

《擴增人類》各界讚譽

《擴增人類》，就像其作者，對人類全體的未來有著深刻的洞察力、一樣鼓舞人心，且充滿關懷。這本書引導你一起想像與建置寫意的新現實。任何想要知道接下來會有哪些新事物的人，都必須一讀此書。

—*Soraya Darabi*

企業家和投資者，*Trailmix Ventures* 創始人

本書概述了增強人類能力的各種不同方法，以及擴增之後的能力如何用來創造溝通和敘述故事的新方式。《擴增人類》探索這種新媒介的無盡可能性。

—*Jody Medich*

Singularity University Labs 設計總監

這是我所見過最詳盡且實用的擴增實境（*Augmented Reality*）指南。我不僅學到很多東西，也會將之用在我們的工作上。

—*Stefan Sagmeister*

Sagmeister & Walsh Inc · 設計師與共同創始人

前言

當 Helen 告知她正在撰寫《擴增人類：科技如何塑造新現實》，我就跟她說我自願幫她寫前言（其實是我懇求她讓我寫的）。那時，我尚未讀過手稿，只是大略知道她會說些什麼，但基於 Helen 的學術聲望和一向深思熟慮的作風，我確信她對於新興的擴增實境（augmented reality）科技及其增強人類能力的應用會有洞察力十足的看法和深刻的見解。

從過去到現在，已有許多人共同投注心力於此，期望創造出這個新的媒介。多年來它單純被視為一種新奇的事物，或者還在尋找適用問題的解決方案，對於大眾的吸引力還不足以讓它到達廣為採用的臨界點，那是獲得充分投資和注意力以讓 AR 在經濟上變得可行而普及的必要條件。我之所以有資格寫這篇前言，是因為我撐過了 AR 技術發展初期的艱辛路程，而有了 AR 科技開拓者的這種（或許受之有愧的）美名。

就我個人而言，這段旅程始於 52 年前，當時的我是美國空軍的軍官，服務於 Wright-Patterson 空軍基地，負責為戰鬥機和其他的軍用載具設計更好的駕駛艙。我要解決的問題是，如何在駕駛員大腦和他們要操作的複雜系統之間取得應有的雙向頻寬，特別是在高度緊張且危險的環境底下。就是這個問題促使我開始研究擴增實境相關的方法，希望讓駕駛員更能感知他們與飛行器之間的關係，以及真實世界的情況。主要的想法是以虛擬影像的形式組織並描繪資訊，再透過頭盔等穿戴裝置將之疊加在真實世界上。後來我擴充了這個計畫，將虛擬實境（virtual reality）納入其中。

現在 AR 與 VR 技術終於逐漸成熟（花的時間比我想像的還要多），我作為工具建造者的角色也接近尾聲了，該是時候接力給 Helen 及她同世代的人，讓他們運用這些工具來做些有用的事情。建置新的媒介是一回事，將訊息放到該媒介上則是另外一回事。最終，更重要的會是那些訊息。

如我所預期的，Papagiannis 博士在這本權威性專著中所做的分析非常地出色，它是一本簡短但有力的好書。她描述了當我們提到各種形式（modalities）的擴增實境時，到底指的是什麼，還發展出一種分類法來幫助我們將不同的應用歸類，並向我們介紹其內容和應用（連同它們的開創者），為我們今後的討論奠定了基礎，但她所做的遠不僅於此。梳理脈絡的過程中，Helen 帶領我們了解到 AR 將不會是一般的事業。重點不在於新的媒介，而是增強人類的能力（augmenting humans）。它不是要讓我們隔絕於真實世界的體驗之外，像電視、電影，甚或虛擬實境所訴求的那樣，而是要讓科技能夠融入真實世界，並在那種全面的混合體驗中，提升我們的能力。從這個角度來看，她向我們展示了 AR 有辦法賦予我們更強的威能，但我們必須擴展思維（以及想像力），廣泛地探討這種能力的擴增在未來將如何影響身為人類所代表的意義。

