

# 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知

程東奕\* 陳圳卿\*\* 鄭孟淙\*\*\*

\* 國立台北科技大學設計學院  
therock0326@yahoo.com.tw

\*\* 國立台北科技大學互動設計系  
cceugene@ntut.edu.tw

\*\*\* 國立台北科技大學工業設計系  
zmcdesign@gmail.com

## 摘 要

本研究主要探討在不同空間關係中人對於不同擬人程度之機器人的感知。研究藉由問卷調查法，讓受測者在模擬感受與機器人互動的情境後，針對不同擬人程度之機器人頭部圖片進行評估，以了解其與機器人在不同空間中角色關係的主觀感知程度。研究結果顯示在不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知有所差異。在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中，人們對於機器人擬人程度的適切度感受偏向於擬人程度高的機器人，同時亦具有較低的警戒感、較高的掌控感與較高的愉悅感。而在「公共空間關係」中，則對於擬人程度低的機器人的適切度感受較佳，並且具有較低的警戒感、較高的掌控感與較高的愉悅感。在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中進行機器人外形設計時，應以擬人程度與真人相似的機器人為設計方向；而在「公共空間關係」中進行機器人外形設計時，低擬人程度的外形設計或許是更適合的選擇。

關鍵詞：空間關係、擬人化設計、恐怖谷

論文引用：程東奕、陳圳卿、鄭孟淙（2019）。不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知。設計學報，24（2），25-47。

## 一、前言

在數位技術的急速發展之下，AI 人工智慧邁入新的里程，機器人的研究與開發，已經從工業生產用途拓展至日常生活的各個層面，舉凡醫療、居家照護、服務、娛樂、教育等服務性的機器人逐漸成為重要的發展趨勢。董芳武（2013）認為這些服務性機器人很重要的一個特質在於他們與人共享實體的空間。空間關係是人際關係當中非常重要的一環，也是展現非語言訊息的一種方式。人會將具有某些人類特徵的機器人擬人化並賦予其社會人格，進而產生社會的連結與互動，因此從人與人之間的空間關係角度來

探究人與機器人的互動體驗，有助於人在這個急速變遷且不確定的時代中，找到一個人與科技共存的平衡點，進而以更開放的心態面對社會型態的改變。

自日本機器人學家 Mori (1970) 提出恐怖谷理論 (uncanny valley) 以來，關於機器人擬人程度偏好的探討逐漸受到注目，許多學者以圖形漸變的方式來驗證恐怖谷理論是否存在 (Hanson, 2006; MacDorman & Ishiguro, 2006; Seyama & Nagayama, 2007)。雖然這些研究的結果並非完全支持恐怖谷理論，但也可以得知人對於不同擬人程度的機器人確實會產生不同的偏好。由於人對於「非我族類」的不舒適感會促使人們藉由擬人化來提升舒適的感受 (Guthrie, 1997)，因此適切的擬人化設計有助於提升人與機器人之間的互動體驗。有些學者提出性別對於機器人擬人程度的偏好有所差異 (Green, MacDorman, Ho & Vasudevan, 2008; MacDorman, Coram, Ho, & Patel, 2010; Tung, 2011)，而年齡對於不同擬人程度之機器人的態度亦會有所不同 (Woods, 2006; 董芳武, 2013)。

Willis 和 Todorov (2006) 認為人們在觀看他人的臉部 100 毫秒之後，就能評估他人是否具有吸引力、可信任、有能力以及積極的等特質。從先前對於機器人外形感知的相關研究中亦可以發現，機器人的頭部與臉部分是影響人們評價機器人擬人程度的主要因素 (DiSalvo, Gemperle, Forlizzi, & Kiesler, 2002; Green et al., 2008; Mori, 1970)。而 Bartneck、Kanda、Ishiguro 和 Hagita (2007) 採用現有的機器人原型與產品作為實驗研究的樣本，提出恐怖崖 (uncanny cliff) 的論點，其研究結果亦顯示機器人的擬人程度會影響人的偏好。Rosenthal-von der Pütten 和 Krämer (2014) 分析機器人的外觀特徵對人的感知所產生的影響，結果顯示高度、顏色、形式、面部特徵會影響人對於機器人的感知。這些研究結果均顯示機器人的頭部是影響人對於機器人擬人程度感知最為重要的一個因素，因此，以頭、臉部的外型特徵作為評價機器人給予人們的感受具有其代表性。

不同的人群身處相同的空間會有不同的體驗與感受 (畢恆達, 2006)，而也會藉由對空間所有權的宣示，預期他人會尊重、不侵犯這個領域 (Verderber, K. S., & Verderber, R. F., 2013/陸洛、周君倚、梁錦泉、陳楓媚、樊學良譯, 2015)。Hall (1969) 認為人會因為時間、地點、人際關係與不同的目標，而設定出不同的空間範圍，空間的距離會顯示出人與人之間的情感表現。Donovan 和 Rossiter (1982) 所提出的模型假設也認為環境刺激因子會影響消費者的情緒狀態，緊接著影響到人產生趨近或者避開的行為。Kim 和 Mutlu (2014) 以社交距離所進行的機器人研究發現，人在近距離與上司型機器人合作時會有較正向的使用者體驗；而在遠距離則是與下屬型機器人合作時會產生較正向的體驗。由於人際距離 (personal distance) 可以顯現情感親疏的情緒 (葉重新, 2015)，因此當空間的使用違反人的期待時，容易產生人際關係上的問題。適當的互動空間距離能讓人情緒感受更為穩定。機器人正逐漸融入人的各種生活空間，了解在不同的空間關係中，什麼樣擬人程度的機器人是人覺得適合的形態，將有助於減少人對於機器人的焦慮感受，更能正向提升人機介面的互動態度。因此，本研究藉由針對現有機器人的頭部擬人程度進行分析，並透過受測者的主觀感知進行評估以比較在不同空間關係中人對於不同擬人程度之機器人的感知差異，以提供未來在不同空間關係中機器人擬人程度的適切設計方向。

