

國立交通大學

資訊科學與工程研究所

碩士論文

以 MDG 為基礎之多媒體教材檢測工具之

設計與實作

The Design and Implementation of Multimedia Courseware
Quality Testing Tool Based on MDG Graph

1896

研究生：陳佑安

指導教授：陳登吉 教授

中華民國 一百零一 年 七月

以 MDG 為基礎之多媒體教材品質檢測工具之設計與實作

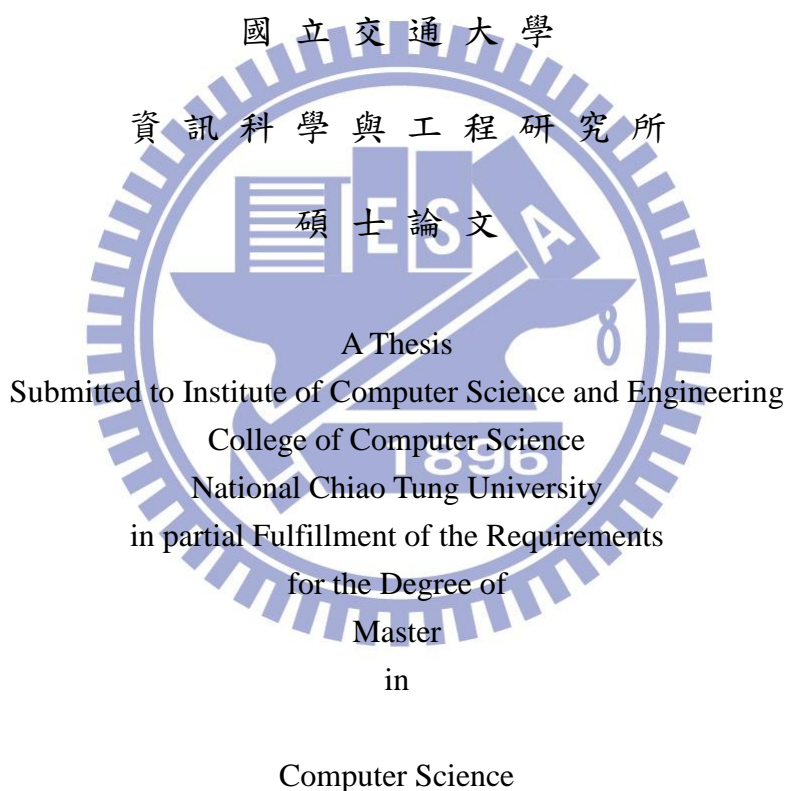
The Design and Implementation of Multimedia Courseware
Quality Testing Tool Based on MDG Graph

研究生：陳佑安

Student：Yu-An Chen

指導教授：陳登吉

Advisor：Deng-Jyi Chen



July 2012

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 一 百 零 一 年 七 月

以 MDG 為基礎之多媒體教材品質檢測工具之 設計與實作

學生：陳佑安

指導教授：陳登吉博士

國立交通大學資訊科學與工程研究所碩士班



摘要

數位學習日漸蓬勃發展，因此數位多媒體教材的品質也就日趨受到重視。目前有不少機構提出了多媒體教材的品質認證，如臺灣的數位學習品質服務中心。認證的方式主要是以教材成品使用檢核表 (Check lists) 對品質項目一一做確認。這種對「後期品質」認證方式最大的缺點就是當此時發現品質問題，要更正所花的成本會比在教材設計階段就發現問題而更正要來的高。除了用品質認證的方式之外，也有學者提出針對多媒體教材生命週期的品質確保模型。其中關於品質確保的方法為在教材製作的各個階段中，使用 Perspective based Inspections、Testing、Prototyping、形成性評量以及總結性評量。這些方法大多數都是教材製作參與人員使用檢核表互相檢查，缺少可以自動化檢查教材的工具。

基於上述，本研究希望設計並實作一個多媒體教材品質檢測工具，方法是使用一多媒體品質管制模型—MDG (MLCs Directed Graph)，搭配現有的品質檢測演算法，期望能在教材製作中，能自動化檢測出教材之中的一些可能的品質不良情形，使問題能夠在教材製作的早期階段就被排除，進而達到教材品質提升的目的。

關鍵字：MDG、多媒體教材、多媒體教材品質檢測、品質檢測工具

The Design and Implementation of Multimedia Courseware Quality Testing Tool Based on MDG Graph

Student: Yu-An Chen

Advisor: Dr. Deng-Jyi Chen

**Department of Computer Science and Information Engineering
National Chiao Tung University**

Abstract

E-learning is becoming a blossomed method for learning, teaching and training, and assuring e-learning quality is becoming an important issue worldwide. Some organizations have proposed e-learning courseware quality assurance so far, for example, the eLQSC (e-Learning Quality Service Center) in Taiwan. The major quality assurance method is using quality checklists to evaluate e-learning courseware. One of the drawbacks of the “late” quality assurance is that solving problems in courseware during the late phase of courseware development life-cycle is more costly than solving them during the early phase such as design phase. In addition, a number of multimedia courseware development model through life-cycle have been proposed. They use perspective based inspection, testing, prototyping, formative and summative evaluation to evaluate a courseware quality, and lacking an auto-testing tool to testing problem of a courseware automatically.

According to the above reasons, this study wants to design and implement a multimedia courseware testing tool using the courseware quality control model MDG (MLCs Directed Graph) and existing quality testing algorithms, expecting the quality issues can be auto-tested during the early phase in the development life-cycle and improve the quality of a courseware.

Keywords: MDG, Multimedia Courseware, Testing of Multimedia Courseware, Quality Testing Tool

致謝

本論文得以順利完成，首先要感謝我的指導教授陳登吉老師。雖然陳老師目前身體欠安，但仍然花費許多精神與心力，在課業及研究上給予我實質的方向與建議之外，也會分享老師自身的人生經驗和教導我待人處事的態度，使我受益良多。我由衷地感謝陳老師，也祝福老師身體安泰。感謝孔崇旭老師在陳老師身體不適的這段期間，每個禮拜舟車勞頓到新竹來指導我們，給予我們許多寶貴的建議，使我們的研究得以順利進行，真的非常謝謝孔老師。

接著要感謝實驗室的學長姐們，同窗好友品宏，學弟介豪、予恆。在課業上有你們大力的幫助，在生活上有你們的陪伴，豐富了我在交大的兩年生活，真的很高興能認識你們，謝謝你們。感謝我的女友沁穎，在我論文研究期間給予了我很大的支持與鼓勵，使我的論文能順利完成，謝謝妳。

最後要感謝一直在我身後默默支持我、關心我的爸爸、媽媽以及其他家人。因為有你們的支持與栽培，才能讓我在無後顧之憂的環境完成碩士學位，謝謝你們。

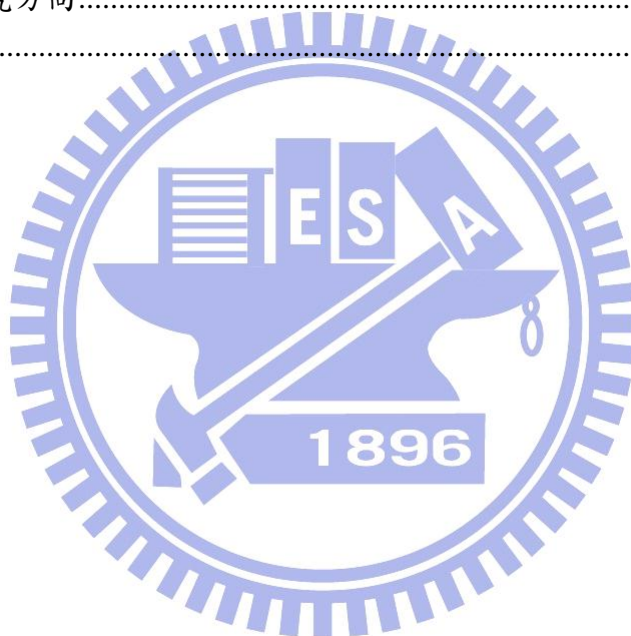
感謝曾經幫助過我，以及鼓勵我、支持我的人，謝謝你們。



目錄

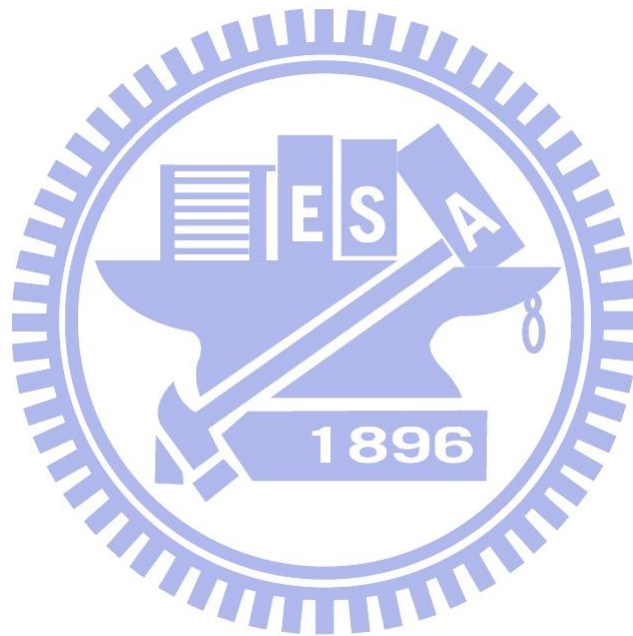
摘要.....	i
Abstract.....	ii
致謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vi
圖目錄.....	vii
一、緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究方法.....	4
1.4 研究範圍與限制.....	5
1.5 章節概要.....	5
二、文獻探討.....	6
2.1 國際品質管理標準– ISO/IEC 19796.....	6
2.2 多媒體教材的品質認證.....	6
2.2.1 數位學習品質服務中心.....	7
2.2.2 epprobate.....	11
2.3 多媒體教材品質控管模型.....	13
2.4 多媒體教材製作生命週期.....	14
2.5 MDG：MLCs Directed Graph.....	16
2.5.1 多媒體教材及其自然語言需求表.....	16
2.5.2 素材之間的邏輯群組.....	17
2.5.3 教材需求轉換成 MDG.....	18
2.5.4 reversed MDG (rMDG).....	19
2.6 MDG 檢測演算法.....	19
2.6.1 對照素材正確性.....	19
2.6.2 素材整備檢查.....	20
2.6.3 周邊效應評估.....	21
2.6.4 沒被使用到的素材.....	22
2.6.5 元件缺漏檢查.....	22
2.6.6 群組關聯檢查.....	23
2.6.7 元件遞迴檢查.....	23
三、系統分析及設計.....	25
3.1 MDG 品質檢測演算法分析.....	25
3.2 MDG 表現型式設計.....	27
3.2.1 以 XML 來表示 MDG 的節點.....	28

3.2.2 以 XML 來表示 MDG 的邊	29
3.2.3 以 XML 來表示 MDG 的群組關係	30
3.3 MQT Tool 之系統分析與設計	31
3.3.1 功能性需求與非功能性需求.....	31
3.3.2 系統架構及使用流程.....	33
四、系統實作及展示.....	35
4.1 系統實作.....	35
4.2 實例應用展示.....	36
4.2.1 範例說明.....	36
4.2.2 系統展示.....	41
五、結論與未來研究方向.....	47
5.1 結論.....	47
5.2 未來研究方向.....	48
參考文獻.....	49



表目錄

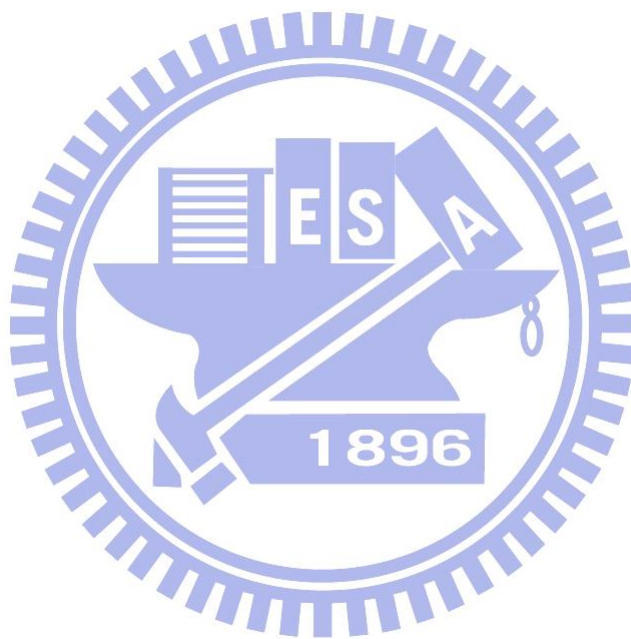
表 1	自然語言需求表範例.....	17
表 2	MDG 品質檢測演算法分析表	27
表 3	MQT Tool 之功能性需求表	31
表 4	MQT Tool 之非功能性需求表	32



圖目錄

圖 1	研究概觀圖.....	4
圖 2	五大面向檢核圖.....	7
圖 3	The product-centered IntView life-cycle model	13
圖 4	以螺旋模型為基底的多媒體教材製作模型.....	14
圖 5	多媒體教材開發流程.....	15
圖 6	MLCs Directed Graph (MDG).....	18
圖 7	reversed MLCs Directed Graph (rMDG).....	19
圖 8	兩 MDG 相比對以對照素材正確性	20
圖 9	MDG 素材整備檢查	20
圖 10	MDG 發生需做修改的節點	21
圖 11	周邊效應需評估的節點.....	21
圖 12	使用 rMDG 找出未被使用的素材	22
圖 13	教材元件缺漏示意圖.....	22
圖 14	劇本示意圖及所代表的 MDG	23
圖 15	元件遞迴示意圖.....	23
圖 16	MDG 中含遞迴的情形	24
圖 17	XML 範例.....	28
圖 18	MDG 節點內容之 XML 表現範例	28
圖 19	以 XML 來表示 MDG 的邊及其圖形示意圖	29
圖 20	以 XML 表示 MDG 裡的群組關係	30
圖 21	MQT Tool 之系統架構圖	33
圖 22	MQT Tool 使用流程圖	34
圖 23	MQT Tool 之類別圖	36
圖 24	「認識小狗」MDG 檔案範例	37
圖 25	英語教材「ABC in Phonics」	38
圖 26	「What is on the Mat?」之 MDG 檔案範例.....	39
圖 27	「認識紅毛港」之 MDG 檔案範例	40
圖 28	MQT Tool 開啟畫面	41
圖 29	選擇要開啟的 MDG 檔案畫面	41
圖 30	點選節點顯示該節點資訊.....	42
圖 31	選取欲檢測之檢測演算法.....	42
圖 32	素材整備及群組關係檢查結果.....	43
圖 33	元件缺漏及未使用素材檢測結果.....	44
圖 34	周邊效應及元件遞迴檢查結果.....	45

圖 35 開啟新視窗顯示 MDG 圖形46



一、緒論

1.1 研究背景與動機

在現今社會，由於資訊科技的進步，學習不再是只有傳統的老師與學生面對面用紙本授課。而個人電腦、網際網路、以及行動裝置的普及（如智慧型手機，平板電腦等），使得學習可以更多樣化，進而使得數位學習可以蓬勃發展。

人們利用數位學習進行教育訓練的時間比例越來越高，如美國企業界從 1999 至 2006 年間由 8% 提高至 29% [1]，而根據 Sloan Consortium (2010) 的調查研究發現，美國高等教育線上學習註冊人數跟全體註冊人數之比例，由 2002 年的 9.6% 增加到 2010 年的 29.3% [2]。有鑑於使用數位學習教材的人愈趨增加，數位學習教材的「品質」日漸成為重要的議題 [3-7]。品質不好的教材，可能讓使用者接收到錯誤的資訊，進而導致學習效果不彰；相反地，高品質的數位學習教材，則可以提升使用者的學習效果。

在數位學習教材內容的製作過程中，品質考量可以分成兩個面向來討論：

1. 多媒體教材內容的設計

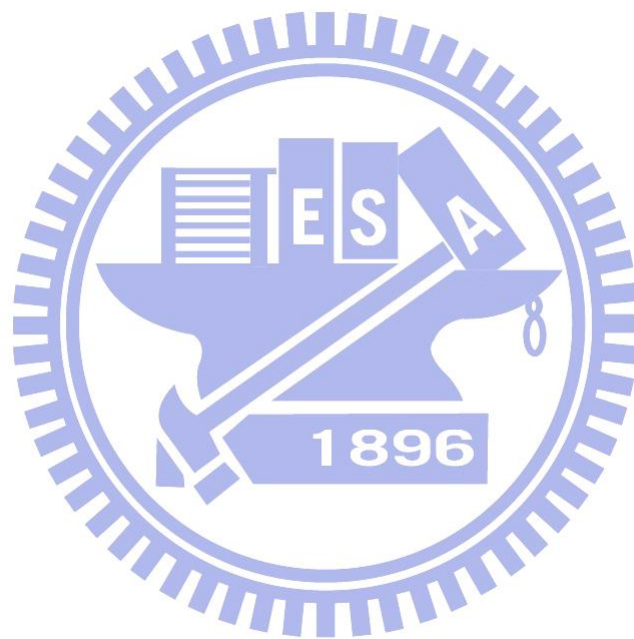
教材內容的設計，多半依靠教材設計者的經驗或獨特的創意。有經驗的設計者，較容易找出學生學習的困難點，進而在教材設計時多加注意。而設計者的獨特創意，則可以提高學生的學習興趣或是學習效率。

