

擁抱人工智慧和 物聯網，開啟變 革新時代

人工智慧如何實現萬物互聯





世界各地的企業正加速利用物聯網構建全新的供應鏈和服務網，在此背景下，新型業務機會和新型業務模式層出不窮。由此帶來的轉型正在開啟公司營運方式和與客戶接洽方式的新時代。

然而，就目前而言，物聯網應用僅為冰山一角。如欲充分挖掘物聯網潛能，各公司還需將物聯網與日新月異的人工智慧（AI）技術緊密結合。人工智慧技術的應用使得“智能機器”能夠在不受或幾乎不受人為操作的情況下模擬智能行為並作出明智決策。

未來幾年，人工智慧技術將不斷進步，並對幾乎各行各業的職位設置、技能以及人力資源戰略產生深遠影響，由此，對各公司而言，制定轉型計劃，適應人工智慧推動的世界實乃刻不容緩。在當今基於物聯網的數字生態系統中，將人工智慧融入物聯網已成為成功的先決條件。因此，企業必須迅速行動，確定如何通過合併人工智慧和物聯網來獲取更多價值，以及如何在未來數年裡積極應對競爭者的奮起直追。

人工智慧：顛覆性不輸個人電腦的新興技術

在近期的《思想領導力》¹中，我們針對以下內容進行了論述：工業物聯網（IIoT）的出現為何是業務變革千載難逢的契機？伴隨工業物聯網的出現，企業為何需調整營運模式和業務模式並培養、獲取新能力以管理與客戶的直接關係？但是，僅此還不足以實現一個成熟化的物聯網。為全面挖掘物聯網的潛力，還需將其與一系列同樣強大並具顛覆性的技術，即人工智慧技術相結合。

如後附信息欄所預測和強調的那樣，物聯網正呈指數成長，這一點可謂已是眾所周知。然而，人們卻並未廣泛認識到人工智慧將對我們的個人生活和工作各方面產生何種深遠影響。若人工智慧與物聯網相結合，其影響甚將進一步擴大。

事實上，同二十世紀八零年代引進個人電腦時一樣，人工智慧勢必帶來巨大轉變和持續性的變革。人工智慧將如個人電腦那般，為未來十年乃至十年以後的巨大加速創新奠定基礎，從而大力推動全球經濟增長。二十世紀八零年代時，誰也未曾想到個人電腦會給我們的生活帶來如此廣泛和深遠的改變。同樣的，今天，也很少有人可以想像數十年後，人工智慧對我們來說將意味著什麼。

使企業能夠充分利用“智慧機器”時代

所以，我們將著眼於哪些影響呢？其一是為人工智慧解決方案和創造並服務更具活力、規模更大的市場：美國銀行美林證券（“美銀美林”）於2015年12月預估²，到2020年，機器人和人工智慧解決方案的市場份額將飆升至每年1530億美元，其中830億美元與機器人和機器人技術有關，另外700億美元則用於人工智慧的分析。此外，美銀美林還預測，未來十年，機器人和人工智慧技術的應用可使多個行業的生產率提高30%，並使製造業勞動力成本降低18%到33%。

不管確切的增長軌跡究竟如何，可以肯定的是，人工智慧正在迅速普及，且其普及程度決定了其能為企業帶來何種規模的效益。人工智慧的核心在於以各種機器模擬智能行為，而物聯網則關乎於連接該等機器，因而，人工智慧和物聯網之間有明確的交集。

早期的人工智慧較為“脆弱”，無法以同等精度處理所有情況。因此，早期的人工智慧通常離不開人為干預，只適於處理狹義事務，無法得到全面應用。不過，這只是人工智慧演變過程的第一步，隨著下一波動態智能的發展，其將能在不受或幾乎不受人為操作的情況下實際處理各種任務。一旦賦予設備和機器此種程度的人工智慧，我們便順理成章地進入“智能機器”時代。

