

兒童對人形機器人之感知與評價研究

董芳武

國立台灣科技大學工商設計系

fwtung@mail.ntust.edu.tw

摘要

本研究目的在於探討兒童對於不同程度擬人外形機器人的態度，透過實驗的執行來了解兒童對於機器人擬人外形的評價，檢視兒童對於不同擬人程度之機器人的態度，進一步探討性別與年齡是否影響兒童對人形機器人的態度。本研究實證結果發現兒童對人形機器人態度支持 Mori (1970) 所假設的詭異谷理論，此外，兒童對於落於詭異谷前高點之機器人的偏好高於對真人的偏好。根據本研究結果，設計師在設計以兒童為使用對象的機器人時，無需追求高度擬人的外形設計。再者，年齡在兒童評價人形機器人的影響力不若性別顯著，一般而言，年齡介於 8 到 14 歲的兒童對於人形機器人的社會吸引和外形吸引的評價是相似的，在性別差異上，研究結果顯示男童比女童更能接受機械形貌的人形機器人；而女童則顯著偏好高度擬人外形的機器人。

關鍵詞：人與機器人互動、兒童、擬人化設計、人形機器人

論文引用：董芳武 (2013)。兒童對人形機器人之感知與評價研究。《設計學報》，18 (3)，23-39。

一、前言

近年來，機器人開發已逐漸從工業目的擴展至以家庭或個人為服務服務目的，在實際應用層面上，因應許多國家正面臨少子化以及人口老化的問題，居家照顧的機器人的需求也隨之增加，促使相關性的研究和產業發展具有「協助」與「照顧」特性的機器人。機器人的研究與產業在全球各地的興起，我國亦積極推動智慧型機器人產業，將智慧機器人列為重大政策發展方案並列為台灣新興產業發展項目，整合工研院、精機中心、中科院等研發科技力，希冀發展成為全球智慧型機器人主要製造國，鎖定利基產業市場為發展方向，以智慧好生活及進入全球市場為推動目標。

隨著機器人的應用與日俱增，逐漸融入人們的日常生活與職場工作場域、滲入人們生活與娛樂的應用面上。這些機器人將與人直接互動，個人服務機器人所提供的互動設計相形地更為重要，從人機互動的角度觀之，這些服務性機器人很重要的一個特質在於它們與人共享實體的空間，使用對象可擴展到自小孩到老人的範圍。如同其他高科技產品，機器人需要透過介面與人互動，不同於工業用途的機器人，這些具有智能、服務功能、娛樂性機器人走入日常生活，人與機器人的互動將更為密切與頻繁，服務性機器人的介面設計除了滿足安全與使用性外，也必須讓人覺得容易親近、友善的、具社會特質等感受。Nomura、Kanda 與 Suzuki (2004) 進行了相關研究來了解人們對於機器人的焦慮態度，他們指出對機

器人態度的差異也和對電腦焦慮的心理建構有關，電腦焦慮指的是個體在使用電腦或想到電腦時所產生的焦慮和恐懼，這種對於新科技的負面態度會降低使用者的接受度與使用意願。而機器人正好是整合電腦技術的科技產物，對機器人所產生的焦慮情緒可能會阻止了人們與機器人的互動。針對如何提升人們對電腦感受上，提出電腦即社會成員概念的 Nass 與 Steuer (1993) 指出善用社會線索於電腦的互動設計可讓使用者感受數位科技的人性化特質，引發使用者產生類人際的互動行為與態度，從而提升人們對電腦的親切感受與認同感 (Tung & Deng, 2007)。當機器人進入人們生活中，社會機器人 (social robot) 成為開發機器人的概念之一 (Breazeal, 2002; 2005)，指的是機器人在外形與互動設計上可讓使用者能夠了解它們所提供的服務與功能，並能支援直覺的、社會性的互動方式，因此，關注於如何讓機器人展現社會特質也成為人與機器人互動 (HRI, Human-Robot Interaction) 的重要研究與應用，以期能創造出人們更能接受的社會機器人。

如上所述，朝向個人服務面向發展的社會機器人，在互動設計或是外形呈現都朝向擬人的方向發展，誠如 Duffy (2003) 所言，要讓機器人與人們互動中引發社會層面的互動需要呈現一定程度的擬人設計，這擬人化可落實於機器人的外形或是行為的設計。社會機器人可視為人與科技的介面設計，藉此設計可提升人們對於機器人系統的接受度，打破人與數位科技的藩籬。雖然機器人未必要以人的外形呈現，但是相較於其他系統，人們更容易將機器人的心智模式賦予人性與擬人的表徵 (Friedman, Kahn, & Hagman, 2003)。然而，所謂社會機器人並非意旨設計人造人 (synthetic human; Duffy, 2003) 指出將機器人設計得與人們太相似或許會弱化機器人被設計的功能目的，例如，看起來與人們十分相似的機器人或許會被視為自私或是和人們一樣不夠強壯，這也顯示出機器人要以怎樣的擬人外形與人們共存是細膩尚待探究的議題，需要更了解使用者的態度與接受性。Fong、Nourbakhsh 與 Dautenhahn (2003) 指出要發展社會化機器人是跨領域的整合工作，透過各領域的參與才能開發出更符合人們期望的機器人，這其中包括了產品、互動、造形設計等設計領域的專業，而使用者對機器人的態度研究更可提出設計準則來支援設計應用。有鑑於兒童是發展教育或娛樂機器人的主要使用者，了解兒童對於機器人呈現不同擬人形貌的態度有助於於人形機器人的設計方針。因此，本研究目的在於獲知兒童對人形機器人擬人程度之評價，以及他們對於機器人呈現不同擬人程度外形的態度，進一步探討年齡與性別等差異是否會影響他們對人形機器人的態度。

二、文獻探討

2-1 擬人化設計

讓機器展現具有人性特質的介面與使用者產生社會化層面的互動關係一直是人機互動研究的努力目標，學者指出這種具有人性特質的介面能衍生容易使用與舒適的感受，亦能提升使用者對互動過程的滿意度 (Laurel, 1990; Sproull, Subramani, Kiesler, Walker, & Waters, 1996)。當機器人被賦予擬人的形貌時，會鼓勵人們將它們系統的心智模式擬人化 (Hinds, Roberts, & Jones, 2004)，Goetz、Kiesler 與 Powers (2003) 的研究顯示機器人具有擬人特徵或行為的與否會影響人們對機器人的功能認定和偏好，人形機器人更能提供自然的介面，在比較人們對人形外表的機器人和機器外形的機器人的態度上，發現人們比較願意對具有人形外表的機器人回應。因此，考量應用於生活中的機器人外形設計時，擬人化手法可潤滑機器人與使用者的互動經驗，適當地連結了它的表徵與功能可落實不言而喻的介面設計。擬人外形或行為的機器人除了提供自然溝通方式外，也能進而促使人們在與機器人的互動下，產生了情感的依附。