2. 多媒體教材內容的製作

教材內容在製作過程中，假如發生了問題，也會使整體的品質下降，例如圖片或聲音的誤植，會使得學生產生混淆，接收到錯誤的資訊。因此教材品質在製作過程中也需要注意。

針對多媒體教材的品質，有機構提出數位多媒體教材的認證方法 [8, 9] 來對教材品質做分級，也有學者提出了方法論 [10] 或模型 [4] 來對教材的品質進行控管。機構提出的品質認證方法大多是對多媒體教材已完成產品，使用檢核表來做品質認證；而在學者提出的方法論或模型裡提出的品質檢測方法主要是依據多媒體教材開發的生命週期中，針對各個階段的參與人員做交互審查，並使用問卷的方式來收集相關品質資料。這兩種品質控管面向，前者對於多媒體教材的製作過程可能產生的品質問題，相對比較少去討論；後者雖然對於多媒體教材的整個生命週期都有考慮，但主要還是使用人工的方式去檢核，缺少一自動化檢測的工具。

以軟體工程的角度來探討，在多媒體教材製作的生命週期裡，在早期階段就發現品質問題而加以改善，改善所需之成本將會比爾後在教材成品才發現品質問題要來的少。因此本研究希望設計及製作一多媒體教材素材之品質檢測工具，期望能自動化檢測出在多媒體教材製作過程中，可能的品質問題，進而降低教材品質不良情形的發生。



1.2 研究目的

多媒體教材的設計製作比起傳統紙本教材，除了教材內容的設計之外，還需要設計不同的素材，以及素材之間的邏輯行為，來達到多媒體撥放效果，以符合原始教材內容設計，因此要來的複雜。多媒體教材可以視為一群素材的集合，可在素材上賦予一些參數及行為，且依照製造多媒體教材的自然語言需求表，可以將一份教材轉換成素材跟素材之間的邏輯群組，進而可以對應到一個 MDG(MLCs Directed Graph) [11]，之後便可以依照此 Graph 的特性，找出可能品質問題加以排除。本研究之概觀圖如圖 1 所示。

本研究的主要目的有下列兩點：

1. 設計一種 MDG 的表現形式

根據國立交通大學軟體工程實驗室的先期研究 [11] 提出一種用來表示 MDG 的檔案形式。除了可以作為本研究欲設計工具之輸入檔案之外，對於不同的多媒體教材開發工具，亦可有一個可依循的格式將設計的教材轉換成 MDG 來做品質檢測。

2. 設計及製作多媒體教材素材的品質檢測工具

有了 MDG 之後，搭配依據不同品質問題而設計的演算法，便可以設計一教材品質檢測工具來對多媒體教材作品質檢測。因為 MDG 是由多媒體教材轉換而來，因此對 MDG 做檢測就是對教材做檢測。本研究希望提出一個可自動化檢測品質問題的工具，期望可以在多媒體教材設計階段就能發現品質問題，降低品質不良情形發生以及改善成本。

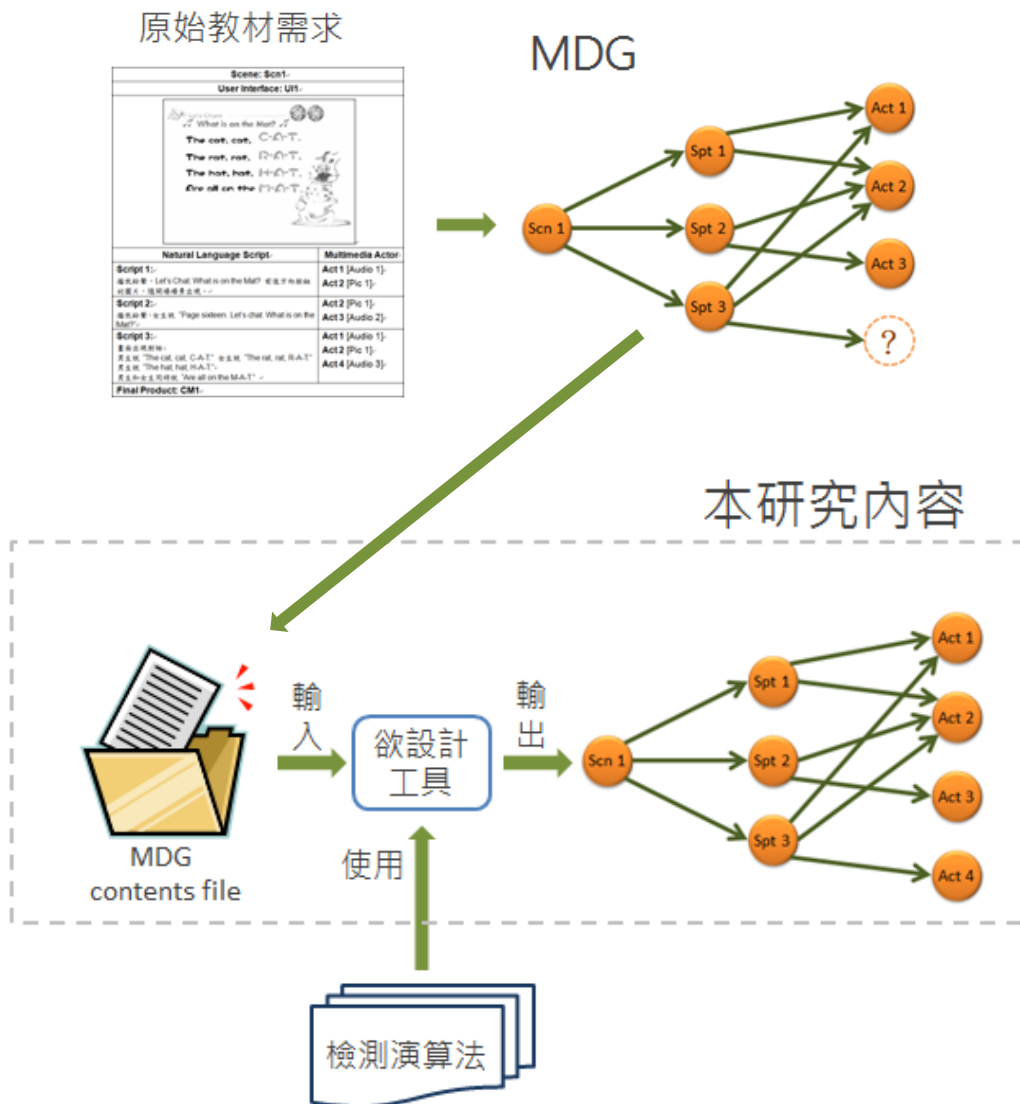


圖 1 研究概觀圖

1.3 研究方法

因為多媒體教材的品質是個重要議題，國內外的學者機構等都有提出相關品質管制方法，因此本研究會先探討目前已被提出的品質管制方法，找出目前方法較不足的部分，並設計檢測系統來輔助現有的檢測方法，研究方法可分為下列幾點：

1. 文獻探討與相關研究

由於本研究主要是使用 MDG 來找出可能的教材品質不良情形，因此會先針對現有的文獻來探討已存在的多媒體教材品質管制方法，接著介紹本研究所使用的相關技術研究，如 MDG 以及品質檢測演算法，分析

MDG 以及演算法特性，使其能套用在欲設計之檢測工具上。

2. 素材品質檢測工具之設計

有了 MDG 以及檢測演算法後，便可著手設計多媒體教材素材之品質檢測工具，藉由定義 MDG 表現形式的檔案，可代表一份教材裡素材之間的邏輯群組關係，使其能作為欲設計系統之輸入。接著以品質檢測演算法來自動化檢測此 MDG，藉此來找出可能的品質不良情形。

1.4 研究範圍與限制

本研究目的在於提供一個自動化之多媒體教材品質檢測工具，使教材在早期階段就可發現某些品質不良情形，但因限於時間，相關技術等問題，使得本研究結果運用受到以下幾點的限制：

1. 本研究內容以 MDG 為基礎，因 MDG 主要在表達教材內各邏輯群組之間的相依性，因此本研究主要在檢查此相依性(如劇本跟素材之間的某些關係)或是檢查素材存在與否，對於教材的實際內容，如教材呈現的結果是否為正確，本研究並無探討。
2. 本研究所使用的品質檢查演算法有限，能通過本研究之檢查的教材，僅能表示並無已知的品質問題。是否有其他問題還是需要人工進一步判斷。

1.5 章節概要

本研究共分為五個章節，以下簡單說明各章節內容：

第一章：緒論。敘述本研究的研究背景和動機、研究目的以及研究方法。

第二章：文獻探討與相關研究。探討與本研究相關的背景知識和文獻，如現存的多媒體教材品質管制模型及方法、多媒體教材品質認證方式、MDG 相關知識等，作一完整的介紹及探討。

第三章：系統分析與設計。分析及設計 MDG 的檔案表現形式以及已知的品質檢測演算法來作為本研究與設計之品質檢測工具之基礎。並且詳細定義與設計的檢測工具的系統架構、功能性需求、非功能性需求等等的相關詳細內容

第四章：系統實作與展示。依據第三章的系統分析與設計，使用 Java 語言實作出一個多媒體教材素材之品質檢測工具，並搭配設計多媒體教材轉換而成的 MDG 測試案例來展示此工具之功能。

第五章：結論與未來研究方向。說明本研究的貢獻及結論，並對未來的研究方向提出說明以及建議。

二、文獻探討

本研究的目的是在於檢測多媒體教材在製作過程的可能品質缺失，進而提升多媒體教材的品質。對於教材品質，已有學者及專職機構提出品質檢測模型及品質認證等方式。以下會對各個文獻做相關說明以及介紹

2.1 國際品質管理標準—ISO/IEC 19796

ISO/IEC 19796 適用於學習、教育、和培訓領域 (learning, education, and training)，特別是數位學習的範疇。此標準協調現行的各種相關品質方法，使數位學習的供應商跟使用的能有一個品質確保的參考架構[12, 13]。此標準分為四個部分，以下作簡略敘述：

ISO/IEC 19796-1：提供一個描述品質方法的參考架構 (Reference Framework for the Description of Quality Approaches, RFDQ)，其目的在於協調現行的品質方法，使其有共同、互通的標準。ISO/IEC 19796-1 主要包含三部分，分別為統一描述用語 (a description scheme for quality approaches)、開發流程的分類參考 (a process model as a reference classification) 以及品質評估的參考標準 (reference criteria for evaluation)。此部分已於 2005 年出版。

ISO/IEC 19796-2：提供一個協調的品質模型 (Harmonized quality model)。其目的在於描述品質管理和品質保證的每個過程和它的預期效益。此部分目前還在發展階段。

ISO/IEC 19796-3：參考方法和評量依據 (Reference methods and metrics)。旨在延伸 ISO/IEC 19796-1 提到的 RFDQ，成為數位學習供應商設計開發數位學習產品，服務以及相關技術時的評量模式及指標。此部分已於 2009 年出版。

ISO/IEC 19796-4；最佳範例與實施指南 (Best practice and implementation guide)。目的在提供一最佳實踐案例作為使用指南與參考。此部分目前還在發展階段。

2.2 多媒體教材的品質認證

就如同我們對一般事物的品質要求，例如食品的 GMP 認證，臺灣製產品 MIT 微笑標章等，對於數位學習教材也需要有認證規範，不僅對消費者(學習者)提供一個選擇品質良好的教材依據，也為教材開發者提供一個教材開發的規範以提升多媒體教材的品質

2.2.1 數位學習品質服務中心

在國內，對於數位教材的品質控管及認證，是由行政院國科會「數位典藏與數位學習國家型科技計畫」與「經濟部工業局」共同策劃之下的數位學習品質服務中心 (e-Learning Quality Service Center, eLQSC) [8] 所進行。除了對數位教材有訂定品質認證規範外，對於數位學習服務以及數位學習營運服務亦有相關的品質認證規範。

對於數位教材的認證方面，主要是針對教材內容、導引與追蹤、教學媒體以及創意五大面向 (如圖 2) 來進行檢核，以確保學習者所使用的教材能幫助達成預定之學習目標。檢核重點標示 * 號為必備檢核重點，其餘為選擇性檢核重點。未能滿足必備檢核重點之數位教材教無法通過認證。

其規範的認證等級共分為三個等級：A 級認證，滿足這個認證等級表示此數位教材具有數位學習應該必備的基本品質元素，並有助於學習者達成基本的學習目標。AA 級認證，表示此數位教材可以比較有效地幫助學習者達成預定的學習目標。AAA 級認證，表示此數位教材將更能充分幫助學習者達成預定的學習目標。

以下說明各檢核面相的規範內容：



圖 2 五大面向檢核圖

規範一、教材內容 (Content)

檢核重點 1.1：正確性 (Accuracy)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 教材內容具正確性。
- 檢核要求 2. 教材內容符合學習者程度。
- 檢核要求 3. 教材內容能避免偏見與刻板印象。

檢核重點 1.2：內容組織與完整 (Organization & completeness)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 教材的組織架構由合理且明確的單元所組成。
- 檢核要求 2. 對應於教材名稱與時數，教材所涵蓋之內容具適當深度與廣度。
- 檢核要求 3. 單元的內容適切且份量合宜。

規範二、導引與追蹤 (Navigation & tracking)

檢核重點 2.1：導引 (Navigation)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材提供的導引功能使學習者有效控制學習進行。
- 檢核要求 2. 導引功能容易操作與使用。
- 檢核要求 3. 導引的圖像、名稱及功能符合普遍之使用習慣與認知，且彼此不衝突。

檢核重點 2.2：操作指引與求助功能 (Orientation & help)，選擇性檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材提供適切的操作導引，功能標示清楚且名稱使用具一致性。
- 檢核要求 2. 數位教材能顯示目前學習者在教材中的所在位置。
- 檢核要求 3. 數位教材提供適切的求助管道。

檢核重點 2.3：學習追蹤 (Learning tracking)，選擇性檢核重點

- 檢核要求 1. 學習追蹤的標示清楚且名稱與功能具一致性。
- 檢核要求 2. 學習追蹤的功能可顯示學習者已完成與未完成之學習內容。
- 檢核要求 3. 教材提供學習者再次進入教材時，回到前次學習單元之功能。

規範三、教學設計 (Instructional design)

檢核重點 3.1：教學目標 (Instructional objectives)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材具體且完整地呈現整體教學目標。
- 檢核要求 2. 數位教材具體而完整地呈現單元教學目標，且反映整體教學目標。

檢核重點 3.2：教學方法 (Instructional methods)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材所使用的教學方法能有效呈現或展示教學內容。
- 檢核要求 2. 數位教材運用多樣化的教學方法 (兩種以上) 來呈現較學內容。
- 檢核要求 3. 數位教材所運用的教學方法能促進學習內容與學習者先備知識的連結。

檢核重點 3.3：練習與形成性評量 (Practice & formative evaluation)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材提供適當的練習活動，幫助學習者熟悉學習的內容。
- 檢核要求 2. 數位教材具形成性評量機制有助於學習者了解學習進展與效果。
- 檢核要求 3. 練習活動或形成性評量能涵蓋教學目標。

檢核重點 3.4：總結性評量 (Summative evaluation)，選擇性檢核重點

- 檢核要求 1. 總結性評量的內容與教學目標相符且適切涵蓋各教學單元。
- 檢核要求 2. 總結性評量活動能提供學習上適切的回饋且能指出學習成效不足之教學單元。
- 檢核要求 3. 總結性評量多樣化，具二種以上的評量方法。

檢核重點 3.5：促進學習之策略 (Facilitation strategies)，選擇性檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材提供學習者與學習內容之互動機會。
- 檢核要求 2. 數位教材的設計能促進學習動機。

檢核重點 3.6：一致性 (Congruence)，必備檢核重點

- 檢核要求 1. 數位教材的每個教學目標都有適量的教材內容供學習者學習。
- 檢核要求 2. 數位教材的教學內容能達成預定的教學目標。
- 檢核要求 3. 數位教材的教學目標、學習活動、及練習與評量的內容具一致性。

規範四、媒體教學 (Instructional media)

檢核重點 4.1：媒體設計與運用 (Media design & use)，必備檢核重點

檢核要求 1. 教學媒體之運用能促進學習動機。

檢核要求 2. 教學媒體之運用能促進學習內容的理解。

檢核重點 4.2：介面設計 (Interface design)，選擇性檢核重點

檢核要求 1. 介面設計具一致性。

檢核要求 2. 介面能適切呈現教材內容。

檢核重點 4.3：媒體元件 (Media elements)，選擇性檢核重點

檢核要求 1. 媒體元素具有適切的製作品質。

檢核要求 2. 媒體元素的運用符合多媒體設計原則。

規範五、創意 (Creativity)，皆為選擇性檢核重點

檢核重點 5.1：教材內容 (Content)

檢核重點 5.2：導引與追蹤 (Navigation & tracking)

檢核重點 5.3：教學設計 (Instructional design)

檢核重點 5.4：教學媒體 (Instructional media)

檢核重點 5.5：其他面向 (Other)