## 二、文獻探討

### 2-1 空間關係

人類是群居的生物，人們每天都在與他人連結並產生各式各樣的關係。Hay (1984/黃春華譯, 2004) 認為關係幾乎是生命的全部。Littlejohn 和 Foss (2008) 將關係 (relationship) 定義為：兩人對共同行為

的期待。Mehrabian (1972) 的研究發現在溝通訊息裡約有 93% 的情緒是以非語言的形式來傳遞，而且非語言行為常被認為比語言更可信。雖然表現非語言溝通的方式各異，但人與人之間的互動所產生的空間距離是一種呈現人際關係的重要指標。Hall (1969) 的研究顯示在美國的文化中，雙方會依關係而決定的最適合談話之距離有四種：親密距離為雙方距離 18 英吋 (54 公分) 內，是適合密友或死黨的談話距離。個人距離為雙方距離 18 英吋到 4 英呎 (54 公分-120 公分)，是適合與朋友對話的距離。社交距離為雙方距離 4 英呎到 12 英呎 (120 公分-360 公分) 間，是處理非個人性事務的適合距離。公開距離為雙方距離 12 英呎 (360 公分) 以上，是讓人覺得不自在時想與對方保持的距離。而 Samovar、Porter 和 McDaniel (2007) 的研究則顯示在中東文化的國家裡，談話時是比較靠近對方的。由此可見，在人際空間關係的距離認知上，會因為文化的不同而產生相當大的認知差異，但大致上人際空間關係的分類仍是與 Hall (1969) 所提出的親密距離、個人距離、社交距離、公開距離相似，只是對於距離的感受不同。空間關係是構成人與人之間的互動基礎。在機器人迅速發展之下，未來人類與機器人的關係，也會隨著機器人擴展至生活各個層面而更加密切。由於人會將某些方面像人類的非人類個體賦予人類的特性與品性，且產生同理心 (Yonck, 2017 / 范堯寬、林奕伶譯, 2017)，因此探討人類與機器人的空間關係也愈益重要。

## 2-2 擬人化的設計

長久以來，擬人化的造形設計是藝術家與設計師最喜愛運用的表現手法之一。擬人化的作品能引發人們產生更多情感上的連結與想像。Norman (2004 / 王鴻祥、翁鵠嵐、鄭玉屏、張志傑譯, 2011) 指出人類總是傾向於把東西擬人化，並把人類的情緒和信念投射到任何東西上。Robert, F. 和 Robert, J. (2000) 與 Turati (2004) 也認為簡單的臉部圖像或僅是簡單具備臉部特徵的幾何形體都會被視為人臉。DiSalvo 和 Gemperle (2003) 則提出賦予產品擬人外形的設計能引發人對其關注與社會面向的吸引力。擬人化的設計有助於與人產生更多的連結，許多研究也顯示人對於擬人造形所產生的情感與偏好是共通的 (Bar & Neta, 2006; Hekkert & Leader, 2008)。Turkle (2011) 認為人類對於無生命裝置的同理心來自於達爾文按鈕 (Darwinian button) 所觸發的某些深層，甚至直覺的反應。擬人化的機器人會引發人們將其提升至社會成員的情感，產生像人一樣的情感依附。因此將擬人化的設計運用於機器人的造形上是必然的設計趨勢。Nass 和 Steuer (1993) 認為善用社會線索於電腦的互動設計上，可以讓使用者感受到數位科技的人性化特質。Duffy (2003) 也提出要讓機器人在與人互動中引發出社會層面的互動，需要一定程度的擬人化設計。因此，適切的擬人程度會影響人對於機器人的接受程度，也有助於正向提升人類與機器人的互動體驗。在機器人逐漸拓展至人們生活的各個層面，考量在不同的生活空間中機器人擬人化程度的適切性，是機器人發展面臨的一個重要課題。

## 2-3 擬人化機器人的相關研究

Mori (1970) 所提出的恐怖谷 (uncanny valley) 理論，如下頁圖 1 所示，認為機器人與人類在外表和動作上相似，所以人會對機器人產生正面的情感。然而，相似程度到某個階段，即使機器人與人僅有一點差別，人的反應會變得極度地負面。而隨著機器人與人相似程度的持續上升，人對於機器人會再度出現正面的情感，並產生人與人之間的移情作用。Hanson (2006) 以及 MacDorman 和 Ishiguro (2006) 將機器人的照片與真人的照片依照漸變的方式發展出不同擬人程度的機器人圖片，並以其進行人對於機器人擬人程度與喜好的相關研究。其研究結果顯示 Mori 所提出的恐怖谷理論並不存在，Hanson (2006) 更進一步指出臉部的美感設計才是影響人對於機器人產生偏好的主要因素。然而，Seyama 和 Nagayama