討論到 AR 媒介所傳遞的訊息時，會有許多新的自由度（degrees of freedom）可循，例如非線性的故事敘述（non-linear storytelling），甚至是改變了物理體驗的替代現實（alternative realities）。正如 Helen 所解釋的，我們必須捨棄過去了解真實世界並與之互動時所用的舊有規則。當我們擁抱這些新的體驗和它們的重要性，她預見了我們將解開束縛，釋放發現、創意和想像力的激流，以及在未來的日子裡，身為擴增人類可能意味著什麼。當然，這裡所說的並非最終定論，但卻是我們展開人類能力擴增這個長程冒險必要且基本的試金石。

我特別欣賞 Helen 敏銳地提出的這個洞見：藝術家（artists，或如她所稱呼的「wonderment operators」，「驚奇操縱者」）將扮演促進突現（emergence）發生的刺激物。我自己的經驗是，沒有單一社群能夠獨占這個領域，在那裡工程師和電腦科學家的分量將與說書人（storytellers）和藝術家不分上下。我們會記得而且會改變我們的，是經驗。希望這個技術（我的貢獻）會變成「隱形」的，不會妨礙我們的體驗。

我深受 Helen 在本書結論中最後的叮嚀所感動：作為一個文明，我們必須齊心努力，運用我們時代的工具讓人類全體向上提升，在這個世界啟發正面的改變。因為到頭來，我們都得回答這個問題：能力的擴增，有讓我們活得更好嗎？

—Tom Furness

AR/VR 始祖及 *Virtual World Society* 創始人

於西雅圖

2017 年 7 月 16 日

序

為何我要寫這本書？

十二年前，我初次窺見了擴增實境（Augmented Reality，AR）作為新通訊媒介的強大威力。看起來就像純粹的魔法：一個虛擬的 3D 立方體就出現在我身體周圍，令人驚嘆不已。那個擴增方塊的展示在當時並非互動式的（除了待在那之外，它什麼都不做），然而，那點燃了我對 AR 將如何演進和變化的想像力之火。在那個瞬間，我就決定要將我創作、研究和公開演說的能量都投注在這種因為 AR 而變得可能的新體驗。

我寫這本書，是因為我逐漸察覺到，我們不能把注意力都放在單純的技術上，也要著手製作引人入勝的 AR 內容和有意義的體驗。本書就是要探索這些關鍵想法和 AR 所能提供的非凡新現實。現在正是開始想像、設計並建造我們奇幻未來的好時機。

隨著 AR 技術的進步，我們必須自問：要如何設計 AR 體驗來豐富使用者的生活，讓它更舒適更美好？MIT 媒體實驗室創始人 Nicholas Negroponte 曾說：「Computing is not about computers anymore. It is about living.」（電腦運算的主角不再是電子計算機，而是生活）。AR 的重點也不再是技術，而是在真實世界中生活，以人類為中心，創造虛幻但有意義的體驗。本書的主題即為 AR 將如何充實我們的日常生活，並以前所未見的方式拓展人類文明。

誰應該閱讀本書

全新媒介的出現，並不是太常見的事情。如果你是自造者、實作者或探索者，有興趣在尚無跡可循的新大陸開拓路徑，並想要對這個快速發展的產業做出貢獻，你就應該閱讀這本書。作為明智的消費者，如果你想搶先一窺這些新的體驗將如何改變我們生活、工作與娛樂的方式，你也應該閱讀本書。

如果你是對 AR 所帶來的可能性感到好奇且興奮的設計師、開發人員、創業家、學生、教育工作者、商業領袖、藝術家，或科技愛好者，你也會想要閱讀本書。如果你致力於設計並支援帶有深刻人類價值 AR 體驗，期望對人類文明的提升發揮意義深遠的影響力，那你也會是本書合適的讀者。

閱讀本書不需要任何的 AR 預備知識，但若要從本書獲得最大效益，我確實推薦你親身一試 AR 體驗（最好嘗試多種），包括本書在各章節中提到的那些範例。

本書導覽

本書的組織方式如下：

第 1 章回顧源自 1997 年的 AR 傳統定義，再加以闡述今日的 AR 正在如何變化，及未來可能的發展。這章介紹了新一波的 AR 技術，它們能幫助我們以新的方式理解空間，提升知覺感受，創造更身歷其境的整合式互動體驗。

