
擴增實境(Augmented Reality)於國中小 微觀粒子教學之應用與展望

吳文龍^{1*} 唐尉天² 徐俊龍³

¹ 國家教育研究院課程及教學研究中心助理研究員

² 系統開發工程師

³ 新北市立永和國民中學教師

壹、前言

台灣目前正值新一波課程改革，其中自然科學領域綱要草案(以下簡稱自然領綱)為達成國中小的概念銜接，將部份微觀粒子概念安排於第三學習階段(五、六年級)。為回應課綱施實後的教學需求，開發者藉由新興科技之擴增實境(Augmented Reality, AR)將粒子的抽象概念實體化，提供未來課綱施行後的教學資源。虛擬實境(Virtual Reality, VR)與擴增實境為目前經常提到的實境模擬技術，VR 與 AR 最大的不同點在於空間的取代程度，而 AR 仍是在現實空間中顯示虛擬效果，優點是能與教材內容直接連結，且易與課室內的教材結合，成為開發者主要運用的技術。

貳、新領綱內容與實境模擬技術應用

隨十二年國民基本教育課程綱要的研修工作進行，自然領綱也在總綱發佈後開始研修，本次課程改革的重點之一為各教育階段的連貫統整(國教院，2017)。以自然領綱為例，研修範圍由三至十二年級跨越

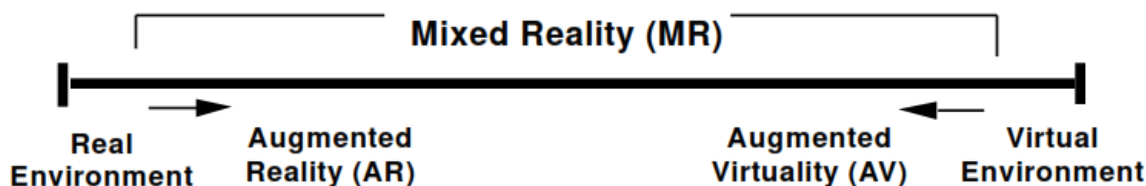
國小階段、國中階段及高中階段三個教育階段。經研發團隊分析後發現本次國中小階段新舊綱要的差異在於「粒子概念」、「細胞概念」與「能量的形式與轉換」三大項概念。過去在國小階段無抽象的粒子概念，現行的教材內容多數為可直接觀察與操作的概念，但在本次課綱為銜接國中生物相關(如：擴散作用、營養成份等)的學習內容，將部份微觀粒子概念移至國小第三學習階段(五、六年級)，補強國中小的概念銜接。其條目內容為：

「Ia-III-1 物質是由微小的粒子所組成，而且粒子不斷的運動。」

可知，國小階段的自然領綱內容為物質組成與粒子運動，但粒子本身為抽象的概念，對於國小階段學生需要提供更具體可觀察的學習素材。因此，開發者透過擴增實境(AR)開發相對應的粒子教學，發揮 AR 的長處並且將虛實的內容整合，提供教學用的粒子運動科學模型。

Milgram, Takemura, Utsumi and Kishino (1994)採用光譜的方式說明 VR 與 AR 模擬的技術，如圖一。

*為本文通訊作者



圖一、真實到虛擬環境的連續區(Milgram 等人，1994)

由圖一可看出愈向左邊就愈接近真實環境，而愈向右邊則愈接近虛擬的環境。擴增實境較靠近左邊，也就是在真實環境中增加虛擬物件，而在虛擬實境，使用者可以完全忽略所處的真實環境，因此較靠近右邊的虛擬環境。從虛擬實境到擴增實境，最大的共同點在於提供使用者身歷其境 (immersive environment) 的感受。雖然本研究是擴增實境教學，但透過技術的引入與變化，也能提供多角度的觀察來達成提供學生沉浸性的環境。