(2007) 以真人照片與人形玩偶的圖片依照漸變的方式發展出不同擬人程度的機器人圖片，並進行人對於機器人擬人程度與喜好的相關研究，其結果則支持 Mori 的恐怖谷理論。Bartneck 等人 (2007) 認為圖形的漸變方式會影響研究的結果，因而採用現有的機器人原型與產品作為實驗研究的樣本，其提出恐怖崖 (uncanny cliff) 的論點，並認為人對於中、高擬人程度之機器人的偏好明顯高於對真人的偏好。Gray 和 Wegner (2012) 則認為恐怖谷會產生的原因主要是因為期望沒有得到滿足，當人認為機器人沒有感覺，卻出現了機器人有感覺的情況，會讓人產生不安感；而相反地，當人預期機器人會有感覺，卻出現了機器人沒有感覺的情形，也會讓人感到恐懼。

從上述文獻可以發現，機器人的擬人程度會讓人產生不同的認知與情緒影響，但文獻中鮮少以空間關係的角度來探討人對於機器人擬人程度的感知，而今機器人的發展已逐漸拓展至社會的各個層面，開始成為人類生活的一部分，因此，在不同的空間關係中，適切擬人程度的機器人將有助於提升與人之間的互動關係，以建立更加和諧、舒適的生活環境。

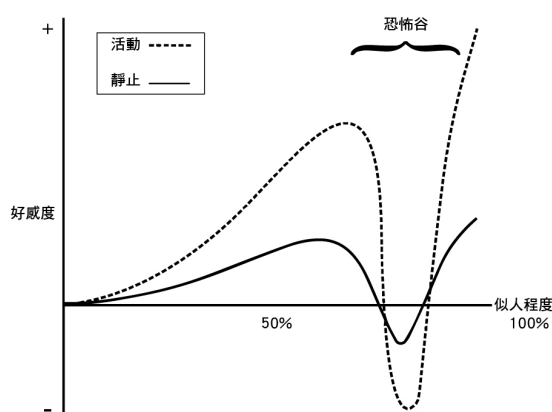


圖 1. Mori (1970) 所提出的恐怖谷理論曲線 (本研究重新繪製)

### 三、研究方法

本研究透過問卷調查法，以了解在不同空間關係中人對於不同擬人程度之機器人的主觀感知。實驗分為兩階段進行。第一階段首先篩選出機器人擬人程度的圖片樣本，第二階段則進行在不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知實驗。

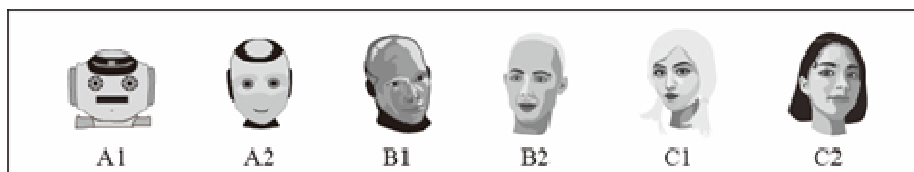
#### 3-1 機器人擬人程度的圖片取樣

圖片的蒐集方式採取網路搜尋的方式，共蒐集到機器人的原始圖片 56 張 (蒐集資料時間為 2017 年 12 月 5 日至 12 月 6 日)。接著將圖片製作成尺寸為 8×8 公分大小的圖卡，並邀請三位設計專家針對機器人的外形進行評估，目的在於淘汰過度相似和外形詭異的設計以篩選出在擬人程度上具代表性的樣本。三位設計專家的背景與簡介如下頁表 1 所示。

表 1. 篩選機器人擬人程度圖片的專家

設計專家編號	學歷	設計年資	現任職務
專家A	碩士	20年	產品設計師
專家B	博士班在學	18年	產品設計師
專家C	博士班在學	8年	產品設計師

經過三位設計專家初步的篩選，共選出 26 張機器人圖片。其次再將篩選後的 26 張機器人圖片經過灰階處理，並使用 Google Forms 軟體製作成網路問卷，以隨機和滾雪球式抽樣的方法進行發放，藉此得知機器人圖片的擬人程度。問卷調查時間為 2017 年 12 月 9 日至 12 月 11 日，採用 Likert 式 7 點量表，以 1 分（非常不像人類）至 7 分（非常像人類），對 26 張機器人的圖片進行擬人程度的測量。總共回收 116 份有效問卷，其中男性有 77 人（66%），女性有 39 人（34%）。年齡層的分布為：20 歲以下為 1 人、21-30 歲為 31 人、31-40 歲為 58 人、41-50 歲為 25 人、50 以上為 1 人。問卷的調查結果使用華德法(Ward's clustering method)進行集群分析後，26 張機器人的圖片依照擬人程度的不同可區分為 A、B、C 等三群。挑出各群組內得分最高與得分後 25% 的兩張圖片來代表群組，圖 2 為 A、B、C 三個群組所代表的機器人圖片。

圖 2. 機器人擬人程度的圖片取樣分群<sup>1</sup>（本研究重新繪製）

### 3-2 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知實驗

本研究以上述機器人擬人程度的圖片取樣分群為基礎，採用問卷調查法，探討在不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知。

由於人際距離 (personal distance) 可以顯現情感親疏的情緒 (葉重新, 2015)，本研究在空間關係的選擇上採用 Hall (1969) 所提出的依雙方關係而最適合的談話距離為基礎，將研究中所探討的不同擬人程度之機器人設定為：與你有親密距離的機器人、與你有個人距離的機器人、與你有社交距離的機器人、與你有公開距離的機器人。並依空間距離所產生的關係，將研究中的空間關係制定為親密空間關係、個人空間關係、社交空間關係、公共空間關係等四種並撰寫故事情境。親密空間關係的機器人角色為「親密愛人」；個人空間關係機器人為「管家」；社交空間關係機器人為「餐廳服務員」；公共空間關係則是「機場的打掃機器人」，以此做為本研究中不同空間關係裡與受測者互動的機器人角色，並藉由受測者想像在此空間距離中與這些機器人的互動所產生的感知進行量測。以個人距離的空間關係故事敘述為例，問卷內容的陳述如下：

