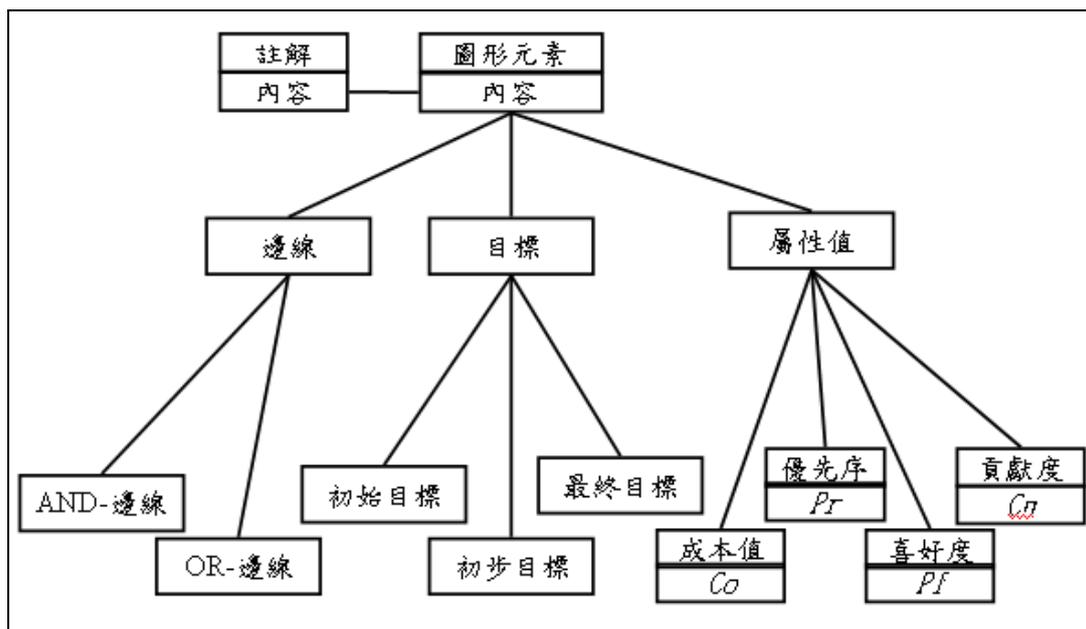


圖 3- 1 目標圖的結構

3.2 目標圖的建構流程

使用目標導向分析方法建構目標圖的流程，因為整個活動是屬於反覆、漸進及增量的方式，由最初客戶模糊的概念，反覆的討論，逐漸形成共識，找出符合期望的需求規格，所以我們使用如圖 3- 2 所示，由Boehm 所提出的螺旋開發流程模組，表示其流程將依它的需要性而重覆進行[Boehm, 1988]。

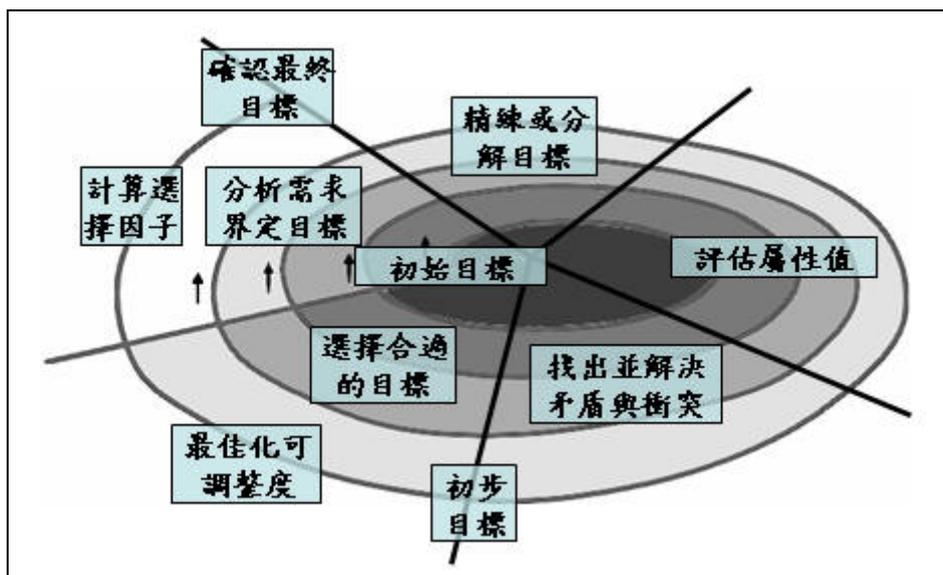


圖 3-2 目標圖的結構

3.2.1 建立初始目標

分析人員召集所有的相關利害關係人，針對須要完成主要目標所提出的概念或想法進行討論，提出可能的想法或概念。根據相關利害關係人根據這些概念或想法，確認出可達成概念或想法的目標。分析人員把根據相關利害關係人最初需求所定出的目標放置在目標圖的根節點上，這些目標我們稱為初始目標

3.2.2 分析需求界定目標

分析人員在目標圖的建構討論過程中，須要與所有的相關利害關係人面對面的會議討論，提出所有為了達到或滿足目標所需的想法或概念。尤其是關鍵人員的專業知識和他們的參與，對於提高萃取到需求的品質是很重要的條件，所有的相關利害關係人在整個流程步驟中都要面對面的參與開會討論。

我們將 Oshiro 等人所提的集體討論，和 KJ 方法的概念產生的方法 [Brainstorming and KJ Method, 1993] 結合目標導向的分析，這樣的實施方式在需求萃取的活動中，可以藉由他們的專業知識來協助萃取活動的進行 [Oshiro, et al. 2003]。

每個人都針對所選擇的目標想出任何和這個目標有關的事情，並形成具體的想法，在紙上寫下他們的想法，讓所有的成員都能閱讀並了解這些想法。

分析人員與相關利害關係人把提出的想法或活動，在經過相關利害關係人頻繁的討論，最後會找出並解決他們之間的誤解或歧見，俟獲得大家一致認同的想法後，將這些想法界定為目標，由上述的討論方式定出的目標，可以具有較高的品質。因此，我們的方法可以較有效的協助目標分解和精煉。

3.2.3 精煉或分解目標

接下來是目標圖建構最重要的步驟，就是將上一步驟中界定的目標，用指向性邊線把次要目標連接至它的主要目標，一個主要目標可以有一個以上的次要目標，而且這些次要目標可使用下面兩種形式的邏輯組合。

- AND邏輯：必須要所有的次要目標實現，才能達成或滿足主要目標。
- OR邏輯：只要有其中一個次要目標實現，就可達成主要目標。

3.2.4 評估屬性值

在分解目標後，分析人員在目標和邊線加入屬性值(C_n , P_f , P_r)和註解，首先在目標圖中我們以 C_n 來表示貢獻度，標示在邊線上，用來描述次要目標連接至主要目標的貢獻度，並且用整數-10 到 10 來表示次要目標對完成它的主要目標的貢獻度，負數則表示次要目標阻礙主要目標的程度。在 AND 邏輯的每一邊線貢獻度都必須相同，因為只有完整的一組邊線的次要目標完成，才能完成主要目標，因此我們指定這兩個目標必須有相同的貢獻度，而 OR 邏輯的每一個邊線可以有不同的值。

表 2- 1 喜好度矩陣範例

評估

	C	A	D	
評	C	9, -6,	0	C=客戶
估	A	3, 10,	-10	A=管理者
者	D	3, 10,	8	D=發展者

接著我們以 P_f 來表示喜好度矩陣，標示在節點上，也使用-10 到 10 來表示每一個相關利害關係人對目標的喜好度，或滿足他們需求的程度。每一個相關利害關係人並不只估計他自己的喜好度，也要估計其他相關利害關係人的喜好度，因此形成目標的喜好度矩陣的格式描述，表 2- 1 為喜好度矩陣的舉例，在需求萃取階段，本案例假設有三個相關利害關係人：客戶 Customer (C)、管理者 Administrator (A) 和發展者 developer(D)，他們各自估計他們自己對目標的喜好度矩陣中對角線元素的每一個值顯示相關利害關係人估計自己的喜好度。

在目標圖中喜好度矩陣可以協助找出下列兩種相關利害關係人之間的需求落差(Gap)。一是相關利害關係人對目標發生不同的解釋，另一個是各個相關利害關係人對目標喜好度的評估值不一致。從各個相關利害關係人對喜好度不同的評估值，可以協助我們判斷他們是否對目標所有誤解或意見分歧[Shinbara, et al., 2004]。誤解是由於每個人的專業知識背景不同，有時會不了解或誤解其他人的對需求的說明或描述所造成。而意見分歧則可能是因為客戶要求產品要有高性能和許多功能但價格低，發展者喜歡發展成本、低價格高的產品，這些因素會使他們對目標的喜好度出現不同的評估值。

目標圖中的優先序標示在節點上，以 Pr 表示各個目標間相互比較後的優先或重要程度，用整數 0 到 10 來表示它的範圍；10 代表最高優先序，通常與安全性有關的目標，具有最高的優先序，優先序可以提供分析人員和相關利害關係人在討論協商過程中，做為選擇策略更明確的指導方針。在標示上述幾個屬性值的同時，也可在節點和邊線上標示註解，用以描述為什麼分析人員把目標分解成次要目標的原因，及為什麼他要選擇用 OR 或 AND 邏輯，或是為什麼要在邊線或節點加入屬性值等，它對於維護目標圖是非常有用的。

3.2.5 找出並解決矛盾與衝突

在目標圖的結構中，我們歸納出目標圖可能有兩種形態的矛盾與衝突，一種是目標之間的矛盾與衝突，如果貢獻度出現負值，經由邊線連接的兩個目標可能會有矛盾或衝突。另一種是相關利害關係人之間對目標的矛盾與衝突，目標的喜好度矩陣中，當出現對角線上的值有比較大的變異量或偏離它們的平均值太多時即表示相關利害關係人

對這個目標有所誤解或是意見出現分歧不一致。

當目標圖中有出現如上的矛盾與衝突，而且分析人員不得不選用它時，此時就須要考慮更進一步把它分解成幾個次要目標，如此他就可找到貢獻度較大的次要目標。

3.2.6 選擇適用的目標

如果主要目標是 OR 邏輯，則至少要有一個次要目標可達成主要目標，其貢獻度和喜好度可協助分析人員選擇合適的次要目標。基本上，如果一個次要目標連接的邊線有較高的貢獻度，其可被選擇來做為它的主要目標的繼承者，這是因為一個邊線的貢獻度，可用來表示連接此次要目標的邊線，對於達成主要目標很有幫助。但若是兩個次要目標的貢獻度一樣時，較高的優先序也可以協助目標的選擇，喜好度也可幫助分析人員來選擇目標，系統對需求規格的敘述是以客戶為主，客戶的喜好度在選擇合適的目標是一個很好的指標，我們也將這些屬性值做為未來選擇因子的度量指標。