參、微觀粒子擴增實境(IMAR)系統需求與介紹

本研究所開發之微觀粒子擴增實境教學(Interactive Microscopic Augmented Reality, IMAR)包括物質三態之粒子運動模擬與三態變化過程模擬，且已取得新型專利(吳文龍，2016)。

在系統需求方面，使用者需擁有具後鏡頭之智慧型行動裝置，例如：智慧手機、平板電腦，且配有 iOS 6.0 或 Android 4.0 以上版本的作業系統。安裝軟體時需具備網際網路連線功能，完成安裝後則可離線

使用。在啟動攝影鏡頭後，使用者的鏡頭解析度、光圈與對焦功能的好壞都會影響擴增實境辨識的準確度，在良好光源下一般鏡頭者能達到辨識的功能。本研究所開發之擴增實境應用程式，可由 Google Play / App Store 搜尋關鍵字：IMAR 粒子教學，網站網址為 <http://imar.education>。

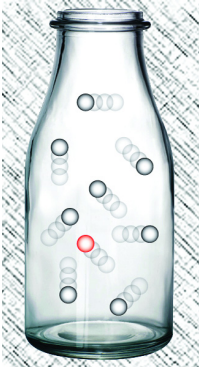
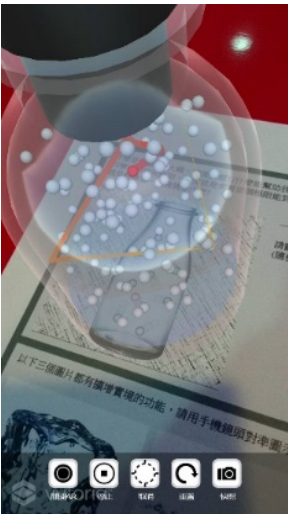
根據開發者的要求，使用者必需能從各個角度觀看觀增實境，再拉近觀察細節，並且依使用者的操作呈現不同內容。因此，一般粒子動畫與影像無法滿足開發者的研發要求，為此開發者改採即時性的 3D 模擬程式。簡單來說，擴增實境的內容並非事先錄製，而是在掃描到目標圖後，由行動裝置即時運算每一顆粒子的運動狀況與碰撞。可知每次擴增實境的模擬都不同，也符合粒子的隨機運動。

其次，本研究之固體、液體、氣體共用相同模擬程式，此點為開發後的最大突破。例如，固體的粒子原地振動；液體粒子速率較慢且集中於容器下方；氣體粒子速率最快且散佈在容器內。上述都可透過參數的調整來改變粒子運動的情形與位置，並且能依據行動裝置的效能變化粒子數量。最後，共用程式最大的優點就是能



依使用者的操作歷程，AR 可以逐步轉換模擬另一種狀態粒子，也就能達成開發者

模擬三態物質轉變的目標。將 IMAR 的擴增實境內容分述如下：


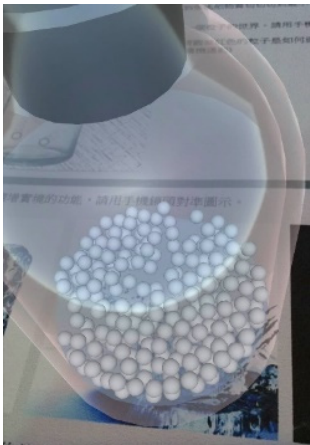
一、微觀粒子運動 3D 程式模擬

AR 目標圖	AR 程式模擬	開發重點
		<ul style="list-style-type: none">● 引導學生熟悉軟體介面，下方功能鍵分別為：<ol style="list-style-type: none">1. 「關閉 AR」：離開程式模擬。2. 「停止」：粒子停止運動。3. 「取消(追蹤)」：可取消或標記其中一顆粒子為紅色，使用者聚焦單一顆粒子進行觀察，且粒子運動的軌跡可被記錄在畫面上。4. 「重置」：重新進行一次模擬。5. 「快照」：進行畫面擷取，方便使用者記錄並且與其他人分享。● 此處模擬的粒子運動速率調整的比較慢，主要為幫助學生觀察。