請您想像以下的情境，並針對情境內容的感受來填寫以下的問題。

早晨，您站在更衣室前聽智慧助理對您彙報今日的行程安排，您的機器人管家正為您穿上一件西裝外套(女性為套裝外套)，為您穿外套的是如下圖的機器人，請您針對這情境填寫以下的問題。

在閱讀完故事敘述之後，受測者會看到 1 張機器人的圖片，在腦海中想像這個故事情境，並針對這個機器人在情境中的角色所帶給受測者的感受給予評分。在評量的依變項上包括在不同空間關係中受測者對於不同擬人程度之機器人的適切度、警戒感、掌控度、愉悅感等四種感知。強度的給分為五個等第（1 分為非常不強烈，5 分為非常強烈）。以下分別針對這四種感知進行說明：

#### 1. 適切度

根據教育部重編國語辭典修訂本（2015），適切的解釋為：適當。Norman、Ortony 和 Revelle（2004／王鴻祥等人譯，2011）認為情緒包含本能、行為與反思三個層次，Norman 將其運用在產品的設計上，並認為產品的一個重要面向在於它對情境的適合度。因此，在不同的空間關係中探討人對於機器人擬人程度適切度的需求有其必要性。

#### 2. 警戒感

根據教育部重編國語辭典修訂本（2015），警戒的解釋為：警備防守。Maslow（1970）認為人有希望得到保護或免於威脅而獲得安全感的需求。若無法得到安全感的滿足，則會觸動人心理上的抗拒而產生高度的警戒。由於人會藉由擬人化來提升舒適的感受（Guthrie, 1997），在不同空間關係中探究人對於不同擬人程度之機器人所帶給人的警戒感，能提供一個重要的設計參考依據。

#### 3. 掌控度

根據教育部重編國語辭典修訂本（2015），掌控的解釋為：掌握、控制。Beattie（2009／蘇子堯、許妍飛譯，2011）認為人會想要控制的最大原因是出於恐懼。當人越能掌控周圍環境中的一切，就會覺得越安全、越舒適；失去控制，則會產生焦慮、害怕與不安。了解在不同的空間關係中，什麼樣擬人程度的機器人是人覺得適合的形態，將有助於減少人對於機器人的焦慮感受，更能正向提升人機介面的互動態度。

#### 4. 愉悅感

根據教育部重編國語辭典修訂本（2015）的解釋，愉悅的解釋為：快樂、喜悅。Linden（2011／張美惠譯，2011）認為愉悅是延續生命的主要推動力，也是學習的重要基礎。並提出愉悅的事物會帶給我們超凡的體驗與特殊感受，因為愉悅迴路能將感覺與情緒網路串連起來。Russell 和 Barrett（1999）提出核心情感的概念，認為情緒心理表徵的核心是一種愉快或不愉快的心理狀態，並認為核心情感可以用愉悅度與喚醒度表示，但在主觀體驗上是不可分割的，即個體覺知到的是一種融合的情緒體驗（傅小蘭，2016）。因此，在不同的空間關係中探討人對於機器人擬人程度的愉悅感有其重要性。

問卷設計共分為三個部分。第一部分為實驗內容的說明，以敘述性的方式向受測者強調：在觀看機器人的圖片時，請著重於這些機器人的擬人程度而非所感受到的性別，並說明實驗的內容。第二部分為基本資料的填寫。第三部分則以文字對感受量測進行解釋，採用 Likert 式 5 點量表，請受測者對 3 個群組中的 6 張機器人圖在 4 種空間關係中所產生的情境進行評估。4 種空間關係的故事情境與機器人出現的照片為隨機順序，以避免固定順序所產生的誤差。最後請受測者閱讀上述關於空間關係的故事敘述並進行想像後再針對情緒感受的強度給予評價。

## 四、結果與討論

本問卷使用 Google Forms 軟體製作問卷，以隨機和滾雪球式抽樣的方法發放網路問卷。問卷調查時間為 2017 年 12 月 22 日至 12 月 26 日。實驗結果共回收 186 份問卷，有效回收率為 100%，其中男性為 101 人（54%）；女性為 85 人（46%）。

根據 MANOVA 二因子分析的結果，Wilks' Lambda ( $\lambda$ ) 之值為 0.915 ( $p < 0.05$ )，表示「空間關係」與「擬人程度」二因子在影響人對於機器人的感知上有交互作用，因此進行單純主要效果分析，Scheffe 事後比較顯示結果如附錄 1、附錄 2、附錄 3、附錄 4 所示。

### 4-1 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知實驗

根據統計結果顯示，受測者在不同空間關係中對於不同擬人程度之機器人的適切度感受，如表 2 所示，適切度感受折線圖如下頁圖 3 所示。在每個空間關係中，人對於 6 種擬人程度之機器人的適切度感受有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。在「親密空間關係」、「個人空間關係」及「社交空間關係」中，適切度得分最高者，皆是 C 群 C2 的機器人。在「公共空間關係」中，得分最高的則是 A 群 A1 的機器人。在「親密空間關係」中，A (A1、A2)、B (B1、B2) 與 C (C1、C2) 三群之間有顯著性差異。在「個人空間關係」中，C (C1、C2)、(B1、A1、A2) 與 B2 三群之間有顯著性差異。在「社交空間關係」中，C (C1、C2)、(A1、B1、A2) 與 B2 三群之間有顯著性差異。在「公共空間關係」中，(A1、B1)、(A2、C1、C2) 與 B2 三群之間有顯著性差異。