因此，雖然機器人沒有真實的人類情緒，即便是簡具人類形貌的機器人都能引發人們的社會層面的情感，將機器人從機器或是工具的定位提升到人們社會中的成員。

從設計角度觀之，賦予產品擬人化表徵的造形設計是常見的設計手法，萃取人體形貌特徵並轉移至產品外形設計，可見於許多產品設計中，例如義大利 Alessi、德國 Koziol、或是泰國 Propaganda 等品牌的產品，這些應用也呼應了研究指出人們對於擬人造形的所衍生的情感與美學偏好是舉世共通的，並無國界之分（Bar & Neta, 2006; Hekkert & Leder, 2008）。Mondloch 等人（1999）表示人們在環境中對於人體形貌快速的辨識與感知能力是與生俱來的，這使得我們很自然地就會被呈現擬人形象的事物吸引，因此，擬人外形的產品被視為引發人們情感回應與消費行為的設計策略（Chandler & Schwarz, 2010; Landwehr, McGill, & Herrmann, 2011）。人們擬人化傾向指的是將人體形貌或是心理狀態連結到無生命器物上的心理過程，對此，社會學者 Guthrie（1997）從熟悉理論（familiarity theory）指出這是一種認知性動機，人們基於對自我最熟悉世界的心智模式來理解所處的世界；從舒適理論（comfort theory）認為這是一種情緒性動機，對非我族類的舒適感受促使人們藉由擬人化來提升舒適感受。如同 Norman（2004）指出人們傾向將萬物擬人化，人們善於詮釋周遭的暗示即便這暗示是細微的，因而提供擬人的介面會帶給人們更愉悅的使用經驗。考量人們對於擬人化的視覺設計的接受與認同，賦予產品擬人外形設計能引發人們對其關注與社會面向的吸引力（DiSalvo & Gemperle, 2003），因此，隨著機器人進入人們生活中，對設計師而言是一個新的設計範疇，從提升使用者社會接受度與使用經驗，擬人化的設計策略確實有助於提升人與機器人的互動經驗，然而，如何賦予人形機器人適切的外形也成為設計的重點。

2-2 擬人外形設計與研究

關於人們對人形機器人外形的感知，機器人的頭與臉的部分是影響人們評價人形機器人之擬人程度的主要因素（DiSalvo, Gemperle, Forlizzi, & Kiesler, 2002），針對機器人頭部與臉部的設計上，漫畫家 McCloud（1993）提出人臉圖像三角模式的設計空間成為機器人學者的參考（Dautenhahn et al., 2009），這三角模式指出了人臉可經由特徵簡化與幾何抽象化發展出不同臉部圖像，如下頁圖 1 所示。橫坐標表示特徵細節的程度，縱坐標則表示抽象程度。左下端點為具體的人像，像是照片詳實地呈現人臉的特徵與細節，朝向右側的圖像則是逐漸降低特徵細節，如最右下端點的圖像，僅保有部分特徵但仍具有人臉意義的圖形。縱向軸向則是抽象化程度，越抽象的圖像與人臉的相似越低，在抽象頂點則是以幾何圖形呈現人臉的概念。McCloud 的三角模式提出了機器人擬人外形的設計空間，將人臉特徵透過特徵細節與抽象程度的操作可發展出許多不同的設計可能性，但是，根據日本機器人學家 Mori（1970）所提出的「詭異谷」（uncanny valley）理論，即人和非人（包括機器人、人造物、或其他生物）的互動上，如果以 X 軸表示與人相像的程度，Y 軸反映人對該物的喜好度，則會發現喜好的程度並非隨著擬人的相似程度而正向成長的曲線。起初，喜好的程度確實會隨著相像的程度而逐漸上升，但是到了一定程度之後，人們的喜好感會急劇下降，甚至會轉成負面的厭惡；直到相似程度再進一步的逼進，才會再拉升回來。如果可以把這些機器人外形很精確的排出一個頻譜，位在詭異谷中的機器人是適用於應用在人類社會中的，在設計機器人的擬人外形時也應該避開這區間，如下頁圖 2 所示。

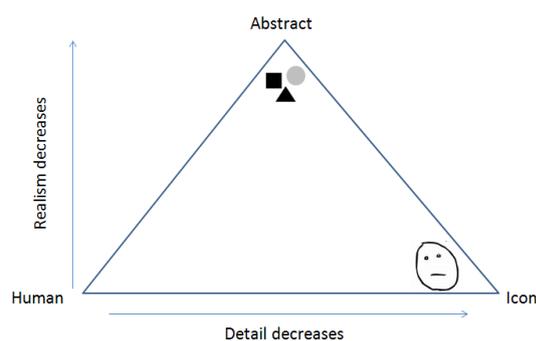


圖 1. McCloud (1993) 提出將人臉漫畫造型的三角設計空間

(本研究繪製)

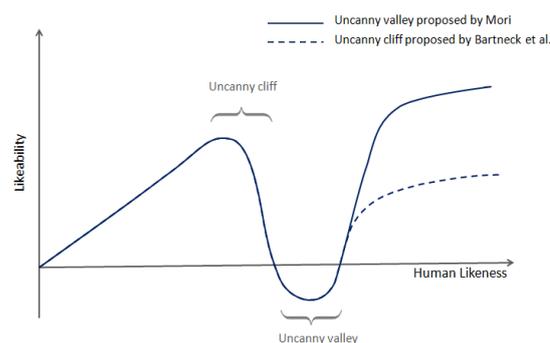


圖 2. Mori 的詭異谷與 Bartneck 等人 (2007) 的詭異崖曲線

(本研究繪製)

Mori 的詭異谷理論自提出後已成為實體機器人或是電腦中虛擬人物的設計準則 (Aylett, 2004; Fabri, Moor, & Hobbs, 2004)。根據其主張，設計者在進行機器人或是虛擬人物設計時，應尋求適切的擬人程度以避免落入詭異谷區間。為探討人們對於不同擬人程度之外形的偏好態度，已有學者進行實證研究來驗證 Mori 提出的詭異谷理論，但是，過去要收集足夠的人形機器人來驗證此理論是有其困難度，因此，圖形漸變 (morphing) 技術常被採用來結合機器人或人偶圖片與真人照片來發展成不同擬人程度的研究刺激物，如 Hanson (2006) 與 MacDorman 與 Ishiguro (2006) 研究藉由機器人照片與真人照片的圖形漸變發展出不同擬人程度的機器人圖片，以進行人們對於機器人的擬人程度與喜好之研究，他們的研究結果發現受測者認為低擬人機器人看起來相對詭異，因此 Hanson 指出 Mori 的詭異谷並不存在，臉部的美感設計才是影響人們對機器人偏好的態度並非擬人程度。Seyama 和 Nagayama (2007) 亦採用圖形漸變技術結合真人照片與人形玩偶圖像發展不同擬人圖像作為研究之刺激物，其研究結果則是顯示人們對於較高擬人圖像的偏好度較低，此研究結果支持著 Mori 的詭異谷理論。雖然圖形漸變技術提出一個可行的方式來協助學者探討此議題，但是，這種結合兩個物體特徵所發展出的系列圖像不可避免地會得出怪異而不可能出現於真實世界的機器人，例如上述 Hanson (2006) 的研究中所採用的機器人在額頭中央都有一個類似攝影機孔的設計，這額頭缺口在形變會隨著擬人程度高而消失，但是在低擬人的臉上出現這莫名的缺口則會讓受測者感到不自然且詭異，Bartneck、Kanda、Ishiguro 與 Hagita (2007) 指出這研究方法會影響結果的說服性。因此，Bartneck 等人以現有的機器人原型與產品作為實驗刺激物，進行詭異谷理論的驗證，他們的結果指出機器人的擬人相似程度的確會影響人們的偏好度，其擬人與偏好程度在初期階段也呈現正向關係，直到轉折點的出現，人們對於機器人擬人程度的喜好是呈現負向的走向，但是到了高度擬人機器人或是真人時，人們的偏好度並沒有明確上升，如圖 2 中的虛線曲線所示，因此他們提出詭異崖 (uncanny cliff) 論點，指出人們對中度擬人程度機器人的偏好明顯高過對真人的偏好。隨著機器人產業的發展，許多廠商與研究機構陸續設計出不同的擬人機器人，這也給予研究者豐富的資源來更深入了解人們對機器人擬人外形的偏好態度，有助於機器人外形設計的準則與經驗的累積。

2-3 兒童對於機器人設計之態度

兒童是發展服務機器人所設定的使用族群之一，如：NEC 公司以兒童為對象所開發看護機器人產品 PaPeRo，SONY 公司發展機器人原型 Rubi 與 QRIO (Movellan, Tanaka, Fortenberry, & Aisaka, 2005)，藉此了解機器人如何輔助學齡前兒童的教學，以獲得兒童在真實情境中與機器人互動的情形。Kanda、Hirano、Eaton 和 Ishiguro (2004) 研究兒童與人形機器人 Robovie 的互動情形，研究結果顯示機器人可以藉由和兒童對話來鼓勵兒童開口說英文來學習英文，並肯定人形外形的機器人在於增進兒童與機器人的

