

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PEE1136600

學門專案分類/Division：工程

計畫年度：☒113 年度一年期 ☐112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2024.08.01 – 2025.07.31

數位課程設計與實踐之行動研究計畫

計畫主持人(Principal Investigator)：莊沁融

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：(東華大學／光電系)

成果報告公開日期：☒立即公開 ☐延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2025 年 9 月 18 日

數位課程設計與實踐之行動研究計畫

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

疫情後，直播與數位教材的重要性日益凸顯。雖然面對面互動更顯珍貴，但在知識傳授領域，數位化影音教材能發揮關鍵效益。惟若以實體教室的思維直接套用於線上情境，學習者在電腦前易受多重干擾，注意力難以維持。研究者於過去兩年進行線上授課，深切感受到數位教材在設計與呈現上仍具顯著精進空間，因而啟動以「學生學習注意力」為核心的分析與優化研究。

2. 研究問題 (Research Question)

問題一：如何設計高效之數位教材？

問題二：如何建立大學生正確使用數位課程之方法？

問題三：實施過程中可能遭遇哪些困難？如何解決？

針對技術穩定性、學習動機與專注流失、認知負荷過高、評量與學習證據不足、隱私與倫理等議題，提出具體因應措施與改善路徑。

3. 文獻探討 (Literature Review)

眼動儀技術的背景

在現代的認知科學中，視覺訊息是人類處理外界資訊的主要來源之一，估計超過 80% 的訊息來自視覺 (Sanders & McCormick, 1987)。眼動儀技術是一種追蹤眼球運動並記錄其變化的工具，能夠捕捉學習者的視覺注意力分布。眼球運動反映了學習者在接受信息時的認知過程，因此眼動儀成為研究學習行為的重要工具 (Duchowski, 2002)。隨著技術的進步，現代的眼動儀使用非侵入式的紅外線追蹤技術，能夠精確地記錄眼球的運動軌跡並進行分析。

Rayner (1998) 強調，眼球運動的研究為我們提供了閱讀、圖像知覺和信息處理的寶貴見解。這些研究表明，眼動數據可用來分析學習者在處理文字、圖像和多媒體內容時的注意力分布，進而推斷其認知策略。

眼動儀在數位學習中的應用

眼動儀技術的發展使其逐漸應用於數位學習領域，尤其是在探討學習者如何處理複雜的多媒體材料時 (陳學志、賴惠德、2010)。在過去的研究中，眼動技術常用於分析學習者在靜態文本 (如閱讀) 中的注意力分

布，但對於動態影像（如影片）的學習歷程，相關研究較為稀少。透過眼動儀，研究者可以識別學習者在數位課程中注意力的熱點，並分析影響學習效果的因素，如教材的結構、字幕、圖像布局等（van Gog et al., 2009）。

眼動儀能夠幫助研究者更深入地理解數位教材中各種設計元素對學習成效的影響。例如，字幕的使用、語氣的強調、圖片的排列方式，這些細節都可能影響學生的視覺注意力和最終的學習成果。通過分析這些數據，研究者可以進一步優化數位課程設計，使其更符合學生的學習需求和行為模式（Rayner, 2009）。

眼球追蹤技術的四種方法

眼球追蹤技術目前有四種主要方法：

- 眼框電位測量法（Electro-Oculography）：使用電極片記錄眼框周圍皮膚的電位反應。這種方法適合測量眼球的移動變化，但精確度較低（Young & Sheena, 1975）。
- 鞏膜搜尋線圈法（Scleral Search Coil）：通過將金屬線圈放置在隱形眼鏡中，利用電磁場來測量眼球運動。該方法雖然非常精確，但屬於侵入式技術，使用不便（Young & Sheena, 1975）。
- 眼球影像分析法（Photo-OculoGraphy）：利用紅外線光源和高倍攝影機來捕捉眼球運動，雖然此方法精度較高，但通常需要使用頭架固定頭部位置。
- 瞳孔與角膜影像合併分析法（Video-Based Combined Pupil/Corneal Reflection）：這是目前最常用的技術，通過記錄瞳孔和角膜反射來計算眼球位置，能在參與者頭部自由活動的情況下，精確記錄眼球運動（Crane, 1994）。