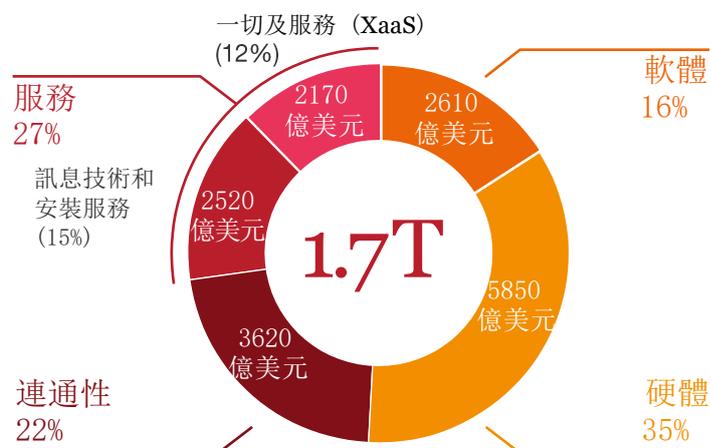
由於人工智慧處於不斷演變之中，其為企業帶來的效益也不斷轉變。得益於人工智慧解決方案的強大和可擴展性，以往在人力操作下要花數周或數月才能完成的任務，現在只需要幾分鐘或幾秒鐘便可處理。此外，跟當前對移動技術的採用一樣，企業也會迫於來自員工的壓力而加快應用人工智慧技術，因為員工已經習慣於在家庭生活中享受人工智慧帶來的各種便利和個性化，他們希望能在工作中透過人工智慧的應用獲得同種體驗。

圖1：2020年全球物聯網收入預測(按技術要素)

投資於物聯網解決方案：指數增長途徑

根據當前預測：

- 2015到2020年間，在物聯網解決方案上的花費將累計達6萬億美元。
- 企業對物聯網的投資將從2015年的2150億美元增加至2020年的8320億美元，而在物聯網解決方案上的消費開支將從720億美元增加至2360億美元。
- 據國際數據公司透露，到2020年，物聯網市場價值將達1.7萬億美元，其中硬體占比最大，其次為服務、連通性和軟體。



資料來源：“國際數據公司全球物聯網分類法，” 國際數據公司；
“2015到2020年全球物聯網預測，” 國際數據公司。

為公司技能需求帶來深遠影響

然而，伴隨公司未來幾年在人工智慧上的投入越來越多，人工智慧的影響範圍將遠不只經營業績，還會蔓延至許多行業的職位數量和性質，引發變革。實質上，我們將看到人工智慧在各種職位和服務中的應用日益廣泛，導致那些只能靠大量生產才能實現高價值的技能應用日益減少。為評估該等影響的深遠程度，並助力各公司制定與人工智慧投入和能力建設有關的辦法，PwC對人工智慧可能帶來的價值及其預期將對公司職位和技能基礎產生的影響進行了分析。我們將部分的主要發現列示於後附的訊息欄。

確實，關於是否應以智能機器取代工人，社會中仍存在爭議，但我們的研究表明，無論哪家公司，凡未能把握人工智慧機遇者，都將處於嚴重的競爭劣勢，這意味著，沒有任何一個領導團隊可以承受忽視人工智慧的代價。並且，隨著人工智慧和物聯網的加速應用，就是否選擇應用人工智慧而言，企業規劃和權衡的餘地正飛速收緊。

若干獨立研究報告也肯定了人工智慧在就業問題上即將帶來的劇變。例如，一份2013年的報告(名為《未來工作：電腦化在未來工作中的滲透力度?》)³根據不同職位的電腦化比率，將美國勞動力市場劃分為高風險、中度風險和低風險三種職業類別，該報告由牛津大學的Carl Benedikt Frey⁴和Michael A. Osborne⁵共同編寫。報告作者寫道：“根據我們的預估，美國47%的職業屬於高風險類別，這意味著，這類職業可能在未來數年實現自動化，具體年限尚不能確定，可能十年，也可能二十年。”

A man with short dark hair and a beard, wearing a white dress shirt, a dark tie, and dark trousers, stands in a server room. He is looking towards the camera with a slight smile. The server racks are filled with equipment and cables, and the floor is light-colored. An orange semi-transparent box is overlaid on the right side of the image, containing text.

人工智慧對職位和技能的影響

Carl Frey和Michael Osborne進行的一項研究表明，在未來幾十年中，人工智慧很可能使能源行業當前70%的職位實現自動化，並使日用消費品行業當前65%的職位實現自動化。標普資本智商公司的一份獨立報告指出，若人工智慧使得息稅折舊攤銷前利潤增加5%（部分人認為，這一假設有一定合理性），意味著能源行業的息稅折舊攤銷前利潤將增加330億美元，而日用消費品行業的息稅折舊攤銷前利潤將增加290億美元。

資料來源：標普資本智商公司行業收入及息稅折舊攤銷前利潤（截至2016年6月30日止十二個月，全球上市公司及持有公債的公司，平均覆蓋率96%），美國勞工統計局，未來工作（Frey & Osborne 2013）。