二、固體微觀粒子運動 3D 程式模擬

AR 目標圖	AR 程式模擬	開發重點
		<ul style="list-style-type: none">● 固體的粒子有固定位置且原地振動。● 可拉近觀察粒子原地振動。




三、液體微觀粒子運動 3D 程式模擬

AR 目標圖	AR 程式模擬	開發重點
		<ul style="list-style-type: none"> ● 液體的粒子速率較慢且集中於容器下方。 ● 可拉近觀察粒子運動，且進入瓶子內觀察。

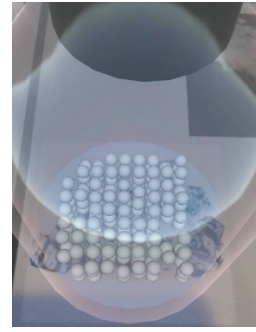
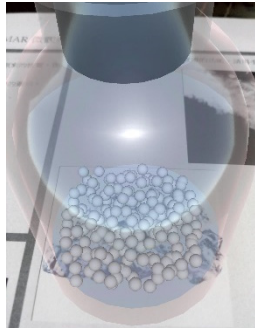
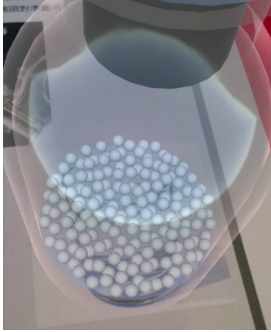
四、氣體微觀粒子運動 3D 程式模擬

AR 目標圖	AR 程式模擬	開發重點
		<ul style="list-style-type: none"> ● 氣體的粒子速率最快且散佈在容器內。 ● 可拉近觀察粒子運動，且進入瓶子內觀察。

五、融化-凝固現象互動式 3D 程式模擬




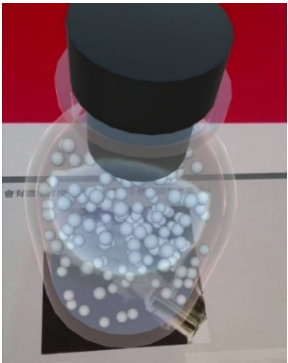
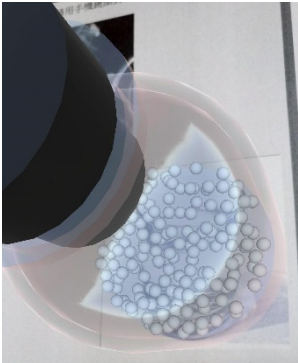
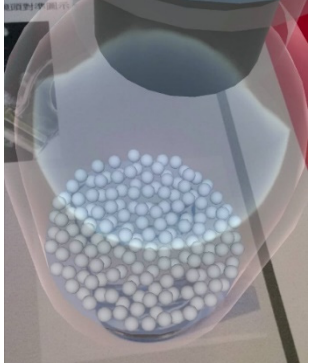
	原狀態	變化過程	變化完成
AR 目標圖			

AR
程
式
模
擬






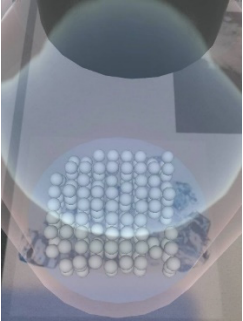
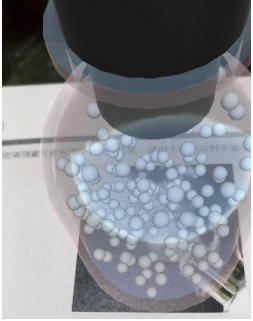
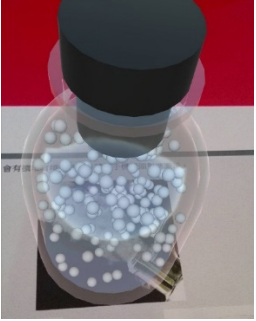
- 開 ● 使用者先於液體圖片上顯示液態的粒子擴增實境內容，再移至固體圖片上，
發 粒子運動速度變慢，且逐漸變為原地振動，此為模擬凝固現象。反之，如果
重 先掃描固體圖片再掃描液體圖片，則模擬融化現象。
點 ● 追蹤標示、擷圖等的功能於三態變化歷程時亦可以使用。