2.2.2 epprobate

epprobate (取自拉丁字 *approbare*，意謂認證) [9] 是首次針對數位學習教材之國際品質標準。此品質標章由「歐洲數位學習品質基金會」(European Foundation for Quality in E-Learning, EFQUEL) 下之三個機構共同創建，包含德國學習機構網 (The Learning Agency Network, LANETO) [14]、比利時瓦隆通訊 (Agence Wallonne des Télécommunication, AWT) [15]、以及臺灣數位學習品質服務中心 (e-Learning Quality Service Center, eLQSC)。其教材品質規範內容如以下所述；

A. 課程設計

1. 提供課程資訊、學習目標以及教學指引：課程提供學習者所需資訊，包含清楚、完整且詳細的學習目標 (廣泛的、具體的、操作性的)，為達成最佳化學習所需之學習指引，以及學習路徑之功能。
2. 一致性：學習目標、教學策略、及評估流程皆一致，所使用的教學策略可有效地協助學習者達成預定學習目標。

B. 教學法

3. 學習者需求：教學策略 (包含學習活動、練習活動、評估方式) 符合學習者需求及學習者程度 (如技能熟練度、年齡、特殊限制等)。
4. 個人化：課程是否提供個人化之學習過程，並促進學習者自主性之發展。
5. 教學策略：課程提供可激發及吸引學習者，並支援主動學習 (有助於批判性思考發展) 之教學策略。策略可包含：
 - 獲取：經由聽覺、閱讀、或觀看教材之方式進行學習，有益於吸引學習者注意力及學習興趣。
 - 探究：於學習過程中，提供學習者探究問題、資源尋求、及引導之重點。
 - 練習：提供學習者與該領域相關之互動式的練習、遊戲、或其他提供回饋機制之活動機會。
 - 溝通：鼓勵並支持學習者間 (正式及/或非正式) 及/或與教師間之溝通 (如指導)。
 - 建構：提供學習者經由創造之方式 (如短文、設計、產品) 進行學習之機會。

C. 媒體設計

6. 媒體整合：利用媒體（文字、圖片、聲音、影像）及工具有效地提升學習者對課程內容之理解，並促進教學策略之執行。
7. 導引及人機介面設計：課程介面(導引、網頁設計、人機介面設計) 容易使用、符合最新之網頁設計原則，並讓學習者可有效控制自我學習進程。
8. 互通性及技術標準：遵守共通技術標準 (SCORM、IMS 等) 以支援跨平台之互通性。

D. 教材內容

9. 正確性及內容價值觀：教材內容正確的呈現該領域所共同認可之內涵，已開放性的價值觀點呈現其所涵蓋之議題，內容避免使用只有文化偏見之用語及範例。
10. 智慧財產權及開放式教學資源：教材製作廠商需具備合法使用課程素材之權力。當認證教材未來意圖提供做為 OER 時，需清楚說明使用及再使用權利，建議使用創作共同 CC 授權。
11. 其他法律議題：教材內容需遵守當地法規，包含偏見、誹謗、價值主張等議題。

評審委員將根據此規範審核教材並給予意見。所有規範內，沒有任一條規範為必備項目，教材製作廠商可在自我評估表中說明其符合各規範之程度以及未符合之原因，評審委員將根據廠商之說明進行判斷。

由以上介紹的兩種多媒體教材品質認證方法，可以看出認證方式主要是對多媒體教材完成品來進行評估，也就是著重在教材的「後期品質」。這種方式最大的缺點就是在後期才發現品質問題的話，此時要修改問題的成本會比在教材設計階段就修改問題要來的高 [16]，而檢核的內容比較著重在教育法、教學策略等偏向教育方面的品質，且主要使用檢核表 (Check lists) 以人工方式評估品質，對於使用系統化的檢測工具來檢測教材品質較為缺乏。

2.3 多媒體教材品質控管模型

除了認證多媒體教材來控管教材品質外，也有不少學者提出多媒體教材品質控管模型，其目的在對多媒體教材製作的整個生命週期裡做全面性的控管。

Grützner [10] 等人提出了一個多媒體教材生命週期品質確保的模型稱之為 IntView (如圖 3)。IntView 的觀點是把教材製作過程中，管理、內容開發，教育學，跟技術輸入視為一個整體。此方法模型裡，大部分教材內容的品質確保是根據之前的工作階段結果做更改。

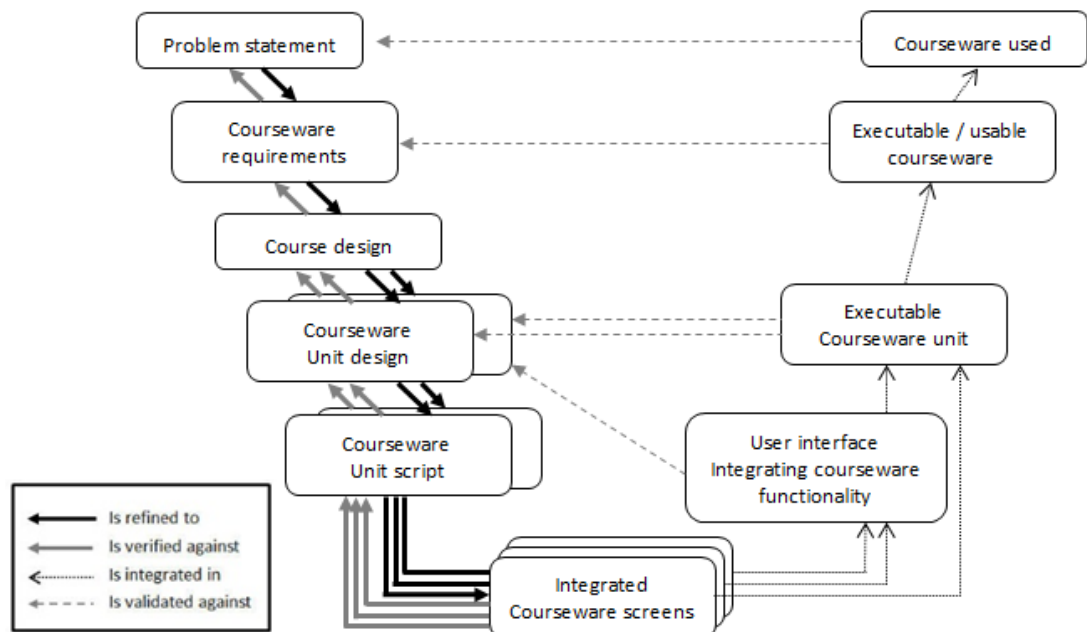


圖 3 The product-centered IntView life-cycle model

Homeed 和 Mahmood [4] 也有提出一個以軟體工程領域中的螺旋模型 (Spiral model) 為基底的多媒體教材製作模型 (如圖 4)。以螺旋模型為基底的原因是多媒體教材在製作過程中常因為需求變更而須做更改，此特性使用螺旋模型來描述較為適當。

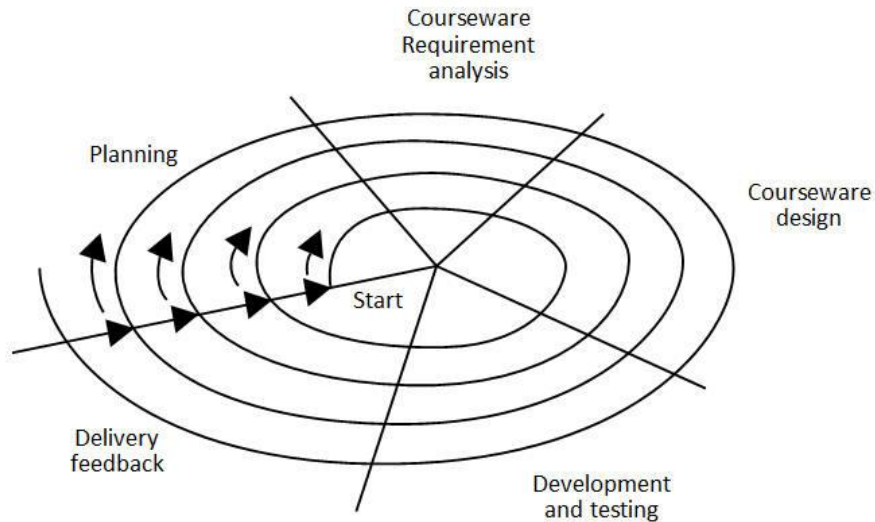


圖 4 以螺旋模型為基底的多媒體教材製作模型

以上兩種品質控管模型使用的品質確保方法有以下幾種：以目前階段的輸出和前一階段的輸出做確認，稱之為 perspective based inspections、設計測試案例來檢測教材 (Testing)、設計多媒體教材原型來找出設計缺陷 (Prototyping)、以及收集教師或學習者的問卷來改善品質問題 (形成性評量、總結性評量)。這些品質確保方法大多需要各製作階段的參與人員交互使用檢核表 (Check lists) 審查每個階段的教材輸出，以及使用問卷來收集教材使用者的意見，對於教材製作過程中，各個素材間 (如聲音、圖片等) 的邏輯行為較為欠缺考慮，也缺少實際的檢測工具來自動化檢查教材製作過程中可能產生的品質問題，這也就是本研究主要探討的部分。

2.4 多媒體教材製作生命週期

參考國立交通大學軟體工程實驗室所提出來的研究 [17, 18]，分析多媒體教材的開發及製作過程，可歸納出一多媒體教材的開發生命週期 (參考圖 5)。在開發生命週期的不同階段 (Phase)，需要訂定各式的文件規格來表達所對應階段的主要工作結果。多媒體教材的開發流程中，其主要階段分述如下：

1. 課程導入期 (RD)
2. 課程規劃期/單元腳本設計 (DM)
3. 課程規劃期/場景 UI 設計 (UI)
4. 課程製作期/素材製作 (MM)
5. 課程製作期/教材製作 (CM)

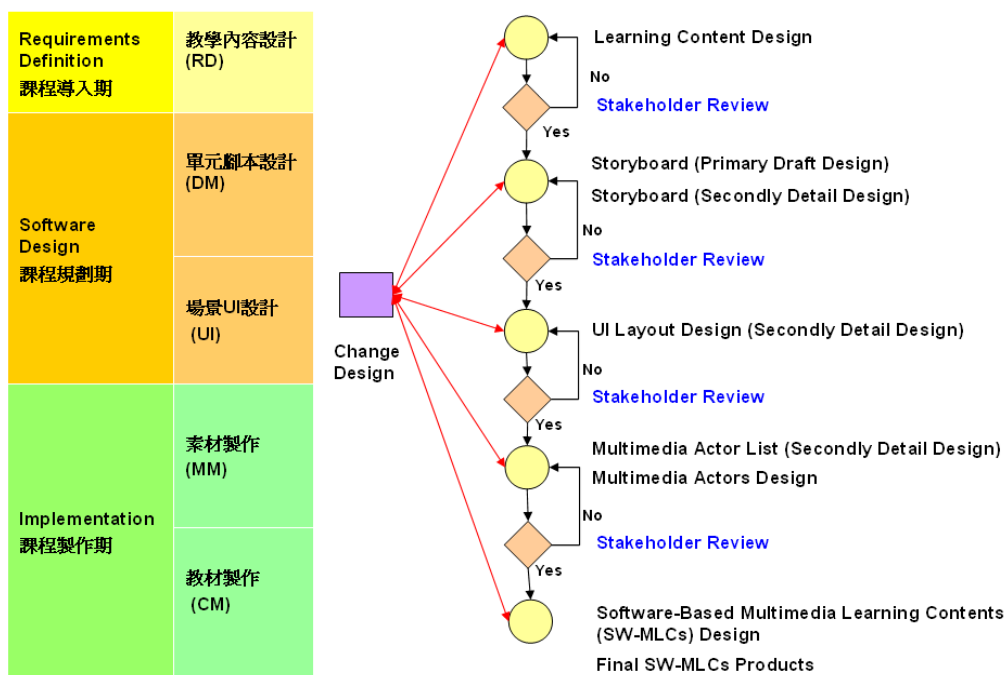


圖 5 多媒體教材開發流程

課程導入期 (RD)：依據教學目的、教學對象與教學環境的需求，自行設計或是選定現有適當的學習教材或教案，來當作開發多媒體教材的教學內容與教學依據。

課程規劃期/單元腳本設計 (DM)：設計多媒體教材的分鏡腳本，分鏡腳本主要是說明多媒體教材內容所要表達的意涵或教學觀念，且腳本內的劇情需要描述這些多媒體素材之間的關係，如互相搭配的時間或空間關係。

課程規劃期/場景 UI 設計 (UI)：設計多媒體教材的使用者界面。教材編輯者需要根據多媒體教材中每一個分鏡腳本的需要，設計多媒體教材內容所需要使用者界面。其主要工作內容包含主瀏覽畫面和每一幕劇情的使用者界面設計與美工設計。

課程製作期/素材製作階段 (MM)：製作多媒體教材內容所需要的多媒體素材，如聲音、影像、圖片、動畫及文字等。多媒體教材開發人員依據多媒體教材的分鏡腳本劇情的需要，設計所需要的多媒體素材，來幫助教材使用者了解教材所表達的意涵或教學觀念。

課程製作期/教材製作 (CM)：編輯及製作多媒體教材內容。多媒體教材開發人員使用多媒體編輯軟體或程式開發工具，依據分鏡腳本的劇情描述，將多媒體素材之間搭配的空間及時間的關係，製作成一幕幕的多媒體教材內容。

2.5 MDG : MLCs Directed Graph

在傳統的多媒體教材製作過程中，對於素材與成品或半成品的關聯，主要是靠人工來的是來做檢核及維護，但這種方式不僅效率不佳且容易出錯，因此國立交通大學軟體工程實驗室提出了一個以 Graph 為基礎，利用現有的 Graph 理論及方法而設計的一套品質管制方法，稱之為 MLCs Directed Graph (MDG) [11]，主要是利用 ADL 提出的 SCORM 中的 Content Organization [19] 作為教材章節的邏輯關聯，加上素材與教材之間單元的邏輯群組關連而成的 Directed Graph [20] 來設計 MDG。MDG 對於本研究的内容而言，是個很重要的依據。

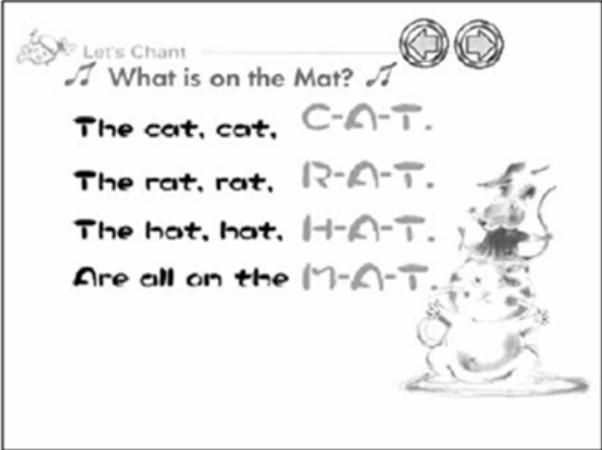
2.5.1 多媒體教材及其自然語言需求表

為了要將多媒體教材轉換成 MDG，就必須先分析多媒體教材。在多媒體教材的開發過程中，可以在教材設計階段分析其需求，進而建立其需求表。以教材「What is on the Mat?」為例子，此份教材的自然語言需求如下：

播放鈴聲及人聲說「Let's chat. What is on the mat?」之後，前後方按鈕圖片及相關圖片場景出現。圖片及場景出現完畢後，再次播放鈴聲，女聲說「Page sixteen. Let's chat. What is on the mat?」。此後畫面要出現對話，男聲說「The cat, cat, C-A-T.」，女聲接著說「The rat, rat, R-A-T.」，男聲接著說「The hat, hat, R-A-T.」最後男女聲同時說「Are all on the M-A-T.」。

根據上面的需求描述，我們可以製成自然語言需求表，表 1 是一份自然語言需求的範例，對應的多媒體教材的編輯工具為智勝國際編輯手 [21]。注意需求表的内容並不是唯一表現形式，不同的做法也可能呈現出相同的多媒體劇情。

表 1 自然語言需求表範例

Scene: Scn1	
User Interface: UI1	
	
Natural Language Script	Multimedia Actor
Script 1: 播放鈴聲，Let's Chat. What is on the Mat? 前後方向按鈕的圖片，隨開場場景出現。	Act 1 [Audio 1] Act 2 [Pic 1]
Script 2: 播放鈴聲，女生說 "Page sixteen. Let's chat. What is on the Mat?"	Act 2 [Pic 1] Act 3 [Audio 2]
Script 3: 畫面出現對話↓ 男生說 "The cat, cat, C-A-T." 女生說 "The rat, rat, R-A-T." 男生說 "The hat, hat, H-A-T."↓ 男生和女生同時說 "Are all on the M-A-T."	Act 1 [Audio 1] Act 2 [Pic 1] Act 4 [Audio 3]
Final Product: CM1	

2.5.2 素材之間的邏輯群組

多媒體教材相較於傳統紙本教材，多增加了類似程式性質的行為，例如經由使用者的操作使多媒體教材進行一連串的动作。這些行為都是需要透過撰寫程式來達成，而程式之間的行為就可以經由分析而得到階層式的邏輯群組。多媒體教材的邏輯群組可以分為三階層：