3.2.7 界定初步目標

以上幾個步驟是一直反覆且漸進的進行，當被分解的目標到達具體且足夠來設計和執行一個預期的軟體系統的程度時，分析人員可能已經完成他的分析階段，而具體的指導方針就是目標由操作敘述組成。我們把這些目標定為初步目標，即是我們未要用來做為需求規格的目標。

3.2.8 計算選擇因子

在找出初步目標後我們進一步評估每一個初步目標的成本。我們以 C_o 來表示成本值，代表要採用初步目標做為需求規格時，預估該目標在開發過程所需提供的資源、花費的時間及人力成本。

當分析人員找出貢獻度、喜好度、優先序和成本值四種屬性值後，即可以依照這些屬性值做為和相關利害關係人討論最終目標的選擇依據，由分析者和相關人員決定每一個屬性值的權重值。我們利用四種屬性來計算選擇因子 SF ，並定義選擇因子計算公式如下：

$$SF = \left(\frac{Pr}{10} \times W_{Pr}\right) + \left(\frac{Cn}{10} \times W_{Cn}\right) + \left(\frac{Pf}{10} \times W_{Pf}\right) + \left(\frac{(10-C_o)}{10} \times W_{C_o}\right) \dots\dots\dots (3-1)$$

3.2.9 確認最終目標

初步目標依選擇因子屬性值由大到小排列，最後得到這些目標的先後順序可做為需求規格優先順序的參考，如要採用的目標須要較高的軟硬體開發經費，分析人員必須與相關利害關係人進行協商，討論選擇使用或捨棄這個目標，如果要選用這個目標，則需討論延長開發期限及增加開發費用，在經過確認後，分析人員即可把這些最終目標拿來做為需求規格。

第4章 目標圖之品質分析

4.1 目標圖的案例探討

在本節中，我們以發展一個圖書館的「借書逾期通知系統」，進行探討我們所提出的目標圖建構流程的實例應用及目標圖的品質度量。

圖書館為了提高讀者的還書率，希望在圖書館自動化系統中增加一個更即時的自動化的逾期通知子系統，來取代傳統的書面通知。廠商開發此一子系統時，為了要訂出這個子系統的需求規格，使用目標導向需求分析方法建立目標圖，以作為系統開發的需求規格。

4.1.1 建立初始目標

分析人員與館員為了實現上述的系統，列出所有可能的概念或想法，再經過面對面的開會討論，最後決定以「讀者可透過手機簡訊收到通知」、「讀者可透過 email 收到通知」和「還書率改善程度」為初始目標，並將這三個目標置於目標圖的根節點上。

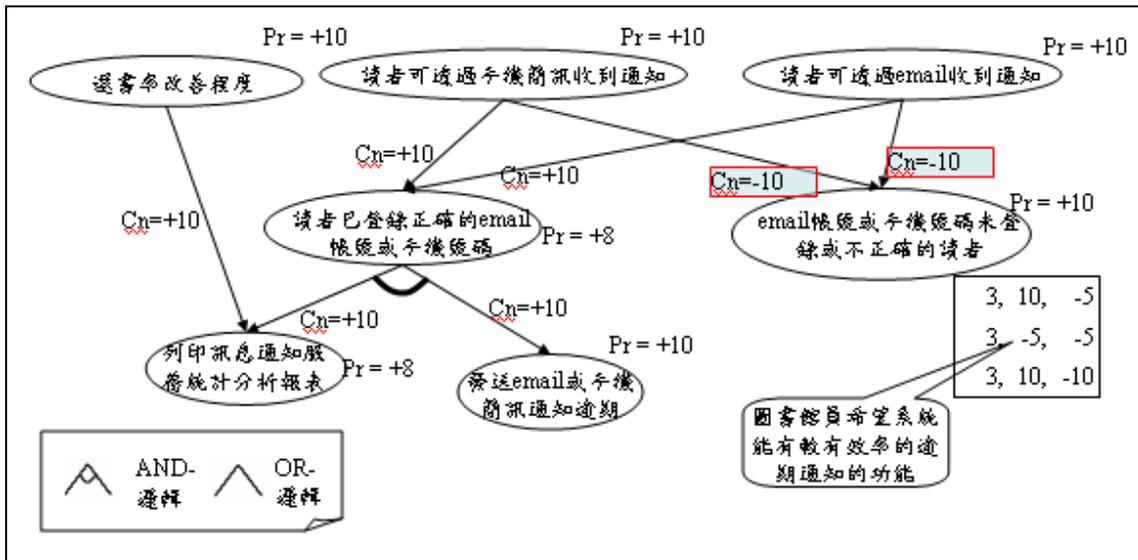


圖 4-1 最初的目標圖

4.1.2 分析需求界定目標

同樣的分析人員分析為了達到「讀者可透過手機簡訊收到通知」、「讀者可透過 email 收到通知」和「還書率改善程度」這 3 個目標，由相關利害關係人提出可能的想法或概念，再經過互相討論後找出最能滿足這些目標的概念或想法。

依圖 4-1 所示分析人員分析為了達到「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過 email 收到通知」這 2 個目標，便根據相關利害關係人所提出的概念或想法，確認可達成這個概念或想法的目標為「讀者已登錄正確的 email 帳號或手機號碼」和「email 帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」兩個目標。

4.1.3 精練或分解目標

在決定目標之後便可把目標置於目標圖上，並在圖面上使用 AND/OR 邏輯標示目標與目標之間的關係。如圖 4-1 所示「讀者可透過

「手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」2個主要目標，由「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」和「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」2個次要目標，使用指向性邊線相連接，並用OR邏輯標示。此即表示「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」和「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」2個次要目標可以個別滿足或影響「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」2個主要目標的達成。而「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」則被分解成2個AND邏輯的次要目標，表示這2個次要目標「列印訊息通知服務統計分析報表」和「發送email或手機簡訊通知逾期」必須完全滿足，否則它們的主要目標「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」就無法完成。

4.1.4 評估屬性值

在完成標示主要目標與次要目標之間的邏輯關係後，下一個步驟進行屬性值的標示。如圖 4-1 次要目標「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」可以完全滿足「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」2個主要目標，所以評估其貢獻度皆為+10。而次要目標「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」會阻礙「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」2個主要目標，因為讀者的email帳號或手機號碼如果未登錄或不正確，系統就無法達到自動通知的目標，因此評估其貢獻度為-10。而「列印訊息通知服務統計分析報表」和「發送email或手機簡訊通知逾期」2個次要目標對「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」主要目標的貢獻度皆為+10。

分析人員也可以把相關利害關係人對於目標的喜好度標示在目標上。如表 2-1 所示，矩陣的第一列由讀者分別填入對自己、圖書館員、發展者評估對目標的喜好度，我們可以從喜好度矩陣中每一行的變化，發現相關利害關係人對目標了解程度的差異，如果差異是零或很低，分析人員可確定各相關利害關係人彼此理解目標並且觀念一致。反之，如果差異高於某一程度，則分析人員必須分析為什麼相關利害關係人提出不同值之間的關係，並找出造成矛盾或觀念不一致的原因。

其次也可以標示目標的優先序，如目標「讀者已登錄正確的 email 帳號或手機號碼」的優先序為+8，而目標「email 帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」的優先序為+10，表示兩個目標相較之下，次要目標「email 帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」對其主要目標的影響較大，也較嚴重，並列為下一步驟中需優先解決之矛盾與衝突之目標。

分析人員也可以把所標示之屬性值的理由標示在圖上，例如圖書館員對「email 帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」目標的喜好度值為 -5，因為圖書館員希望系統能有較具效率的逾期通知的功能，這些對應關係對於目標的分解和選擇是非常有幫助的。

4.1.5 找出和解決矛盾與衝突

如前一章所提目標圖中可能有兩種形態的矛盾與衝突，在本案例中，第一種形態的目標之間的矛盾與衝突，出現在圖 4-1 中的主要目標「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過 email 收到通知」，到次要目標「email 帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」邊線的

貢獻度皆為-10。第二種形態同樣也出現在「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」目標上。在這個目標的喜好度矩陣中對角線上的值，讀者自己的喜好度為3，圖書館員的喜好度值為-5，而發展者的喜好度是-10，它代表如果這個目標被選用，讀者認為影響不大，因為圖書館員希望系統能有較具效率的逾期通知的功能，但發展者則不喜歡，而分析人員可以從貢獻度和喜好度發現這兩種形態的矛盾與衝突。

目標「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」的優先序為+10，表示對其主要目標的影響較大，也較嚴重，並列為需要優先解決的矛盾與衝突目標。因此分析人員再與圖書館員和發展者進行討論，將這個目標進行分解，提出所有可能解決的想法或意見，經過討論後決定以「使用網路登錄手機號碼或email帳號」目標，來解決目標「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」的問題，如圖4-2所示。

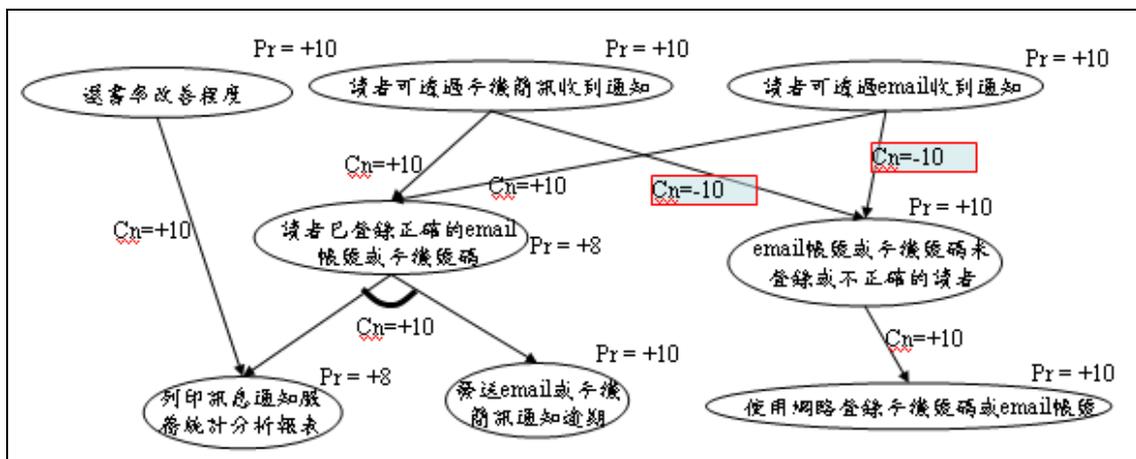


圖 4-2 解決矛盾與衝突後的目標圖

4.1.6 選擇適用的目標

在圖 4-2 的例子中，次要目標「email帳號或手機號碼未登錄或不

正確的讀者」和「使用網路登錄手號碼或email帳號」對 2 個主要目標「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」貢獻度分別為-10 及+10，後者的優先序比前者高，分析人員便依此比較結果決定選擇「使用網路登錄手號碼或email帳號」目標，來繼承「email帳號或手機號碼未登錄或不正確的讀者」，以滿足「讀者可透過手機簡訊收到通知」和「讀者可透過email收到通知」目標的需求，在經過選擇適用目標後的目標圖，即如圖 4-3 所示。