第 2 章探究電腦視覺（computer vision）如何賦予我們新的雙眼與觀點，改變我們看待和參與世界的方式，從裝置藝術到機器人與自駕車，到協助視障人士，都是其應用。

第 3 章探訪觸覺科技（觸控回饋）方面的研究與創新，它們設法要讓我們所見與觸摸起來的感受同步，並開創透過觸覺量測（tactility）進行溝通的新方式。

除了運用聲音來導覽和敘事，第 4 章還探討擴增聽覺的方法和「智能耳機」（hearables，置於耳上的可穿戴科技），它們能夠改變你透過聽覺感受環境的方式，甚至是你的環境如何「傾聽」你。

在第 5 章中，我們學到數位嗅覺與味覺如何是一個快速成長的領域，不斷推出新的試作原型和產品設計，希望擴增我們分享與接收資訊的方式，提升娛樂體驗，加深我們對身處場所的了解，影響我們整體的幸福感受。

在第 6 章中，我們看到 AR 除了新奇外，還能如何創造出扣人心弦的聽故事體驗，並提到過去我們講述故事的活動中，一再出現的主題與慣例，以及這些新湧現的說故事風格和機制將帶領我們前往何處。

第 7 章探詢虛擬化身 (avatars)、智慧代理人 (intelligent agents)、物件和物質將如何變為有生命的情境式變革推動者 (contextual change agents)：依據你所處情境來學習、成長、預測及變形。

第 8 章綜述我們擴增身體能力的方式，包括電子紡織物 (electronic textiles)、內嵌於身體中的科技，以及大腦控制的介面 (brain-controlled interfaces)。

第 9 章識別出了截至今日最主要的十大類 AR 體驗，意圖是在近未來及更遠的將來激發出更多的可能性，強調新奇的感受以及提升人類文明的承諾。

致謝

我認為自己非常幸運，有這麼充滿關愛、體貼、有耐性、鼓舞人心的家庭支持著我，在生命中一路扶持及鼓勵著我，不僅限於寫作本書的過程。我的父母，你們的愛與關懷是如此豐盛，而你們孜孜不倦的奉獻，讓我們一家人得以過著快樂且幸福的生活。這本書，以及我所做的一切，連同滿懷的愛與感激，都獻給我的家人。

感謝 Caitlin Fisher，在我追求碩士和博士學位過程中的出色指導，以及在 12 年前邀請我成為約克大學 AR 實驗室的一員，那改變了我的生命！妳看待世界的奇幻視角開展了我的視界，讓我見識到 AR 的奇蹟和魔力。我非常感激且敬佩妳。

感謝我的編輯 Jeff Bleiel，他實用的指引、耐心以及對這個主題的熱情，讓本書的寫作過程輕鬆許多而且愉快，也謝謝 O'Reilly 的 Susan Conant 和 Laurel Ruma，沒有他們，這本書將只是個夢想，謝謝各位信任我，讓它得以成為現實。

新一波的現實

你即將進入一個新的現實。在此，世界會為你擴增（**augments**）自身，依據你所處情境、你的偏好和需求，變換型態。現實變得更有可塑性，更容易改變，而且高度地個人化，一切都將由你來定義和驅動。整個世界都變成可即時轉譯的，打破了溝通的障礙，並創造出一種新的感官知覺，讓視覺、聽覺、觸覺和味覺都變得煥然一新。類比世界的規則不再適用。可穿戴的電腦、感測器和智慧系統正在擴充我們人類的能力，賦予我們超能力。

這就是全新的擴增現實，你準備好了嗎？

在本書中，我會向你介紹擴增實境（**Augmented Reality, AR**）、它正如何演化、機會在哪裡，以及它將往何處去。我會帶領你認識一個新的維度和身歷其境的體驗媒介。然而，你並不需要離開你的物理現實，而是讓數位現實進入你的世界。