- (1) 分鏡 (Scene)：像是一個容器，裡面儲存一組以上的劇本以及如何觸發它們。
- (2) 劇本 (Script)：像是一組程式的巨集，記錄著一個或一個以上被觸發者的行為。被觸發者可以是演員或別的劇本。
- (3) 演員 (Actor)：通常是素材檔。可能是圖片、聲音、影像、動畫…等等。

上述的三個邏輯群組階層，是來自表 1 的自然語言需求表，配合媒體教材的分析設計而獲得。由表 1 來看，「分鏡 1」中有三個劇本；而在「劇本 1」中是先撥放鈴聲，之後場景圖片出現，因此劇本 1 裡有聲音演員（鈴聲）及圖片演員（場景圖片）兩個演員，其觸發方式為「分鏡 1」一開始就觸發「劇本 1」，而劇本中的兩個演員為「播放鈴聲」以及「出現場景圖片」。之後的劇本也可以依此來分析。依據上述的分析方法，可以得到以下的資訊：

- (1) 「分鏡 1」下有「劇本 1」、「劇本 2」以及「劇本 3」三個劇本。
- (2) 「劇本 1」有兩個演員，分別是聲音演員「演員 1」以及圖片演員「演員 2」。
- (3) 「劇本 2」有兩個演員，分別是圖片演員「演員 2」以及聲音演員「演員 3」。
- (4) 「劇本 3」有三個演員，分別是聲音演員「演員 1」、圖片演員「演員 2」、以及聲音演員「演員 4」。

2.5.3 教材需求轉換成 MDG

根據 2.4.1 以及 2.4.2 的資訊，給予「分鏡 1」代號為 Scn1；「劇本 1」、「劇本 2」以及「劇本 3」之代號分別為 Script1、Script2 以及 Script3；而「演員 1」到「演員 4」代號分別為 Act1、Act2、Act3 以及 Act4，經由拆解分析可以得到一個多媒體教材所屬素材的邏輯關聯圖，稱之為 MLCs Directed Graph (MDG)，如圖 6 所示。無論是一整份教材所形成的 Graph，或是場景以下的 Graph，都算是一個 MDG。

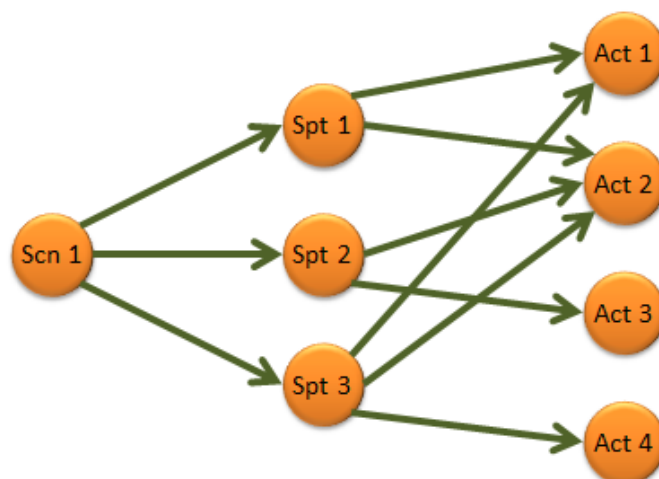


圖 6 MLCs Directed Graph (MDG)

2.5.4 reversed MDG (rMDG)

在某些情形下，例如為了追溯某個特定節點的父節點，我們就需要把 MDG 裡所有的邊 (edge) 都反轉 (reverse) 才可以達到目的。原來 MDG 中的所有邊都反轉後所得到的 Graph 稱之為 reversed MLCs Directed Graph (rMDG)，如圖 7 為圖 6 的 rMDG。

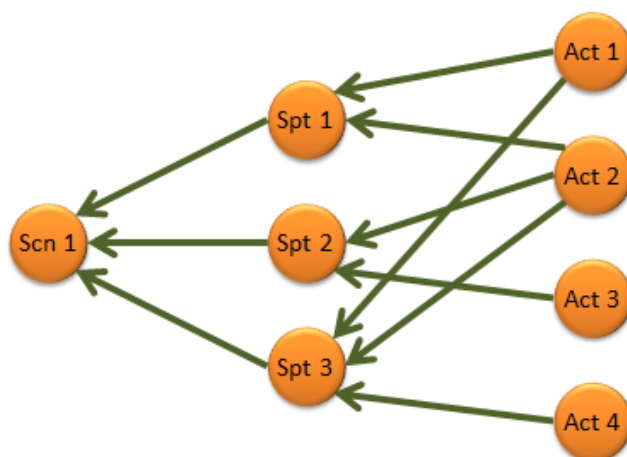


圖 7 reversed MLCs Directed Graph (rMDG)

如同 MDG，教材內任何 rMDG 的子集合，都可稱為 rMDG。

2.6 MDG 檢測演算法

根據國立交通大學軟體工程實驗室的研究 [11]，MDG 可以多媒體教材裡素材之間的關聯，且已經研究出利用 MDG 可以檢測出哪些品質不良之情形，以下分別簡述各品質不良情形以及如何檢驗。值得一提的是，在 MDG 原始設計裡，除了可以檢測品質不良情形之外，還可以用來管理素材。因為本研究著重在製作品質檢測工具，因此對於 MDG 的應用就只有如何使用它來排除品質不良情形。

2.6.1 對照素材正確性

多媒體教材在設計階段的時候，可以轉換成一個 MDG，表示教材的原始設計需求。之後到了多媒體教材製作階段，可以得到教材的成品或半成品，一樣可以轉換成一個 MDG。兩個 MDG 做比較，就可以確認所製作的教材是否有符合原始需求了 (圖 8)。而演算法是利用 Graph 中常見的演算法：Breadth-First Search (BFS) [22]來逐層掃描節點。一旦發現有不同，就表示製作時可能沒有依循教材需求。

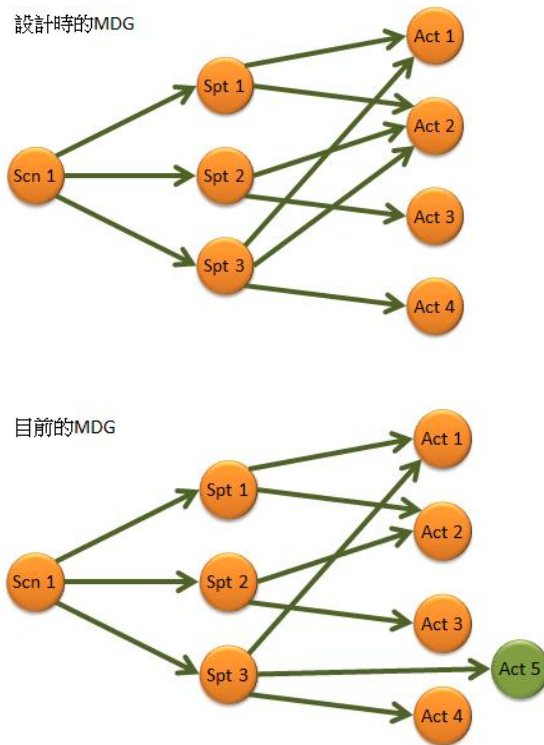


圖 8 兩 MDG 相比對以對照素材正確性

2.6.2 素材整備檢查

MDG 除了可以記錄素材之間的邏輯關聯（節點與邊的關係）之外，還可以記錄教材裡面的素材（聲音、影像等）是否已經完成整備，而演員節點可以記錄實際素材檔案的資訊。因此當我們有了一份教材轉換而成的 MDG 之後，便可以使用 BFS 來向下逐點掃描演員節點來判斷是否所有素材都已整備。

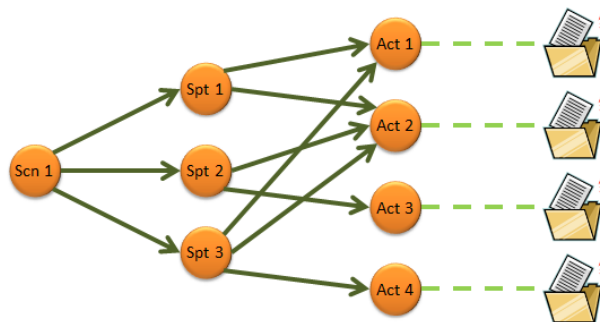


圖 9 MDG 素材整備檢查

2.6.3 周邊效應評估

教材有可能因錯誤而需要做部分修正或更改時，就需要考慮因修改教材而帶來的周邊效應。在一份教材內，素材或是其他邏輯單元（劇本等）都是可以共用的，因此當某個部分有需要被修改時，可以把教材轉換成 MDG，並找出有使用到欲修改的節點的其他節點，來做周邊效應的評估，看是要一起做修改，還是保持原樣就可以。此時使用的就不是 MDG，而是 rMDG (為了追溯父節點)，並使用 BFS 找出所有可以找到的路徑 (Path) 以及經過的節點，這些節點就是額外需要評估的點

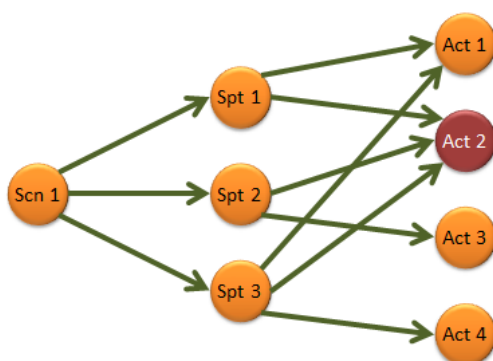


圖 10 MDG 發生需做修改的節點

以圖 10 來看，假設 Act 2 因為某些因素需要做修改，我們就需要對 Act 2 做周邊效應評估。利用上述的方法即可找出全部需要評估的節點，如圖 11。

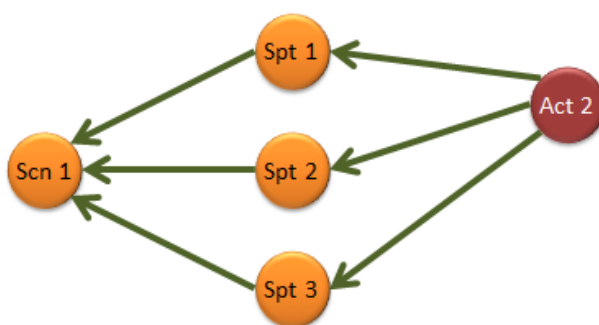


圖 11 周邊效應需評估的節點

2.6.4 沒被使用到的素材

在教材的製作過程中，時常因為需求的變更以及人為的疏忽，導致產生沒有被使用到的素材，此時利用 rMDG 可以幫助我們找出這些沒被使用到的素材。當檢查某個節點的所有父節點並非根節點（如場景，依當時的 MDG 紀錄的根節點為主）時，就表示此節點沒被使用到。而使用的演算法為 Depth-First Search，DFS[22]，原因是教材裡的素材大多應該都有被使用到，因此使用 DFS 會比較快速搜尋完畢。

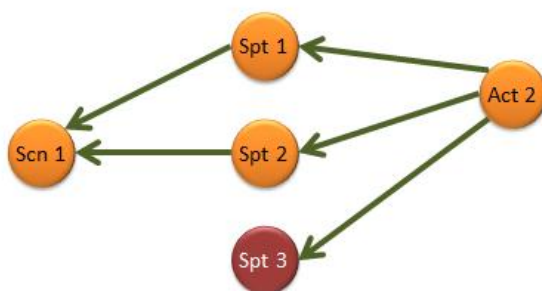


圖 12 使用 rMDG 找出未被使用的素材

2.6.5 元件缺漏檢查

在教材設計階段，可能因為人為或其他因素，導致教材缺少某些元件，而 MDG 為教材轉換而來，因此一樣會保留著缺少某些元件的問題。此時一樣可以利用 MDG，配合 BFS 演算法來找出這些缺漏的元件

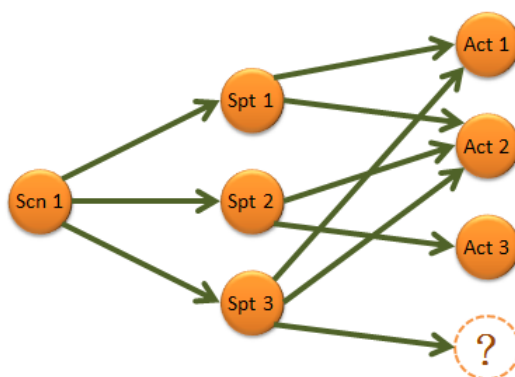


圖 13 教材元件缺漏示意圖

2.6.6 群組關聯檢查

假設現在有某個劇本（如圖 14）中有三個演員：草地圖片演員（Act 7）、小狗圖片演員（Act 8）以及聲音演員（Act 9），劇情內容是小狗在奔跑，並且發出叫聲。

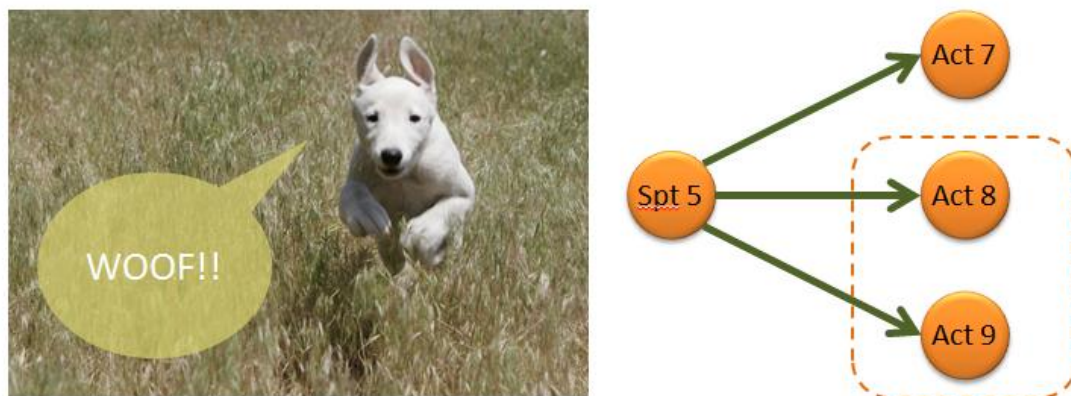


圖 14 劇本示意圖及所代表的 MDG

劇情中的 Act 8 跟 Act 9 看起來似乎沒關聯但其實是有的。大家都知道狗叫聲應該是「汪汪」聲，但是如果在實際製作此劇本時卻誤植為「喵喵」聲，就可能出錯。在教材設計階段時，設計者就可以知道狗的圖片應該配上狗的叫聲，因此可以加上「群組」關係，等到教材製作階段，就可以使用製作階段的 MDG 來比對設計階段 MDG 的「群組」關係。檢測的演算法使用 BFS 逐層掃描。

2.6.7 元件遞迴檢查

以一般程式的角度來看，假如發生遞迴，有可能會發生無窮迴圈而導致程式出錯，但是以多媒體教材的角度來看，卻可能是需要的存在。在某些情形下，教材中的元件關聯遞迴，並不一定代表無窮迴圈的發生。以圖 15 來看，教材使用者可能可以經由自己的操作，來達到劇本 1 劇本 2 的交互交換。



圖 15 元件遞迴示意圖

像上述的舉例，就可以視為正常遞迴的情形，而以 MDG 來檢測遞迴的話，僅能標示出遞迴的可能，但是否發生無窮遞迴的情形則需要人工進一步做判斷。

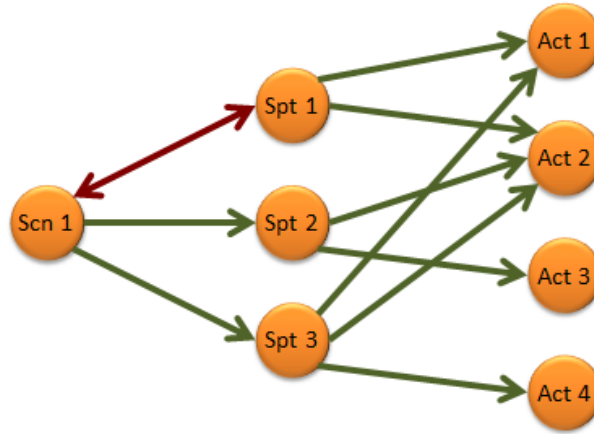


圖 16 MDG 中含遞迴的情形



三、系統分析及設計

根據第二章的文獻探討我們可以知道，品質對於數位學習教材是很重要的，也因此市面上有專門機構在對數位學習教材進行認證跟提出品質標準，也有學者提出多媒體教材製作流程的管制模型。但是這些方法目前都缺少了在教材的實際製作過程中，使用軟體測試工具來排除一些品質不良情形。而本研究的目的就是希望能設計出一個以 MDG 為基礎，檢測多媒體教材素材的品質檢測工具，本研究稱之為多媒體教材素材品質檢測工具 (MLCs Quality Testing Tool)，簡稱 MQT Tool，希望能輔助上述所提到的品質管制方法，而能更加確保多媒體教材的品質。

接下來的幾個小節中，本研究將會探討第二章 MDG 檢測演算法的分析結果、如何設計 MDG 的檔案表現形式以及欲設計檢測工具的系統架構、功能性需求等內容。

3.1 MDG 品質檢測演算法分析

根據 2.5 節的內容，我們可以知道在教材製作過程中可能有多種品質不良情形，而這些不良情形可以利用 MDG 搭配 Graph 中的演算法理論來加以檢驗並排除。以下為分析這些品質檢測演算法的結果：