眼動儀在學習研究中的應用優點

眼動追蹤技術具有許多優點，例如能夠在不干擾學習者的情況下，即時記錄其認知處理歷程，並提供接近自然的學習情境。這使得眼動追蹤成為教育研究中的重要工具，特別是在動態影像和多媒體學習環境中的應用（Duchowski, 2007）。此外，眼動儀技術能夠揭示學習者在數位課程中的認知策略，進一步優化教學設計，增強學習效果。

雖然眼動追蹤技術在閱讀、問題解決和視覺搜尋等靜態活動中的應用已有大量研究，但在數位學習，尤其是動態影像學習的應用還有待進一步探索（Rayner, 2009）。因此，本研究希望通過眼動儀技術，深入分析學

生在數位課程中的學習行為，並提供更具實證支持的數位課程設計建議。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

課程進度	週次	課程主題	內容【說明】	行動研究
	1	物聯網智慧應用與技術	介紹開源軟硬體	說明研究內容與知情同意書、分組、前測
	2	感測與控制(1)	各類感測器	使用數位教材、蒐集眼動資料
	3	感測與控制(2)	各類控制器	使用數位教材、蒐集眼動資料
	4	機電整合(1)	數位資料輸入與輸出	混成教學
	5	機電整合(2)	類比資料輸入與輸出	混成教學
	6	電腦輔助設計(1)	2D繪圖軟體操作	使用數位教材、蒐集眼動資料
	7	電腦輔助設計(2)	3D繪圖軟體操作	使用數位教材、蒐集眼動資料
	8	電腦輔助設計(3)	電路模擬軟體	使用數位教材、蒐集眼動資料
	9	期中考試週	複習與檢核	學生訪談、整理學習歷程
	10	資料擷取與分析	Open data介紹	使用數位教材、蒐集眼動資料
	11	資料處理	JSON與CSV檔應用	使用數位教材、蒐集眼動資料
	12	網頁擷取與轉換	Python網頁語法	混成教學
	13	資料分析	統計模型與工具	混成教學
	14	資料視覺化	科學繪圖	混成教學
	15	範例實作(1)	作品設計	混成教學
	16	範例實作(2)	作品設計	混成教學
	17	範例實作(3)	作品設計	混成教學、整理學習歷程
	18	期末考	認證考試	後測、問卷調查

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

本研究採行動研究法，整體分為以下幾個步驟：

1. 文獻分析與理論建構

首先，對相關數位課程設計與數位學習理論進行系統性文獻分析，探討數位學習的各種模式、策略與挑戰。

2. 數位課程設計與實施

設計並實施包含數位教材（如影片、電子書、字幕等）的「進階數

位設計」課程。課程以翻轉教學模式進行，學生在課前觀看影片教材，課堂中進行實際操作與討論。

3. 資料收集工具

本研究使用多種質性與量化工具以記錄和分析學生的學習歷程，具體工具包括：

4. **眼動儀**：記錄學生在學習數位教材過程中的視覺注意力分布，識別教材中的注意力熱點。
5. **教學省思札記**：教師記錄課堂中的教學反思與學生的表現，作為課程調整的依據。
6. **學習歷程檔案**：記錄學生的課堂活動與參與情況，並提供反饋。
7. **學生訪談與回饋問卷**：隨機挑選學生進行訪談，瞭解他們對課程設計與數位教材的反應，並透過匿名問卷收集學生的整體感受。
8. **數據分析**

質性資料分析：對收集到的質性資料（如教學省思札記、學生訪談記錄）進行編碼分類與歸納總結，識別出主要問題與改善方向。

量化資料分析：基於眼動儀記錄的數據進行前後測比較，分析學生在數位學習過程中的注意力變化。並透過數位平台收集的答題紀錄、答題時間等量化數據，進一步評估學生的學習成效。

6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

教學過程與成果

第一部分 注意力分布

AOI 取樣(取字幕、人像、字幕的注視時長)