讓我解釋清楚。

本書的主題並不是虛擬實境（**Virtual Reality, VR**），但 **AR** 與 **VR** 之間的差異值得了解。

使用 **VR** 時，你會戴上一組特殊的頭戴式裝置，阻擋你對於物理世界的視野，以完全由電腦產生的環境取代真實世界。

1996 年在 **University of Washington**（華盛頓大學）人類介面科技（**Human Interface Technology, HIT**）實驗室，由 **Hunter Hoffman** 與 **David Patterson** 所開發的 **SnowWorld** 就是第一個沉浸式的 **VR** 世界

2 | 擴增人類

(immersive VR world)，設計用來減輕成人與小孩的疼痛感覺。Snow World 專門開發來幫助燒燙傷病患在傷口照護的過程中減緩痛苦。Hoffman 解釋了¹ VR 如何協助病人將注意力轉離他們當下的物理現實以緩和疼痛：

疼痛的感覺需要有意識的注意力。VR 的要素就是讓使用者有進入到電腦所產生的環境中的幻覺。被拉到另一個世界會耗去很多的注意力資源，這使得能夠投入處理痛覺訊號的注意力資源所剩不多。

VR 仰賴沉浸在另一個時空的幻覺，那通常是與你目前的現實非常不同的時空。在 AR 中，你的意識仍然留在物理世界中，而是讓虛擬的事物藉由一對透明的數位眼鏡、智慧型手機、平板或可穿戴的電腦進到你的周遭。你還是可以用你的感官看到和經驗周圍的實體世界，只不過它現在經過數位式的增強而且能夠變動。

AR 提供實用體驗的一個早期應用是 Word Lens (<https://youtu.be/h2OfQdYrHRs>)²。想像你到一個新的國家旅行，而且你並不熟悉當地語言。若沒有人協助，看菜單點餐或閱讀路標，都可能很有挑戰性。Word Lens 讓你能夠將智慧型手機對準外國語言的印刷文字，即時將之翻譯為你選定的語言。突然之間，藉由這種新得到的情境式理解輔助科技，你更加地沉浸在周圍環境並參與其中。

VR 會有它專門的用途，而 AR 則能讓我們更加融入真實世界並與之產生更深的連結，也就是我們的時間與注意力主要都投注於其上的這個世界。就跟 VR 一樣，我們必須察知 AR 中我們「注意力資源」耗用的情形，並設計不會進一步隔離我們與周遭或彼此的體驗。我們必須批判性地思考如何將人類經驗放在這種新媒介的中心。這並非要讓我們迷失在我們的裝置中，而是使科技逐漸退居幕後，以讓我們更能專注於人類時刻。

1 Hunter Hoffman, 「Virtual Reality Pain Reduction」 (<http://www.hitl.washington.edu/projects/vrpain/>)，University of Washington Seattle 與 U.W. Harborview Burn Center。

2 Word Lens 技術在 2014 年被 Google 收購，整合到了 Google Translate app 中。它目前支援 37 種語言 (<http://bit.ly/2woMXwD>)。

何謂擴增實境？

AR 最常見的定義是一種數位覆蓋層（digital overlay），疊加於真實世界之上，由電腦圖形、文字、影片與聲音所構成，能夠即時（real time）與之互動，可透過智慧型手機、平板、電腦或配有軟體與鏡頭的 AR 眼鏡來體驗。你可以使用 AR 指向夜空來識別恆星與行星（<https://youtu.be/p6znyx0gjb4>），或以互動式的 AR 指南沉浸於博物館的展覽（<https://vimeo.com/70035191>）。AR 提供了以前所未見的方式更深入理解與體驗我們世界的機會。

我們用的是 1997 年由 AR 先驅 Ronald Azuma 提出的相同定義，如他簡潔的說明所述³：「AR 能讓使用者看見有虛擬物件疊加於其上或與之結合而成的真實世界。因此，AR 增補了現實，而非完全取代之」。