- (1) **檢測演算法需要額外 MDG**：依照 2.6 節的 MDG 品質檢測演算法內容，大部分都是在設計階段就可以把教材需求轉換成一個 MDG，且利用此轉換過的 MDG 來進行檢測。但是有某些演算法在實務上是需要使用實際製作過程的教材轉換的 MDG 和設計階段的 MDG 來做比對，也就是拿後期階段和前期階段的兩個 MDG 互相做比對，如 2.6.1 對照素材正確性以及 2.6.6 群組關聯檢查。這兩種檢測的正確性主要是依據前期設計階段的正確性為基準，因此需要有兩個 MDG。而前期階段的 MDG 之品質問題排除，除了使用其他檢測演算法之外，只能靠人工確認的方式加以排除。
- (2) **部分演算法需要人工判斷**：在介紹過的 MDG 品質檢測演算法中，大部分都可以直接自動化判定是否為品質問題，如素材是否整備，但有少數幾個演算法是設計用來幫助教材製作者修改教材 (周邊效應評估) 或者是幫助標記來提醒製作者需要注意 (元件遞迴判斷)。上述這兩種 MDG 演算法雖然不能直接排除品質不良情形，還需要以人工方式來判斷是否為品質不良情形，但是經由這些演算法幫助，教材製作者可以快速找出此類的情形，避免因人工核對而疏忽。減少人工出錯，就是品質的提升。

- (3) **需要額外參數 (指定檢測起始節點)**：在原始文獻探討中，幾乎每個 MDG 檢測演算法都需要指定檢測起始節點。但在本研究中希望達到讓使用者較容易使用而減少操作上的錯誤，對於大部分的檢測演算法 (例如素材整備檢查) 都直接以接收到的整個 MDG 的根節點 (root node) 來當作檢測演算法的起始節點。但還是有檢測演算法無法這麼做，那就是「周邊效應評估」。因為此演算法只能標記出需要更改的節點，其經周邊效應影響的節點有哪些，不需要對整個 MDG 做掃描，且大多數時候需要更改的節點都不多，因此還是需要指定演算法檢測起始點較為恰當。
- (4) **MDG 檢測演算法僅能告知問題**：原始文獻中的 MDG 用途，除了可以作為一種品質檢測的模型之外，亦可以作為管理素材檔案 (如聲音、圖片、影像等)。因為本研究著重在教材製作過程中的品質檢測，因此 MDG 的管理面就不考慮。MDG 是由多媒體教材轉換而來的，在教材製作的不同階段皆可轉換成 MDG，因此 MDG 表示的邏輯意義上是跟實際的多媒體教材相等的。因此當我們對 MDG 作品質檢測，就相當於是對原始教材做檢測，當 MDG 被檢查出可能的品質問題時，就表示原始教案也會有相同品質問題。這邊值得注意的是，MDG 僅為多媒體教材抽象化過後的邏輯群組關係，雖然可以直接檢測 MDG 表示檢測原始教材，但並不表示把 MDG 修正更改之後，原始教材也可以更改為正確無誤的情形。當檢測出 MDG 可能有品質不良情形時，教材製作者還是必須在原始教材中找到和 MDG 相對應的部份去做修正更改，當更改過的教材再轉換成 MDG 後，經檢測無可能不良情形，才可以表示目前的教材無已知的品質不良情形。

下表 (表 2) 為上述品質檢測演算法的簡略分析表，以幫助釐清各品質演算法的細部相異之處。

表 2 MDG 品質檢測演算法分析表

	製作階段 使用	需額外 MDG	人工檢驗	指定節點	使用 BFS	使用 DFS
比對教材 正確性	✓	✓				
素材整備 檢查					✓	
周邊效應 評估			✓	✓	✓	
無用素材 檢查						✓
元件闕漏 檢查					✓	
群組關聯 檢查	✓	✓				
元件遞迴 判斷				✓	✓	

3.2 MDG 表現型式設計

根據前面的幾個章節敘述，我們可以知道 MDG 可以表示多媒體教材裡素材之間的邏輯群組，也可以了解 MDG 搭配使用演算法可以檢測出某些特定的品質不良情形，因此 MDG 對本研究可說是一種重要的品質檢測模型。在前一章的文獻探討裡，只有提到 MDG 的觀念以及搭配使用的品質演算法，意即只有對 MDG 提出抽象化的描述（如實際系統內設計符合表示 MDG 的資料結構），對於 MDG 的實際表現形式，例如以檔案或正規語言等方式，則沒有多加探討。而本研究欲設計的工具 MQT Tool 的主要功能就是以 MDG 為輸入，藉此來檢測此 MDG 是否存在品質問題，因此如何把 MDG 以實際檔案形式表現，將會是本研究的重要課題。另外本研究的主要目標是設計檢測工具來檢測 MDG，對於將教材轉換成 MDG 的方法或機制並不在本研究探討範圍內。

本研究選擇了 XML (Extensible Markup Language) [23] 來實際表示 MDG，在此對 XML 做個簡單的介紹：XML 規格是由「全球資訊網標準制定組織」(W3C) 制定，並於 1998 年 2 月成為推薦規格。XML 的前身是 SGML (The Standard Generalized Markup Language)，是自 IBM 從 1960 年代就開始發展的 GML (Generalized Markup Language) 標準化後的名稱，圖 17 為 XML 的一個簡單範例。XML 具有許多優點，其中可以自定義標籤 (Tag)、對於人或程式要讀取或剖析 (Parsing) 都很容易，加上可以跨平台等優點，使得本研究決定以

XML 來表示 MDG。

```
<student>
  <name>Yu-An Chen </name>
  <tel>01-23456789</tel>
  <email href="mailto:yuan@hotmail.com" />
  <comments> graduate student</comments>
</student>
```

圖 17 XML 範例

除了規定的前言 (prolog, 又稱宣告, declaration) 之外, 本研究以 <mdg> 這個標籤 (tag) 來當作一個 MDG 檔案的根標籤 (root tag), 其表示此份檔案內容包含一個 MDG。以下對 MDG 檔案的其他部分依次介紹。

3.2.1 以 XML 來表示 MDG 的節點

MDG 為教材經分析之後轉換而成的圖, 而 MDG 中的每個節點都表示著教材中的部分資訊, 例如演員節點 (聲音、圖片等) 記錄著演員編號, 實際關聯的檔案路徑等, 因此以 XML 來表示 MDG 的節點的話, 也必須要記錄這些基本資訊才可以。以圖 18 說明本研究如何定義 XML 的標籤來表示 MDG 的一個節點:

```
<node role="root" category="scene">
  <id>Scn-001</id>
  <info>Scene 001: waht is on the Mat?</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-001</id>
  <info>Script 001: Play the ringtone, Let's Chat. What is on the Mat?
And the picture of arrow button follows by the opening scene.</info>
</node>
```

圖 18 MDG 節點內容之 XML 表現範例

- a. <node> 標籤: 為表示節點的最外層標籤。節點裡面的資訊都包含在此標籤裡面。要注意的是, 此標籤表示的是單一個節點, 因此包含在裡

面的資訊也是屬於單一個節點的資訊。而且標籤有包含兩種屬性 (Attribute):role 以及 category 屬性,分別表示在 MDG 中的節點角色 (如根節點或葉節點) 以及此節點在教材中的角色 (如劇本或演員)。

- b. <id> 標籤：一份教材可以經由需求表拆成若干個邏輯單元，為了要區別這些單元，勢必要給這些單元不同且唯一的編號。此標籤主要就是記錄這個唯一的編號。
- c. <info> 編號：若干個邏輯單元除了有各自的編號之外，也會有一些該單元才有的資訊，舉例來說一個場景節點會包含該場景的簡述以利教材製作者閱讀。此標籤主要就是紀錄這樣的資訊。

由圖 18 可看出，一個 MDG 檔案裡面會有多個單一的節點標籤。除了設計上可以簡化之外，對於教材設計者要直接觀看此檔案也會比較容易閱讀。

3.2.2 以 XML 來表示 MDG 的邊

要設計邊的表示法，其主要目的是為了連結各個不同的邏輯單元，以達成 Graph 的資料結構。設計邊的方式最直觀的就是邊的兩個端點，以 MDG 來說就是 MDG 兩個節點之間要是彼此有關連 (例如劇本節點跟演員節點)，這兩個節點就擁有邊的關係。設計上來說只要記錄兩個有關連節點的資料即可。但是通常邊的數目會多於節點的數目，要是像設計節點一樣，一個標籤只包含一個邊，也就是兩個節點的資訊的話，整個 MDG 檔案閱讀起來會顯得太冗長。因此本研究設計了以父節點 (Parent node) 跟子節點 (Child node) 為一組關聯的標籤，如下圖 (圖 19) 所示。

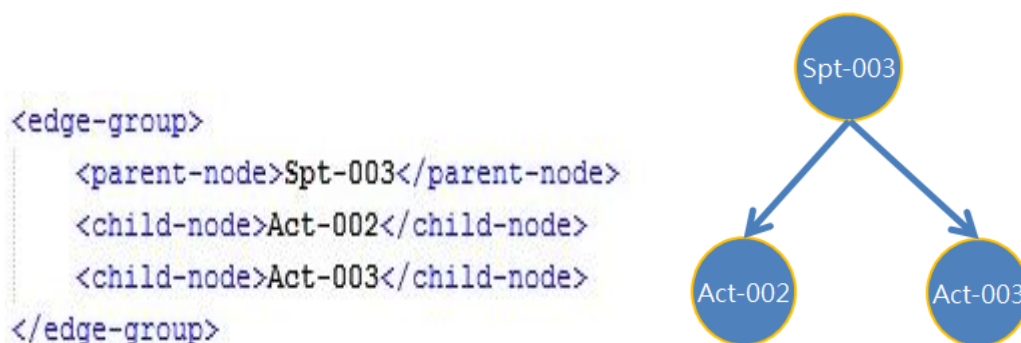


圖 19 以 XML 來表示 MDG 的邊及其圖形示意圖

- a. <edge-group> 標籤：為邊關係中的最外層標籤。其中包含了單一父節點與多個子節點之間的邊關係。
- b. <parent-node> 標籤：表示一個邊的起始方向是從此節點開始，且一個 <edge-group> 標籤裡面只能包含一個 <parent-node> 標籤。
- c. <child-node> 標籤：表示一個邊的結束方向是以此節點作結束。因為是以父節點—子節點為關聯所設計的，因此 <edge-group> 標籤裡面可以包含多個 <child-node> 標籤。

因為 MDG 為一個有向圖，其中的邊都是有方向性的，因此本研究根據了邊的方向性定義出父節點以及子節點。以圖 19 來看，這一組節點之間包含了兩條邊，分別為節點 Spt-003 到 Act-002 以及 Spt-003 到 Act-003。而方向性則可由 <parent-node> 標籤跟 <child-node> 標籤看出。

3.2.3 以 XML 來表示 MDG 的群組關係

有了 3.2.1 MDG 的節點，其中紀錄的 MDG 中邏輯單元的資訊，以及 3.2.2 MDG 的邊，紀錄了 MDG 中節點跟節點之間的關聯，於文獻探討中的 MDG 品質檢測演算法幾乎的可以完成；但是其中有一種關係：群組關係，我們必須要額外設計。因為每個邏輯單元可能隸屬於多個群組關係中，假如群組關係記錄在節點裡的話，之後必須要掃描整個 MDG 裡的所有節點才能取得群組關係資訊。另外群組關係的檢測是需要有兩個 MDG 來做比對的，獨立出群組關係的資訊，之後要檢測此關係也會比較方便。圖 20 為一個以 XML 表示 MDG 裡的群組關係之範例：

```
<group>
  <group-id>group-001</group-id>
  <group-info>group-001:Act-001 Act-002</group-info>
  <group-member>Act-001</group-member>
  <group-member>Act-002</group-member>
</group>
```

圖 20 以 XML 表示 MDG 裡的群組關係

- a. <group> 標籤：為群組關係中最外層標籤。其內容表示單一個群組關係的資訊。

- b. <group-id> 標籤：一份 MDG 檔案中可能有多個不同的群組關係，因此需要給定一個唯一的群組編號。此標籤就是在記錄這個唯一的編號。
- c. <group-info> 標籤：此標籤的內容是在記錄此群組關係的一些簡述，欲設計之 MQT Tool 並不會讀取這個標籤。此標籤所含之資訊主要是給教材製作者閱讀的。
- d. <group-member> 標籤：此標籤主要在記錄所屬群組關係之節點編號。因為一個群組關係中可以有多個節點成員，因此 <group> 標籤內可以包含多個 <group-member> 標籤。

如同節點編號一樣，對於每個群組也必須給予編號以便區分。而群組主要是紀錄節點跟節點之間是否存在於相同集合，因此需要紀錄節點資訊 (如節點編號)。由圖 20 來看，此群組關係為編號 group-001，此群組中包含了兩個節點，分別為 Act-001 跟 Act-002。從之前介紹的圖 14 來看，圖片演員 (小狗的圖片) 跟聲音演員 (狗叫聲) 就可以使用這種方式來記錄它們之間的關聯。

3.3 MQT Tool 之系統分析與設計

3.3.1 功能性需求與非功能性需求

本小節主要在探討與分析 MQT Tool 的功能性需求以及非功能性需求這兩項。功能性需求表示的是系統工具應該提供什麼樣的功能，而非功能性需求所指的就是系統的特性與限制。功能性需求與非功能性需求依序分述如下：

1. 功能性需求

MQT Tool 之功能性需求為讀取檔案資料作為輸入、圖形化顯示 MDG、顯示各節點資訊、提供檢測演算法選單以及輸出檢測結果之記錄檔，如表 3 所示。

表 3 MQT Tool 之功能性需求表

功能性需求	需求描述
讀取檔案	MQT Tool 讀取 MDG 檔案作為輸入
圖形化顯示	MQT Tool 把讀取到的 MDG 以圖形化的方式顯示給使用者
顯示節點資訊	方便使用者了解每個節點的細部資訊
演算法選單	提供使用者自由選擇不同的演算法搭配來做檢測
輸出檔案	輸入檢測過後的結果讓使用者做後續的處理

前面幾個章節已經提過 MDG 對於本研究的重要性，而本研究利用 MDG 的方式就是設計 MDG 的檔案表現形式，是欲設計的 MQT Tool 能夠讀取此檔案作為輸入，藉此來分析檔案而取得 MDG 的資料。MDG 基本上就是一個 Graph，要是系統只能以文字描述來顯示 MDG 以及每個節點的資料的話，會顯得太過抽象化，使人不易了解輸入的 MDG 要表達什麼，因此希望 MQT Tool 能夠把讀取到的 MDG 以圖形化的方式顯示出來。除了把 MDG 圖形化之外，還能使系統能顯示每個節點的資訊，方法是使用者點選了某個特定節點後，系統就會顯示該節點的細部資訊。相較於直接看 MDG 檔案的 XML 表現形式，此種方式更為直覺。檢測 MDG 是否有可能的品質不良情形為本系統最重要的工作，而為了給使用者較大的彈性，系統設計成可以讓使用者針對想檢測的項目而做不同的選擇。最後檢測完了 MDG，假使有發生品質不良的情形，必須要能告知使用者。除了一樣能在圖形化之後的 MDG 取得檢測結果之外，為了後續的教材更改以及查詢方便，欲設計系統期望能提供以檢測結果為內容的輸出的檔案，以利教材製作者做後續的處理。

2. 非功能性需求

MQT Tool 的非功能性需求包含了限制檔案格式、可移植性以及相關系統開發資源等項目，如表 4 所示。

表 4 MQT Tool 之非功能性需求表

非功能性需求	描述
限制檔案格式	防止使用者開啟非預期的檔案
可移植性	可跨平台使用 (Windows、Linux...)
開發資源	Open Source Java [24] dom4j [25] JGraph [26]

MQT Tool 限制了可讀取檔案的格式，在此本研究限定了只能讀取副檔名為「.mdg」的檔案（當然一開始設計好的 MDG 檔案副檔名就會是 .mdg）。本研究所設計的 MQT Tool 是針對 3.2.1 所設計的 MDG 檔案來做處理。假如沒有做限制的話，很可能因為使用的疏忽而不小心開啟了其他格式的檔案，此時一定會造成系統的錯誤，因此需要嚴格限制系統能開啟的檔案。為了達到 MQT Tool 跨平台的目標，本研究選用了 Java 做為系統設計的程式語言。而為了達到讀取 MDG 的 XML 表現形式以及把讀取的 MDG 圖形化並配合 Java 程式語言，本研究選用的 dom4j 的 XML parser 和 JGraph 這兩套開源碼來輔助 MQT Tool 的實作。

3.3.2 系統架構及使用流程

MQT Tool 之系統架構圖如下圖 (圖 21)所示,以下將對各部分做詳細說明:

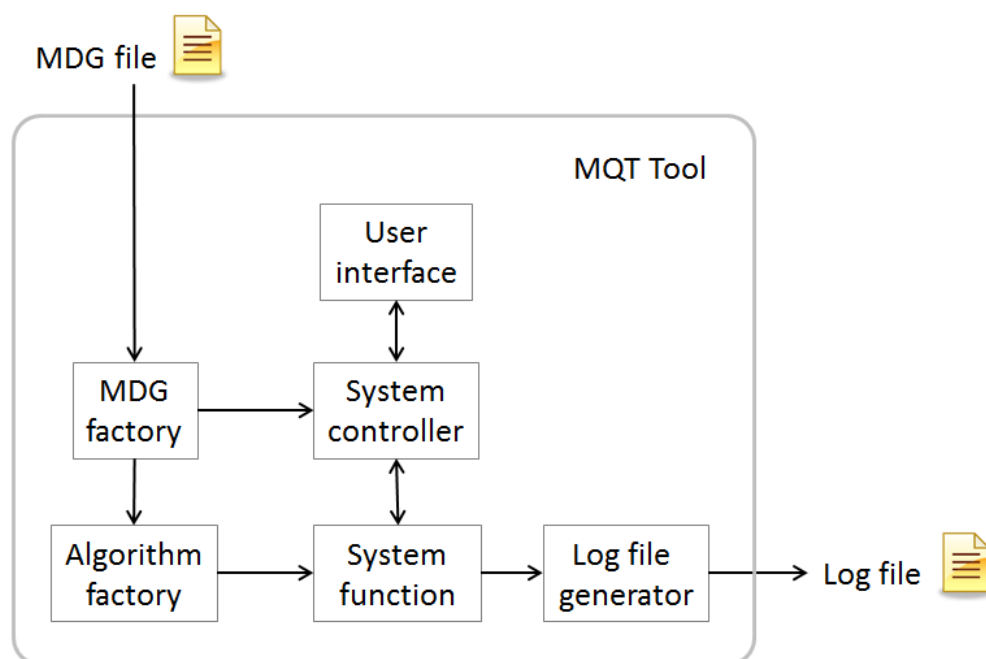


圖 21 MQT Tool 之系統架構圖

MDG factory: 此部分為 MQT Tool 內部的 MDG 資料結構部分。系統讀取到的 MDG 檔案內容實際上是以 XML 的方式呈現, 需要有適當的機制能將讀取到的內容轉換為可用的資料。在此本研究使用了 dom4j 來做為剖析 (Parsing) MDG 檔案的方法, 轉換過後的資料, 就可以儲存在 MDG factory, 以便日後要把 MDG 圖形化或是對 MDG 使用檢測演算法。

Algorithm factory: 依照前面章節所提到的 MDG 品質檢測演算法, 此部分主要就是實作這些檢測演算法。系統在把 MDG 檔案內的資料轉換後, 就可以把 MDG factory 內部儲存的 MDG 送到這裡, Algorithm factory 就可以對此 MDG 做品質不良情形的檢測。當檢測出有可能的品質不良情形時, 也可以標記此 MDG 有哪邊可能品質不良, 以便之後以圖形化的方式顯示給使用者看, 或是輸出檢測結果。

User interface: 提供使用者操作 MQT Tool 的介面, 除了會提供開檔、存檔、檢測演算法選單等等在功能性需求就提到的功能之外, 最重要的就是把讀取到的 MDG 以圖形化的方式顯示給使用者。主要使用 Java 原生 API 裡面的 Swing API 加上 JGraph 這套開源碼來達成上述的需求。

Log file generator: 當選擇了欲對 MDG 檢測的演算法, 且檢測結束時, 假如

有發現品質不良情形,使用者除了可以在 User interface 上面顯示檢測結果之外,也可以透過 Log file generator 將檢測的結果以檔案的方式輸入至使用者的儲存空間,以便做後續的處理。

System controller 以及 System function: 除了上述提到的部份之外,其他系統的一些細部功能主要由這兩個部份負責。

而 MQT Tool 的使用流程如圖 22 所示。使用者啟動 MQT Tool 之後,就可以選擇要開啟哪一個 MDG 檔案做為系統輸入。選擇好檔案後,系統除了會把讀取到的 MDG 轉為內部資料結構儲存,也會把 MDG 以圖形化的方式顯示在系統上給使用者看。接著就是選擇欲檢測的演算法。依 3.1 的分析可以知道,有些演算法需要指定檢測的起始節點以及須指定要和哪一個 MDG 做比對。假如使用者選取了這些演算法後,就需要額外指定這些項目。檢測演算法選擇完畢之後就可以進入檢測,最後的檢測結果會告知使用者。此時使用者可以選擇是否要儲存此次的檢測結果。上述就是 MQT Tool 的使用流程。

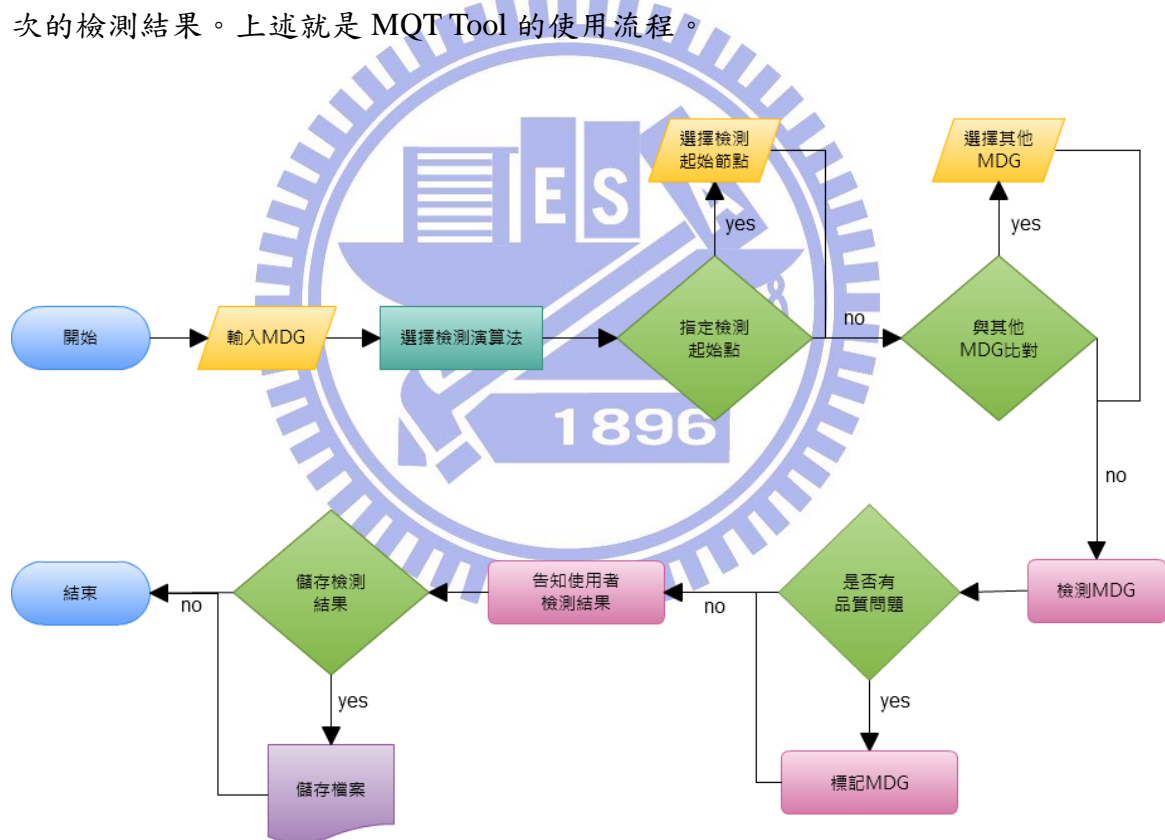


圖 22 MQT Tool 使用流程圖

四、系統實作及展示

依據第三章的系統分析設計，我們便可以著手開發 MQT Tool。本章主要是探討本研究之系統如何實作，並搭配測試案例來對 MQT Tool 作一完整的展示。

4.1 系統實作

MDG 的部分，本研究使用 Java 中已有的方法來實現。作法是宣告新的類別，在其中以 Java 常用的 Vector 作為容器 (Container) 來記錄其子節點，程式宣告的片段如下：

```
public class Node
{
    protected String id;
    protected String role;
    protected String category;
    protected String info;
    protected String logInfo;
    protected Vector<Node> childNodes;
}
```

程式中的 childNodes 便是 Vector，記錄著此節點的所有子節點，以此結構逐層展開，就可以得到一個完整的 MDG。而 rMDG 基本上也是使用相同的資料結構，對於 rMDG 來說只是把 MDG XML 表現形式裡的邊 (Edge) 相關標籤紀錄的父節點跟子節點交換即可。

有了 MDG 檔案，我們也需要有剖析方法才能取得檔案內的資料。本研究選用了 dom4j 這套開源碼來對 XML 表現形式的 MDG 來剖析。dom4j 裡面提供了很多方法 (method) 可以使用，以下節錄程式片段：

```
SAXReader reader = new SAXReader();
try{
    Document readDocument = reader.read(filePath);
    Element traceRoot = readDocument.getRootElement();

    // Fetch the node information into mdg/rmdg container.
    for( Iterator i = traceRoot.elementIterator(NODE_TAG); i.hasNext(); )
    {
        Element element = (Element) i.next();
        String nodeId = element.elementText( ID_TAG );
        String nodeInfo = element.elementText( INFO_TAG );
        String nodeRole = element.attributeValue( ROLE_ATTRIBUTE_TAG );
        String nodeCategory = element.attributeValue( CATEGORY_ATTRIBUTE_TAG );
        ...
    }
}
```

因為在 MDG 檔案裡面已經定義好標籤了，因此在程式部份我們只要設定相對應的標籤即可取得所需的資訊。之後再依照資訊的不同分別存放在 Node 類別即可

系統的其他部份因為太過細節，本研究將省略不討論。以系統的類別圖 (class diagram) 做為整個系統的概略介紹。

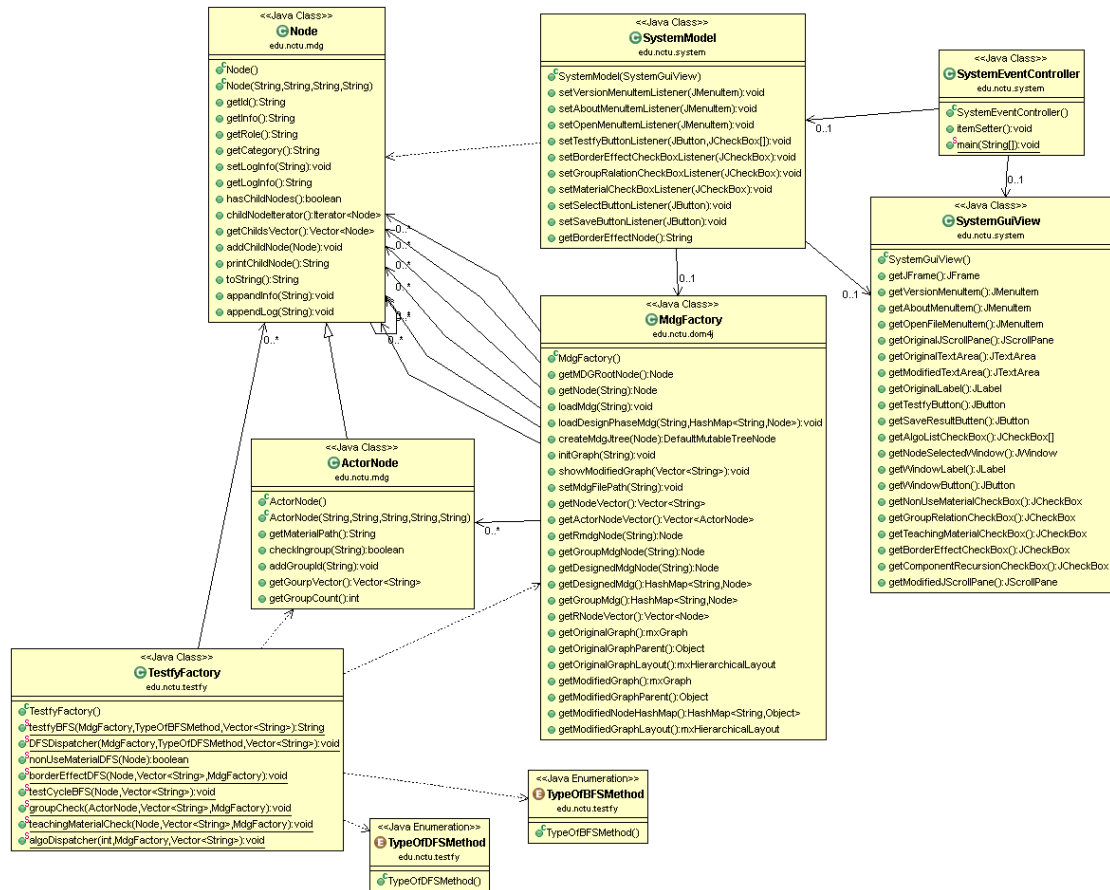


圖 23 MQT Tool 之類別圖

4.2 實例應用展示

此小節將以三份不同的教材轉換而成的 MDG 檔案作為本研究的應用實例，實際展示本研究的結果。

4.2.1 範例說明

測試案例一為本研究所設計的一個簡單案例：「認識小狗」，其自然語言需求如下：

「一隻小狗由畫面右邊往左邊跑並汪汪叫，接著轉圈圈跑並汪汪叫」。其轉換過後的 MDG 檔案如下圖所示。

```
<mdg>

  <node role="root" category="scene">
    <id>Scn-001</id>
    <info>Scene 001: 認識小狗</info>
  </node>

  <node role="non-leaf" category="script">
    <id>Spt-001</id>
    <info>一隻小狗由右跑到左並汪汪叫</info>
  </node>

  <node role="non-leaf" category="script">
    <id>Spt-002</id>
    <info>小狗轉圈圈並汪汪叫</info>
  </node>

  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-001</id>
    <info>小狗圖01</info>
    <material-path>D:\\Resource\\test_easy\\dog01.jpg</material-path>
  </node>

  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-002</id>
    <info>狗叫聲</info>
    <material-path>D:\\Resource\\test_easy\\dogsound.wav</material-path>
  </node>

  <edge-group>
    <parent-node>Scn-001</parent-node>
    <child-node>Spt-001</child-node>
    <child-node>Spt-002</child-node>
  </edge-group>

  <edge-group>
    <parent-node>Spt-001</parent-node>
    <child-node>Act-001</child-node>
    <child-node>Act-002</child-node>
  </edge-group>

  <edge-group>
    <parent-node>Spt-002</parent-node>
    <child-node>Act-001</child-node>
    <child-node>Act-002</child-node>
  </edge-group>

  <group>
    <group-id>group-001</group-id>
    <group-info>group-001:Act-001 Act-002</group-info>
    <group-member>Act-001</group-member>
    <group-member>Act-002</group-member>
  </group>

</mdg>
```

圖 24 「認識小狗」MDG 檔案範例

測試案例二展示的多媒體教材範例的原始教案「ABC in Phonics」是新竹市政府配合行政院「挑戰 2008 國家發展計畫—E 世代人才培訓計畫」，邀請專家學者以趣味性、生活化的方式所編寫的系列英語教材之一，如圖 25 所示。