從不同空間關係來探討人對於不同擬人程度之機器人的適切度感受可以發現：在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中，受測者認為擬人程度適切度最佳的是擬人程度最高的 C2 機器人；在這三種空間關係中，受測者對於機器人擬人程度之適切度的偏好也如 Mori (1970) 所提出的恐怖谷曲線變化，顯示機器人接近真人的外形但仍能區別出其真實性時，會造成在這三種空間關係中人對於機器人擬人程度的適切度感受降低。本研究的結果顯示，對受測者而言，擬人程度中等的 B2 機器人是落在恐怖谷區的機器人，在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中較不具有適切性，符合 Duffy (2003) 提出要讓機器人在與人互動中引發出社會層面的互動，需要一定程度的擬人化設計的觀點，但擬人程度是需要與真人相當接近的。而在「公共空間關係」中，受測者認為擬人程度適切度最佳的是擬人程度最低的 A1 機器人；適切度平均得分最低的是擬人程度中等的 B2 機器人。在「公共空間關係」中，人對於機器人擬人程度的適切度感受之實驗結果與 Mori (1970) 認為喜好度的高點會落在恐怖谷之後的觀點不同，研究結果顯示，受測者對於擬人程度最低的 A1 機器人之適切度感受，甚至超越了真人所扮演的 C2 機器人。本研究結果指出，在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」等三種空間關係中，會出現如 Mori (1970) 所提出的恐怖谷曲線，其中又以「親密空間關係」最為明顯。但是在「公共空間關係」中，受測者對於機器人擬人程度的適切度感受並沒有產生恐怖谷的曲線，也與 Bartneck 等人 (2007) 所提出的恐怖崖 (uncanny cliff) 論點不同，受測者在「公共空間關係」中認為適切度最高的機器人為擬人程度最低的機器人，對於中、高擬人程度之機器人反而沒有那麼適切的感受。

表 2. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的適切度感受分析

關係	數值	A1	A2	B1	B2	C1	C2
親密空間關係	平均數	2.63	2.44	2.02	2.03	3.55	3.82
	標準差	1.38	1.22	1.04	1.03	1.38	1.39
個人空間關係	平均數	3.04	2.87	3.08	2.57	3.75	3.88
	標準差	1.21	1.11	1.15	1.10	1.27	1.25
社交空間關係	平均數	3.33	3.15	3.32	2.66	3.90	4.08
	標準差	1.22	1.20	1.17	1.18	1.20	1.15
公共空間關係	平均數	3.92	3.39	3.82	2.75	3.33	3.29
	標準差	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13

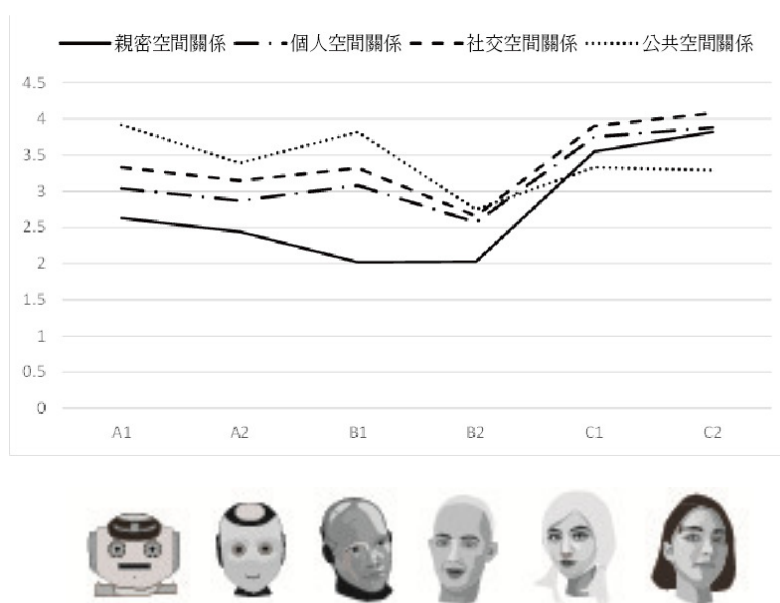


圖 3. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的適切度折線圖

#### 4-2 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的警戒感

從統計結果可以看出受測者在不同空間關係中對於不同擬人程度之機器人的警戒感，如表 3 所示，警戒感折線圖如下頁圖 4 所示。在每個空間關係中，人對於 6 種擬人程度之機器人的警戒感有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。在「親密空間關係」中，警戒感得分最高者為 B 群 B1 的機器人，在「個人空間關係」、「社交空間關係」及「公共空間關係」中，警戒感得分最高者則為 B 群 B2 的機器人。在「親密空間關係」中，B 群 (B1、B2) 的機器人與其他群的機器人有顯著差異。而在「個人空間關係」中，B (B1、B2) 群機器人與其他群機器人有顯著差異。「社交空間關係」中 (B2、B1、A2) 與 (A1、C1、C2) 之間有顯著性差異。在「公共空間關係」中 B2、(B1、A2、C1、C2) 的機器人與 A1 機器人之間有顯著性差異。