傳統上 AR 技術運作的方式是使用適當裝置（像是智慧型手機）上的鏡頭與軟體追蹤真實世界中的目標。這些目標可能是圖示、影像、物件、聲音、位置或甚至是一個人。目標的輸入資料由軟體來處理，並與可能有相應資訊的資料庫進行比對。若有找到符合的，就會觸發 AR 體驗，將內容疊加在現實之上。

Azuma 的定義指出⁴，AR 系統有下列三個特徵：

- 結合真實與虛擬
- 可即時互動
- 以三個維度（3-D）定位

定位（registration），也就是第三個特徵，是為了將虛擬物件準確地與真實世界中的 3-D 空間對齊。若沒有精確的定位，虛擬物件存在於物理世界的幻覺就會解除，不再有可信度。所以，如果一個虛擬的 AR 檯燈看似好像飄浮在你實體辦公桌上方，而非直接定位於桌面

3 Ronald T. Azuma, 「A Survey of Augmented Reality」 (<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>)，*Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6 4 (1997): 355-385。

4 同上。

上，除了讓你以為辦公室鬧鬼外，這種技術上的差錯也打破了那個檯燈存在於你空間的幻覺。但若為那個虛擬物件加上陰影，它的可信度就會變得更高，因為這反映了你物理環境的特徵。

AR 如何演進？

就我來看，這個定義若要用於今日，其中缺少的會是「情境（context）」這個關鍵字，而這也是下一波的 AR 與之前 AR 的分別。情境資訊之所以能夠增強 AR 的體驗與內容，是因為現在它們從對每個使用者都相同的經驗，轉變為了專屬於你的體驗，依據你的位置、興趣和需求量身打造。情境奠基於定位（registration）這個特徵之上，因為它就是將相關且有意義的資料「定位」或合成到真實世界中，為你創造個人化的體驗。

在新的 AR 中，這種情境資訊的成功取決的不是如何讓虛擬檯燈看起來好像完美地安置於你的實體辦公桌上（如 1997 年的定義所述），而是讓檯燈在適當的時機出現，例如你需要更多光線的時候，或甚至自行熄滅，來提示你下班的時間到了。定位的技術問題將會被解決，而雖然它重要性依舊，我們的焦點將會轉向如何提供有意義且引人入勝的體驗，以提升你現實的舒適性。

目標比對的程序現在變得更為複雜，因為不再有與事物的靜態圖書館連結的「點擊播放（hit play）」過程，像是教科書上的恐龍照片觸發顯示於 AR 中的 3-D 模型。今日，那個 3-D 模型與體驗將會依據某些因素動態調整，例如學生在課程計畫中的進展情況，甚至是學生的學習風格。因此，下次學生回到那本 AR 教科書時，恐龍的種類已經改變，並且整合了她感興趣的其他主題。AR 科技變成有生命會適應的資料庫：互動中觸發器與內容都是動態的，隨時都可能改變，因為它們會根據你變動的情境資料，在適當的時機遞送你及你的環境所需的相關資訊和體驗。

我們早該重新審視 AR 所代表的意義，以及它能夠成為什麼，特別是在 AR 不再限於學術研究機構的現在。早期的 AR 需要高度專門化的設備，全都不是很容易移動的。但現代智慧型手機上的感測器多到可

以說你把 AR 放在口袋中了。這些科技將會持續變得更無所不在，透過謹慎地內嵌於你衣服或眼鏡，甚至皮膚底下的可穿戴式計算裝置。

像是 Apple、Facebook、Microsoft、Google 與 Intel 的這些大公司非常密切地關注 AR 的發展，並投注資金在 AR 的未來，希望將它們帶到大眾市場。Facebook 的 CEO，Mark Zuckerberg 稱 AR 為「一種新的溝通平台」，他寫道：「我們相信這種沉浸式的擴增實境總有一天會成為數十億人日常生活的一部分」⁵。