社會互動上扮演重要角色。當機器人具體化擬人的呈現，並開始執行服務任務與人們的生活中，了解擬人外形的設計應用有助於濃厚社會化介面設計之研究與應用，然而在此研究議題上，鮮少以兒童為研究對象探討他們對於不同擬人外形的偏好態度，Woods (2006) 的研究則是其中之一，她選出 40 種不同機器人來探討兒童對於不同外形所感知的性格與情緒，被選出的 40 個機器人多偏向玩具用途，其外形包含了機械結構、擬動物形態以及擬人形態等形貌，研究結果發現兒童會根據機器人的外形連結不同的性格與情緒，兒童大多認為機械形態的人形機器人看起來友善，而高度擬人機器人看起來則較強勢。有鑒於許多人形機器人的陸續問世，持續對兒童對於機器人擬人外形的態度研究可協助業者與研究對於人與機器人互動的了解。

以兒童作為研究對象，則不可忽略 Piaget (1929) 提出萬物有靈現象 (animism)，萬物有靈觀點是兒童所具有的獨特思考表現，Boyer (1996) 也指出人們習慣於將事物擬人化或許是延續兒童時期的萬物有靈觀點，兒童傾向將無生命物體視為有生命個體，並賦予生命特質。兒童特有的萬物有靈現象或許會讓他們更容易受到人形機器人的形貌暗示，而傾向將機器人擬人化進而產生社會面向感受，他們對於不同擬人形貌機器人的感知或許也不同於成人。有鑒於萬物有靈傾向會隨著兒童成長而逐漸消失，因此了解不同年齡的兒童族群對於人形機器人的態度有助於釐清此研究議題。除了年齡差異可能影響兒童對人形機器人的態度外，相關研究已發現性別會影響人們對於人形機器人的態度 (Tung, 2011)，Green、MacDorman、Ho 與 Vasudevan (2008) 研究成人對於不同擬人圖像的臉部比例之偏好，結果發現女性參與者對於所有刺激物所呈現臉部比例變化範圍的接受度與容忍度明顯高於男性參與者，此外，相較於男性參與者，她們更傾向機器人以擬人的形貌呈現。在 MacDorman、Coram、Ho 與 Patel (2010) 的研究中亦可發現相似的結果，女性參與者明顯地比男性參與者更偏好人形機器人，這些以成人為研究對象所發現的性別差異是否也同樣影響兒童對於人形機器人的態度為本研究擬探討的議題之一。如上所述，兒童隨著年齡增長的認知發展與性別差異或許會影響他們於機器人擬人化程度的感知，了解年齡與性別對兒童評價人形機器人的影響，將有助於提供設計師在開發以兒童為對象之機器人擬人外形的設計依據。因此，本研究探討兒童對於不同擬人程度機器人的態度，亦進一步了解性別與年齡差異的影響程度。

三、研究方法

3-1.1 參與對象

實驗受測者共 258 位 (有效受測者)，受測者背景為小學中年級學生 (四年級) 87 位學生 (男生 45 人，女生 42 人)、小學高年級 (6 年級) 學生 86 位學生 (男生 44 人，女生 42 人)、以及國中學生 (八年級) 85 位 (男生 42 人，女生 43 人)。有效受測者樣本的基本特性：男生 50.8% (131/258) 女生 49.2% (127/258)；年齡分為四年級學生 33.7% (87/258) 平均 9.8 歲，六年級學生 33.3% (86/258) 平均 11.9 歲，八年級學生 32.9% (85/258) 平均 13 歲。

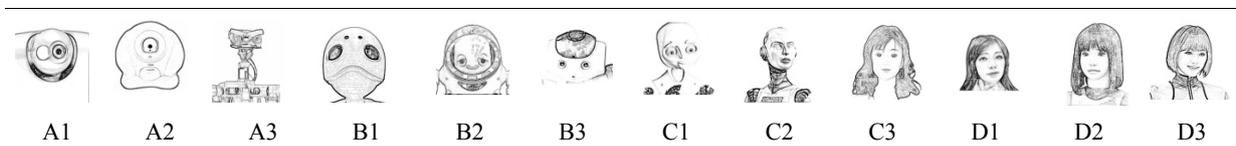
3-1.2 實驗刺激物

本研究透過下列步驟來選定不同擬人程度的機器人為實驗刺激物，首先以書籍、雜誌、網站、產品型錄與影視媒體等管道蒐集人形機器人產品資料，機器人圖片均篩選正面的角度，以及進行背景與雜訊處理，蒐集的資料將會把各品牌的商標 (品牌圖騰) 刪除，以供受測者能客觀的參與研究，不受先前的主觀印象所影響。透過廣泛收集各國家研究單位或廠商發表過的機器人的圖片，原始機器人圖片件數共為 54 件。經由三位設計專家評估，分別針對各樣本之機器人外形進行評估篩選初期實驗樣本，篩選標準

為淘汰過多相似的外形設計以及太過詭異的機器人外形。最終從 54 項產品中選出 34 件實驗刺激物，其中一個刺激物是由真人所扮演的機器人之圖片。將所篩選的刺激物製作成 8X8 公分大小的圖卡邀請兒童依據擬人程度進行分群，共有 26 位（有效受測者）小學兒童參與，其中男生 13 人、女生 13 人，平均年齡為 10.6 歲。

分群過程採小組進行，一次約 5~6 位受測者參與，分別使用不同的桌椅，在不受干擾的情況下進行，由三位研究人員協助實驗過程，一位研究人員搭配兩位受測者，過程中受測者對分類原則及圖片不了解時可以向研究人員發問。首先受測者拿到亂數排列之機器人彩色圖卡，在沒有時間的限制下，參與兒童將所有機器人圖片依其不同擬人程度進行分群。分群過程分為兩階層進行，首先參與者將所有機器人圖片依其擬人程度分為高、中、低三群，完成後針對每一分群再依擬人程度分高、中、低三組或是分為其中的兩組，意即若參與者無法將子分群再區分為高、中、低等三組擬人程度，可選擇分為高與低、高與中、或是中與低等兩組分群。刺激物被歸屬的群組則是所獲得的擬人程度評價，在低擬人子分群下低擬人組得 1 分、中擬人組得 2 分、依此類推在高擬人子分群下的高擬人組則得 9 分。藉此獲知兒童對每個刺激物的擬人評價，再採用華德法（Ward's clustering method）進行群聚分析，分析結果顯示這 34 個刺激物可分為四大群，根據各族群特徵敘述如下：A 群為機械外形機器人；B 群為中度擬人機器人；C 群為仿人形機器人；D 群為高度擬人機器人。根據擬人評價分數，本研究選出落於各群的低（約後 15%，在 A 群則是選出最低評價）、中間（約 50% 左右）、以及高（約前 15%，在 D 群則是選出最高評價）的機器人為實驗刺激物，表 1 列出從各分群選出機器人圖像，從 A1 到 D3 同時反映兒童對於機器人擬人程度從低到高的感知頻譜。

表 1. 分群結果中各群組所代表的機器人¹



3-1.3 測量工具

本研究採取問卷方法收集兒童對於人形機器人的社會吸引與外形吸引評價，社會吸引與外形吸引是人際關係相似性吸引中兩個重要的評量標準（McCroskey, 1974），而這人際互動中所存在的相似吸引亦可在人機互動過程中衍生（Lee, Peng, Yan, & Jin, 2006），因此，本研究採用 McCroskey（1974）所提出的社會吸引和外形吸引量表，探討兒童對於人形機器人的外形評價以及所衍生的社會層面的吸引力，社會吸引問卷內容包含：這機器人看起來是友善的、我想我們可以像朋友般的聊天、我想跟這機器人在一起應該是愉快的、我想這機器人可以是我朋友、我喜歡這機器人。外形吸引問卷內容包含：我喜歡這機器人看起來的樣子、我認為這機器人是好看的、這機器人的外表十分吸引人。本量表採用李克特 7 點量表，信度分析顯示受測者對於每位機器人的社會吸引與外形吸引均達可信度（Cronbach's $\alpha > 0.7$ ）。本研究採團體施測法，採用紙筆問卷設計方式，每頁各印刺激物圖像與問卷題目，每份問卷中頁次的排列均不相同以避免因機器人出現順序所產生的誤差。