從不同空間關係來探討人對於不同擬人程度之機器人的警戒感可以發現：中等擬人程度 (B1、B2) 機器人會讓受測者產生較高的警戒感；擬人程度較高 (C1、C2) 與擬人程度較低 (A1、A2) 的機器人則會讓受測者產生較低的警戒感，呼應 Mori (1970) 所提出的恐怖谷理論。雖然人會藉由擬人化來提升舒適的感受 (Guthrie, 1997)，但若無法得到安全感的滿足，仍會觸動人心理上的抗拒而產生高度的警戒，



當人們將機器人提升至社會成員時，則會引發像人一樣的情感依附，中等擬人程度（B1、B2）的機器人讓受測者產生較高的警戒感，顯示其無法滿足 Maslow（1970）所提出的人希望得到保護或免於威脅而獲得安全感的需求。而低擬人程度的（A1、A2）機器人帶給受測者較低警戒感的研究結果與 Turkle（2011）認為人類對於無生命裝置的同理心來自於達爾文按鈕（Darwinian button）所觸發的某些深層、甚至直覺的反應之論述相應，反映出當受測者將低擬人程度之機器人視為非生命體時，較不會對其產生警戒感。

表 3. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的警戒感分析

關係	數值	A1	A2	B1	B2	C1	C2
親密空間關係	平均數	2.48	2.73	3.87	3.64	2.65	2.70
	標準差	1.14	1.19	0.90	1.09	1.26	1.38
個人空間關係	平均數	2.37	2.58	3.13	3.33	2.51	2.48
	標準差	1.01	1.07	1.07	1.07	1.25	1.24
社交空間關係	平均數	2.33	2.62	2.80	3.30	2.30	2.25
	標準差	1.03	1.14	1.13	1.08	1.13	1.23
公共空間關係	平均數	2.08	2.45	2.56	3.17	2.44	2.41
	標準差	1.05	1.11	1.18	1.10	1.17	1.29

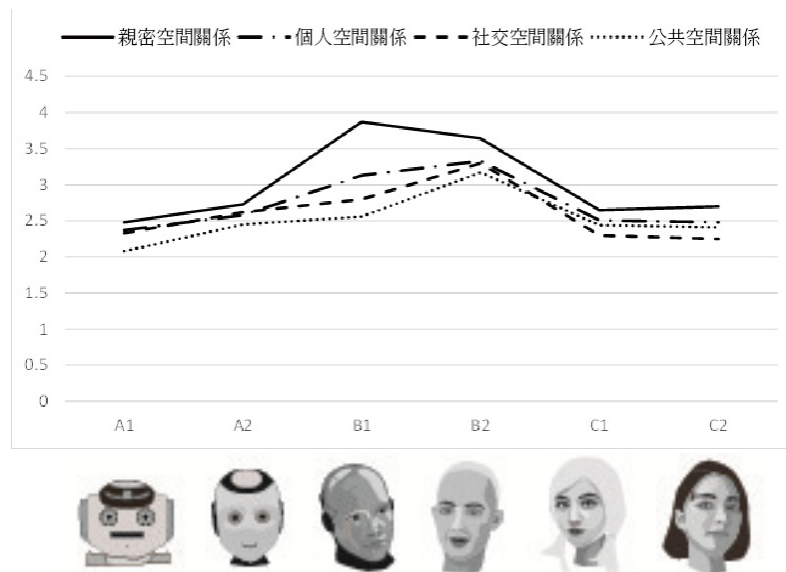


圖 4. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的警戒感折線圖

### 4-3 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的掌控感

統計結果顯示受測者在不同空間關係中對於不同擬人程度之機器人的掌控感，如表 4 所示，掌控感折線圖如下頁圖 5 所示。在每個空間關係中，人對於 6 種擬人程度之機器人的掌控感有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。在「親密空間關係」、「個人空間關係」、「社交空間關係」及「公共空間關係」中，受測者掌控得分最高者，皆為 A 群 A1 的機器人，得分最低者則皆為 B2 的機器人。在「親密空間關係」中，(A1、C1、C2、A2)、B1、B2 之間有顯著性差異。「個人空間關係」中，B2 機器人與其他機器人之間有顯著差異。在「社交空間關係」中，(A1、C2、C1)、(B1、A2)、B2 之間有顯著性差異。而在「公共空間關係」中，A1、(B1、C1、A2、C2)、B2 之間有顯著性差異。

分析不同空間關係中人對於不同擬人程度之機器人的掌控感，顯示在 4 種空間關係中受測者對於機器人的掌控感平均得分最高的都是擬人程度最低的 A1 機器人，而掌控感平均得分最低的都是擬人程度中等的 B2 機器人。Norman (2004/王鴻祥、翁鵠嵐、鄭玉屏、張志傑譯, 2014) 認為人類總是傾向於把東西擬人化，並把人類的情緒和信念投射到任何東西上，本研究結果亦顯示當受測者面對擬人程度較低且顯露較多機器感的機器人時，雖然會將人類的情緒投射於機器人上，但仍會將其視為非生命體，因而感受到較高的掌控感。Beattie (2009/蘇子堯、許妍飛譯, 2011) 認為人會想要控制的最大原因是出於恐懼，當人越能掌控周圍環境中的一切，就會覺得越安全、越舒適；失去控制，則會產生焦慮、害怕與不安，對照掌控感與警戒感在 4 個空間關係下的研究結果，可以發現警戒感與掌控感的結果呈現相反的現象，此也反映出一個明確的結果：當人面對警戒感最低的低擬人程度機器人時會對其有較高的掌控感。Maslow (1970) 認為人有希望得到保護或免於威脅而獲得安全感的需求，研究顯示掌控感平均得分最低的擬人程度中等之 B2 的機器人，正是在適切度研究結果中落於恐怖谷區的機器人，顯示中等擬人程度的機器人無法滿足人在實體空間中對於主權的宣示及掌控感。