徹底重塑人力資源與職位格局

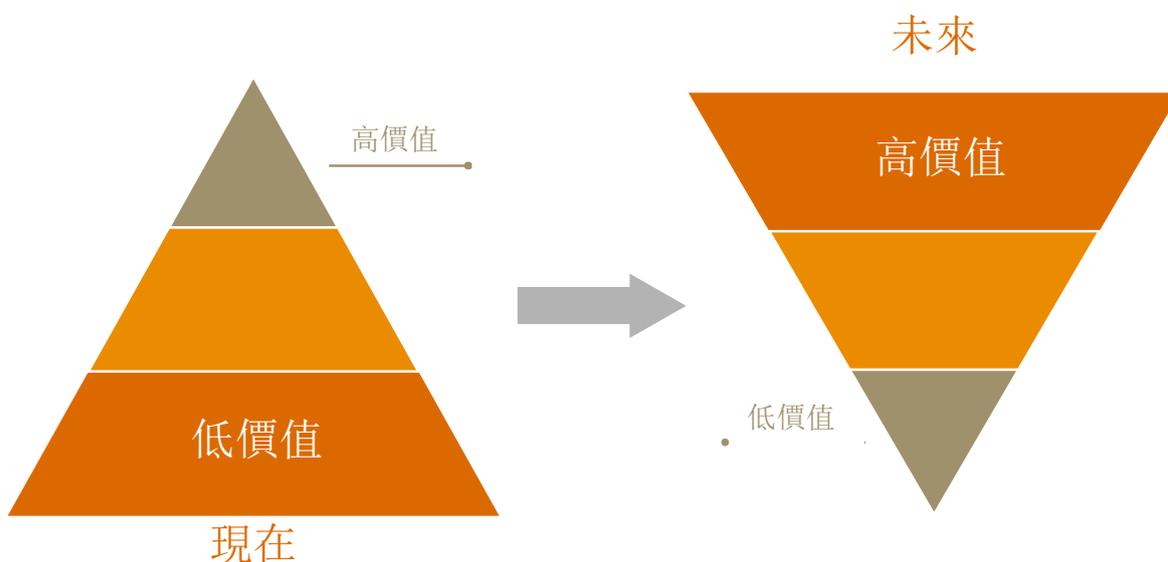
未來，美國當今職位的幾乎半數將因自動化而不復存在，這一點值得所有企業停下來深思。確實，新工作的出現將在某些方面起到彌補作用：近期網路安全等領域的就業增長就是很好的證明。但是很顯然，無論就我們的個人生活還是工作而言，人工智慧技術的到來都將造成技能差距，使得員工現有技能組合的重组以及新員工的大規模招聘成為必要事項。

而這種必要性主要源於一個事實，那就是，人工智慧一方面將導致許多職業類別消失或極大減少該等職業類別的員工數量，另一方面還會增加各種職位的有效性，從而對勞動力提出大規模轉型的要求。

因此，在過渡至人工智慧推動的世界時，各行各業的公司都將面臨諸多挑戰，包括針對如何在該環境下適應招聘、人才保留以及培訓要求的轉變作出決策。

如圖2所示，在人工智慧推動的新世界裡，工作將發生根本上的轉變，從傳統的專注於低價值活動變為專注於高價值活動。而在公司層面，具體影響為：將低技術含量工作普遍自動化，並且創建一支精簡、高效的勞動力隊伍。同時，伴隨技能組合的飛速轉換，人力資本開發以及靈活、新型招聘策略的應用將備受重視。