3-1.4 實驗設計

所有參與兒童將針對本研究所提出的刺激物進行社會吸引與外形吸引之評價，本實驗的獨立變項為機器人擬人程度（受試者內因子），從低度擬人到高度擬人共分為 12 個水準。年齡與性別為受試者間因子，前者分為四年級、六年級、與八年級三個水準；後者分為女生與男生兩個水準。依變項為社會吸引

與外形吸引。根據研究目的，首先將探討兒童對於不同擬人外形機器人的評價，再進一步分析年齡與性別因子對於兒童評價每一組機器人的影響。

四、結果分析

4-1 兒童對於不同擬人程度機器人的社會吸引與外形吸引評價

兒童對於實驗中 12 位不同擬人程度機器人的社會吸引與外形吸引評價之統計結果如表 2 與圖 3 所示。敘述統計資料可得知 B 群的 B3 在這兩個依變項上都獲得最高評價，而 C 群中的 C3 則獲得最低評價，圖 3 的評價曲線顯示兒童對機器人的外形吸引與社會吸引的態度是一致的，其曲線的變化也呼應 Mori (1970) 所提出的詭異谷理論，從 A 群與 B 群組機器人的上升曲線顯示兒童對機器人的評價會隨著擬人外形的相似程度而提升，但是在 C 群機器人時，兒童對這些機器人的社會吸引與外形吸引會急速下降，直到 D2 時兒童的評價才會再度回升。統計分析結果在社會吸引上 $F(11,2827) = 97.96, p < 0.001$ ，在外形吸引上 $F(11,2827) = 98.83, p < 0.001$ ，顯示機器人的不同擬人外形明顯地影響兒童對其社會與外形吸引上的評價。

表 2. 兒童對於不同擬人程度之機器人評價的分析結果

		A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	F value
社會吸引	M	3.31	3.30	3.40	4.30	4.49	5.57	3.76	2.93	2.62	2.68	4.45	5.06	97.96***
	Std	1.94	1.98	1.90	1.99	1.91	1.61	1.91	1.85	1.73	2.04	1.92	2.09	
外形吸引	M	3.03	2.85	2.96	3.75	3.76	5.09	3.07	2.64	2.37	2.53	4.40	5.00	98.83***
	Std	1.88	1.86	1.79	1.98	2.00	1.81	1.86	1.70	1.68	1.79	2.07	2.01	

*** $p < 0.001$ (2-tailed)

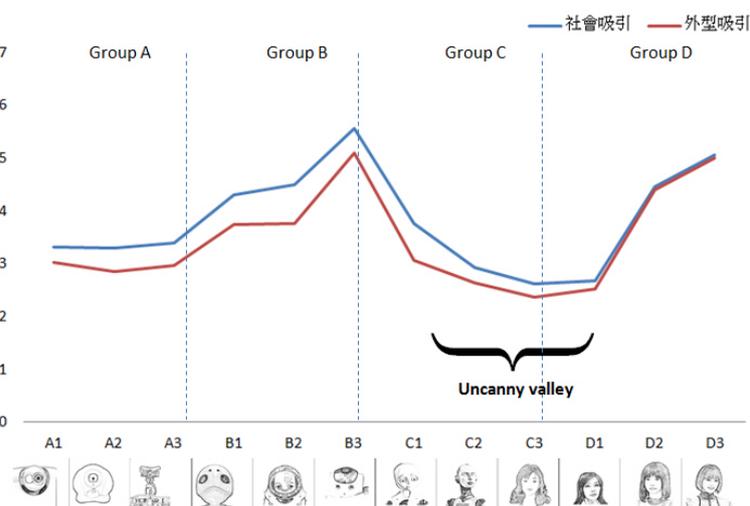


圖 3. 兒童對於不同擬人程度之機器人的評價曲線

4-2. 年齡與性別因子對於兒童評價人形機器人之影響

年齡與性別影響兒童對不同擬人外形之機器人的評價之敘述統計與主要效果分析如表 3 所列，其中 F 值標示「※」為交互效果達顯著，年齡與性別主要效果即失去意義，因此不列出其 F 值，其單純主要效果敘述於下節。

表 3. 年齡與性別影響兒童對機器人的評價之主要效果分析

獨立變項	年級				性別			
	社會吸引		外形吸引		社會吸引		外形吸引	
依變項	Mean (Std)	F	Mean (Std)	F	Mean (Std)	F	Mean (Std)	F
A1	4 th 3.58 (2.04)	※	4 th 3.06 (1.84)	0.41	boy 3.71 (2.06)	※	boy 3.30 (1.97)	5.71*
	6 th 3.19 (1.86)		6 th 3.14 (1.88)		girl 2.90 (1.70)		girl 2.75 (1.74)	
	8 th 3.16 (1.89)		8 th 2.89 (1.92)					
A2	3.37 (1.95)	2.53	2.89 (1.99)	1.30	3.48 (2.10)	0.73	3.02 (1.90)	0.01
	3.45 (2.11)		2.96 (1.92)		3.12 (1.84)		2.68 (1.80)	
	3.09 (1.88)		2.69 (1.66)					
A3	3.72 (2.11)	※	3.19 (1.87)	※	3.43 (1.99)	※	2.95 (1.83)	※
	3.17 (1.69)		2.88 (1.80)		3.31 (1.81)		2.96 (1.76)	
	3.21 (1.86)		2.79 (1.72)					
B1	4.58 (2.02)	2.23	3.98 (2.12)	1.19	4.40 (2.10)	0.27	3.85 (1.99)	2.18
	4.38 (1.93)		3.75 (1.96)		4.19 (1.87)		3.65 (1.96)	
	3.92 (1.97)		3.50 (1.83)					
B2	4.65 (1.99)	0.58	3.95 (2.08)	0.98	4.28 (2.07)	3.36	3.45 (2.02)	6.55*
	4.49 (1.81)		3.53 (2.02)		4.71 (1.72)		4.08 (1.93)	
	4.33 (1.94)		3.80 (1.88)					
B3	5.78 (1.47)	4.24*	5.24 (1.83)	2.10	5.37 (1.77)	3.82	4.70 (1.94)	12.21**
	5.75 (1.58)		5.26 (1.69)		5.77 (1.41)		5.48 (1.58)	
	5.16 (1.71)		4.76 (1.90)					
C1	3.75 (1.99)	1.40	3.20 (1.93)	0.38	3.69 (2.00)	0.35	3.01 (1.89)	0.21
	4.01 (1.86)		3.04 (1.86)		3.83 (1.82)		3.12 (1.82)	
	3.52 (1.87)		2.95 (1.78)					
C2	3.23 (2.09)	※	2.98 (1.87)	※	3.09 (2.03)	※	2.80 (1.85)	※
	2.77 (1.67)		2.51 (1.67)		2.76 (1.62)		2.47 (1.53)	
	2.78 (1.73)		2.42 (1.51)					
C3	2.87 (1.84)	1.35	2.63 (1.78)	1.55	2.27 (1.56)	11.23***	2.13 (1.57)	5.42*
	2.55 (1.60)		2.26 (1.65)		2.99 (1.83)		2.62 (1.76)	
	2.45 (1.75)		2.21 (1.60)					
D1	2.89 (1.99)	0.83	2.82 (1.93)	1.81	2.33 (1.73)	10.19**	2.25 (1.72)	6.48*
	2.55 (1.58)		2.43 (1.59)		3.05 (1.87)		2.81 (1.82)	
	2.61 (1.92)		2.32 (1.82)					
D2	4.45 (2.11)	.001	4.43 (2.17)	0.14	3.80 (2.11)	29.78***	3.68 (2.08)	35.76***
	4.45 (2.09)		4.30 (2.15)		5.12 (1.75)		5.13 (1.80)	
	4.44 (1.95)		4.40 (1.90)					
D3	4.90 (2.06)	1.03	4.78 (2.25)	1.86	4.53 (2.06)	21.62***	4.44 (2.15)	22.71***
	4.99 (1.90)		4.89 (1.97)		5.61 (1.61)		5.58 (1.67)	
	5.30 (1.80)		5.00 (2.00)					