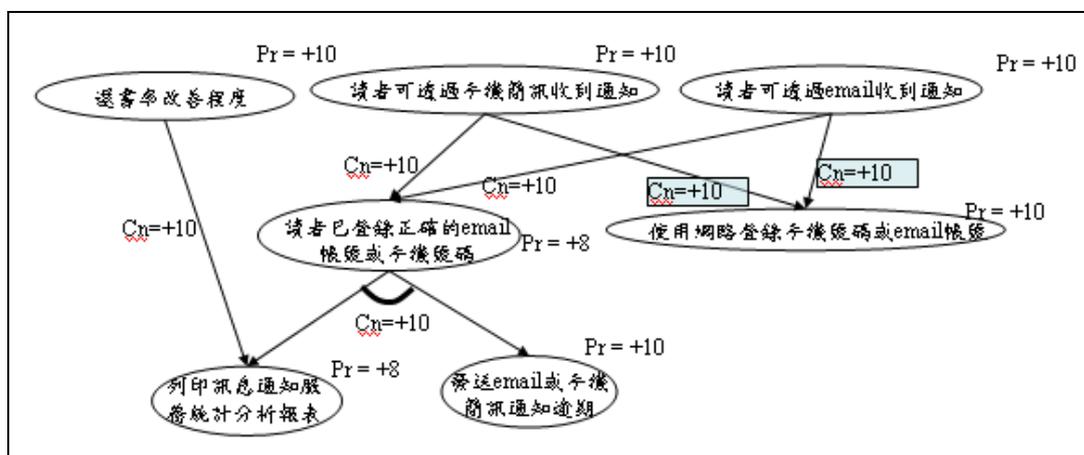


圖 4-3 選擇適用目標後的目標圖

4.1.7 界定初步目標

在前幾個步驟中分析人員與館員經過討論，決議以「讀者可透過手機簡訊收到通知」、「讀者可透過email收到通知」和「還書率改善程度」為初始目標，將初始目標放在圖的根節點上。由上而下逐步的分解，最後產出如 6 個初步目標如圖 4-4 所示，這些目標具有充分且具體的操作敘述，如“列印”、“發送”和“登錄”等有活動或動作等描述的目標，而且這些目標每一個都可被選擇來達成初始目標，我們把這些目標取名為初步目標。此時目標的目標圖建構流程暫告一段落。

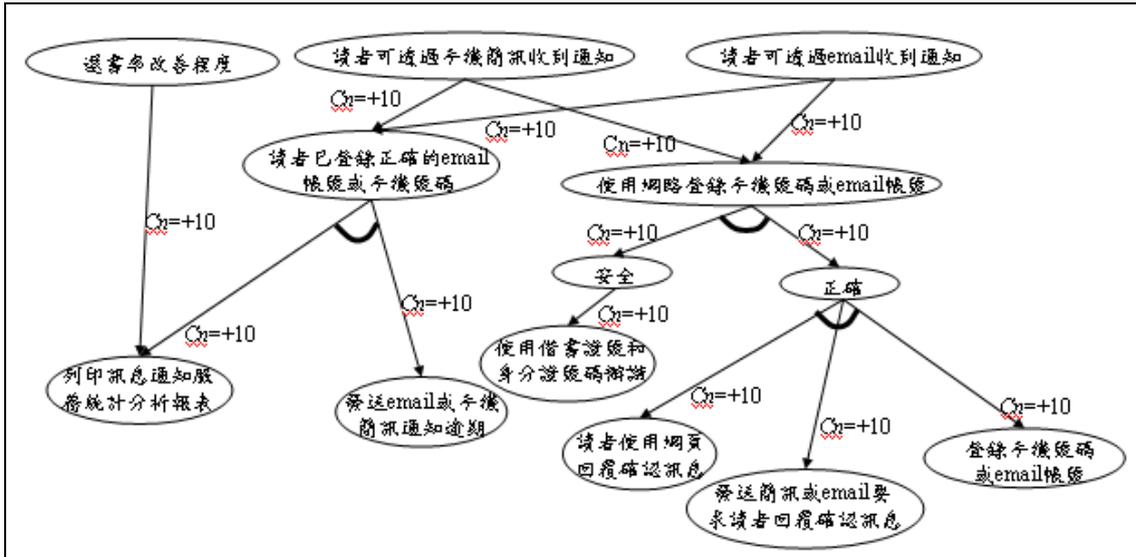


圖 4-4 初步目標圖

4.2 目標圖的品質因素與度量因子

McCall 等人用最終產品的品質因素來定義軟體品質，像是可靠度 (Reliability)、有效性 (Efficiency)、可維護度 (Maintainability)、一致性 (Consistency)和可用性(Usability) [Cavano, and McCall, 1978]。軟體品質不可能用直接量測的方法來呈現，而是以可度量的品質度量因子 (Metrics)，像是計算的精度、程式的大小、使用標準介面和資料形態的比率作間接的量測，品質因素和品質度量因子的形態比較適合量測程式碼，但我們認為這些度量因子並不適合用來量測需求規格，Davis [Davis, 1993]和 IEEE std-830 則使用正確性 (Correctness)、清楚度 (Unambiguity)、完整性(Completeness)、一致性(Consistency)、可驗證性(Verifiability)、可調整度、可追溯度(Traceability)和重要程度(Ranked for Importance)來作為需求規格的品質因素[張文貴與蘇仕朋, 2005]。本研究中我們用它們來描述需求規格的品質，依分析者用來發展需求規格的各種方法對這些品質因素重要性和可量測的程度。(例如，用一個

正規方法測量一個清楚度因子幾乎毫無意義，因為規格是用一種完全清楚的正規語言來描述)。McCall 建議用量測的方法，是用可比較可測量的品質度量因子和權重因子(Weighting Factor)兩種度量因子的值計算品質因素。Kaiya 使用 Davis 和 IEEE 的量測方法，為了每一個量測分析程序，提出一組可以從代表權重度量因子的品質度量因子的值來計算每一個品質因素的結果。品質度量因子是依需求分析方法而定，因為它們是從最終或中間過程計算的特定方法。

目標圖的重要功能其中之一就是提供品質量測上的改善技術。對於如何完成量測目標圖中所有的品質和品質度量因子，不在本研究的討論範圍，將在未來的研究中進行探討。本研究主要針對我們提出的案例說明如何量測品質因素。為了度量目標圖的可調整度品質因素，Kaiya 在 AGORA 目標圖中定義的符號及其意義如下：

- *FinalGoal* 和 $f \in FinalGoal$ 表示一組相關聯的最終目標與最終目標相關的 f 。
- 在目標圖中主要目標連接到次要目標的邊線，稱為導入線 (*incoming_edge*)， $incoming_edges(g,e)$ 則表示目標 g 有一條導入線 e 進入。
- 我們用 'has' 作為物件聚集關係的名稱，例如 $has(g, m)$ 表示 m 是目標 g 的喜好度。
- *InitialGoals* 為分析人員把根據客戶最初的需求定出的目標。
- *RefinedGoals* 表示在圖標圖中初始目標經過分解或精練所產生的目標的數量。
- *Goals* 為目標圖中所有目標的總數量。

由圖 4-4 案例中的目標圖的品質度量因子的計算如下：

4.2.1 正確性

在 IEEE std-830 需求規格的正確性品質因素，是以軟體應該符合每一個需求為目標。所以如果要知道目標圖的正確性品質因素，必須找出在需求規格中，有多少需求符合客戶的需要，在目標圖中客戶的需求為初始目標，而最終作為需求規格的產物則是最終目標。在本研究中我們以最終目標經由正值貢獻度目標連接到初始目標的比率，作為目標圖中正確性品質度量因子如下列公式所示：

$$Con = \frac{\#\{f \in FinalGoal \mid \exists g \in InitialGoal, \exists p \cdot p \in \cdot AllPositive(g, f)\}}{\# FinalGoal} \dots\dots (4-1)$$

$$PositivePath(g, f) = \{p \in path(g, f) \mid \forall e \in p, \forall c \in Contribution(has(e, c) \rightarrow (c > 0))\} \dots\dots\dots (4-2)$$

在本案例中的所有的最終目標，都是由初始目標所衍生出來的，所以正確性品質度量因子 $Con=1$ 。

4.2.2 清楚度

在 IEEE std-830 需求規格中清楚度品質因素，是以軟體每一個描述需求的語意必須清楚不會有疑問為目標。清楚度會發生在目標圖中對目標描述的清楚程度。在目標圖中每一個用來作為需求規格的最終目標都是用自然語言描述。

清楚度的度量因子在目標圖中對於目標的描述，可被定義為模稜兩可陳述的數量，例如「儘可能」、「立刻」、「容易」等。在某些特定的軟體領域案例中，它可能是以共同的領域中的特殊詞典提供相關利害關係人以唯一解釋的方式估計清楚度。如果更具體一點，我們應預

先在該領域建構一種包括標準字詞的字典，並計算在字典中有多少字包含於目標的描述中，對於自然語言很難用量化的方法度量清楚度的度量因子，未來也可能發展自然語言處理技術，從語義學的觀點評估目標描述的清程度。