圖2：工作從低價值向高價值的轉變



資料來源：PwC

儘管人力資源和員工受到的影響將無處不在，但某些類別的職位所受影響可能比其他類別更快、更深遠。預計受人工智慧直接影響最嚴重的職位將包括私人助理、計程

車司機、零售收銀員、接線人員、接待人員以及銀行櫃員等。並且，隨著人工智慧的應用速度和規模不斷提升，受其影響的職位種類也將越來越多。

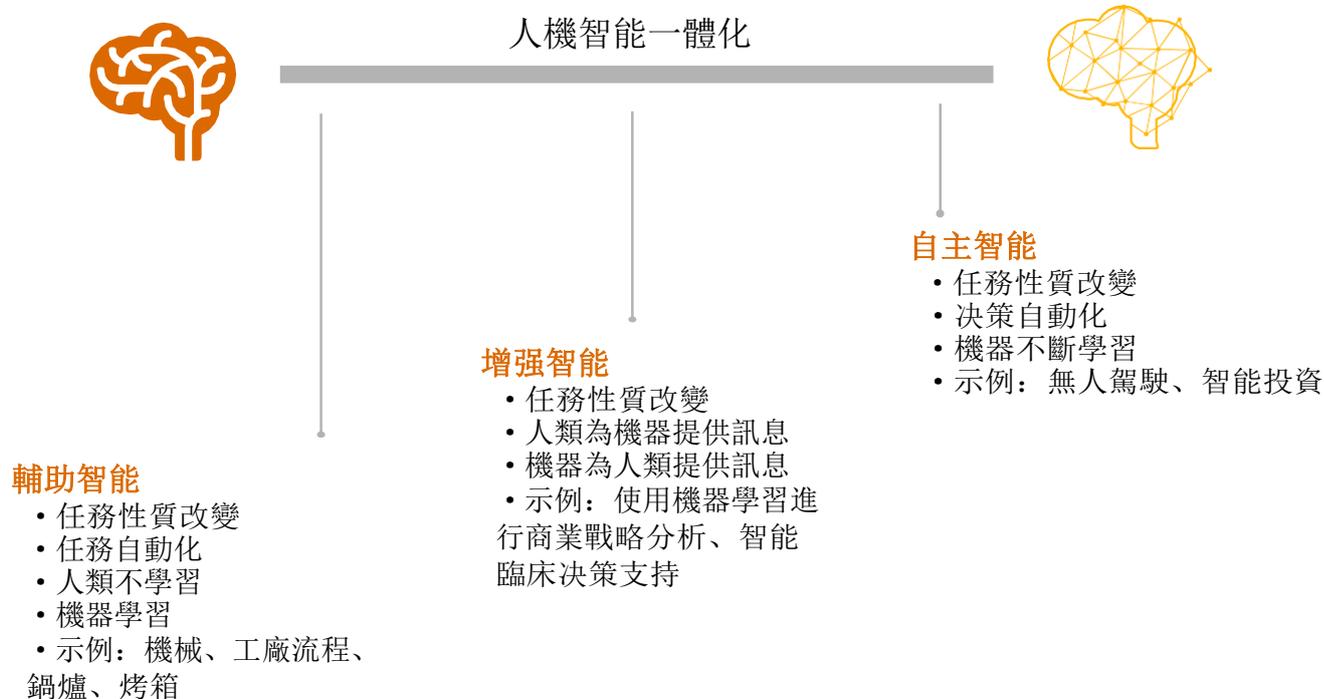
隨著人工智慧與人機智能 一體化並行發展

很快，公司將不得不勇敢面對該等新現實。目前，智能機器中的人工智慧功能正從處理傳統的重複性任務應用程式進化為處理靈活多變的任務。如圖3所示，在這一演變過程中，人工智慧應用程式從輔助智能進化至增強智能，最終實現自主智能。每個階段均以上一階段為基礎來實現自身的特定功能和特徵。

推動人工智慧持續進展的因素眾多，例如，技術成本曲線保持平穩，相關技術(包括移動連接、雲基礎設施、感測器擴散、處理能力提升、機器學習軟體及儲存技術)日漸成熟。此外，其他大趨勢(如開放源軟體運動的出現以及人工智慧的持續大眾化)也對人工智慧的發展起到一定作用。

隨著人工智慧的不斷演變和機器的日益智能化，某些頗具複雜性的領域將湧現大量機會。首先，在輔助智能的作用下，重複性、日常的手工和認知性任務將實現自動化；其次，當需要對較為複雜的事項作出決策時，人工智慧可對人為決策起到增強作用；最後，當機器能夠充分了解情況並提出讓人信服的預測性建議時，它們將實現自主化。

圖3：人工智慧的演變



資料來源：PwC

與物聯網合併

人工智慧的持續發展也帶來進一步影響：使得人工智慧不斷與物聯網融合，並使其迅速成為物聯網解決方案不可或缺的一部分。鑑於物聯網的核心組成部分為連通性、感測器數據及機器人技術，幾乎所有非智能設備最終都需實現智能化。換句話說，物聯網離不開智能機器。因而也就離不開人工智慧。