用 Tobii Pro Lab 驅動程式取字幕、人像、字幕的注視時長



黃色：簡報區域

藍色：字幕區域

綠色：人像區域



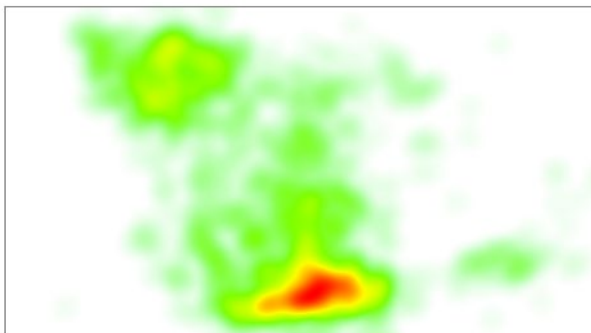
由上圖可知，大多數人的注視區域都在簡報上，少數人會看字幕，人像部分幾乎沒人看，但簡報範圍最大，因此注視時長最長是正常的，應改為注視次數密度會更準確。

段落分析一

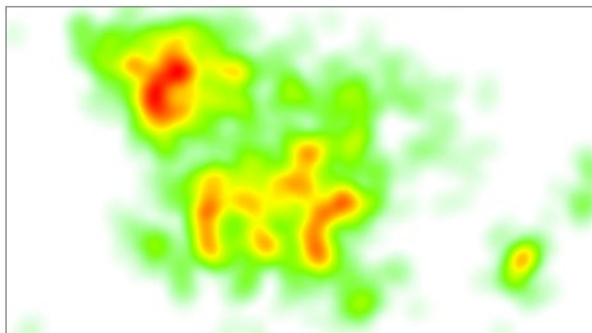
- 1、看簡報的人明顯最多
- 2、人像幾乎都沒有太常看
- 3、看字幕時長比看簡報時長高的人數有兩位，比例不高，大家還是以簡報為主

熱點圖(每組總和的熱點圖)