* $p < 0.5$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ (2-tailed)

※ 為年齡與性別因子交互效果達顯著

4-2.1 年齡與性別因子於兒童對機器人評價影響之交互效果

檢視年齡與性別影響兒童對機器人評價的交互效果，在社會吸引方面，在 A 群 (A1、A3)、與 C 群 (C2) 發現交互效果達顯著，在外形吸引方面，則是在 A 群 (A3) 與 C 群 (C2) 達顯著水準。進行單純主要效果檢驗，如表 4 所示，均可發現在四年級的孩童中，男童和女童對上述機器人的評價有明顯的差異，在六年級與八年級的兒童中則無顯著的性別差異。在女童方面則沒有顯著的差異，但是在男童

方面則發現有顯著差異，經過事後分析結果顯示四年級男童與六年級和八年級這兩族群的差異達顯著。從分析結果可看出年齡較低的男童較同年級的女童或高年級的男童對於表 3 所列的機器人在社會吸引或外形吸引上有較高的評價。

表 4. 年齡與性別影響兒童對於機器人 (A1、A3、與 C2) 單純主要效果分析

刺激物	A1			A3			C2			
	單純主要效果		F value	單純主要效果		F value	單純主要效果		F value	
社會吸引	性別因子	四年級	18.35***	性別因子	四年級	9.99**	性別因子	四年級	10.86**	
		六年級	1.17		六年級	0.95		六年級	0.09	
		八年級	0.34		八年級	2.89		八年級	0.79	
	年齡因子	男童	4.15*	年齡因子	男童	8.68***	年齡因子	男童	5.88**	
		女童	0.48		女童	0.93		女童	0.86	
外形吸引				性別因子	四年級	10.99**	性別因子	四年級	8.34**	
					六年級	2.03		六年級	0.44	
					八年級	2.74		八年級	0.48	
					年齡因子	男童	8.39**	年齡因子	男童	5.59**
						女童	1.82		女童	0.08

* $p < 0.5$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ (2-tailed)

4-2.2 年齡與性別因子於兒童對機器人評價之主要效果

從統計結果顯示年齡對於影響兒童評價機器人的社會吸引與外形吸引上大致無顯著差異，除了 B 群 (B3) 機器人的社會吸引評價外，經過事後分析結果顯示四年級六年級這兩族群的受測者明顯地比八年級兒童感受 B3 機器人的社會吸引。但是相較於年齡因子，性別在影響兒童評價對每個人形機器人的社會吸引與外形吸引項目上有較明顯的差異，經過統計檢定發現除了 A1 的評價顯示男童比女生更喜歡其外形設計，在 B 群 (B2、B3) 以及高度擬人機器人 C 群 (C3) 與 D 群的顯著差異可發現女童給予這些機器人的外形評價比男童高。在社會吸引方面，也可發現女童對於高度擬人機器人 C 群 (C3) 與 D 群所衍生社會吸引比男童高。

有鑑於性別因子對兒童評價擬人機器人的評價，本文進一步繪製男、女童對於人形機器人的評價曲線，以了解詭異谷現象是否因性別不同而有所差異，如圖 4 所示。從圖中的評價曲線走勢可看出男童與女童對人形機器人的評價均呈現出詭異谷現象，不同的是女童對機器人評價曲線中所形成的詭異谷較男童平緩。其中獲得高評價的機器人為 B3 和 D3，這兩個機器人分別落於詭異谷前後，透過成對 T 檢定比較兒童對這兩機器人的評價是否存有差異，分析結果發現女童對於 B3 和 D3 的社會吸引 ($t=0.51, df=126, p>0.5$) 與外形吸引 ($t=0.91, df=126, p>0.5$) 評價均無顯著差異；在男童方面，他們對於 B3 和 D3 的外形吸引的評價亦無顯著差異 ($t=1.27, df=130, p>0.5$)，但是在社會吸引方面，男童明顯對於 B3 所衍生的社會吸引高過對 D3 的感受 ($t=4.12, df=130, p<0.001$)。

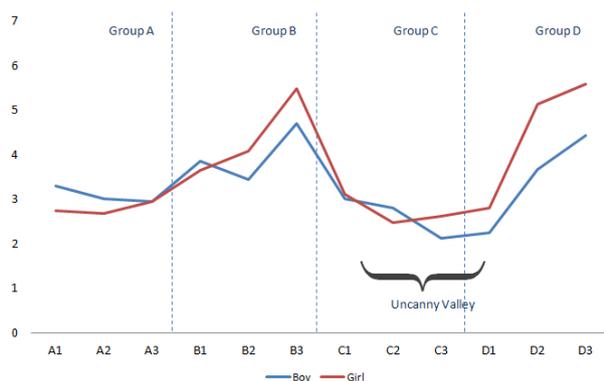


圖4a. 男童與女童對於機器人所衍生之社會吸引

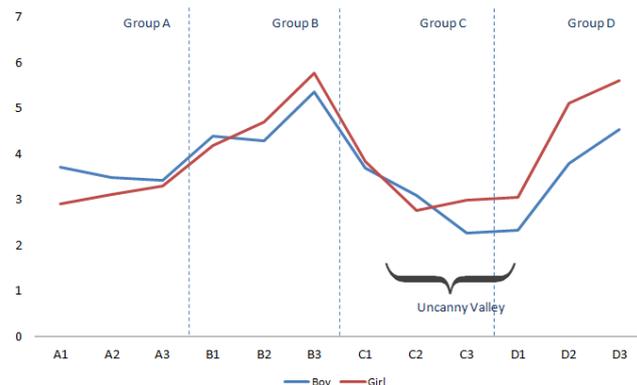


圖4b. 男童與女童對於機器人所衍生之外形吸引

五、討論與結論

5-1 兒童對人形機器人的態度

從本研究中可得知兒童對於現今人形機器人外形可分為四個群組，分別是 A 群：機械外形的人形機器人，落於 A 群的機器人臉部並非呈現完整的五官特徵，多半僅以眼睛配合頭形來表示人形的意象；B 群：中度擬人機器人，落於這群機器人可區分出明顯臉的輪廓，也顯示出眼睛或嘴巴等部分特徵，其臉部五官特徵與比例都與真人有較大差距；C 群：仿人類機器人，相較於前兩群機器人，C 群機器人與人有較高的相似度，五官呈現更具體的細節，脸型比例也較接近人類，但是仍可辨別出真假。D 群：高度擬人機器人，D 群機器人具有擬真的五官特徵與膚色，呈現出與人類極度相似的外形。參照 McCloud (1993) 所提出三角設計空間，圖 5 的橫向座標列出這四個群組在臉部特徵與細節的變化，其特徵細節從左端的群組 D 到右端的群組 A 逐漸降低，從真實的人臉到簡單的圖像表徵。縱向座標從下到上依序排列出代表各群組內低、中、高度擬人外形的機器人，越上端的機器人表示與人相似程度越低而呈現出更抽象的設計，但隨著機器人的表徵越接近真實人臉的呈現，其抽象化的變化空間也隨之降低，如 C 群與 D 群機器人在縱向的抽象化空間則無法如同 A 群與 B 群有較大的發揮空間。