4.2.3 完整性

在 IEEE std-830 完整性品質因素代表在需求規格中不可缺少的必要需求，在目標圖完整性品質因素，我們把重點放在有多少初始目標可被明確的產出最終目標。完整性在目標圖中，與如何把所有的初始目標經由正值的貢獻度的邊線徹底的分解成最終目標，有著非常高的相關性。品質度量因子的定義如下：

$$Cov = \frac{\#\{(i \in InitialGoal \mid \exists f \in FinalGoal \cdot AllPositive(i, f))\}}{\#InitialGoal} \dots\dots\dots (4-3)$$

$$PositivePath(g, f) = \{p \in path(g, f) \mid \forall e \in p, \forall c \in Contribution(has(e, c) \rightarrow (c > 0))\} \dots\dots\dots (4-4)$$

在圖 4- 4 中 3 個初始目標經由正值的貢獻度值的邊線與 6 個最終目標相連接，每一個初始目標都可找到所相對應的最終目標，所以完整性度量因子 $Cov = 1$ 。

4.2.4 一致性

在 IEEE std-830 一致性品質因素代表各自的需求的描述項目、字意上沒有矛盾或衝突。而目標圖中的最終目標是自然語言的描述，故屬於語義上的描述，很難用量化的方法度量一致性品質因素。

4.2.5 可驗證性

在 IEEE std-830 中可驗證性品質因素表示每一個需求都可驗證。對於目標圖來說，測試是唯一的驗證方法，因為所有的目標是使用自然語言描述，可驗證性的品質因素需考慮如何使最終目標可以很容易的產生測試案例，它和含糊不清的描述比率及操作描述的比率有關，所以在目標圖中的最終目標是用自然語言的描述很難用量化的方法度量。

4.2.6 可調整度

在 IEEE std-830 可調整度表示需求規格的結構和型態可以容易改變，並能維持完整性和一致性，也就是說在任何需求改變後仍可維持穩定結構和型態。

目標圖的可調整度品質度量因子則是以目標圖接近樹狀結構和程度的結構特性有關。當有許多導入線進入目標，表示該目標可幫助達成多數的目標，當這個目標發生改變時，對於相關聯的目標就必須一併考慮改變後所造成的影響。可調整度的品質度量因子的定義如下：

$$Tre = \frac{\#\{g \in RefinedGoal \mid \#\{e \mid incoming_edge(g,e)\} = 1\}}{\#RefinalGoal} \dots\dots\dots (4-5)$$

$$RefinedGoals = Goal - InitialGoal \dots\dots\dots (4-6)$$

在圖 4- 4 中 $RefinedGoals = 13 - 3 = 10$ 。具有一條以上導入線進入的目標有 3 個，因此可調整度的品質度量因子 $Tre = (10 - 3) / 10 = 0.7$ 。

4.2.7 可追溯度

可追溯度有兩種形態，一個是目標圖中物件的內部可追溯度 (Intra-traceability)，另一個是在目標圖中物件和物件之間和在下一步的軟體發展流程物件的外部可追溯度 (Inter-traceability)，外部可追溯度依在目標圖的最終產物與下一個階段的使用及分析人員在下一個階段的方法而定。如果沒有詳細說明分析者如何使用目標圖中的最終目標，外部可追溯度是無法量測的。

在 IEEE std-830 可追溯度規定每一個需求規格的來龍去脈必需是清楚的，在進一步產生和改變需求文件時，可以方便地引證每一個需求，所以目標圖的可追溯度品質度量因子和目標圖的結構特性有關。在目標圖中使用最終目標和客戶需求(初始目標)的連接程度 (*Con*) 作為品質度量因子。

$$Con = \frac{\#\{f \in FinalGoal \mid \exists g \in InitialGoal, \exists p \cdot p \in Path(g, f)\}}{\#FinalGoal} \dots\dots\dots (4-7)$$

在圖 4-4 中所有的最終目標是初始目標經過許多次的分解所得到的結果，即 $Con = 1$ 。

4.2.8 重要程度

重要程度品質因素的旨在於如何明確的表達需求，是需求之必要程度。根據學者 Firesmith 對於優先化需求的研究 [Firesmith, 2004]，定出需求的優先序可以協助決定需求的相關必要性，所以我們提出加入優先序的屬性值目標導向方法可定出每一個目標的重要程度，每一個最終目標可以由具有鑑定能力或權力的人，指出其重要性或穩定性的需要性，作為開發專案排程先後順序的參考。在目標圖中的品質因

素中重要程度是一個很難去定義正規化的品質度量因子。

4.2.9 計算品質因素

在本研究中我們使用 McCall 計算程式碼的品質因素之方程式間接量測需求規格的每一個品質因素，如下列公式所示：

$$QF = \sum (W_i \times M_j) \text{ where } W_i = \text{weight, } M_j = \text{matrix} \dots \dots \dots (4-8)$$

因為在本案例中，每一個品質因素的品質度量因子都只有一個，所以權重皆為 1，目標圖的品質因素的計算結果如下：

$$\text{正確性} = 1.0 \times \text{Sat} = 1.0$$

$$\text{完整性} = 1.0 \times \text{Cov} = 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

$$\text{可調整度} = 1.0 \times \text{Tre} = 1.0 \times 0.7 = 0.7$$

$$\text{可追溯度} = 1.0 \times \text{Con} = 1.0 \times 1.0 = 1.0$$

由以上的計算結果顯示，使用本研究所提的方法，在本案例中萃取得到的需求規格，可以滿足需求規格的正確性、完整性及可追溯度，而可調整度品質因素則偏低許多。

第5章 提昇目標圖之可調整度

5.1 提昇目標圖結構之演算法

本研究中，我們主要在討論目標圖的可調整度品質因素，可調整度在 IEEE std-830 中的定義為需求規格的結構和型態必須可以容易改變，且在改變後仍需維持其完整性和一致性，所以 Kaiya 及 Mario 等學者主張目標圖的可調整度品質因素是與目標圖的樹狀結構化程度有關 [Kaiya, et al. 2002; Alejandra and Mario, 2004]。當有許多導入線進入目標時，表示該目標可幫助達成多數的目標，如果這個目標需要改變，對於上一層的相關目標在改變後所造成的影響，就必須一併列入考慮。因此根據上一節的可調整度品質度量因子的公式可知，如果希望提昇目標圖的可調整度，使數值達到最高，必須將目標圖的結構調整成合乎完整的樹狀結構，使每一個節點都只有一條導入線。為此我們提出一個可以將目標圖擴展成完整之樹狀結構的演算法，來提昇目標圖的可調整度。

我們使用後序追蹤(Post-order Traversal)的方式，搜尋樹中的每一個節點，找出會影響可調整度品質因素的節點，也就是具有兩條導入線的節點。以複製子樹的方式，展開目標圖的樹狀結構，在此我們定義需要被複製的節點為原生節點(Genuine node)，複製產生的節點稱為複製節點(Copied node)，首先由樹狀結構最下層之樹葉節點開始，往樹狀結構最上層之樹根節點搜尋每一個節點，判斷各節點中，是否存在任一節點之導入線大於 1 者，若有，則重複下列步驟，直到每個子節點都只有一條導入線為止：

- 1.複製 $incoming_edges-1$ 個以該節點為根之子樹。
- 2.移除所有進入該節點的導入線。
- 3.重新配置原生節點(子樹)和被複製節點(子樹)至原來的上層節點之間的導入線，使每一個節點(子樹)都只有一條導入線。

如圖 5- 1所示，節點D具有三條導入線，我們首先將以節點D為根的子樹複製成 2 組子樹D₁和D₂，接著移除節點D上所有的導入線，重新配置節點D、D₁和D₂之導入線到節點A、B和C上。

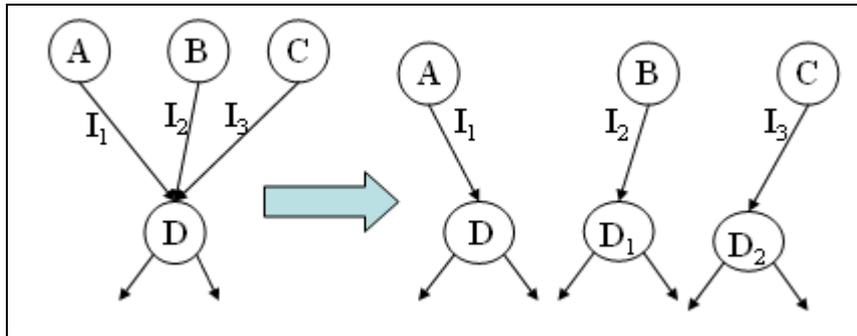


圖 5- 1 複製節點並重新配置導入線

依據以上的描述，我們使用如下的演算法提昇目標圖的可調整度：

```

For node = Post-order traverse from leaf_node to root_node
  If 1 < node (incoming_edges)
    Copy (incoming_edges - 1) nodes of node together with its
    sub-trees
    Remove all incoming-edges of genuine node
    Redistribute all incoming-edges of genuine node to all nodes
    (genuine node and copied nodes) such that each node with
    one incoming edge
  Endif
Endfor

```

5.2 演算法之複雜度

在本節中我們將由演算法複雜度的推導，證明在上一節的演算法之複雜度為 n^2 。

定理：

在 5.1 節中之演算法的時間複雜度為 $O(n^2)$ 。

證明：

我們假設共有 n 個節點排成 3 個階層，除了第 1 階層以外，每一階層最多可有 m 個節點。如圖 5- 2 所示，在根節點上沒有進入的導入線，第 2 階層每個節點則都只有一條的進入的導入線，而在第 3 階層則有 $(n-m-1)$ 個節點，每個節點進入的導入線最多有 m 條。我們定義 *Derived_tree_nodes* 為原生節點和被複製節點的總和。*Derived_tree_nodes* 為原來樹狀結構在經過上節所述的演算法展開得到的總節點數，其計算公式如下：

$$Derived_tree_nodes(m) = (n - m - 1) \cdot m + (m + 1) = 1 + n \cdot m - m^2 \dots (5-1)$$