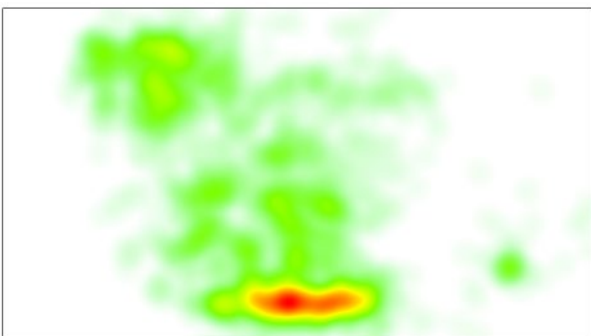
教授有字幕



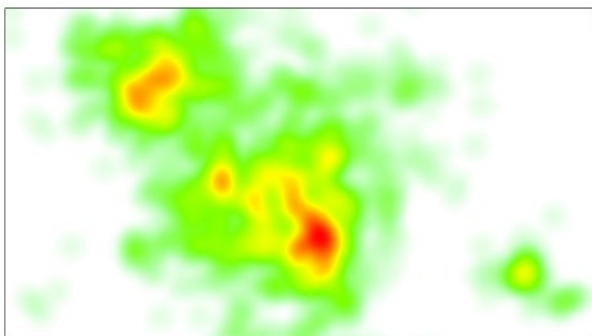
教授無字幕



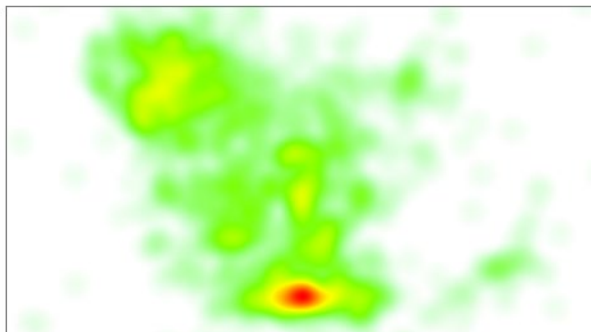
助教有字幕



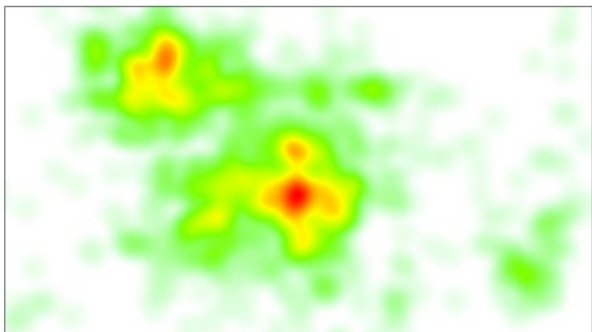
助教無字幕



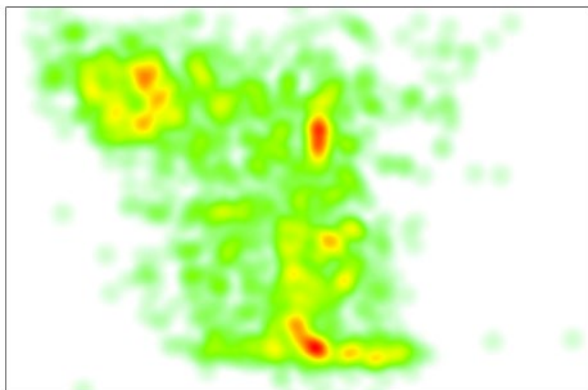
虛擬有字幕



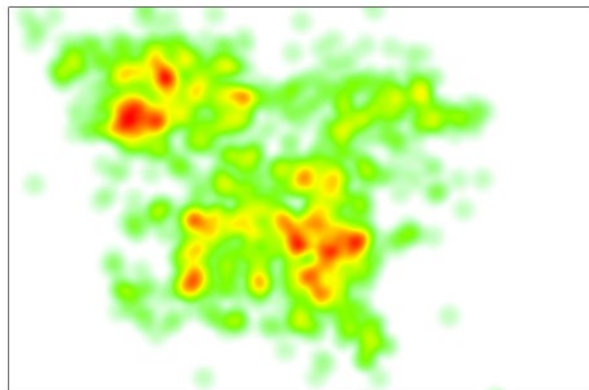
虛擬無字幕



無人像有字幕



無人像無字幕



段落分析二

- 1、人像：從熱點圖可知，大家確實不會一直看人像。
- 2、字幕：從熱點圖可以看出，有字幕時大家還是會看字幕，所以我推測是簡報範圍較大，雖然注視時間較長，但也較分散。

第二部分 提升成效

前後測(分成有無字幕、不同數字人的對比，一題十分，總共七題，總分70分)

有無字幕分類

有字幕

增加	不變	減少	總人數
13	9	1	23
57%	39%	4%	
很熟悉	了解一點	完全沒學過	
1	12	10	

無字幕

增加	不變	減少	總人數
11	6	2	19
58%	32%	11%	
很熟悉	了解一點	完全沒學過	
1	9	9	

單位:人

有字幕的成效較好，但實際上漲幅差不多

數字人有字幕

受試者編號	教授 分數	助教 分數	虛擬 分數	無 分數
1	0	0	50	20
2	0	30	0	10
3	0	0	-10	0
4	50	20	50	40
5	10	20	50	0
6	40	30	0	
平均	16.667	16.667	23.333	14

總人數：23 人，單位：分

虛擬數字人的提升平均最多

數字人無字幕

受試者編號	教授 分數	助教 分數	虛擬 分數	無 分數
1	40	0	40	0
2	50	10	70	20
3	0	0	20	20
4	0	-10	-10	30
5	20	0	10	
平均	22	0	26	16.375

總人數：19 人，單位：分

虛擬數字人的提升平均最多

段落分析三

- 1、有字幕的成效最好、虛擬人的成效最好，但有字幕虛擬人比無字幕虛擬人成效差。
- 2、有無數字人的成效差不多，所以數字人對成績影響不大。
- 3、每個人的基礎都不一樣，沒辦法肯定這是最終結論，會有誤差。

(1) 教師教學反思

在本次課程實踐中，嘗試以混成教學的方式，結合課堂教學與數位教材，並進一步導入 AI 工具來輔助教材製作與學生學習。過程中，我深刻體會到學生數位基礎能力差異的挑戰。前測結果顯示，學生在程式設計的知識上呈現高度分化，部分學生已具備相當的程式經驗，而另有學生則幾乎完全陌生，僅能依靠隨機作答。面對如此差異，我採

取了 S 型分組合作學習，以促進異質分組中的互助效果。此舉在課堂實作上確實發揮了一定成效，學生能透過同儕支持補足理解上的落差。

在數位教材的優化上，我引入 AI 工具進行字幕生成與數字人虛擬講解。從實驗結果來看，字幕對於短片段教材的學習成效提升並不顯著，但學生普遍表示字幕有助於專注與複習，特別是對於基礎薄弱的學生而言，字幕在理解過程中仍具有輔助價值。而在數字人的使用上，雖然其真實感尚不足以完全取代真人講解，但結合教師本身的聲音與形象，確實能增添教材的生動性，並在一定程度上減輕教師反覆錄製與後製的負擔。