隨著合併的持續，有六大因素將對物聯網的持續且猛爆性增長起到推動作用(參見圖4)，經證明，其中最有力的因素是大數據和雲計算的出現。同時，物聯網的增長又將反過來推動其所產生的數據量以指數成長，據國際數據公司⁶估計，連接至互聯網的設備數量將從2016年的110億臺，激增至2025年的800億臺。屆時，每年將產生180皆位元組的數據，遠高於2013年的每年4.4皆位元組和2020年的每年44皆位元組。

這一數據擴張的洪流將使各類企業面臨一些關鍵挑戰。這些挑戰包括：

- 確定如何管理與分析該等數據，並從中獲得有意義的見解。
- 維持分析的精度和速度。
- 平衡智能的集中化和本地化—你需要感測器和設備具備何種程度的智能？
- 在考慮隱私和數據保密需求的基礎上，平衡個性化的需求。
- 在網路風險和威脅增多的背景下維持安全性。

圖4： 物聯網增長的推動因素



資料來源：PwC

在物聯網推動的世界主宰成功

隨著各組織應用物聯網的步伐漸快，人工智慧將大力協助企業制定相關政策，從而應對並征服物聯網。物聯網主要關乎數據；而數據是數字經濟的貨幣；並且，如我們不斷強調的那樣，物聯網將觸發並維持數據量的急速增長。

但是，數據只有在可行時才能發揮作用。為使數據可行，需為其增補當前背景和創造力。這就要用到“互聯智能”，即人工智慧與智能機器。人工智慧主要從兩個維度影響物聯網解決方案，其一是實現即時作業，例如，通過遠程攝影機閱讀車輛牌照或分析人臉；其二是進行事後處理，例如，隨時間的推移，從數據中搜索圖案並進行預測性分析。

通過該等功能，人工智慧可從以下方面為增強的物聯網應用程序提供支持：

- 預測性分析 — “將會發生什麼事？”
- 說明性分析 — “我們應該怎麼做？”
- 自適應/連續性分析 — “何為最適宜的行動/決策？我們應如何適應最新變化？”

物聯網和人工智慧也以其他方式相互依賴。物聯網的即時回饋功能對於自適應學習系統至關重要，因為其他技術並不能真正促成這一先進的人工智慧/分析類型。所以，物聯網和人工智慧彼此相依，密不可分。

案例分享：人臉檢測 — 一種特殊形式的目標檢測，專注於識別特定人選的特有屬性

PwC開發了一款原型面部識別和跟蹤軟體，並將其部署在嵌入式機器人平台上。機器人上的影像感測器首先收集數據，收集到的數據再經設備處理，便可識別出誰在圖像中、位於圖像何處。此外，我們還開發了別的軟體，其可根據機器人的所見來調整機器人的位置和地點，從而實現對特定個體的跟蹤。

資料來源：PwC



物聯網和人工智慧
的價值主張

智能感測器：效益無所不在

物聯網和人工智慧在B2B和B2B2C領域的多次成功整合，是這兩種技術之間互惠互利的絕佳證明。支撐物聯網和人工智慧價值融合的主張為智能感測器，其通過整合物聯網和人工智慧，提供即時數據和回饋，從而使系統能夠實現我們上述強調的三大功能，即：

- 預測性：可通過即時數據分析，確定某件大型機械或設備可能於何時發生故障，從而採取積極干預，防範故障的發生。例如，當前，通用電氣的噴氣發動機可於每次飛行中收集500GB數據，每秒生成5000多種參數（包括空速誤差、飛行高度、冷卻度、廢棄溫度和流量以及對地速度）的“快照”。這與前幾代噴氣發動機技術形成鮮明對比，前幾代噴氣發動機在每次飛行中僅能收集1KB數據，生成30種參數的三個“快照”（起飛、飛行中、降落）。藉由利用新一代噴氣發動機獲取洞察，通用電器能夠將績效提高287倍並將成本降低7倍。
- 說明性：智能感測器可在問題一觸即發之際建議立即採取行動，從而避免故障乃至災難性事件的發生。例如，當鐵軌發生故障時，鐵軌上的感測器可向控制中心發出警示。同樣，當司機偏離車道中心時，車道中心技術便可實現自動糾正。
- 自適應/自主性：來自感測器的連續數據源使系統能夠自主採取最適宜的行動。例如，在醫療方面，血糖感測器可根據病人需求自主改變用藥量（胰島素）。同樣的，在許多機場和城市，單軌系統能在無人操作的情況下自主運行。