如圖 5- 2，當 $m = n/2$ 時，*Derived_tree_nodes*會產生極大值 $(n^2/4 + 1)$ 。當第 1 層和第 2 層上有 $(1 + n/2)$ 節點時，我們重覆上述的方式配置第 3,4,5... 等階層，將得到下列公式：

$$\begin{aligned} Derived_tree_nodes &< (n^2/4 + 1) + ((n/2)^2/4 + 1) + ((n/4)^2/4 + 1) + \dots + 1 \\ &\leq \log_2(n) + (n^2/4)[1 + (1/2)^2 + (1/2)^3 + \dots + (1/2)^{2 \cdot (\log_2(n)-1)}] \end{aligned}$$

$$\leq \log_2(n) + (n^2 / 3) \dots\dots\dots (5-2)$$

$$Derived_tree_nodes \in O(n^2) \dots\dots\dots (5-3)$$

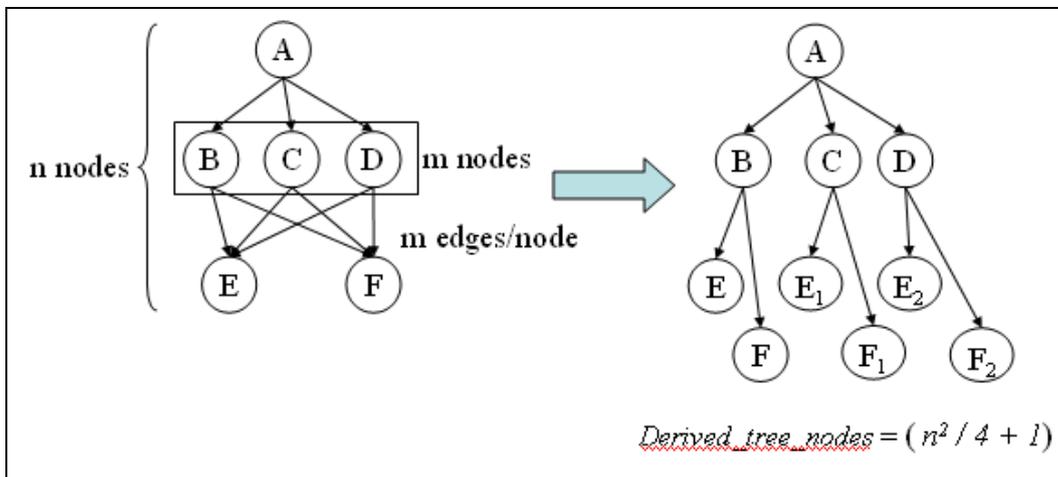


圖 5-2 複雜度分析

由上述的公式分析我們可發現此演算法具有收斂性，時間複雜度為 $O(n^2)$ ，故得證。

5.3 演算法驗證

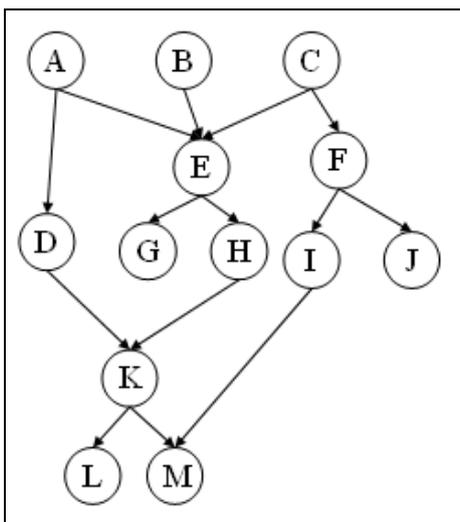


圖 5-3 原始樹狀結構圖

在本節中我們將使用前述的演算法來處理以圖 5- 3為例的目標圖，以證明演算法之可行性，依我們所提的演算法，我們首先找到的是節點M有 2 條導入線，且此例中因為節點M下沒有連接任何節點，因此只需複製節點M，然後移除所有M節點上的導入線，再將複製得到的子樹 M_1 嫁接到被截斷之上層節點 I下，節點M則連接原來的上層節點 K下，如此可使節點M與 M_1 各自只有一條導入線，如圖 5- 4所示。

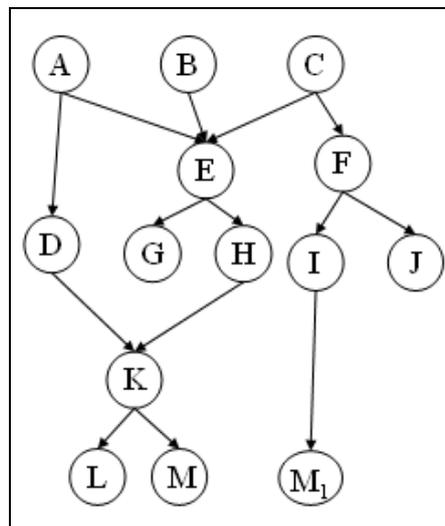


圖 5- 4 演算法第一次調整後的樹狀結構圖

完成上述步驟後，繼續檢查其他節點，發現節點K因同樣地有 2 條導入線進入，因此我們將節點K為根的子樹複製一份，移除所有的導入線，然後將以 K為根的子樹嫁接到被截斷之上層節點 D下，而以 K_1 為根的子樹則另嫁接於被截斷之上層節點 H下，此時K與 K_1 各自僅擁有一條導入線，如圖 5- 5所示。

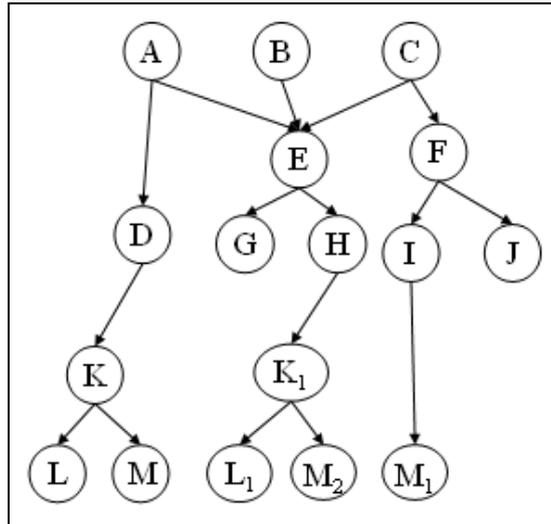


圖 5-5 演算法第二次調整後的樹狀結構圖

依序往上尋找到節點E，因節點E具有 3 條導入線，重複上述演算法，可得到同樣的結果：子樹 E 連接至上層節點A、子樹 E₁ 連接至上層節點B、子樹E₂連接至上層節點C，在完成所有的步驟後，結果將得到如圖 5-6 所示，所有節點皆只有 1 條導入線。

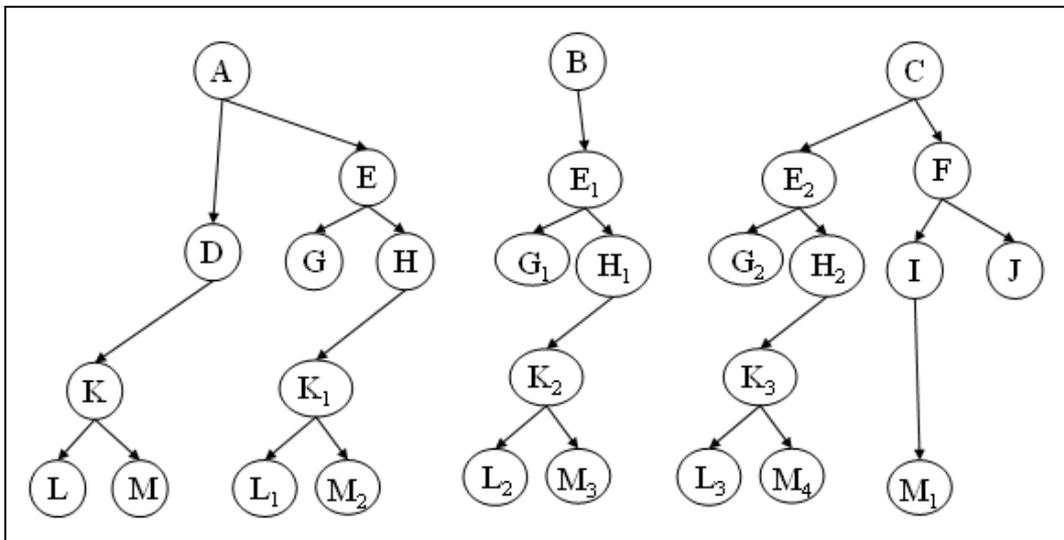


圖 5-6 完全展開後的樹狀結構圖

5.4 實例探討

在本節中，我們同樣以圖書館「借書逾期通知系統」的例子，展示提昇目標圖之可調整度的演算法的應用實例。圖書館為了提高讀者的還書率，希望在圖書館自動化系統中增加一個更即時的自動化的逾期通知子系統來取代傳統的書面通知。廠商開發此一子系統時，為了要訂出這個子系統的需求規格，使用目標導向需求分析方法建立目標圖。

分析人員與館員討論找出這個子系統主要的目標，決定以「讀者可透過手機簡訊收到通知」、「讀者可透過email收到通知」和「還書率改善程度」為初始目標，首先將初始目標放在圖的根節點上。然後使用目標導向需求分析方法的步驟，由上而下逐步的分解，最後產出如圖 4-4 中 6 個具有具體操作描述的目標，就是我們要用來作為需求規格的目標。而由前述的可調整度公式計算出可調整度品質因素 $QF=0.7$ 。

為了提昇目標圖的可調整度因素，我們使用前述的演算法，重新調整目標圖的結構。首先從位於樹葉的最終目標開始，找到有 2 條導入線進入的目標「列印訊息通知服務統計分析報表」，依演算法的步驟將這個目標複製成「列印訊息通知服務統計分析報表」和「列印email和手機訊息通知服務統計報表」兩個目標，然後移除原來的 2 條導入線，再重新置配置導入線。目標「列印訊息通知服務統計分析報表」的導入線連接到主要目標「還書率改善程度」上，而目標「列印email和手機訊息通知服務統計分析報表」則連接到主要目標「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」上，如圖 5-7 所示。