然而，AI 工具的導入同樣帶來新的挑戰。部分學生傾向直接依賴 AI 解題，而非經過完整的思考過程，這對於基礎學習成效反而可能產生反效果。因此，我反思到 AI 在課程中應被定位為「輔助」而非「替代」角色。教師必須謹慎設計使用情境，特別是在基礎概念的養成階段，仍需透過引導與練習來鞏固學生的理解。

總體而言，本次課程實踐顯示，結合 AI 工具的數位教材，能在一定程度上提升學生的學習動機與教材品質，並減少教師在製作上的重複性工作。然而，其成效仍需視學習內容的深度、學生的背景差異，以及教材長度而定。未來我將持續探索如何更精準地配置 AI 工具的功能，並加強學習歷程的追蹤與分析，以確保學生不僅「完成作業」，更能真正內化程式設計的核心能力。

(2) 學生學習回饋

根據課程實施後的匿名學習調查結果顯示，學生普遍對教材內容與教學方式表現出高度的接受度，並對良好的師生互動給予正面肯定。然而，在自我學習的面向仍顯不足，顯示多數學生仍處於技術掌握的初階階段，學習動能與自主性有待進一步培養。

題項	非常不同意		不同意		普通		同意		非常同意	
	次數	%	次數	%	次數	%	次數	%	次數	%
(一)教學策略方面 (M=3.7459)										
1.考慮學生先備知識。	0	0.0	1	2.7	14	37.8	16	43.2	6	16.2
2.能注意學生學習情形。	0	0.0	0	0.0	9	24.3	21	56.8	7	18.9
3.能與學生生活經驗連結。	0	0.0	8	21.6	15	40.5	13	35.1	1	2.7
4.能引起學生學習動機。	0	0.0	1	2.7	12	32.4	15	40.5	9	24.3
5.根據學生學習狀況調整課程。	0	0.0	1	2.7	8	21.6	18	48.6	10	27.0
(二)教材準備方面 (M=4.1441)										
1. 上課內容符合教學目標。	0	0.0	0	0.0	4	10.8	19	51.4	14	37.8
2. 課程內容安排有組織、有條理。	0	0.0	0	0.0	5	13.5	20	54.1	12	32.4
3. 課程內容與安排符合我們的程度與需求。	0	0.0	1	2.7	9	24.3	17	45.9	10	27.0
(三)師生互動方面 (M=4.3041)										
1.老師很願意幫助我們解決學習上的困難。	0	0.0	1	2.7	2	5.4	20	54.1	14	37.8
2.老師重視我們的反應，能隨時修正教學方式。	0	0.0	0	0.0	6	16.2	17	45.9	14	37.8
3.老師很鼓勵我們自由發問及表達意見。	0	0.0	0	0.0	4	10.8	16	43.2	17	45.9
4.老師尊重不同性別、性傾向之學生。	0	0.0	0	0.0	4	10.8	15	40.5	18	48.6
(四)評量方法方面 (M=4.1014)										
1.教師清楚說明評量方式。	0	0.0	0	0.0	4	10.8	16	43.2	17	45.9
2.評量內容能反映學生學習情形。	0	0.0	0	0.0	8	21.6	17	45.9	12	32.4
3.評量方式能合理反映出教學重點。	0	0.0	0	0.0	5	13.5	20	54.1	12	32.4
4.作業或報告給予回饋	0	0.0	0	0.0	16	43.2	14	37.8	7	18.9
學生自我學習評量										
創新(M=3.6486)										
1. 我能夠產生更多新的想法並應用於課堂活動中。	0	0.0	2	5.4	11	29.7	17	45.9	7	18.9
2. 我能夠跳脫框架思考，提出不同以往的解決方案。	0	0.0	6	16.2	11	29.7	13	35.1	7	18.9
3. 我能夠有效融合學到的知識與想法，創造新的概念。	0	0.0	3	8.1	15	40.5	13	35.1	6	16.2
設計(M=3.5586)										
4. 我能夠運用不同的設計工具與方法，清楚傳達我的想法與概念。	0	0.0	2	5.4	14	37.8	14	37.8	7	18.9
5. 我能夠根據使用者需求設計更符合需求的產品或解決方法。	1	2.7	3	8.1	14	37.8	15	40.5	4	10.8
6. 我能夠不斷調整和改進我的設計，讓它變得更實用、更貼近需求。	1	2.7	3	8.1	13	35.1	17	45.9	3	8.1