六、凝結-蒸發現象互動式 3D 程式模擬

	原狀態	變化過程	變化完成
AR 目 標 圖			
AR 程 式 模 擬			

- 開 ● 使用者先於氣體圖片顯示氣態的粒子擴增實境內容，再移至液體圖片上，粒
發 子運動速度變慢，且逐漸凝聚於容器下方，但仍粒子仍可以自由運動，此為
重 模擬凝結現象。反之，如果先掃描液體再掃描氣體，則模擬蒸發現象。
點

七、凝華-昇華現象互動式 3D 程式模擬

	原狀態	變化過程	變化完成
AR 目 標 圖			
AR 程 式 模 擬			

開發重點 ● 使用者先於固體圖片上顯示固態的粒子擴增實境內容，再移至氣體圖片上，粒子運動速度變快，從原地振動直接變為自由運動，且逐漸分布在容器內，此為模擬昇華現象。反之，如果先掃描氣體圖片再掃描固體圖片，則模擬凝華現象。

肆、擴增實境技術的突破與展望

開發者歸納出擴增實境的三點技術突破，分述如下：

- 一、**3D 模擬程式**：本研究之 AR 粒子運動為即時性演算，因此使用者每次觀察的內容都不相同，符合粒子隨機運動的特性。從多角度觀察也達成沉浸性環境的目標。
- 二、**三態物質微觀構造共用模擬程式**：三態物質的 3D 模擬共用程式，只需要改變參數就可以改變 AR 模擬的

內容，有助於微調粒子模型的表現，以求更符合科學模型與教學需求。此外，本研究也需要透過共用模擬程式的參數改變，才能達成物質三態變化歷程的模擬。

- 三、**互動式擴增實境模擬**：開發者為達成 AR 與使用者的互動性，以「互動式 3D 程式模擬」的方式，讓使用者可以自行掃描二個以上的圖片來探索不同的 AR 內容，依掃描先後堆疊出現不同的 AR，前一個掃描的圖片會影響後

來所呈 AR 內容，打破以往一個目標圖對應一個 AR 內容的限制。

在未來展望上，本研究之 AR 採用 3D 程式模擬而非 3D 繪圖，讓 AR 的多角度與粒子運動範圍的內部觀察變為可能，打破過去傳統上認為虛擬實境與擴增實境的界線，以虛擬實境的空間取代程度來說，本研究之 IMAR 在手機螢幕上亦可達到類似的效果。在 IMAR 中，更接近 Milgram 等人(1994)虛擬光譜中的虛擬環境，使用者透過行動裝置的鏡頭角度可以看到全方位的粒子運動狀態與軌跡，相關開發經驗有助於增加擴增實境的身歷其境 (immersive environment)成效。

誌謝

本研究感謝科技部科學教育實作學門

之經費支援(計畫編號：106-2511-S-656 - 001 -)，以及研究合作教師吳盈妮的共同開發。

參考文獻

- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995, December). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. In *Photonics for industrial applications* (pp. 282-292). International Society for Optics and Photonics.
- 吳文龍 (2016)。擴增實境互動學習系統。2016 年 3 月 21 日取得中華民國智慧財產局新型專利，證書號數：M519301。
- 國家教育研究院(2017)。十二年國民基本教育自然科學領域課程綱要(草案)。線上下載：http://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/90/pta_10118_2261414_00571.pdf。檢索日期：2017/10/21。