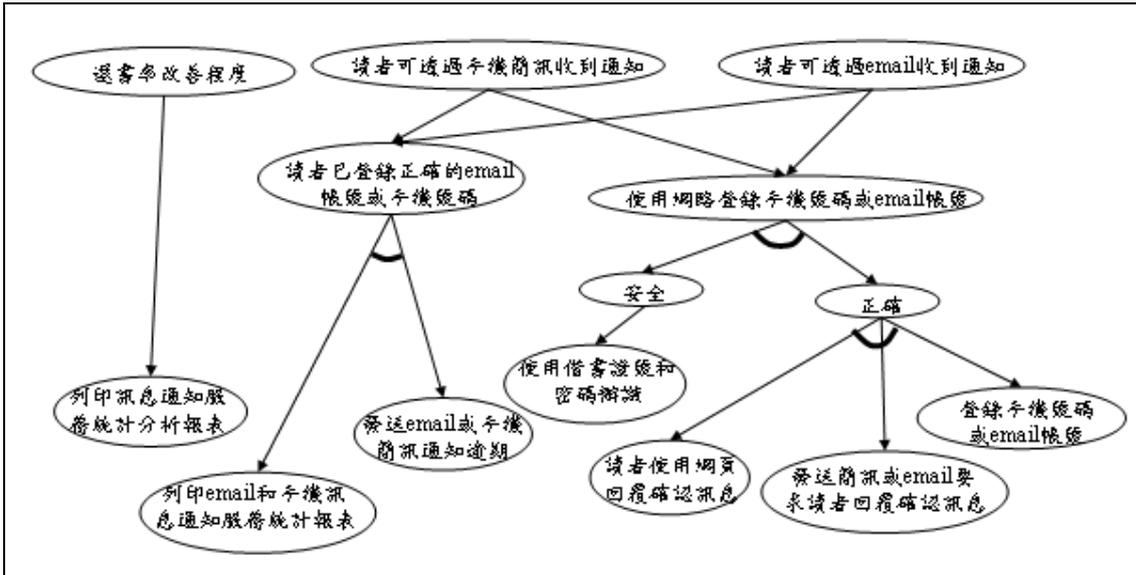


圖 5-7 演算法第一次調整後的目標圖

接著將有 2 條導入線進入的目標「讀者已登錄正確的email帳號或手機號碼」，複製成分別以「讀者已登錄正確的email帳號」為根的子樹和「讀者已登錄正確的手機號碼」根的 2 棵子樹，然後移除原有的導入線，再重新連接子樹「讀者已登錄正確的email帳號」的導入線到目標「讀者可透過email收到通知」，而子樹「讀者可透過手機收到通知」則連接到目標「讀者已登錄正確的手機號碼」，如圖 5-8 所示。

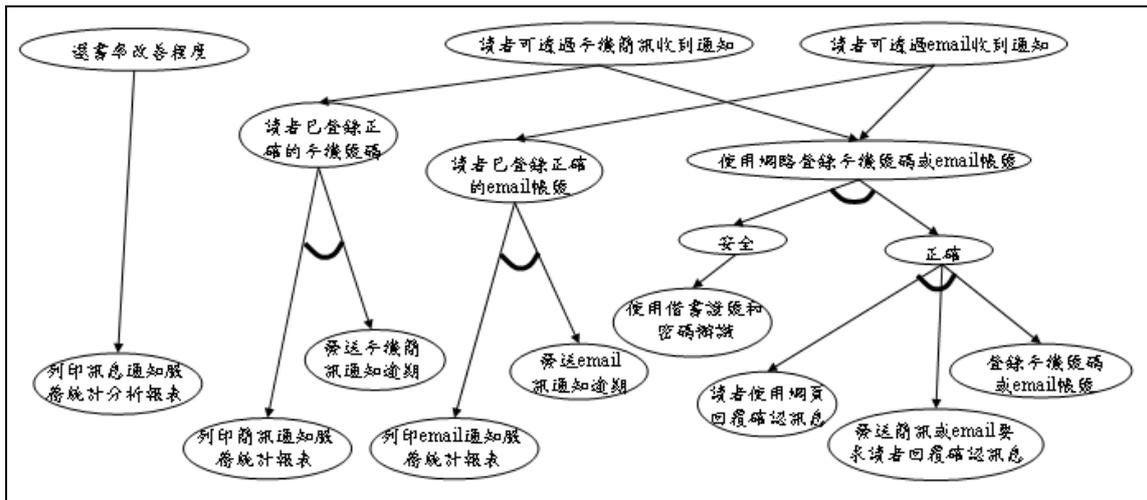


圖 5-8 演算法第二次調整後的目標圖

最後將目標「使用網路登錄手機號碼或email帳號」為根的子樹，複製成「使用網路登錄手機號碼」和「使用網路登錄email帳號」2棵子樹，然後移除原有的導入線，再連接子樹「使用網路登錄email帳號」的導入線到目標「讀者可透過email收到通知」，而子樹「使用網路登錄手機號碼」則連接到目標「讀者可透過手機收到通知」。經由上述的過程可得到如圖 5-9所示的 3 棵各自獨立的樹。

由目標圖的可調整度公式可計算出目標圖的可調整度因素：

$$RefinedGoals = 24 - 3 = 21$$

$$Tre = (21 - 0) / 21 = 1$$

目標圖的可調整因素 $QF = 1 \times 1 = 1$ 。

第6章 需求規格之客製化

如上節所提，我們的演算法可以提昇目標圖的可調整度，而在提高可調整度的主要目的是希望能使未來需求的改變更容易，本節中我們將更進一步依各個獨立的樹狀結構評估客製化的選擇因子。

Lovelock 和 Pine 等人將客製化定義為「提供量身訂作之服務的特性，以迎合每位顧客特殊的需求與服務表現」[Lovelock and Wright, 2002; Pine et al., 1993]。Gilmore and Pine (1997) 將客製化的方式定義為四種：適應型 (Adaptive)、裝飾型 (Cosmetic)、通透型 (Transparent) 和合作型 (Collaborative)。其中合作型為藉由與顧客溝通的機制，來幫助個別的顧客明白的表達他們的實際需求，以確保能夠正確的滿足各個顧客的需求，並提供他們量身定做的產品[Gilmore and Pine, 1997]。Hui 等人主張要發展客製化的軟體，必須以能滿足客戶的目標、專業技能和喜好等需求為基礎[Hui et al., 2003]。客製化可減少顧客的搜尋成本，並提供符合顧客需求的產品[Rowley, 2004]，因此可提高顧客價值。

Kirn 等人則認為整個系統就像是一棵樹，根據系統處理不同的工作來區別，將不同功能的子系統獨立出來，(Kirn et al., 1994)。在其文章中所提到 Multi-agent System 及 Automatic Customization 的觀念，把這兩個觀念運用在流程塑模上。每一個大工作都應能被分成幾個部份，由不同的人來負責不同的工作。在系統中也是一樣，根據系統處理不同的工作來區別，將不同功能的子系統獨立出來，並且往下再細分成更小的元件，整個系統就像是一棵樹，由一個點往下分解，而每

個最小的元件就如同樹的葉子。這些元件並非是完全專屬於某一個子功能，而是能彈性的根據條件的改變來作不同的修改及組合。在文獻中也提及，每個處理往下分解到最小元件，根據顧客所提供的資料不同，用到的程式也會不同，這裡所謂的不同指的是運用不同的處理，這也是客製化的展現[吳仁和等, 2001]。

本研究提出目標圖的方法，除了藉由充分的溝通，了解客戶的專業能力，以滿足客戶的目標及喜好以外，更進一步加入目標的優先序和成本作為客製化考慮的因素。

6.1 評估成本值

成本屬性可以提供客戶將專案預算減到最少的目標，做為客製化的選擇原則；當預定的目標較昂貴時，我們希望能找到更便宜的替代目標，或是提供分析人員和相關利害關係人做為協商的選擇因子，客戶若有需要訂定需求規格的階段性亦可做為優先順序選擇的參考，並分析需求改變的影響[Chang, et al. 2005]。

在目標圖中我們以 C_o 來表示成本值，標示在初步目標上，代表要採用初步目標做為需求規格時，預估該目標在開發過程所需提供的資源、花費的時間及人力成本。本案例中我們是以各個最終目標相對的成本預估值的作為評估的指標。

至於如何預估成本，可以使用參數式預估模式 (Parametric Models)，依據過去開發完成軟體專案的歷史資料，找出影響開發工作量的因素，再以統計迴歸 (Statistical Regression) 的方法，推導出軟體工作量的估算方程式，例如：COMOMO [Boehm et al., 2000]，或是類比

式預估模式 (Analogy Models) ，將資訊系統專案特徵化 (Characterization)、系統複雜度 (Complexity)、專案類別或開發平台等，來與歷史資料作相似度的比對，進而挑選出最相似的歷史專案，而得到估算結果，例如：ANGEL [Shepperd and Schofield 1997] [Angelis and Stamelos, 2000]。詳細的內容不在本研究的範圍暫不討論。

6.2 計算選擇因子

我們經過由上述的目標圖建構及提昇可調整度的流程，將客戶最初的需求概念形成初始目標，再逐步分解或精練萃取出初步目標。分析人員與相關利害關係人討論，評估目標圖中每一個目標的屬性值後，再依照這些屬性值做為依據，使用第 3 章中所定義的公式計算選擇因子，最後和相關利害關係人依選擇因子討論，以確認最終目標。

在本研究的案例中，對需求規格的建構是以圖書館員為主，所以在選擇因子的計算時我們是以圖書館員為主，由圖書館員決定每一個屬性值的權重值，再利用所定義的公式來計算選擇因子 SF 。我們考慮館方的預算經費如果較不充裕，需以成本為最大的考量時，在這個情況下，分別給予各屬性值的權重必須分別考量，優先序的權重值 W_{Pr} 為 0.2、貢獻度的權重值 W_{Cn} 為 0.2、喜好度的權重值 W_{Pf} 為 0.2 和成本的權重值 W_{Co} 為 0.4，則計算結果如表 6-1 所示。

表 6-1 由選擇因子權重調整後的目標

初步目標	優先序	貢獻度	喜好度	成本	選擇因子
發送 email 通知逾期	10	10	10	4	0.84
使用借書證號和密碼辨識登錄 email	10	10	10	4	0.84
登錄 email 帳號	10	10	10	4	0.84
讀者使用網頁回覆確認 email 訊息	10	10	10	4	0.84
發送 email 要求讀者回覆確認訊息	10	10	10	4	0.84
列印訊息通知服務統計分析報表	8	10	10	6	0.74
列印 email 通知服務統計報表	8	10	10	6	0.74
讀者使用網頁回覆確認手機訊息	8	10	10	8	0.66
登錄手機號碼	8	10	10	8	0.66
使用借書證號和密碼辨識登錄手機號碼	8	10	10	8	0.66
發送簡訊要求讀者回覆確認訊息	8	10	10	8	0.66
發送簡訊通知逾期	8	10	10	8	0.66
列印簡訊通知服務統計報表	8	10	10	8	0.66

6.3 客製化的需求規格

初步目標依選擇因子由大到小排列之後，這些目標的先後順序可做為需求規格優先順序的參考，如要採用的目標需要較高的軟硬體開發經費，分析人員則必須與相關利害關係人進行協商，討論選擇使用或捨棄這個目標，如果選用這個目標，他們將討論延長開發期限及增加開發費用，在經過確認後分析人員即可把這些最終目標拿來做為需求規格。