體驗/探索(M=3.6036)										
7. 我樂於嘗試新的事務，並在探索與實踐中不斷學習與成長。	0	0.0	2	5.4	12	32.4	17	45.9	6	16.2
8. 我能夠透過實地觀察或體驗，獲得更深入的理解。	0	0.0	4	10.8	14	37.8	16	43.2	3	8.1
9. 我能夠將不同領域的知識與經驗，應用於課堂學習與生活中。	0	0.0	2	5.4	16	43.2	14	37.8	5	13.5
AI 應用(M=4.1982)										
10. 我能理解並運用 AI 工具提升創意設計與解決問題的能力。	0	0.0	0	0.0	6	16.2	18	48.6	13	35.1
11. 我能善用各種 AI 工具來輔助學習與專案開發。	0	0.0	0	0.0	4	10.8	19	51.4	14	37.8
12. 我能判斷 AI 生成資訊的準確性與適用性，並加以修正再應用。	0	0.0	0	0.0	6	16.2	20	54.1	11	29.7
能力(M=3.7297)										
13. 我變得更有邏輯組織能力，能夠清楚並有條理地表達自己的想法。	0	0.0	1	2.7	12	32.4	14	37.8	10	27.0
14. 我變得更有團隊溝通與合作能力，能有效協作並共同完成目標。	1	2.7	2	5.4	15	40.5	9	24.3	10	27.0
15. 我能夠運用課堂所學，在專案、社團活動或職場實踐中展現成果。	0	0.0	3	8.1	14	37.8	14	37.8	6	16.2

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

在本次課程中，我們嘗試結合混成式教學與 AI 工具來優化數位教材，初步實驗顯示此方法確實能提升學生的學習動機與課程互動性。然而，經過實際操作後，也浮現出若干值得省思之處。首先，學生的先備能力差異極大，使得 AI 工具的使用效果並不均衡。對於基礎不足的學生而言，字幕與數字人雖能提供支持，但若缺乏足夠引導，學生仍可能流於依賴，而無法真正理解程式概念。其次，AI 的生成結果在真實感與精準度上仍有限，雖能降低教師的教材製作負擔，但在教學呈現與學習深度上，仍需教師持續補充與調整。

因此，未來在推動 AI 輔助教學時，建議採取「分層設計」的策略：針對不同程度的學生設計不同層級的學習任務，並適度搭配 AI 工具，以避免能力落差被進一步擴大。同時，應將 AI 定位為「輔助」

而非「替代」，在基礎知識的建構階段，仍需強調教師與同儕的引導與討論。最後，持續蒐集學生的學習歷程數據，並進行前後測比較，能更清楚掌握 AI 工具在學習成效上的真實影響，從而作為未來課程調整的依據。

二、參考文獻 (References)

- 陳學志、賴惠德、邱發忠（2010）。眼球追蹤技術在學習與教育上的應用。《教育科學研究期刊》，55(4)，39-68。
- Crane, H. D. (1994). The Purkinje image eye tracker, image stabilization, and related forms of stimulus manipulation. In D. H. Kelley (Ed.), *Visual science and engineering: Models and applications* (pp. 15-89). New York: Macel Dekker.
- Duchowski, A. T. (2002). A breadth-first survey of eye-tracking applications. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 34(4), 455-470.
- Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology: Theory and practice* (2nd ed.). New York: Springer.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506.
- Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1987). *Human factors in engineering and design*. New York: McGraw-Hill.
- van Gog, T., Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & Paas, F. (2009). Attention guidance during example study via the model's eye movements. *Computers in Human Behavior*, 25(3), 785-791.
- Young, L. R., & Sheena, D. (1975). Survey of eye movement recording methods. *Behavior Research Methods and Instrumentation*, 7(5), 397-429.