探討兒童對於不同擬人程度機器人的社會與外形的吸引力，結果顯示兒童的偏好態度也呈現如 Mori 所提出的「詭異谷」理論所提出的曲線變化，顯示人形機器人的外形接近真人但仍可區辨出其真實性時會引起兒童的負面感受而降低喜好度。根據實驗結果，對兒童而言 C 群機器人與 D1 機器人是落於詭異谷區的機器人，兒童的喜好要到擬人程度高到無法讓人分辨的機器人如 D2 才會回升。本研究結果與 Mori 所提出詭異谷曲線相異之處在於高點的位置，Mori 指出喜好度的高點會落在詭異谷之後，即逼真擬人外形的機器人或是健康的真實人類，然而本研究所得到的高點是落於詭異谷之前的機器人 B3，而非真人 D3。雖此，本研究結果也不同于 Bartneck 等人 (2007) 的詭異崖曲線所呈現的大幅差距，本研究中 B3 與 D3 分別是詭異谷前後最高評價的機器人，也都獲得受測兒童所給予相當的評價，成對 T 檢定的分析比較結果顯示兒童均認為 B3 與 D3 在外形吸引上並沒有顯著差異，在社會吸引方面，女童對於兩者評價無顯著差異，男童則是明顯偏好 B3。本研究結果指出了擬人外形設計的確可提高兒童對於機器人在社會層面感受上或外形上的偏好，但是藉由擬人外形來設計社會機器人的外形設計並非複製人的再現，無需追求高度擬人外形的設計。B 群組機器人降低許多特徵細節，藉由簡單的擬人設計仍可讓兒童感受社會性，並喜愛其外形設計。從開發所需的技術與成本的角度觀之，B 群機器人的開發門檻也比 D 群機器人相對得低，有助於將機器人技術應用於兒童學習、娛樂、與照護等用途。

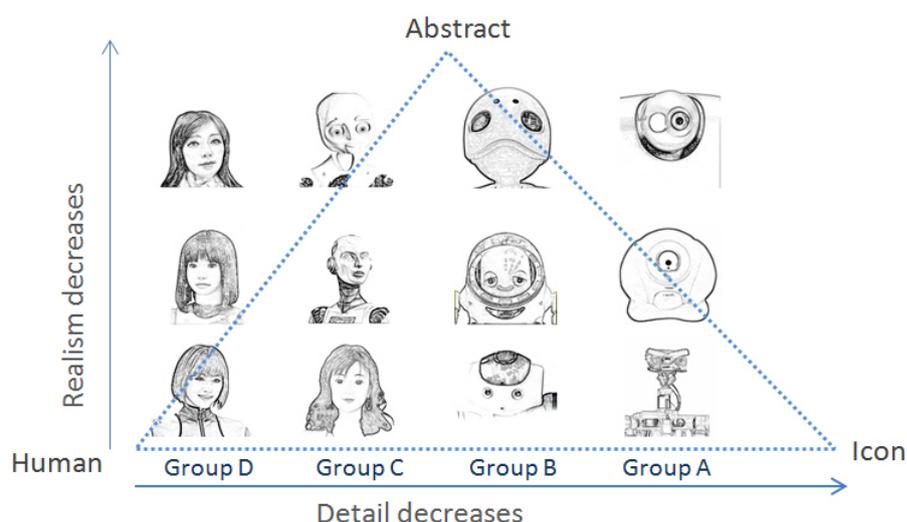


圖 5. 人形機器人的擬人特徵的呈現

承上所述，人形機器人的外形設計並不需要追求高度擬人設計，這樣可避免所開發的機器人如 C 群或是 D1 機器人落入詭異谷區中而無法讓人們接受，這種對於不同擬人外形之機器人接受度的轉折，反映出人們對於真人的臉與人造的臉的評量標準的差異，Seyama 和 Nagayama (2007) 的研究結果也發現這種差異，高度擬人的臉部出現不自然的特徵比例會明顯地引發人們不快感受，例如受測者認為放大成 150% 眼睛出現在真人臉上顯得太大，但是這種不自然的比例出現在擬人相似程度低的臉上是可被人們接受的。人們對於呈現在真實人臉上的五官特徵與比例存有清楚的概念，因此，越高度擬人的機器人在臉與五官的比例與位置則須更仔細考究，否則將與人們所累積的視覺經驗不相符合而產生不愉快的感受，這也增加發展高度擬人外形機器人的困難度，一旦所呈現的臉部視覺訊息與人們對其整體認知不符時，就無法讓人對其產生偏好與接受度，反而會引發負面的評價。有趣的是，人們的視覺經驗累積培養出對高度擬人外形的特徵比例具有敏銳的區辨能力，因而對於不完美的高度擬人外形產生排斥或是懼怕心理。但在同時，人們視覺系統發展出對於臉部資訊的感知與辨識的成熟機制 (Ekman, 1993) 也有助於人們在不同器物上察覺到人臉的暗示，而不自覺地將其擬人化並賦予與人了連結，例如簡單的臉部圖像或是僅是簡具臉形特徵的幾何形體都會被視為人臉 (Robert & Robert, 2000; Turati, 2004)，例如許多人會將車前燈與散熱器格柵的組合視為人臉並賦予情緒 (Aggarwal & McGill, 2007)。這也可說明群組 B 機器人雖然降低臉部特徵的細節，仍可引發兒童擬人外形的連結，而衍生社會層面的感受。如圖 5 所示，群組 B 機器人以較抽象的方式表現擬人特徵，在擬人特徵的萃取與呈現可衍生較多的可能性，從設計角度觀之，這也給予了設計師較大的發揮空間來發展適宜的外形設計 (Blow, Dautenhaun, Appleby, Nehaniv, & Lee, 2006)。

5-2 兒童性別與年齡差異對人形機器人態度的影響

本研究結果發現性別因子對兒童評價人形機器人的社會吸引與外形吸引之影響，特別是在兒童對於擬人程度兩端機器人的感受：包括機械形貌的人形擬人機器人 (A1)，以及仿人類和高度擬人機器人 (C3、D1、D2、D3)。男童給予機器人 A1 的評價顯著地比女童的評價高，這或許是因為男童與女童自小玩的玩具有所差異，機械結構的玩具的使用者大多是男童，因此，男童也較為熟悉機器結構的機器人。除此，在中高程度擬人機器人的評價都顯示女童對其衍生較高的社會吸引與外形吸引，女童對人形機器人評價曲線所形成的詭異谷也比男童平緩，呼應 Green 等人 (2003) 研究指出女性對於臉部比例的接受範

圍有較大的容忍度。本研究發現性別差異影響兒童對於人形機器人的態度與先前以成人為對象之相關研究的結果一致，由此可知這種性別差異是不分年齡的，女性則傾向將機器人擬人化，比男性更偏好具有擬人外形的機器人。從人際社會互動觀之，女性普遍較男性更留心於非語言線索，女性也優於男性對於表情、手勢、肢體動作等非語言社會線索的解讀（Thayer & Johnsen, 2000），機器人以擬人形貌為外形設計，其擬人外形即為明顯的社會線索，有鑒於女性對於臉部表情這種非語言線索較為注意，對於臉部訊息會較為注意，具有明顯臉部設計的機器人或許也讓女性感受其社會性，而衍生較高的社會與外形的吸引（Hall & Matsumoto, 2004; Lytton & Romney, 1991），有趣的是在社會互動中對於非語言社會線索感知的性別差異也投射在人與機器人的互動關係中。