表 4. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的掌控感分析

關係	數值	A1	A2	B1	B2	C1	C2
親密空間關係	平均數	3.51	3.24	2.88	2.60	3.32	3.31
	標準差	1.13	1.15	1.10	1.08	1.22	1.26
個人空間關係	平均數	3.51	3.34	3.33	2.76	3.44	3.45
	標準差	1.06	1.11	1.00	1.06	1.20	1.20
社交空間關係	平均數	3.54	3.22	3.39	2.79	3.48	3.49
	標準差	1.04	1.11	1.07	1.04	1.14	1.18
公共空間關係	平均數	3.65	3.29	3.41	2.83	3.34	3.26
	標準差	1.13	1.07	1.12	1.06	1.20	1.23

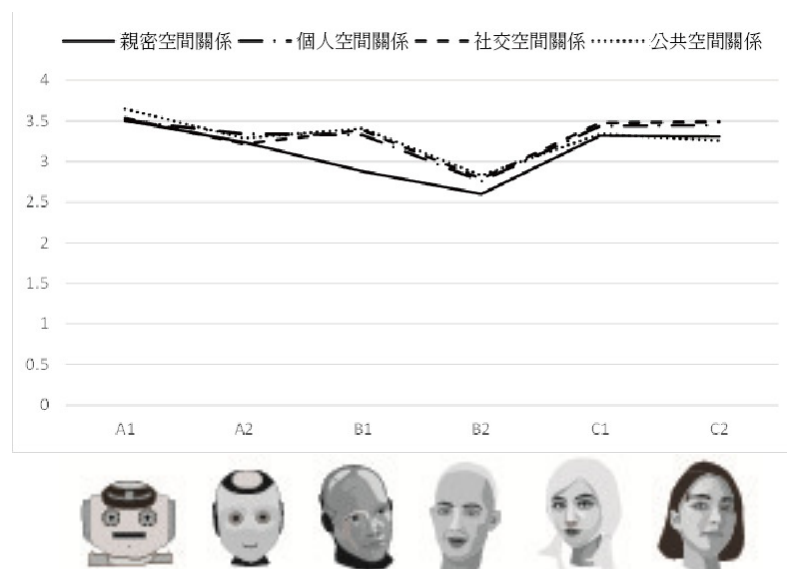


圖 5. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的掌控感折線圖

#### 4-4 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的愉悅感

統計結果顯示，受測者在不同空間關係中對於不同擬人程度之機器人所產生之愉悅感，如表 5 所示，愉悅感折線圖如下頁圖 6 所示。在每個空間關係中，人對於 6 種擬人程度之機器人的愉悅感有顯著差異 ( $p < 0.05$ )。在「親密空間關係」、「個人空間關係」及「社交空間關係」中，愉悅感得分最高者皆為 C 群 C2 之機器人。而在「公共空間關係」中，愉悅感得分最高者則為 A 群 A1 的機器人。在「親密空間關係」中 A (A1、A2)、B (B1、B2) 與 C (C1、C2) 三群之間有顯著性差異。「個人空間關係」中 A (A1、A2)、B (B1、B2) 與 C (C1、C2) 三群之間也有顯著性差異。而「社交空間關係」中 (C1、C2)、A1、(A2、B1) 與 B2 之間有顯著性差異。「公共空間關係」中 B2 與其他機器人之間則有顯著差異。

情緒心理表徵的核心是一種愉快或不愉快的心理狀態 (Russell & Barrett, 1999)，從不同空間關係來探討人對於不同擬人程度之機器人的愉悅感，可以發現：在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中，擬人程度最讓受測者感到愉悅的是擬人程度最高的 C2 機器人；而最讓受測者感到最不愉悅的是擬人程度中等的 B2 機器人，與 Seyama 和 Nagayama (2007) 認為擬人程度較高的臉部出現不自然的比例特徵會引發人不愉快的感受，而對於擬人程度低的不自然比例卻可以接受的研究結果相似。而在「公共空間關係」中，擬人程度最讓受測者感到愉悅的是擬人程度最低的 A1 機器人，實驗結果與 Mori (1970) 認為喜好度的高點會落在恐怖谷之後的觀點不同，也與 Bartneck 等人 (2007) 所提出的恐怖崖 (uncanny cliff) 論點不同。對照人對於機器人擬人程度的適切度感受，如圖 3 所示，與人對於機器人擬人程度的愉悅感，如下頁圖 6，可以發現兩者之間的曲線分布非常類似，但曲度則較為平緩。Donovan 和 Rossiter (2006) 認為環境刺激因子會影響消費者的情緒狀態，緊接著影響到人產生趨近或者避開的行為，從研究的結果發現在與機器人的人際關係距離較近的空間中，受測者對於高擬人程度的機器人會感受到較高的愉悅感，而在人際關係距離最遠的「公共空間關係」中，受測者則對於擬人程度低的機器人會產生較高的愉悅感。

表 5. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的愉悅感分析

關係	數值	A1	A2	B1	B2	C1	C2
親密空間關係	平均數	2.86	2.56	2.04	2.08	3.56	3.82
	標準差	1.22	1.13	0.89	0.97	1.36	1.33
個人空間關係	平均數	3.16	2.91	2.85	2.40	3.71	3.90
	標準差	1.06	1.02	1.03	0.98	1.24	1.17
社交空間關係	平均數	3.31	3.09	3.07	2.54	3.82	4.03
	標準差	1.11	1.08	1.07	1.07	1.21	1.11
公共空間關係	平均數	3.70	3.28	3.48	2.68	3.64	3.62
	標準差	1.07	1.07	1.03	1.08	1.17	1.22