案例分享：借助人工智慧和物聯網的融合，開發“智能冷卻器”，實現飲料行業的轉型

PwC開發了一種內置預包裝和感測器的原型冷卻器。來自冷卻器的影像數據可用於跟踪庫存管理，對各項指標進行即時分析。冷凍機將影像發送至雲的應用程序接口(API)，該應用程序接口通過深度學習模型對原始影像進行處理。該系統可通過增加冷卻器數量而實現大範圍擴展。

資料來源：PwC

藉由應用該等功能，可實現的影響和獲得的財務及非財務益處包括：

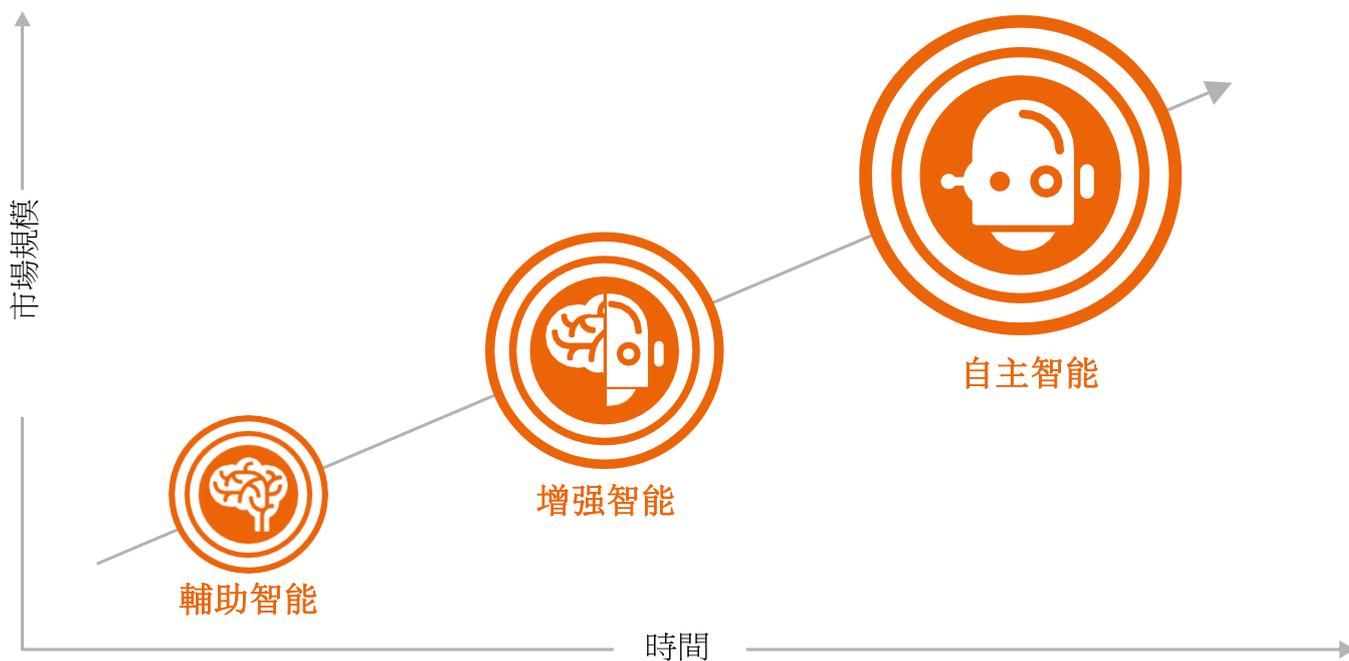


新市場的建立

據經驗顯示，由技術創新主導的每次變革，其結果均會導致新市場的建立，並且，事實上，没人能預見創新的發生，直至其自行發生。因此，過去，互聯網的創建開啟了電子商務市場之路；個人電腦的發明實現了互聯個人電腦的可能；雲計算的出現為應用程序和物聯網鋪平了道路。

人工智慧也不例外，人工智慧的發展為全新市場的建立開闢了道路，而在從前，這類全新市場是不可能存在且無從想像的。如圖5所示，在從輔助智能經過增強智能最終轉向自主智能的過程中，人工智慧促成和支撐新市場的潛能也將隨時間不斷加大。

圖5：人工智慧不斷擴張的市場潛力



資料來源：PwC

不斷變化的競爭格局

隨著人工智慧的發展，產品、員工及服務的智能化程度均不斷加大，這就要求各公司根據新的現實改變與調整其產品組合，由此區分出各行各業新的領軍者和滯後者。人工智慧應用的增多對該等轉變的推動主要表現在其為競爭格局帶來的五大主要變化：