由選擇因子計算公式的計算結果發現，初步目標依選擇因子由大到小排列如表 6-1 所示，將做為需求規格優先順序的參考。從表中可以發現所有的目標中，只要是與手機簡訊服務相關的目標，選擇因子為最低，這是因為圖書館員如要採用這些目標作為需求規格，館方必需增列購買手機簡訊平台預算，發展者需要較高的軟硬體開發及整合的成本，且時程勢必要更長，分析人員必須召集圖書館員和發展者進行協商，討論這些目標的取捨。在本案例中圖書館員因限於經費的考量，

決定將需求分成兩階段，第一個階段先完成 7 個目標，第二階段 5 個目標，在經過確認後成為最終目標，分析人員即可把這些目標用來做為建議圖書館員採用的階段性的需求規格。其中與手機簡訊服務相關的目標需要搭配相關軟硬體設備，可以利用本研究所提出的流程與方法另定相關的需求規格。

如表 6-2 所示，我們的圖書館專案案例，從最初的圖書館員所提出 3 個初始目標，使用我們提出的目標圖方法進行分析，產生 6 個初步目標，再進一步精練出 13 個初步目標，最後考量到實際經費問題，再分成兩階段實施的專案計畫，做為需求規格的最終目標。表 6-2 即是呈現每一個次要目標的主要目標和它所對應的初始目標。

我們所得到的最終目標都是具有具體可行的操作描述，這些目標即可做為將來撰寫需求規格的依據。除此之外，亦可做為將來在測試階段及產品驗收時，軟體初步設計的測試及驗收項目之依據。

表 6-2 階段性最終目標的相互關係對照表

階段目標	次要目標		相對應的 初始目標
I 初始目標	I1	還書率改善程度	
	I2	讀者可透過手機簡訊收到通知	
	I3	讀者可透過 email 收到通知	
D 精練目標	D1	列印訊息通知服務統計分析報表	I1,I2,I3
	D2	發送 email 或手機簡訊通知逾期	I2,I3
	D3	使用借書證號和身分證號碼辨識	I2,I3
	D4	讀者使用網頁回覆確認訊息	I2,I3
	D5	發送手機簡訊要求讀者回覆確認訊息	I2,I3
	D6	登錄手機號碼或 email 帳號	I2,I3
F 最終目標 (第一階段 目標)	F1	發送 email 通知逾期	I2
	F2	使用借書證號和密碼辨識登錄 email	I2
	F3	登錄 email 帳號	I2
	F4	讀者使用網頁回覆確認 email 訊息	I2
	F5	發送 email 要求讀者回覆確認訊息	I2
	F6	列印訊息通知服務統計分析報表	I1
	F7	列印 email 通知服務統計報表	I2
F 最終目標 (第二階段 目標)	F8	讀者使用網頁回覆確認手機訊息	I3
	F9	登錄手機號碼	I3
	F10	使用借書證號和密碼辨識登錄手機號碼	I3
	F11	發送簡訊要求讀者回覆確認訊息	I3
	F12	發送簡訊通知逾期	I3
	F13	列印簡訊通知服務統計報表	I1

第7章 本研究之優勢與相關方法之比較分析

7.1 本研究之助益

軟體開發的成功要素在於能夠充分了解需求，否則無論多麼好的系統設計，或是多麼強的程式設計能力，都無法彌補因需求不夠明確對整體系統開發所造成的危害。所以需求的分析與萃取對所有的軟體系統是十分重要的步驟。

需求分析與萃取的目的在於找出使用者的需求，經過淬煉，將需求模式化，最後產出一份需求規格。在過程中，系統開發者扮演的角色，是利用高度的溝通技巧，及各種不同的詢問角度(肯定句、疑問句或不斷地重覆)，將可能是被誤解或是模糊不清的訊息一一加以澄清。目標導向的方法則有助於協助我們攫取、分析並管理使用者的不明確需求，與需求之間的衝突關係。

本研究探討目標導向分析方法所建構的目標圖，在經過我們所提出之提昇目標圖可調整度的演算法，可以將目標圖調整成合乎完整的樹狀結構的架構，使每一個節點都只有一個導入線，原始的目標圖被展開成 3 棵各自獨立的樹。更進一步使用四個目標圖的屬性值，及每一個屬性的權重來計算選擇因子，再以選擇因子來確認選擇和採用的最終目標，分析人員根據選擇因子將最終目標進行排程，最後決定將軟體專案的需求分成幾個階段循序漸進的導入。我們提出的方法可以協助：

1. 更快的找到並解決矛盾與衝突

我們以貢獻度、優先序和喜好度做為參考依據，來選擇哪些目標

須再被分解，可以避免無效的工作，減少時間的浪費，更可以幫助我們找出相關利害關係人間對目標不一致或有衝突的想法。協助分析人員進一步分析，並與相關利害關係人協商解決他們之間的矛盾與衝突。

2.提高未來需求改變時的適應性

由 AGORA 對目標圖的可調整度品質因素分析公式，及上一節的應用實例可知，原來的目標圖經過我們提出的演算法，可以消除各個樹狀結構之間的耦合度，可調整度由原來的 0.7 提高到 1，可以達到最高的可調整度，方便在未來需求有所改變時，只要考慮單一目標的前後關係，而不用考慮其他可能因為目標更動所造成的影響，以提高未來需求改變時的適應性。

3.提供客製化的需求規格

在本研究中，我們使用四個屬性值及各個屬性的權重來計算選擇因子，再以選擇因子來決定最終目標的選擇和採用。其中選擇因子的計算，是由圖書館員決定每一個屬性值的權重值，且在目標圖的建構過程中，各個屬性的評估值是由各相關利害關係人一起討論決定，因此找到的目標較具客觀性。分析人員可以根據選擇因子將需求規格進行排程，再將最終目標分成幾個階段循序漸進的導入，最後決定近期及遠期需求規格，因此找到的需求規格可以大大的滿足需求客製化。

4.支援需求優先化

需求優先化可以提昇客戶的滿意度，並降低開發時程較久之軟體專案被中止的風險。學者 Firesmith 於需求優先化的技術中談到，需求可以群組區分的方式決定優先序[Firesmith, 2004]。我們提供的演算法

可以將最終目標，依各個獨立的樹狀結構進行群組區分，決定需求的優先序。

7.2 相關方法之比較分析

本研究與相關的方法的比較如表 7-1 所示，原來的目標導向需求分析方法 GORA 和 AGORA 與我們提出的方法，都支援目標模組化和使用 AND/OR 的邏輯關係建構目標圖。AGORA 於原來的 GORA 目標圖中加入貢獻度和喜好度二種屬性值，用以支援找出並解決目標圖中的矛盾與衝突，並進一步分析目標圖的品質因素。而我們所提出的方法則是以 AGORA 為基礎，針對 AGORA 目標圖的品質因素中表現較差的可調整度因素，提出一個可以提昇目標圖之可調整度的演算法，提高未來需求改變時的適應性。並加入優先序、成本二種屬性值及選擇因子，提供客戶將最終目標進行排程的參考依據，且在整個目標圖的建構流程中都是與客戶一起討論決定的，如此找出的需求規格可以達到客製化的目的。

表 7-1 相關的方法的性能比較

	GORA	AGORA	本研究的方法
目標模組化	支援	支援	支援
使用 AND/OR 邏輯	支援	支援	支援
屬性值	未使用	2	4
找出和解決矛盾衝突	不支援	支援	支援且更快
產生階段性衍生標	不支援	不支援	支援
提高未來需求改變時的適應性	不支援	不支援	支援
需求優先化	不支援	不支援	支援
客製化專案需求	不支援	不支援	支援

7.3 討論

在本研究的品質分析中，無法評估目標圖的重要程度和穩定性等品質因素，因為如果軟體需求規格可以很容易決定需求對客戶是最重要的，則可評估相對的重要程度。每項需求、特性或使用實例分配一個實施優先等級，以區分它在特定產品中所佔有的分量。但是，如果把所有的需求都看作同樣重要，那麼專案管理者在開發或節省預算或調度中就喪失控制自由度。而需求穩定性則必須記錄基本需求的數量，和每周或每月的變更數量，做為評估依據，無法在目標圖建構過程中使用的任何元素作為度量因子。且根據 IEEE std-830 對於清楚度、一致性和可驗證性等品質因素的定義，這些品質因素都是與需求規格的自然語言描述有關，因涉及語言學(Linguistic Science)的領域，在本方法中，較難找出量化的度量方式[Prat,1997]。

對於一個大而複雜的系統而言，如果要使用本方法，其建構出來的目標圖可能會非常龐大，建議可以使用本研究方法，先將主系統分解成很多個小的子系統，再使用目標圖來建構各個子系統的需求規格。

第8章 結論與建議

需求工程在專案發展過程中是非常重要的階段，本研究介紹的目標導向分析方法，提供一個由客戶的起始目標循序漸進且可重覆的步驟，用來解決需求萃取過程中所遭遇的問題，逐步產生初步目標、精練目標和最終目標。

我們除了探討 AGORA 在目標圖中增加優先序的屬性值，可以更快且順利的協助需求萃取的進行及矛盾與衝突的解決，並利用由目標圖的結構特性度量需求規格的品質因素。更進一步的提出，提昇目標圖之可調整度的演算法，調整目標圖的結構，使每一個目標節點，都只有一個導入線，以降低各個目標圖之間的耦合度，將目標圖調整成合乎完整的樹狀結構之架構，如此可以得到最高的可調整度，以方便在未來需求有所改變時可以很容易的修改或變更，更可以依各個獨立的樹狀結構群組區分需求規格的優先序。在提高目標圖的可調整度後，再加入另一個成本值屬性及一個由客戶角度考量的選擇因子，以提供客戶將最終目標進行排程的參考依據，且在整個目標圖的建構流程中都是與客戶一起討論決定的，如此找出的需求規格可以達到客製化的目的。因此我們提出的目標圖建構流程具有下列的優勢：

1. 使用圖解法做為輔助工具，將客戶的想法逐步分析產生精練目標，找出需求規格。
2. 可更快速的找出和解決矛盾與衝突。
3. 提出一個演算法可以將目標圖之可調整度提昇，提高未來需求改變時的適應性
4. 提出需求優先化的選擇因子，用以提供客戶將最終目標進行