Apple 的 CEO，Tim Cook 視⁶ AR 為「像智慧型手機般的偉大創意」。Cook 說道：「我認為 AR 就是那麼重要，它的未來無可限量。我之所以感到興奮，是因為它能夠做到的事情可能改善許多人的生活，也可以提供娛樂」⁷。2017 年，Apple 在年度的 World Wide Developers Conference (WWDC，蘋果全球開發者大會) 上推出了 ARKit，它是用來為 iPhone 和 iPad 開發 AR apps 的尖端平台。在 WWDC 的主題演說中，Apple 的軟體工程資深副總裁 Craig Federighi 稱 ARKit 是「全世界最大的 AR 平台」⁸。

AR 的重點是擴增人類體驗，而它不會單獨發展。AR 會帶來的真正衝擊將發生在它與其他平行發展的技術結合成爲一種超級媒介之時，像是可穿戴式運算、感測器、物聯網 (Internet of Things, IoT)、機器學習，以及人工智慧。

我稱之爲「Overlay (覆蓋層)」的第一波 AR，主要與覆蓋在現實之上的數位層有關。Overlay 的實例包括棒球選手的 3-D 模型虛擬地出現在棒球卡上，或顯現在啤酒杯墊上的擴增實境猜謎遊戲。等你之後再次回到這種 AR 體驗，它幾乎不會有什麼變化，通常還是有完全相同的內容，沒提供多少誘因讓你想重複經歷它。在這第一波的 AR 中，你經常也得下載並印出特定的圖像或目標，以觸發 AR 體驗。

5 Mark Zuckerberg 的 Facebook 頁面 (<https://www.facebook.com/zuck/posts/10101319050523971>)，2014 年 3 月 25 日。

6 David Phelan, 「Apple CEO Tim Cook: As Brexit hands over UK, 'times are not really awful, there's some great things happening'」 (<http://ind.pn/2u7tbJy>)，*The Independent*，2017 年 2 月 10 日。

7 同上。

8 WWDC 2017 Keynote (<https://youtu.be/oaqHdULqet0>)。

我們正進入第二波的 AR，我將之稱為「Entryway（通道）」，它們創造了更擬真的整合式互動體驗。Overlay 與 Entryway 之間的關鍵差異（也是創作有意義的 AR 體驗之祕訣）在於你。你是 Entryway 中的推動力，也是定義整個體驗的情境脈絡。

不同於 Overlay，這下一波的 AR 超越了印刷出來的目標，邁向新的空間理解，以及對你環境更深入的認知。整個世界變成一個可追蹤的目標。在 Entryway 中，我們突破了第一波中覆蓋層的限制，進入一種新的感官意識，加深我們與世界和彼此的互動。

配備有感測器的新式 AR 智慧型手機，例如以 Google 的 AR 技術平台 Tango 為基礎的 Lenovo Phab 2 Pro 或 Asus ZenFone AR，都是 Entryway 的絕佳實例。Tango 技術包含了動作追蹤（motion tracking）和深度感知（depth perception），讓裝置能在物理世界像人類一樣辨明方向。

當你手持裝置在房間中移動，感知深度的相機看得見你所看到的，並且能夠辨識出物理邊界和周圍環境的布局。它能認出牆壁在哪裡、地板位於何處，甚至是傢具的位置。在不遠的將來，像是 Tango 的這種技術將使新類型的日常體驗變得可能，例如為你的孩子閱讀床邊故事。想像床腳變為了虛擬越野卡車，你看著一隻猴子從梳妝台跳到了檯燈上，同時有隻獅子安穩地睡在梳妝台上。你的實體環境與故事世界整合了在一起，讓你直接進到了故事中。

通往你感官的入口

Microsoft Kinect 為 AR 科技辨認真實世界中目標的方式帶來了重大的轉變。Kinect 有助於讓你融入 AR 體驗，因為你到處移動的身體現在變為了可追蹤的目標。在 Kinect 之前，AR 目標通常都是靜態的，而且限於像是印刷圖像的那種東西。這個技術為更為互動式的體驗敞開了大門，讓我們得以更清楚地看見與感測你及你的動作，甚至有能力辨識你的臉部表情和你的感受（第 2 章會帶領我們一觀 AR 中的電腦視覺目前進展到什麼樣的程度，以及它如何賦予我們體驗世界的嶄新雙眼）。