相較於性別因子，年齡在影響兒童對擬人機器人評價上則相對不顯著，整體觀之，不同年齡層的參與兒童對於人形機器人所衍生的社會吸引或是外形吸引大致相似。明顯的年齡差異則在於男童對 A 群（A1、A3）以及 C 群（C2）的評價，這三個機器人的分析顯示年齡與性別因子具有交互作用，單純主要效果分析與事後分析檢定發現相較其他受測者，四年級男童給予這三個機器人較高的評價。這三組機器人分別落於機械外形機器人的 A 群以及仿人類機器人的 C 群，雖然屬於評價較低的機器人，但是結果所呈現的年齡差異仍值得討論，就外形而言，這三個機器人比其他刺激物呈現出更男性外形或是機械結構造型，低年級的男童的偏好可能與兒童的性別認同與社會關係建立發展有關，兒童特別是男童傾向與同性別的同儕建立親密的社會關係，兒童時期的同性相吸現象亦反映在他們對玩具的選擇上，這種性別區隔現象會隨著兒童成長而逐漸消失（Carter & McCloskey, 1983-84），這或許可以解釋本研究中年齡最低的男童族群對於呈現機械結構或男性外觀的機器人的接受度明顯高於其他族群。除了上述所發現的差異外，年齡因子影響兒童評價人形機器人並不明顯，本研究參與者年齡介於 8~14 歲之間，根據皮亞傑提出的兒童發展階段（2001），大多過了運思期（4 歲~7-8 歲）而邁入具體運思期（7-8 歲~11-12 歲）或是形式運思期（11-12 歲~青少年），雖然各有不同的認知能力，研究結果指出他們對於人形機器人的外形與社會面向的感知已趨相似。兒童透過與週遭環境的互動關係來發展對世界的認識，成長於數位時代的孩童已習慣於生活在充滿許多電子產品的環境，長期研究兒童與電腦互動學者 Turkle（1984），指出這些生活經驗的變革已經影響兒童對於數位產品、意識、生命的看法。在本研究執行實驗過程中亦發現參與者已從電視、電影、漫畫等媒體接收關於機器人的資訊，也曾接觸互動程度不同的機器人玩具，這些生活經驗或許使得兒童對於機器人的概念並不陌生，並在成長過程中已形成對於機器人的擬人外形的偏好態度。因此，過了運思期的兒童對於機器人的擬人外形的偏好已趨定型，因而年齡差異的影響相較不顯著。

隨著機器人逐漸成為服務與個人化之消費性產品，機器人產業需要設計專業與研究的加入，以開發適合與人共處的產品。在發展機器人的服務功能，以兒童為對象所發展具有教育或娛樂導向的機器人是開發重點之一，本研究關注於瞭解兒童對機器人的外形的態度探討，從中發掘兒童對於機器人擬人程度的感知，並了解他們對於機器人不同擬人程度的偏好。透過本研究方法的執行對於此議題能更深入了解，希冀以研究為基石，提供設計師在開發以兒童為對象的機器人時的設計準則與依據。

誌謝

本研究承蒙國科會專題研究計畫補助（計畫編號：NSC98-2221-E-239-012-MY2），特致謝忱。同時感謝本研究計畫研究助理與協助問卷施測的同學，以及參與本研究的兒童與學校老師的熱心與意見。更向給予本文懇切修訂建議的兩位匿名審查委員致上萬分謝意

註釋

¹ 刺激物之機器人名稱/ 生產公司或來源列出如下: A1: NUVO/ ZMP ; A2: Roborior/ Tmsuk ; A3:Jonny 5/Lynxmotion ; B1:Wakamaru/Mitsubishi ; B2:ifbot/ Business Design Laboratory ; B3:Nao/Aldebaran Robotics ; C1: Nexi M.D.S. Robot /MIT Media Labs Personal Robots Group ; C2: Robottina mod.009/Ziopredy ; C3:Miss Rong Cheng /Chinese Academy of Sciences ; D1: EveR-2 muse / Korean Institute for Industrial Technology ; D2: Cybernetic human-HRP/AIST ; D3: 電影“Cyborg She”機器人角色

參考文獻

1. Aggarwal, P., & McGill, A. L. (2007). Is that car smiling at me? Schema congruity as a basis for evaluating anthropomorphized products. *Journal of Consumer Research*, 34, 468-479.
2. Aylett, R. S. (2004). Agents and affect: Why embodied agents need affective systems. *Lecture Notes in Computer Science*, 3025, 496-504.
3. Bar, M., & Neta, M. (2006). Humans prefer curved visual objects. *Psychological Science*, 17, 645-648.
4. Bartneck, C., & Forlizzi, J. (2004). A design-centred framework for social human-robot interaction. *Proceedings of the 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*, (pp. 591-594). Princeton, NJ: IEEE.
5. Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007). Is the Uncanny Valley an Uncanny Cliff? *Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 368-373). Jeju, Korea: IEEE.
6. Blow, M., Dautenhahn, K., Appleby, A., Nehaniv, C. L., & Lee, D. (2006). The art of designing robot faces: Dimensions for human-robot interaction. *Proceedings of HRI'06* (pp. 331-332). New York, NY: ACM Press.
7. Boyer, P. (1996). What makes anthropomorphism natural: Intuitive ontology and cultural representations. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 2 (1), 83-97.
8. Breazeal, C. (2002). *Designing sociable robots*. Cambridge, MA: MIT.
9. Breazeal, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(1-2), 119-155.
10. Breazeal, C. (2005). Socially intelligent robots. *Interactions*, 12(2), 19-22.
11. Carter, D. B., & McCloskey, L. A. (1983-1984). Peers and the maintenance of sex-typed behavior: The development of children's conceptions of cross-gender behavior in their peers. *Social Cognition*, 2, 294-314.
12. Chandler, J., & Schwarz, N. (2010). Use does not wear ragged the fabric of friendship: Thinking of objects as alive makes people less willing to replace them. *Journal of Consumer Psychology*, 20, 138-145.
13. Dautenhahn, K., Nehaniv, C. L., Walters, M. L., Robins, B., Kose-Bagci, H., Assif Mirza, N., & Blow, M. (2009). KASPAR: A minimally expressive humanoid robot for human-robot interaction research. *Applied Bionics and Biomechanics*, 6, 369-397.
14. DiSalvo, C., & Gemperle, F. (2003). From seduction to fulfillment: The use of anthropomorphic form in design. *Proceedings of the Designing Pleasurable Products and Interfaces Conference* (pp. 67-72). Pittsburgh, PA: ACM Press.

15. DiSalvo, C., Gemperle, F., Forlizzi, J., & Kiesler, S. (2002). All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads, *of DIS02: Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, & Techniques* (pp. 322-323). New York, NY: ACM Press.
16. Duffy, B. R. (2003). Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and Autonomous Systems*, 42 (3-4), 31.
17. Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist*, 48, 384-392.
18. Fabri, M., Moor, D., & Hobbs, D. (2004). Mediating the expression of emotion in educational collaborative virtual environments: An experimental study. *Virtual Reality*, 7(2), 66-81.
19. Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 42, 143-166.
20. Friedman, B., Kahn, P. H., & Hagman, J. (2003). Hardware companions? - What online AIBO discussion forums reveal about the human-robotic relationship. In G. Cockton, & P. Korhonen (Ed.), *Proceedings of CHI 2003 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 273-280). New York, NY: ACM.
21. Goetz, J., Kiesler, S., & Powers, A. (2003). Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. *Proceedings of the 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 55-60). Piscataway, NJ: IEEE.
22. Green, R. D., MacDorman, K. F., Ho, C. C., & Vasudevan, S. K. (2008). Sensitivity to the proportions of faces that vary in human likeness. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2456-2474.
23. Guthrie, S. E. (1997). Anthropomorphism: A definition and a theory. In R.W. Mitchell, N. S. Thompson, & H. L. Miles (Ed.), *Anthropomorphism, Anecdotes, and Animals* (pp. 50-58). New York, NY: State University of New York.
24. Hall, B., & Henningsen, D. (2008). Social facilitation and human-computer interaction. *Computers in Human Behavior*, 24(6), 2965-2971.
25. Hall, J. A., & Matsumoto, D. (2004). Gender differences in judgments of multiple emotions from facial expressions. *Emotion*, 4 (2), 201-206.
26. Hanson, D. (2006). Exploring the aesthetic range of humanoid robots. *Proceedings of the ICCS/CogSci2006 Long Symposium: Toward Social Mechanisms of Android Science* (pp. 16-20). Vancouver: Cognitive Science Society.
27. Hekkert, P., & Leder, H. (2008). Product aesthetics. In H. N. J. Schifferstein & P. Hekkert (Ed.), *Product Experience* (pp. 259-286). San Diego, CA: Elsevier.
28. Hinds, P. J., Roberts, T. L., & Jones, H. (2004). Whose job is it anyway? A study of human-robot interaction in a collaborative task. *Human-Computer Interaction*, 19(1-2), 151-181.
29. Kanda, T., Hirano, T., Eaton, D., & Ishiguro, H. (2004). Interactive robots as social partners and peer tutors for children: A field trial. *Human Computer Interaction*, 19(1-2), 61-84.
30. Kiesler, S., & Hinds, P. (2004). Introduction to this Special Issue on Human-Robot Interaction. *Human-Computer Interaction*, 19(1-2), 1-8.
31. Landwehr, J. R., McGill, A. L., & Herrmann, A. (2011). It's got the look: The effect of friendly and aggressive "facial" expressions on product liking and sales. *Journal of Marketing*, 75(3), 132-146.
32. Laurel, B. (1990). Interface agents: Metaphors with character. In B. Laurel (Ed.), *The Art of Human-Computer Interface Design* (pp. 355-365). Reading, MA: Addison-Wesley.
33. Lee, K. M., Peng, W., Yan, C., & Jin, S. (2006). Can robots manifest personality? An empirical test of personality recognition, social responses, and social presence in human-robot interaction. *Journal of Communication*, 56(4), 754-772.