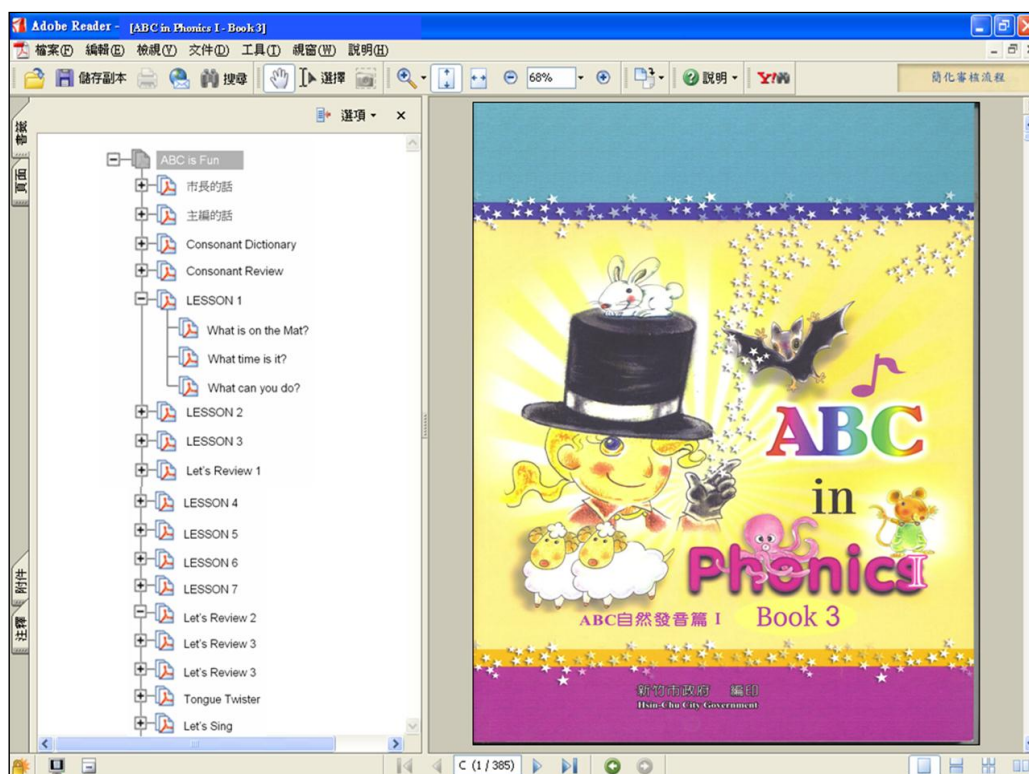


圖 25 英語教材「ABC in Phonics」

在此本研究選定其中的“*What is on the Mat?*”作為本研究的測試案例二。此教材內容可經分析而得到一個多媒體教材自然語言需求表，需求表經轉換後即可得到一個 MDG 檔案內容，如圖 26 所示。


```

<mdg>
  <node role="root" category="scene">
    <id>Scn-001</id>
    <info>Scene 001: waht is on the Mat?</info>
  </node>
  <node role="non-leaf" category="script">
    <id>Spt-001</id>
    <info>Script 001: Play the ringtone, Let's Chat. What is on the Mat?
And the picture of arrow button follows by the opening scene.</info>
  </node>
  <node role="non-leaf" category="script">
    <id>Spt-002</id>
    <info>Script 002: Play the ringtone, a girl said
"Page sixteen. Let's chat. What is on the Mat?"</info>
  </node>
  <node role="non-leaf" category="script">
    <id>Spt-003</id>
    <info>Script 003: A boy said "The cat, cat, C-A-T"
A girl said "The rat, rat, R-A-T."
A boy said "The hat, hat, H-A-T"
A boy and a girl said "Are all on the M-A-T"</info>
  </node>
  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-001</id>
    <info>Actor 001: an opening ringtone</info>
    <material-path>D:\\Resource\\@ResAudio001.mp3</material-path>
  </node>
  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-002</id>
    <info>Actor 002: a scene picture</info>
    <material-path>D:\\Resource\\@ResImage013.gif</material-path>
  </node>
  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-003</id>
    <info>Actor 003: a girl sound ringtone</info>
    <material-path>D:\\Resource\\@ResAudio002.mp3</material-path>
  </node>
  <node role="leaf" category="actor">
    <id>Act-004</id>
    <info>Actor 004: a boy sound ringtone</info>
    <material-path>D:\\Resource\\@ResAudio006.mp3</material-path>
  </node>
  <edge-group>
    <parent-node>Scn-001</parent-node>
    <child-node>Spt-001</child-node>
    <child-node>Spt-002</child-node>
    <child-node>Spt-003</child-node>
  </edge-group>
  <edge-group>
    <parent-node>Spt-001</parent-node>
    <child-node>Act-001</child-node>
    <child-node>Act-002</child-node>
  </edge-group>
  <edge-group>
    <parent-node>Spt-002</parent-node>
    <child-node>Act-002</child-node>
    <child-node>Act-003</child-node>
  </edge-group>
  <edge-group>
    <parent-node>Spt-003</parent-node>
    <child-node>Act-001</child-node>
    <child-node>Act-002</child-node>
    <child-node>Act-004</child-node>
  </edge-group>
  <edge-group>
    <parent-node>Spt-004</parent-node>
    <child-node>Act-005</child-node>
  </edge-group>
  <group>
    <group-id>group-001</group-id>
    <group-info>group-001:Act-001 Act-002</group-info>
    <group-member>Act-001</group-member>
    <group-member>Act-002</group-member>
  </group>
  <group>
    <group-id>group-002</group-id>
    <group-info>group-002:Act-003 Act-004</group-info>
    <group-member>Act-003</group-member>
    <group-member>Act-004</group-member>
  </group>
</mdg>

```

圖 26 「What is on the Mat?」之 MDG 檔案範例

測試案例三為取自教育部「學習加油站」網站的教材「認識紅毛港」。此教材轉換成 MDG 檔案因較為複雜，故只取部分圖示。

```
<mdg>

<node role="root" category="lec">
  <id>Lec-001</id>
  <info>Lecture 001: 認識紅毛港?</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="scene">
  <id>Scn-001</id>
  <info>Scene 001: 我有好吃的特產</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="scene">
  <id>Scn-002</id>
  <info>Scene 002: 我的位置在...</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="scene">
  <id>Scn-003</id>
  <info>Scene 003: 我有很多好玩好看的地方</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="scene">
  <id>Scn-004</id>
  <info>Scene 004: 有時候我的脾氣不大好</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="scene">
  <id>Scn-005</id>
  <info>Scene 005: 想知道我的故事嗎?</info>
</node>
<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-001</id>
  <info>畫面飛入五張圖片對物產介紹</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-002</id>
  <info>畫面飛入三張圖片做地理介紹</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-003</id>
  <info>介紹紅樹林</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-004</id>
  <info>介紹朴樹林</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-005</id>
  <info>介紹鳳崎晚霞</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-006</id>
  <info>介紹池府王爺廟</info>
</node>

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-007</id>
  <info>畫面飛入兩張圖做氣候介紹</info>
</node>
```

圖 27 「認識紅毛港」之 MDG 檔案範例

4.2.2 系統展示

有了 MDG 檔案之後，接著就可以使用本研究之 MQT Tool 來著手進行教材測試。下圖為 MQT Tool 之開啟畫面

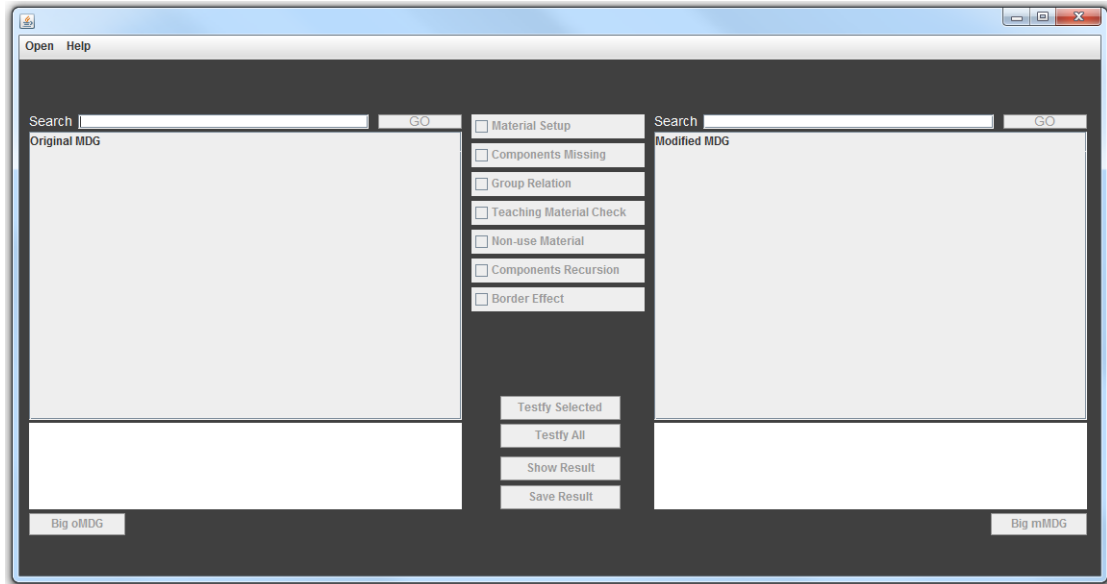


圖 28 MQT Tool 開啟畫面

接著我們可以選擇欲開啟的檔案。在此選擇測試案例一來作為「素材整備檢查」以及「群組關係檢查」的示範。

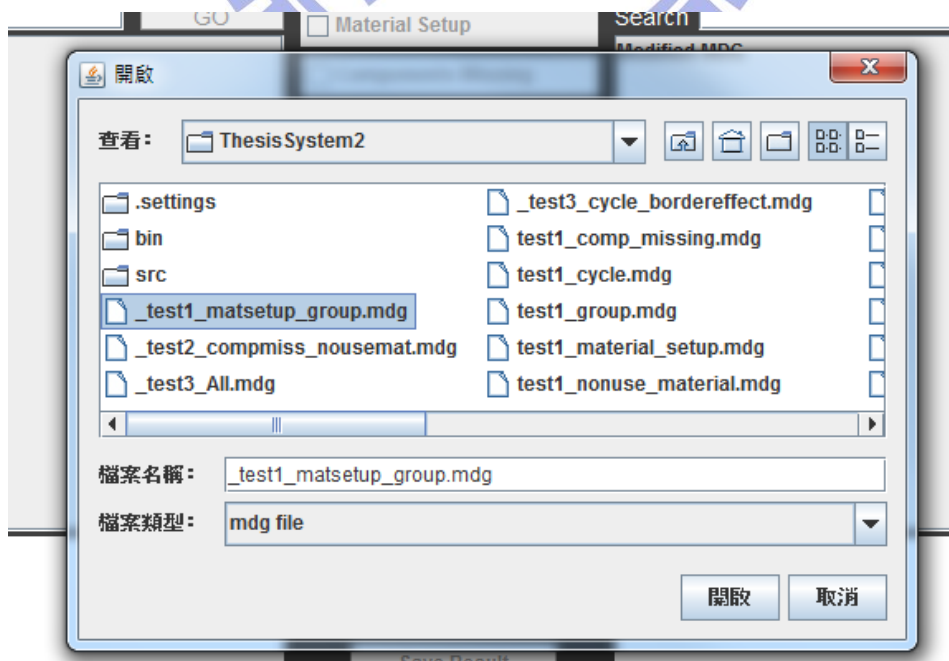


圖 29 選擇要開啟的 MDG 檔案畫面

載入 MDG 檔案之後，可以選擇任意節點來顯示節點資訊，如下圖所示。

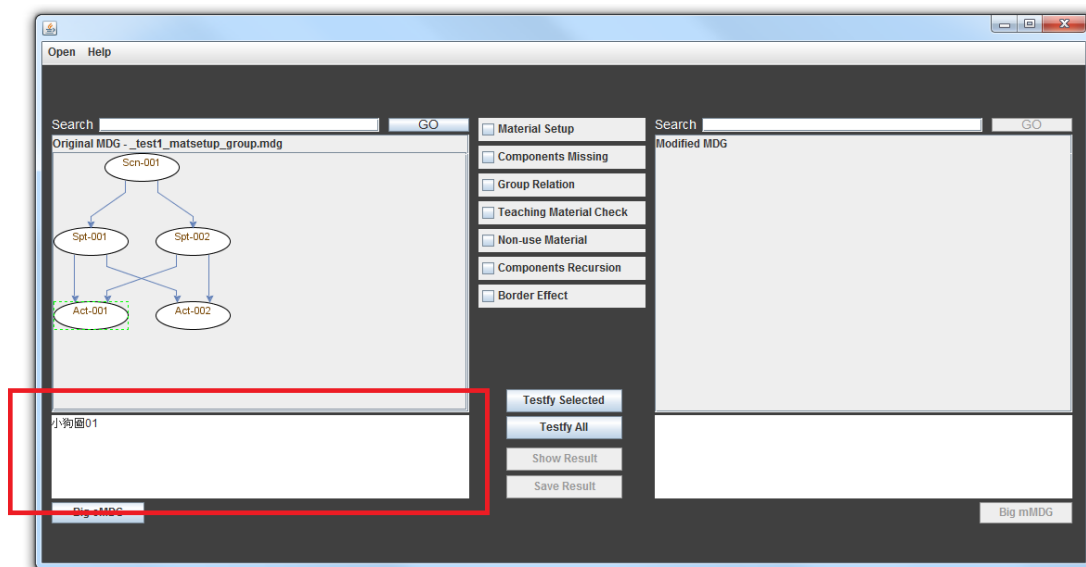


圖 30 點選節點顯示該節點資訊

接著選取欲檢測之品質演算法來作測試，選取完之後即可點選測試按鈕作測試，如下圖。

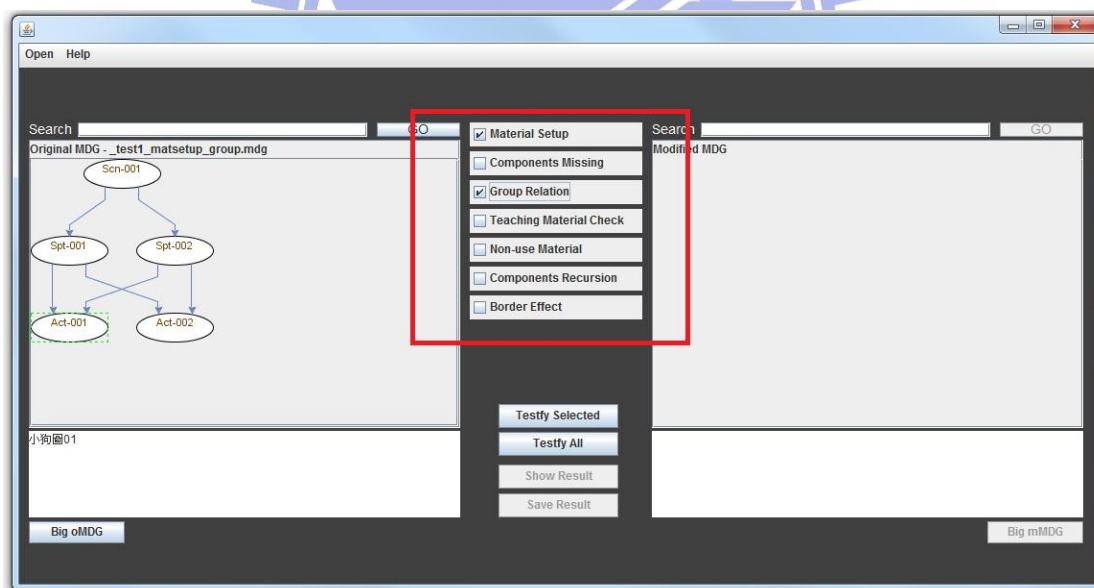


圖 31 選取欲檢測之檢測演算法

檢測結果會顯示在畫面右邊，假如有檢測出問題的話，MQT Tool 會標記出有問題的節點，使用者可點選標記的節點取得相關品質問題資訊，如下圖是顯示「素材整備檢查」以及「群組關係檢查」的結果。其結果顯示節點 Act-001 的素材尚未整備，且群組關係有問題，因此教材設計者就可以回去檢查並排除這兩種品質問題。

```

<node role="non-leaf" category="script">
  <id>Spt-002</id>
  <info>小狗轉圈圈並汪汪叫</info>
</node>

<node role="leaf" category="actor">
  <id>Act-001</id>
  <info>小狗圖01</info>
  <material-path>D:\\Resource\\test easy\\dog02.jpg</material-path>
</node>

<edge-group>
  <parent-node>Spt-001</parent-node>
  <child-node>Act-001</child-node>
  <child-node>Act-002</child-node>
</edge-group>

<edge-group>
  <parent-node>Spt-002</parent-node>
  <child-node>Act-001</child-node>
  <child-node>Act-002</child-node>
</edge-group>

<group>
  <group-id>group-001</group-id>
  <group-info>group-001:Act-002</group-info>
  <group-member>Act-002</group-member>
</group>

```

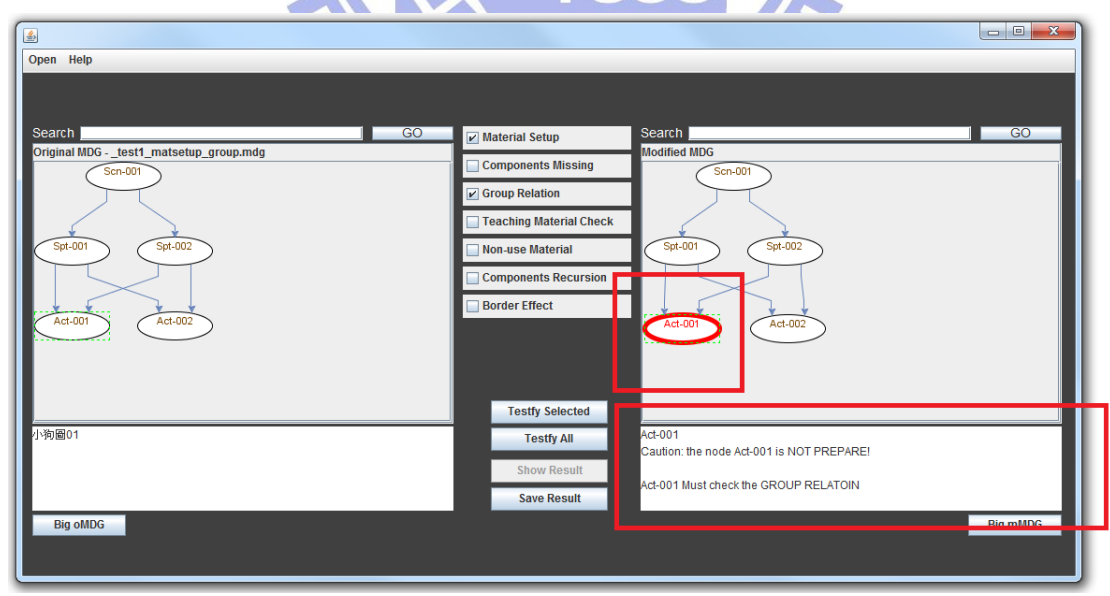


圖 32 素材整備及群組關係檢查結果

其他的檢測方式也都大同小異。以下以測試案例二使用「元件缺漏檢查」以

及「未使用之素材檢查」來做為測試。在此次測試中，本研究把 MDG 檔案中關於 Act-001 的資訊移除，以表示此節點缺漏，並把 Scn-001 跟 Spt-001 邊的關係移除，表示 Spt-002 並沒有被使用到。其檢測結果如下圖所示。

```

<node role="leaf" category="actor">
  <id>Act-002</id>
  <info>Actor 002: a scene picture</info>
  <material-path>D:\\Resource\\@ResImage013.gif</material-path>
</node>

<node role="leaf" category="actor">
  <id>Act-003</id>
  <info>Actor 003: a girl sound ringtone</info>
  <material-path>D:\\Resource\\@ResAudio002.mp3</material-path>
</node>

<node role="leaf" category="actor">
  <id>Act-004</id>
  <info>Actor 004: a boy sound ringtone</info>
  <material-path>D:\\Resource\\@ResAudio006.mp3</material-path>
</node>

<edge-group>
  <parent-node>Scn-001</parent-node>
  <child-node>Spt-002</child-node>
  <child-node>Spt-003</child-node>
</edge-group>