Kinect 的發明人 Alex Kipman（也是 Microsoft 的 AR 頭戴裝置 HoloLens 的發明者）將 Kinect 帶來的衝擊描述⁹為「巨大的轉變，我們將整個電腦產業從我們必須理解科技的這個舊世界搬到了這個新世界，其中科技消失了，而它開始更透徹地理解我們」。

AR 科技不只看得到我們和我們周遭的環境，也開始了解我們的活動，並回應我們。我們與科技互動的方式變得更加自然，因為科技消失了，體驗變為中心，這就是 Entryway。

Entryway 的關鍵在於全新層次的沉浸（immersion）：我們透過 Overlay 之鏡在新的維度以我們所有的感官體驗虛擬。讓人類感官超越虛擬，與真實建立更密切的關係，將是這下一波 AR 最重要的目標。舉例來說，擴增音訊常與視覺畫面搭配出現，但聲音也可以單獨用於 AR，不一定要有顯示的部分，甚至可與其他感覺整合。除了視覺與聽覺外，現在我們也能以觸覺、嗅覺和味覺感受數位現實，甚至創造新的感官（我們會在第 3、4 和 5 章進一步探索這些想法）。

在 Entryway 中，AR 擁抱了新模式的虛實混合體。AR 為物理世界注入了數位特性，而虛擬事物則獲得了新的觸感。觸覺科技能讓人體驗觸碰的感覺，使用氣壓場（air pressure fields）、可變形螢幕（deformable screens）或特殊控制器之類的介面來感受數位現實。舉例來說，AR 讓我們可以伸手撫摸虛擬貓咪，實際感受到貓毛的柔軟，以及牠高興咕嚕叫時的振動。

藉由像是「Electronic Taste Machine」和「Scantee」的裝置，味覺和嗅覺也變得可能，這兩者皆為倫敦大學城市學院（City University London）普適計算（Pervasive Computing）教授 Adrian David Cheok 的發明。Scantee 是插入智慧型手機音訊接頭的一種小型裝置，能讓你發送會釋放香味的嗅覺訊息。Electronic Taste Machine 則使用金屬感測器讓你的舌頭有體驗到各種味道的錯覺，從酸到苦、鹹到甜都有，取決於通過電極的電流為何，這致使你的大腦產生虛擬的味覺感知。

9 「How The X-Box Kinect Tracks Your Moves」 (<http://www.npr.org/2010/11/19/131447076/how-the-xbox-kinect-tracks-your-moves>)，NPR，2010 年 11 月 19 日。

Cheok 希望讓我們用所有的五官與電腦互動，就像在物理世界中那樣，他解釋¹⁰：

想像你正在看你的電腦桌面、你的 iPhone 或你的筆電，所有的東西都隔著一面玻璃，在一扇窗後面，你要不是觸摸玻璃，就是透過玻璃觀看。但在真實世界中，我們能夠開啟那面玻璃，打開窗戶，我們可以觸碰，我們可以嘗味道，我們可以聞氣味。

這下一波的 AR 能讓我們「開啟那扇窗」，增強人類的感覺器官。

人腦能將數位化的電化學訊號解讀為意義，甚至是新的感官體驗。人類目前看不到像是無線電波、X 光或伽馬射線（gamma rays）之類的東西，因為我們沒有適當的生物受器（receptors）。並不是說這些東西是無法被看見的，人類看不見它們（至少是目前還看不到）是因為我們沒有配備合適的受器。AR 不僅能賦予我們的視覺這種新的超能力，還能讓我們運用整個身體全面地體驗廣泛的資訊和資料。我們擁有的科技能讓我們以令人驚奇的方式參與並了解我們的世界。

跨產業的 AR

讓我們來看看已受這新一波 AR 影響的幾個產業。

擴增健康

AR 能讓醫療從業人員與人類解剖構造成比例的虛擬 3-D 模型互動。內科醫師現在可以操作數位模型，或甚至 3-D 列印出某個療程的不同階段。近來觸覺科技的發展，未來將能讓外科醫師實際在虛擬大腦上練習手術，在進行真正的手術之前，以完整的觸覺感受模擬手術過程。