- 收入更高：有三類企業將從物聯網與智能感測器、設備及人工智慧的結合中受益，獲得更高的收入：首先是物聯網設備製造商；其次是物聯網數據和訊息供應商/聚合商；再次是基於智能感測器提供應用程序服務的公司。
- 安全性增強：即時監控將有效防止災難性事件的發生，從而提升整體安全性。部分保安攝影機通過人工智慧分辨人、動物及車輛，並可基於所感知的內容採取相應措施(如開燈、發出警告等)。
- 由事故及其他原因導致的損失減少：通過即時監控，生命損失和財產損失都將有效降低。
- 成本降低：通過對設備(電網、家庭智能電表乃至感測器驅動的家庭電器)實施智能監控，家庭和企業的營運成本都將降低。
- 客戶體驗提升：智能感測器可了解使用者/消費者的偏好，然後根據其個體行為進行調整。例如，部分智能恆溫器可了解家庭中單個用戶的理想個人溫度設定，知道他們在何時需要何種溫度，從而大大改善客戶的舒適度和體驗。

物聯網/人工智慧應用程序的影響將日漸覆蓋所有行業

鑑於物聯網與人工智慧整合所能帶來的大規模、大範圍效益，許多行業的公司開始採取措施，積極把握這一機遇。這一點也不足為奇，以下舉例說明：

- **航空業：**飛機上的感測器持續監控各種系統和子系統的狀態，協助查明現存故障並積極預測未來故障及其嚴重程度。因而，安全性得到提升，航班延誤情況和故障停機時間均有所減少。比如，一家領先的航空公司就想要降低因維修問題導致的航班延誤和取消，該公司每年因該等航班延誤和取消而發生的成本為1.35億美元。PwC創建了一種分析模型，該模型可在兩到三天的時間內對30%與維修有關的潛在航班延誤和取消作出預測。
- **石油鑽塔：**石油公司斥鉅資採購、運行專門的石油鑽探機械。當這些機械出故障時，公司可能遭受巨大損失，並且，由於該等設備的成本通常較高，提供備用機械的做法不具有經濟可行性。石油鑽塔隨附的智能感測器及相關設備可實施持續監控並建議執行預防性檢修，從而極大降低營運成本。
- **製造業：**家用電器、飛機、汽車、船隻和採礦等不同領域的大型製造和工業公司均為其機械安置了感測器，以執行預防性維護並創建未來的自主工廠。例如，一家大型飲料製造公司就想要在不增加維護成本的情況下降低機械的故障率。PwC開發了一種分析模型，並利用感測器來識別關鍵風險領域和根源，以減少故障、降低維護成本。
- **智能建築：**附於建築上的智能感測器可通過降低火災和洪災等風險而持續提升安全性，還可通過監控建築物周圍人員動向並根據情況調整溫度等功能來降低營運成本和提升能源效率。保險公司正與大型企業和建築公司合作購建智能建築，使得配置該等功能的公司能有效降低保險費。
- **智能家居：**與智能公共建築或辦公大樓可實現的效益相呼應，家庭中的智能感測器可同時實現以下功能：通過降低火災和洪災等風險而提升安全性（例如，通過即時污染物或花粉數計量，確保哮喘病人的健康）；降低營運成本（例如，提示消費者以最佳方式使用烘衣機/洗衣機、降低家庭保險成本等）；通過適時切換暖氣和空調開關，利用非高峰期收費更低的契機，達到能源效率提升；以及，增強家庭體驗，例如，根據不同個體將氣候控制在最佳狀態。實例中，可將能源監測器接通至用戶的配電板，了解其家用電器的電信號，從而收集信息並發出通知、給出建議（例如，告知能源利用率、提示車庫門開啟、建議清潔/更換冰箱等）。
- **身體狀況感測器：**智能感測器可監控各種身體活動和指標，從而提升安全、維持健康。例如，建築公司可使用身體情況感測器監控體力勞動者的負載能力和狀況，由此助其避免受傷，減少對工人的索賠，提高勞動生產率。某些設備可追蹤人們的活動型態，協助改變他們的行為，從而改善健康狀況。而醫療感測器可對整體健康提供支持，例如，其可監控血糖值並在必要時給藥（胰島素）。

A drone is shown in flight against a clear sky, with a blurred background of green trees and hills. The drone is equipped with a camera and other sensors. The text is overlaid on an orange semi-transparent box on the right side of the image.