```

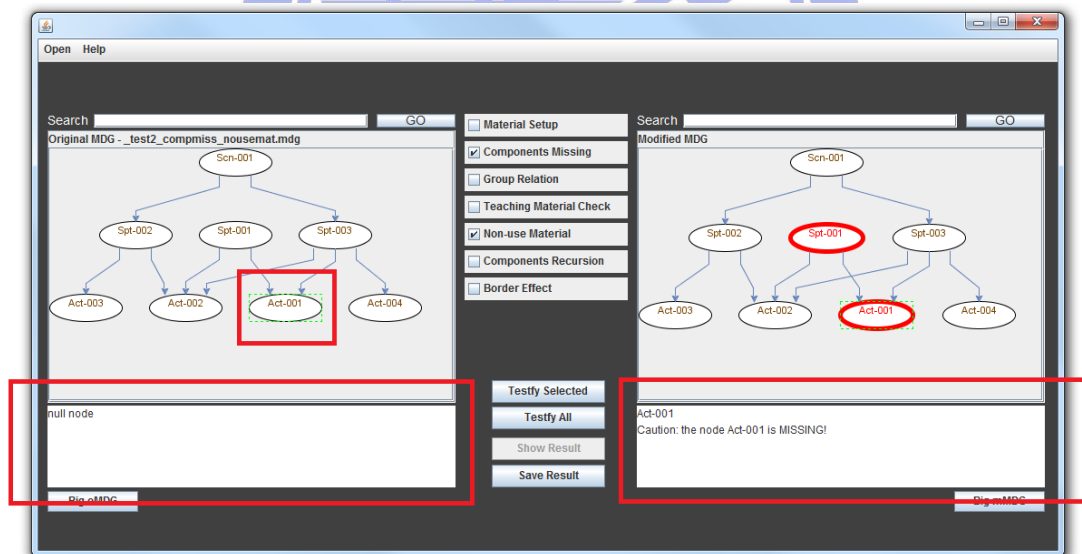


圖 33 元件缺漏及未使用素材檢測結果

圖 33 左邊可以看出，MDG 檔案中沒有關於 Act-001 的資訊，但為了整個 MDG 圖的完整性，MQT Tool 會建立一個虛擬 Act-001 節點，並且給它的資訊為 null node。當然直接點擊此節點看到資訊即可發現此元件缺漏，但使用演算法檢測會快得多。畫面右邊為檢測結果。由圖 33 可發現 Act-001 跟 Spt-001 皆有品質為題。Act-001 只有上述的元件缺漏問題，因為其他劇本也有使用到 Act-001，因此它不算是未使用的素材。而 Spt-001 因為根節點 Scn-001 跟它彼此沒有關聯，

因此可以判定 Spt-001 是未使用到的素材。

最後本研究以測試案例三來展示「周邊效應檢查」以及「元件遞迴檢查」的檢測結果。在此假設我們為了某些原因要修改此案例中的素材 Act-006，因此我們需要選擇此節點來作周邊效應檢查。其檢測結果如下圖所示。

```
<node role="leaf" category="actor">
  <id>Act-006</id>
  <info>地理圖片01</info>
  <material-path>D:\\Resource\\test_complex\\place_01.jpg</material-path>
</node>
```

```
<edge-group>
  <parent-node>Scn-001</parent-node>
  <child-node>Spt-001</child-node>
</edge-group>
```

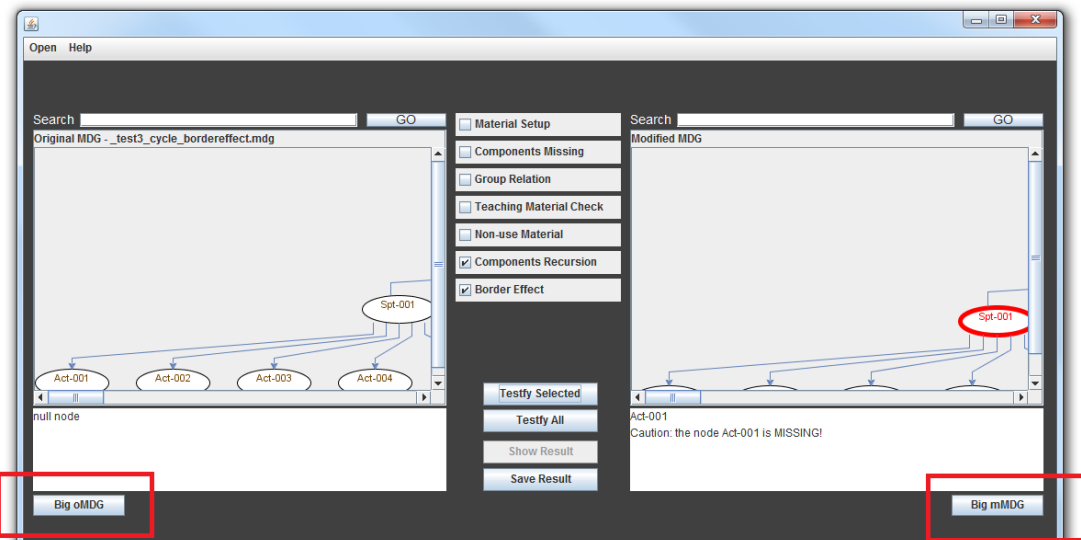

```
<edge-group>
  <parent-node>Scn-002</parent-node>
  <child-node>Spt-002</child-node>
</edge-group>
```

```
<edge-group>
  <parent-node>Scn-003</parent-node>
  <child-node>Spt-003</child-node>
  <child-node>Spt-004</child-node>
  <child-node>Spt-005</child-node>
  <child-node>Spt-006</child-node>
</edge-group>
```

```
<edge-group>
  <parent-node>Scn-004</parent-node>
  <child-node>Spt-007</child-node>
</edge-group>
```

```
<edge-group>
  <parent-node>Scn-005</parent-node>
  <child-node>Spt-008</child-node>
</edge-group>
```

```
<edge-group>
  <parent-node>Spt-001</parent-node>
  <child-node>Act-001</child-node>
  <child-node>Act-002</child-node>
  <child-node>Act-003</child-node>
  <child-node>Act-004</child-node>
  <child-node>Act-005</child-node>
  <child-node>Scn-001</child-node>
</edge-group>
```



Big oMDG

Big mMDG

圖 34 周邊效應及元件遞迴檢查結果

由於測試案例三的教材比較複雜，因此以圖形化來呈現僅能顯示部分節點，MQT Tool 提供了另外開啟新視窗來顯示較大 MDG 圖形之功能，如下圖。

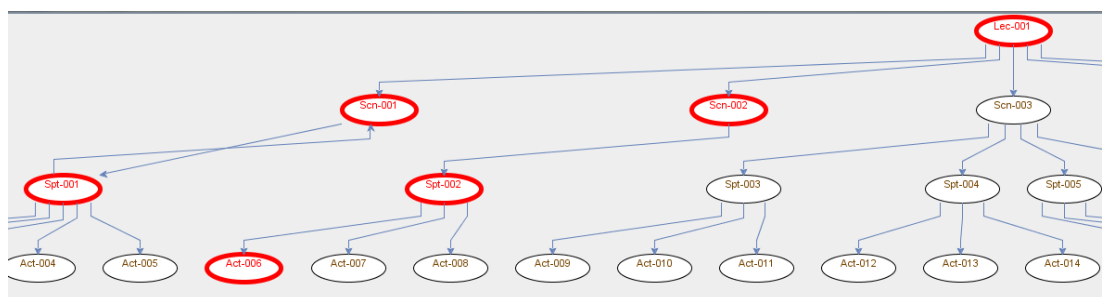


圖 35 開啟新視窗顯示 MDG 圖形

由圖 34 及圖 35 可以發現，Scn-001 及 Spt-001 彼此之間有遞迴，因此會被檢測出來。而因為我們選擇了 Act-006 來做為周邊效應的檢測，因此除了 Act-006 之外，其父節點 Spt-002、Scn-002 以及 Lec-001 皆會被 MQT Tool 標記，以提醒使用者這些節點都需要注意是否要跟著修改。我們也可以發現 Scn-001 跟 Spt-001 彼此有遞迴關係。遞迴關係僅能標記出相關節點，是否為品質問題要由人工判斷。因此我們必須回頭看相關教材需求是否有這樣的關係之後才能判斷是否為品質問題。

五、結論與未來研究方向

有了 MDG 的觀念，就可以定義出 MDG 的檔案表現形式；再搭配現有的 MDG 品質檢測演算法，我們便可以實作出一個以 MDG 為基礎的多媒體教材品質檢測工具，可以 MDG 檔案為輸入，自動化檢查教材裡素材之間的邏輯關係可能產生的品質問題。而本研究仍有許多未完善之處，或是其他可能性。本研究以此章節，對未來研究方向提出一些概念及發想。

5.1 結論

數位學習日漸發達，多媒體教材之品質也因此日趨重要。目前已有機構實施多媒體教材品質認證，如臺灣的數位學習品質服務中心。但採用認證方式來評估教材品質的最大問題就是只能以教材成品來評估。假如能在製作過程就能發現品質問題並排除，其改善的成本會降低。另外也有學者提出以多媒體教材之生命週期為主的品質管制模型。此方法雖然有考慮到教材前期的品質控管，但卻缺少一個可以自動化檢測的工具來輔助找出品質問題。基於上述，本研究利用 MDG (MLCs Directed Graph) 搭配現有的品質檢測演算法，設計並實作出一個多媒體教材品質檢測工具，以輔助上述所提到的方法，協助提升多媒體教材品質。本研究之主要成果有下列幾點：

- (1) **實作一個多媒體教材品質檢測工具**：多媒體教材在製作工程中，很可能會因為人為疏忽或其他因素，而產生一些品質問題。雖然現在有不少方法能夠確保教材品質，但主要還是以人工方式使用檢核表一一核對所列項目。且多媒體教材比傳統教材複雜的多，人工核對的方式就更容易出錯。本研究實作出一個多媒體教材品質檢測工具 MQT Tool，以 MDG 為基礎，搭配現有的品質檢測演算法，可在教材的各個階段就對教材自動化檢驗。檢測出有可能的品質問題，會告知使用者，減少人工核對產生的誤判，也幫助教材在製作過程中的早期階段的品質控管，進而達到教材品質提升的目的。
- (2) **定義 MDG 檔案表現形式**：本研究選用 XML 來作為 MDG 的檔案表現形式。除了可以使用程式來剖析檔案資訊之外，一般人要閱讀檔案內容也很容易。原始的 MDG 研究主要是提供單一系統內部的教材資料結構，並依此對教材作品質控管。定義出檔案表現形式之後，只要教材可以轉換成此檔案形式，本研究之 MQT Tool 即可幫助自動化檢測品質不良情形，意即其他教材編輯工具也能使用本研究之工具來檢測所製作的教材。除此之外，在教材需求階段就有辦法將需求轉換成 MDG 的話，教材品質就能在製作更早期就作品質檢測（此部分後面詳談）。

5.2 未來研究方向

- (1) **定義更多 MDG 檔案內容及品質問題**：目前的 MDG 檔案內容僅定義下列三樣：節點、邊、群組關係。未來可以分析歸納各種多媒體編輯工具在教材編輯時的共通特性，將其加入 MDG 檔案內容，便可一併檢查這些特性。未來也可以分析定義是否有其他可能的品質問題，將其納入本研究之檢測工具，以加強檢測的深度及廣度。
- (2) **建立 MDG 檔案之轉換機制**：本研究僅定義出 MDG 如何以檔案形式來表現，對於如何把教材半成品，或是更早期的教材需求轉換成 MDG 檔案，則沒有深入探討，未來可以針對此方向研究。對於在教材製作的早期階段—需求階段，假如能提供一個轉換機制，將需求轉換成 MDG 檔案，便可以直接對教材需求進行初步的品質檢測，如遞迴關係判斷，以降低修改教材的成本。而在教材製作過程中，不同的多媒體教材編輯工具，如編輯手，若也有轉換機制可將教材半成品轉換成 MDG 檔案，一樣可使用本研究之檢測工具來進行檢測，以達到品質提升的目的



參考文獻

- [1] J. Bersin, *Enterprise Learning and Talent Management 2007 Trends, Areas of Focus and Predictions for 2007*, Oakland, CA: Bersin & Associate.
- [2] Sloan Consortium. (2010). *Class differences* [Online]. Available: http://sloanconsortium.org/publications/survey/class_differences
- [3] Y.-T. Sung, K.-E. Chang, and W.-C. Yu, "Evaluating the reliability and impact of a quality assurance system for E-learning courseware," *Computers & Education*, vol. 57, pp. 1615-1627, 2011.
- [4] T. S. K. Homeed and A. Mahmood, "Systematic multimedia courseware development using a software engineering style process model," *Information Technology Journal*, vol. 5, 2006.
- [5] 宋曜廷, 張國恩, 林慧蘭, 李宜芬, 陳明溥, "數位學習教材之品質認證標準的建立及其信度分析," *Journal of e-Business*, vol. 11, no. 4, pp. 823-846, 2009.
- [6] K. C. Barker, "E-learning Quality Standards for Consumer Protection and Consumer Confidence: A Canadian Case Study in E-learning Quality Assurance," *Educational Technology & Society*, vol. 10, no. 2, pp. 109-119, Oct. 2007.
- [7] U. D. Ehlers, B. Hildebrandt, L. Görtz, and J. M. Pawlowski, "Use and Distribution of Quality Approaches in European e-Learning," presented at the CEDEFOP, Thessaloniki, Greece: CEDEFOP, 2005.
- [8] 數位學習品質服務中心 [Online]. Available: <http://www.elq.org.tw/>
- [9] *epprobate* [Online]. Available: <http://www.epprobate.com/>
- [10] I. Grützner, S. Weibelzahl, and P. Waterson, "Improving Courseware Quality through Life-Cycle Encompassing Quality Assurance," *ACM Symposium on Applied Computing*, pp. 946-951, 2004.
- [11] 李仲智, "以 MDG (MLCs Directed Graph) 為基礎來尋求一多媒體教材素材的品質管制方法," 碩士論文, 國立交通大學, 2010.
- [12] 李東昇. (2007). *ISO/IEC 19796 讓學習教育和培訓領域更有品質* [Online]. Available: <http://blog.udn.com/alexandroslee/739803>
- [13] J. M. Pawlowski, "The Quality Adaptation Model: Adaptation and Adaption of the Quality Standard ISO/IEC 19796-1 for Learning, Education, and Training," *Educational Technology & Society*, vol. 10, no. 2, pp. 3-16, 2007.

- [14] *Learning Agency Network* [Online]. Available: <http://www.learning-agency.net/>
- [15] *Agence Wallonne des Télécommunication* [Online]. Available: <http://www.awt.be/>
- [16] B. W. Boehm, "SOFTWARE ENGINEERING ECONOMICS," *Ieee Transactions on Software Engineering*, vol. 10, no. 1, pp. 4-21, Jan. 1984.
- [17] 連瑞斌, "以CMMI為基礎的多媒體學習內容開發流程品質管制方法," 碩士論文, 國立交通大學, 2007.
- [18] 陳登吉, "國立交通大學資訊工程暨多媒體工程研究所多媒體編輯講義課程," 國立交通大學軟體工程實驗室.
- [19] Advanced Distribute Learning (ADL) Initiative, "SCORM 2004 4th Edition Content Aggregation Model (CAM) Version 1.0," March 31, 2009.
- [20] N. Deo, *Graph Theory with Applications to Engineering and Computer Science*. Prentice-Hall of India: Pvt.Ltd, Oct. 15, 2004.
- [21] 智勝國際. 編輯手 2004 [Online]. Available: <http://www.caidiy.com/>
- [22] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms*, 2nd ed, Cambridge, MA: MIT Press, Sep. 2009.
- [23] *Extensible Markup Language (XML)* [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/>
- [24] *Java API* [Online]. Available: <http://docs.oracle.com/javase/6/docs/api/>
- [25] *dom4j* [Online]. Available: <http://dom4j.sourceforge.net/>
- [26] *JGraph* [Online]. Available: <http://www.jgraph.com/jgraph.html>