排程的參考依據，以達到客製化的目的。

本研究是以一個簡單的應用實例及假設所建構的目標圖沒有迴圈的狀況之研究與探討，但在較複雜的應用案例中，有可能會有出現迴圈的情形，至於如何處理這類問題可作為未來研究的方向。

本研究探討的 AGORA 目標導向需求分析方法，在目標圖中加入屬性值的標示，可以協助需求萃取之進行，並利用這些外加屬性值和目標圖的結構特性，更進一步度量及分析需求規格的品質因素，除獲得一些結論可供參考外，未來仍有許多後續研究可待補充加強。例如：研究使用 AGORA 方法建構目標圖的過程中，由相關的屬性值來判斷，如何減少需求品質落差以降低風險，及如何使用這些需求風險評估，配合需求管理來改善軟體專案的品質。除此之外，目標圖與 5.1 節中之演算法在相關實務應用上的困難度、屬性值與目標圖中之 AND/OR 邏輯之相關性及目標如何複製等，也可以作為未來深入研究的議題。

參考文獻

中文文獻

- [1] 朱慧德與賴良益，「軟體流程改善的利器—ISO/IEC 15504 標準」，軟體產業通訊，Vol. 39，(2001)，26-35。
- [2] 吳仁和、夏則智、蔡舜仁、張益嘉，「彈性模組運用於系統建構之研究」，The 12th International Conference on Information Management，台灣大學，(2001)。
- [3] 楊清萍，「需求分析的概念」，叡揚資訊-經營決策論壇第 19 期，十二月，(1999)。
- [4] 張文貴、呂芳懌、謝文智、陳玉琴、陳俊淵、楊倫倪，「軟體規劃與維護技術文件指引手冊」，「網路多媒體產業發展推動計畫」—軟體生產力提昇分項計畫，(2003)。
- [5] 張文貴、蘇仕朋，「建構軟體需求規格之品質流程的案例探討」，中華民國品質學會第四十屆年會暨第十屆全國品質管理研討會，(2004)
- [6] 張文貴、蘇仕朋，「電腦軟體的需求屬性之品質分析」，中華民國品質學會第 3 屆亞洲品質會議暨第 19 屆亞洲品質研討會，(2005)
- [7] 潘健一，「劇本引導式需求工程發展方法」，國立中央大學資訊工程研究所，博士學位論文，1998.6。
- [8] 薛念林，「目標導向之軟體需求工程發展方法」，國立中央大學資訊工程研究所，博士學位論文，1998.6。

英文文獻

- [9] Ahern, Dennis, Aaron Clouse, Richard Turner, CMMI Distilled, Addison-Wesley, September, 2003, ISBN: 0-321-18613-3.
- [10] Alejandra C., and Mario P., “Challenges Setting a Process to Manage COTS Component Selection” International Workshop on Models and Processes for the Evaluation of COTS Components (MPEC'04) 25 May, (2004).
- [11] Angelis, L. and Stamelos, I. “A Simulation Tool for Efficient Analogy Based Cost Estimation,” Empirical Software Eng., vol. 5, (2000), 35-68.
- [12] Anton, A. “Goal Identification and Refinement in the Specification of Software-Based Information Systems”, Ph.D. thesis, Department of Computer Science, Georgia Institute of Technology, June 1997.
- [13] Anton, A. and Potts, C. ”The use of goals to surface requirements for evolving systems. ”In Proc. of 20th International Conference on Software Engineering, (1998), 157–166.
- [14] Balzer, R.M., and Goldman, N., “Principles of Good Software Specification and their Implications for Specification Language”, In Proceedings of the Specifications of Reliable Software Conference, IEEE Press, (1979), 58-67.
- [15] Boehm, B.W. “A Spiral Model of Software Development and Enhancement.” *IEEE Computer*, 21(5), (1988), 61-72.
- [16] Boehm, B., Abts, C., Brown, A. W., Chulani, S., Clark, B., Horowitz, E., Madachy, R., Reifer, D. and Steece, B., “Software

- Cost Estimation with COCOMO II”, PrenticeHall, (2000) , ISBN/ASIN: 0130266922.
- [17] Bourque, Pierre and Robert Dupuis, “Guide to the Software Engineering Body of Knowledge”, 2004 Version, IEEE Computer Society (2004).
- [18] Borgida, A., Greenspan, S. and Mylopoulos, J. Knowledge Representation as the basis for requirements specification. *IEEE Computer*. 18(4). April, (1985).
- [19] Cavano, J. P. and McCall, J. A. A Framework for the Measurement of Software Quality. In *Proc. of ACM Software Quality Assurance Workshop*, (1978), 133–139.
- [20] Daisuke Shinbara, Jinichi Kawano, Haruhiko Kaiya, and Motoshi Saeki "Identifying Requirements Gaps among Stakeholders by using Goal Oriented Analysis", 10th International Workshop on Requirements Engineering Foundation for Software Quality, (2004).
- [21] Dardenne, A., Van Lamsweerde, A. and Fickas, S."Goal-directed Requirements Acquisition. " *Science of Computer Programming* 20 (1993), 3–50.
- [22] Davis, A., “Software Requirements: Objects, Functions, and States (Second Edition), Englewood Cliffs, New Jersey: . Prentice-Hall, (1993), ISBN: 0-13-562174-7.
- [23] Firesmith, Donald Prioritizing Requirements. *Journal of Object Technology* 3(8), (2004), 35-48.
- [24] Gilmore, James H. and Pine II, Joseph B. "The Four Faces of Mass Customization, " *Harvard Business Review*, 75(1), (1997), 91-101.
- [25] Gross, D. and Yu, E. “Evolving System Architecture to Meet

- Changing Business Goals: an Agent and Goal-Oriented Approach.” First International Workshop From Software Requirements to Architectures (STRAW 01) at ICSE 2001, May 14 , (2001), 316-327.
- [26] Hui Bowen, Liaskos Sotirios and Mylopoulos John, "Requirements Analysis for Customizable Software: A Goals Skills Preferences Framework" John Requirements Engineering Conference, 2003. Proceedings. 11th IEEE International, (2003), 117-126.
- [27] IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications, IEEE Std 830-1998, IEEE, New York, (1998).
- [28] ISO/IEC 12207. 1995. “Information Technology: Software life cycle processes”. ISO, Geneva-Swiss. (1995).
- [29] Kaiya, H., Horai, H., and Saeki, M. ”AGORA: Attributed Goal-Oriented Requirements Analysis Method. ”In Proc. of the 10th IEEE International Requirements Engineering Conference (RE’02), (2002), 13–22.
- [30] Kirn, St., Unland, R. and Wanka, U., “MAMBA: Automatic Customization of Computerized Business Processes.”, Information Systems, Vol. 19, No. 8, December (1994), 661-682.
- [31] Leite, J., Hadad, G., Doorn, J., and Kaplan, G. ”A Scenario Construction Process. ”Requirements Engineering 5 (2000), 38–61.
- [32] Lovelock and Wright, “Principles of Service Marketing and Management/2E”, New-Jersey: Prentic-Hall, (2002). ISBN 013676875X.
- [33] Mylopoulos, J., Chung, L. and Yu, E. ”From Object-Oriented to

- Goal-Oriented Requirements Analysis.” *Communications of the ACM*, 42(1) (1999), 31–37.
- [34] Nuseibeh B, Easterbrook S. “Requirements engineering: A roadmap.” In: Finkelstein A, ed. *Proc. of the 22nd Int’l Conf. on Software Engineering, Future of Software Engineering Track*. Limerick: IEEE Computer Press, (2000), 35-46.
- [35] Oshiro, K.; Watahiki, K., and Saeki, M . ”Goal-oriented idea generation method for requirements elicitation ”*Requirements Engineering Conference, 2003. Proceedings. 11th IEEE International* , 8-12 Sept, (2003).
- [36] Pine, B. J., Victor, B. B. and C.Andrew, “Making Mass Customization Work”, *Harvard Business Review*, Vol.71(5), (1993),108-111.
- [37] Prat, N. “Goal Formalisation and Classification for Requirements Engineering,” *Proc. 3rd Int. Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality REFSQ’97, Barcelona, Catalonia, Spain, June (1997)*, 145-156.
- [38] Robinson, W.N., “Integrating Multiple Specifications Using Domain Goals,” *Proc. IWSSD-5—Fifth Int’l Workshop Software Specification and Design*, (1989), 219-225.
- [39] Rolland, C., Ben Achour, C., Cauvet, C., Ralyte, J., Sutcliffe, A., Maiden, N., Jarke, M., Haumer, P., Pohl, K., Dubois, E., Heymans, P. ”A Proposal for a Scenario Classification Framework. ”*Requirements Engineering* 3 (1998), 23–47.
- [40] Rowley, J. “Just another channel? Marketing communications in e-business” , *Marketing Intelligence & Planning*, Vol.22(1), (2004), 24-41.
- [41] Shepperd, M. and Schofield, C. "Estimating software project

- effort using analogies.", IEEE Transactions on Software Engineering 23(11), (1997), 736-743.
- [42] Shinbara, D., Kawano, J., Kaiya, H., and Saeki, M. "Identifying Requirements Gaps among Stakeholders by using Goal Oriented Analysis." in REFSQ04 Post Workshop Proceedings, Riga, Latvia 7 - 11 June, (2004), 219-234.
- [43] Sutcliffe, A. "Scenario-Based Requirements Analysis." Requirements Engineering 3 (1998), 48–65.
- [44] Takeda, N., Shiomi, A., Kawai, K. and Ohiwa, H., "Requirements Analysis by the KJ Editor. In Proc. of 1st IEEE International Symposium on Requirements Engineering", (RE'93), (1993), 98–101.
- [45] Van Lamsweerde, A. "Goal-oriented requirements engineering: a guided tour." Requirements Engineering, 2001. Proceedings. Fifth IEEE International Symposium on , 27-31 Aug. (2001), 249 – 262.
- [46] Yu E. "Modelling strategic relationships for process re-engineering", PhD Thesis, Dept of Computer Science, University of Toronto 1994.
- [47] Yu, E. and Mylopoulos, J. "Why Goal-Oriented Requirements Engineering." In Proceedings of the 4th International Workshop on Requirements Engineering: Foundations of Software Quality, (1998), 15-22.
- [48] Chang, W.K., Su, S.P. and Leu, F.Y. "The Customization of Requirement Specifications for Software Projects" The 3rd World Congress for Software Quality, 2005.