34. Lytton, H., & Romney, D. M. (1991). Parents' differential socialization of boys and girls: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 109(2), 267-296.
35. MacDorman, K., Coram J., Ho C., & Patel, H. (2010). Gender differences in the impact of presentational factors in human character animation on decisions in ethical dilemmas. *Presence*, 19(3), 213-229.
36. MacDorman, K. F., & Ishiguro, H. (2006). Opening Pandora's uncanny box: Reply to commentaries on "The uncanny advantage of using androids in social and cognitive science research. *Interaction Studies*, 7(3), 361-368.
37. McCloud, S. (1993). *Understanding comics: the invisible art*. Northampton, MA: Kitchen Sink Press.
38. McCroskey, J. C., & McCain, T. A. (1974). The measurement of interpersonal attraction. *Speech Monographs*, 41(3), 261-266.
39. Mondloch, C. J., Lewis, T. R., Budreau, D. R., Maurer, D., Dannemiller, J. L., Stephens, B. R., & Kleiner-Gathercoal, K. A. (1999). Face perception during early infancy. *Psychological Science*, 10, 419-422.
40. Moon, Y., & Nass, C. (1998). Are computers scapegoats? Attributions of responsibility in human-computer interaction, *International Journal of Human-Computer Studies*, 49(1), 79-94.
41. Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7(4), 33-35.
42. Movellan, J. R., Tanaka, F., Fortenberry, B., & Aisaka, K. (2005). The RUBI/QRIO project: Origins, principles, and first steps. *Proceedings of 4th IEEE International Conference on Development and Learning* (pp. 80-86). Osaka, Japan: IEEE.
43. Nass, C., & Steuer, J. (1993). Anthropomorphism, agency, and ethopoeia: Computers as social actors. *Human Communication Research*, 19 (4), 504-527.
44. Nomura, T., Kanda, T., & Suzuki, T. (2004). Experimental investigation into influence of negative attitudes toward robots on human-robot interaction. In A. Nijholt & T. Nishida (Ed.), *Social Intelligence Design 2004, Proceedings Third Workshop on Social Intelligence Design* (pp. 125-135). Enschede: Universiteit Twente.
45. Norman, D. A. (2004). *Emotional design: Why we love (or hate) everyday things*. New York, NY: Basic Books.
46. Nosek, B. A., & Banaji, M. R. (2001). The go/no-go association task. *Social Cognition*, 19(6), 161-176.
47. Okita, S., Schwartz, D., Shibata, T., Nakamura, O., & Tokuda, H. (2005). Exploring young children's attributions through entertainment robots. *Proceedings of the 14th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 390-395). Nashville, TN: IEEE.
48. Okita, S. Y., & Schwartz, D. L. (2006). Young children's understanding of Animacy entertainment robots, *International Journal of Humanoid Robotics*, 3 (3), 393-412.
49. Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. New York, NY: Harcourt, Brace & Co.
50. Piaget, J. (2001). *The psychology of intelligence*. London: Routledge. (Original work published 1950).
51. Reeves, B., & Nass, C. (1996). *Media equation: How people treat computer, television, and new media like real people and places*. New York, NY: Cambridge University Press.
52. Robert, F., & Robert, J. (2000). *Faces*. San Francisco, CA: Chronicle Books.
53. Rudman, L. A., & Goodwin, S. A. (2004). Gender differences in automatic in-group bias: Why do women like women more than men like men? *Journal of Personality and Social Psychology*, 87(4), 494-509.
54. Seyama, J., & Nagayama, R. S. (2007). The uncanny valley: Effect of realism on the impression of artificial human faces. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 16(4), 337-351.
55. Sproull, L., Subramani, M., Kiesler, S., Walker, J. H., & Waters, K. (1996). When the interface is a face.

- Human-Computer Interaction*, 11(2), 97-124.
56. Thayer, J. F., & Johnsen, B. H. (2000). Sex differences in judgment of facial affect: A multivariate analysis of recognition errors. *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 243-246.
 57. Tung, F. W., & Deng, Y. S. (2007). Increasing social presence of social actors in e-learning environments: Effects of dynamic and static emoticons on children. *Displays*, 28 (4-5), 174-180.
 58. Tung, F. W. (2011). The influence of gender and age on the attitudes of children towards humanoid robots. In: J. A. Jacko (Ed.): *Human-Computer Interaction. Users and Applications*, LNCS 6764, 627-636. Heidelberg: Springer.
 59. Turati, C. (2004). Why faces are not special to newborns: An alternative account of the face preference. *Current Directions in Psychological Science*, 13(1), 5-8.
 60. Turkle, S. (1984). *The second self: Computers and the human spirit*. New York, NY: Simon and Schuster.
 61. Woods, S. (2006). Exploring the design space of robots: Children's perspectives. *Interacting with Computers*, 18(6), 1390-1418.
 62. Young, J., Sung, J., Volda, A., Sharlin, E., Igarashi, T., Christensen, H. I., & Grinter, R. E. (2011). Evaluating human-robot interaction: Focusing on the holistic interaction experience. *International Journal of Social Robotics*, 3(1), 53-67.

A Study on Children's Perception and Evaluation of Humanoid Robots

Fang-Wu Tung

Department of Industrial and Commercial Design,
National Taiwan University of Science and Technology
fwtung@mail.ntust.edu.tw

Abstract

This study addresses the attitudes of children toward robots displaying various degrees of anthropomorphic appearance. An experiment was conducted to understand the means by which children evaluate robots across the spectrum of anthropomorphism and to investigate the social and physical attraction children felt toward robots with various degrees of realism. The effects of gender and age were examined further. Results on children's perceptions of anthropomorphic robots empirical support the Uncanny Valley hypothesized by Mori (1970). Further, children prefer the robot at the peak before the uncanny valley to a real person. The results of the study suggest that when designing robots for children, designers need not focus on creating an authentic human-like appearance. In addition, the influence of children's age on their attitudes toward robots is less significant than that of gender. Generally, children aged from 8 to 14 years have similar perceptions of humanoid robots, with respect to the ratings of their social and physical attraction to robots. The observed gender differences indicate that boys accept human-machine robots more than girls do, while girls significantly favor highly human-like robots.

Keywords: Human-Robot Interaction, Child, Anthropomorphic Design, Humanoid Robot.