10 「Share touch, smell and taste via the internet.」 (<http://bit.ly/2wb4wAS>)

擴增學習

今日我們可以使用 AR 來追蹤臉部表情，看看學生是否正遭遇困難。在不遠的未來，教師將能夠用這種技術來調整或量身訂做適合學生的課程內容。譬如說，如果你正透過 AR 裝置參與遠距教學或觀看課程影片，而你看起來感到困惑，就會自動出現更多的說明。或者，你看起來心不在焉，就會有問題跳出來要你回答。

擴增零售業

AR 目前能讓你預見產品出現在你家中的景象，例如傢俱，或穿戴在你身上的樣子，例如手錶或衣服。新的技術進展將不只能讓消費者看到產品的樣貌，還能讓你觸摸感受它們。

擴增協作

AR 已經能夠提供維修教學，有能力讓你與他人共享視野，並接收即時的指導。能進行即時遠端協作的新設計程序也即將出現，將會改變我們跨越長距離工作的方式。舉例來說，人在日本的建築師可以出現在加拿大與當地的建築工人商談，在工作現場進行互動，充分參與施工過程。

擴增娛樂

未來的某一天，你將不再需要電視：你的 AR 頭戴裝置將成為你的娛樂中心，充滿個人化的內容。不論是你最愛的歌手出現在你家中唱歌給你聽，或是在開放場地比賽闖蕩虛擬迷宮，這些新式的數位內容都將為你量身裁製，並與你的物理環境共存。

今日的 AR：專注於人類體驗

12 年前我剛開始參與 AR 發展時，這個領域作為一個整體的主要焦點是技術，內容要到很後來才出現，即使有的話，通常也是未事先設計過的拼湊品。在多數研究人員和開發者都專注於解決 AR 定位和追蹤問題的那時，我很幸運地成為了加拿大多倫多約克大學（York University in Toronto, Canada）一間非常獨特的實驗室的一員，由

Caitlin Fisher 博士所帶領，在那裡我們研究的是未來的 AR 故事創作。我們的實驗室與當時的其他研究機構非常不同：我們的成員出自美術和電影學系，而那時大部分研究 AR 的大學實驗室都屬於電腦科學系。其他的實驗室通常聚焦於 AR 技術研究的特定領域，專門發明或改善那些技術，而我們的實驗室則以內容和體驗的創造為中心。

在我們的研究方法中，我們並不預設任何的軟體或硬體。科技啟發我們所設計的體驗，但我們不讓自己侷限於 AR 的任何技術限制之內。有許多實驗室研究如何解決那些問題，尚未被探索的領域是內容創作，以及這種科技能夠促發何種新的體驗。我們實驗了多種新興技術，以新的方式結合它們，將之推向極限，以超越 AR 傳統上所能做的事情。如果所需的技術尚不存在，我們就與工程師和科學家合作創造它們。

2009 年，我們的實驗室開發了 SnapDragonAR，最早的商業化拖放（drag-and-drop）軟體工具之一，能讓非程式設計師建造體驗並對這種新的媒介做出貢獻，讓教育工作者、藝術家、電影從業人員和一般大眾得以接觸 AR 的創作。這為所有創作者開啟了內容製作的大門。我們將 AR 的世界拓展到了電腦科學的技術領域之外，讓今日在 AR 業界工作的創新者繼續沿著此路徑發展。

AR 不再只是關於技術，而是我們想如何藉由這種新科技在真實世界中生活，以及我們如何設計有意義且能幫助提升人類文明的體驗。過去十年間，AR 的技術、大眾對它的認識及其重要性已有非常驚人的進展。現在我們有了這種不可思議的科技，我們想拿它來做什麼呢？這是我們定義 AR 發展軌跡的同時想要合力找出解答的問題。我們需要跨越商業、設計與文化領域的領導者來幫助我們在這個快速崛起的產業中引導與實現新的體驗。AR 將會徹底改變我們生活、工作與休閒的方式。