案例分享：航空成像將深度學習與 建築工地無人機影像相結合

PwC 構建了一種可攝取建築工地影像之無人機設備，借此實現施工進度與計畫時間軸和預定質量的對比。通過分析該等數據，可達到以下目的：

- 對象識別：
識別和標記卡車、土壤、汽車、瀝青等物體。
- 進度對比：
核對不同時期收集的數據，識別變化與進度。
- 容積測量：
確定某物體的哪些部分位於圖像中。

該等分析技術可協助客戶監控施工進度、驗證與施工計畫的吻合度以及系統性地收集和更新項目文件。

資料來源：PwC

結論：為物聯網/人工智慧制定戰略規劃的時機已然成熟

人工智慧和物聯網的共同變革將以一種戲劇化的方式重塑我們的生活和工作，而這種重塑是現今大多數企業完全無法想像或理解的。

一方面，其將以機器取代平淡、單調的人工。另一方面，其將為人工智慧的早期採納者帶來巨大效益(包括降低成本、提供更佳客戶體驗以及搶先尋求新型業務機遇)，從而徹底變革競爭格局。

儘管該變革的影響不會在一夜之間全部實現，但絕對會比大多數企業和個人想像中的要快得多。

因此，明智的公司及其高階主管們絕不會坐以待斃。相反，他們已經開始著手進行必要的戰略對話，以在變革到來之前做好充分準備。

那些積極而有遠見的公司可以有力地將即將到來的變革從一種席捲而來的不可抗力，轉變為自身的巨大機遇。簡而言之，人工智慧革命已然開始，而現在就是為其做準備的最佳時機。

PwC專業服務團隊

PwC與各產業的企業夥伴合作，協助規劃及善用人工智慧和物連網作為企業策略的後盾，並提升績效。若有意諮詢您企業擁有的潛在機會，請不吝與我們聯繫。

策略與經營管理

周建宏 Joseph Chou
資誠聯合會計師事務所暨聯盟企業
所長暨執行長
(02) 2729-6693
joseph.chou@tw.pwc.com

審計與投資

梁華玲 Eileen Liang
資誠聯合會計師事務所
審計服務營運長
(02) 2729-6668
eileen.liang@tw.pwc.com

稅務

許祺昌 Jason Hsu
資誠聯合會計師事務所
稅務法律服務營運長
(02) 2729-5212
jason.c.hsu@tw.pwc.tw

審計與投資

徐聖忠 Patrick Hsu
資誠聯合會計師事務所
數位經濟產業會計業務負責人
(02) 2729-5236
patrick.hsu@tw.pwc.com

稅務

黃文利 Jack Hwang
資誠聯合會計師事務所
數位經濟稅務負責人
(02) 2729-6061
jack.hwang@tw.pwc.com

資訊風險

許林舜 Gary Hsu
資誠聯合會計師事務所
風險及控制服務部主持人
(02) 2729-5816
gary.hsu@tw.pwc.com

法律與法規遵循

蔡朝安 Eric Tsai
普華商務法律事務所
主持律師
(02) 2729-6687
eric.tsai@tw.pwc.com

財務顧問諮詢

游明德 Peter Yu
普華國際財務顧問股份有限公司
董事長
(02) 2729-6157
peter.yu@tw.pwc.com

策略、系統與分析

劉鏡清 Paul Liu
資誠企業管理顧問股份有限公司
副董事長暨總經理
(02) 2729-6158
paul.c.liu@tw.pwc.com

組織架構與人才培育

林瓊瀛 Alan Lin
資誠聯合會計師事務所
執行董事
(02) 2729-6702
alan.lin@tw.pwc.com

台灣編輯團隊

林蔚茵 Cheyenne Lin

沈鈺閔 Yu-Min Shen

備註

1. 工業物聯網：企業為何需同時具備新技術和全新的運營藍圖
2. <http://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/industrial-internet-of-things.html>
3. 資料來源：美國銀行美林證券，機器人革命 — 全球機器人及人工智慧入門，2015年12月
4. https://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics_and_ai_condensed_primer.pdf
5. 資料來源：http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
6. 牛津馬丁學院，牛津大學，牛津，OX1 1PT，英國， carl.frey@oxfordmartin.ox.ac.uk
7. 工程科學系，牛津大學，牛津，OX1 3PJ，英國， mosb@robots.ox.ac.uk
8. 資料來源：<https://whatsthebigdata.com/2016/03/07/amount-of-data-created-annually-to-reach-180-zettabytes-in-2025/>