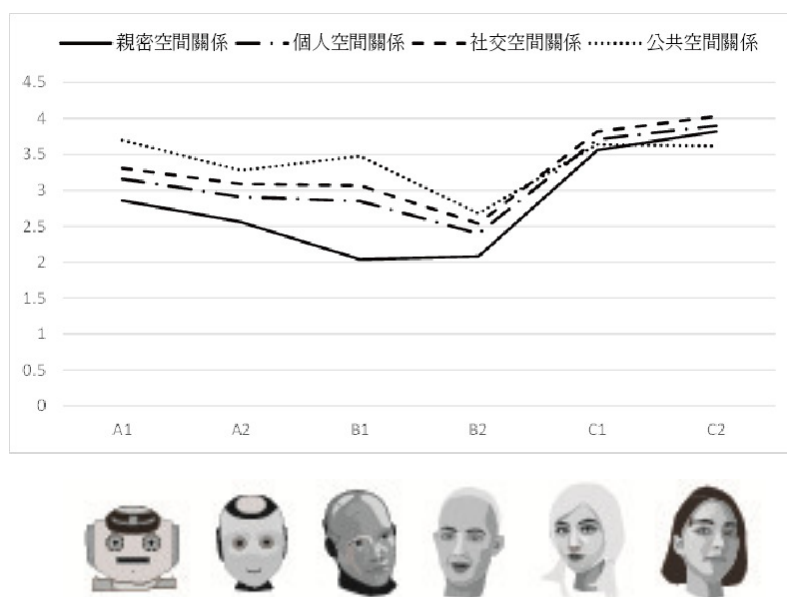


圖 6. 不同空間關係中人對不同擬人程度之機器人的愉悅感折線圖

## 五、結論與建議

### 5-1 人對於不同擬人程度之機器人的感知

根據統計結果可以發現，26 張機器人圖片經過集群分析的結果，可將人對於機器人擬人程度的感知分為三群，A 群（平均得分低於 2 分）為擬人程度低的機器人、B 群（平均得分高於 3.16 分）為擬人程度中等的機器人、C 群（平均得分高於 4 分）為擬人程度高的機器人。從分群的結果可以發現，受測者對於機器人擬人程度的感知僅會將其區分為「不像」、「略像」和「非常像」三種，顯示出人對於機器人擬人程度的感知確是有其層次的。雖然人會藉由擬人化來提升舒適的感受 (Guthrie, 1997)，也具有被擬人形象吸引的特質，簡單的臉部圖像或僅是簡單具備臉部特徵的幾何形體都會被視為人臉 (Robert, F. & Robert, J., 2000; Turati, 2004)，但人類的視覺系統已發展出對臉部資訊的感知與辨識的成熟機制 (Ekman, 1993)，只有具備與人相同比例的五官特徵並與人類有非常相似外形的機器人，才會讓人產生擬人程度高的感受，而與真人有較大差距的機器人即使具備完整的五官特徵，仍會被歸類為擬人程度低的機器人。

### 5-2 不同空間關係中機器人擬人程度的設計方向

根據本研究分析結果，從四種不同的空間關係來探討不同擬人程度之機器人的適切設計方向，本研究提出在「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」中，受測者對於機器人擬人程度的適切度感受偏向於擬人程度高的機器人，這會帶給受測者較低的警戒感、較高的掌控感與較高的愉悅感，因而會使人產生比較放鬆的感受。而擬人程度中等的機器人則會讓受測者產生較高的警戒感，亦會有較低的掌控感與較低的愉悅感，因而容易讓人產生焦慮的感受，並不適合作為開發與使用者有「親密空間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」的機器人設計。擬人程度低的機器人帶給受測者低警戒感、高掌控感與中等程度的愉悅感，比較讓人難以建立對等的關係，因此，在開發與人有「親密空

間關係」、「個人空間關係」與「社交空間關係」的機器人時，應盡量採用 Mori (1970) 所提出的恐怖谷理論為基礎，以擬人程度高的機器人為設計方向。從表 5 的愉悅感數據也可以看出，隨著空間關係的距離愈來愈遠，受測者對於不同擬人程度之機器人的愉悅感受平均得分也愈來愈高，而表 3 的警戒感數據則是隨著空間關係的距離越來越遠而逐漸降低。

而在「公共空間關係」中，受測者對於不同擬人程度之機器人的適切度感受則偏向於擬人程度低的機器人，這帶給受測者較低的警戒感、較高的掌控感與較高的愉悅感，會使人產生比較放鬆的感受。而擬人程度中等的機器人則會讓受測者產生較高的警戒感，亦會有較低的掌控感與較低的愉悅感，因而容易讓人產生焦慮的感受，仍舊不適合作為開發與使用者有「公共空間關係」的機器人設計。擬人程度高的機器人，雖然也會帶給受測者較低的警戒感、較高的掌控感與較高的愉悅感，但在適切度的平均得分上卻低於擬人程度低的機器人。比較「公共空間關係」與其他三種關係的適切度可以發現，隨著空間關係的距離愈來愈遠，受測者對於不同擬人程度之機器人的適切度與愉悅感受的平均得分也愈來愈高，但受測者卻認為擬人程度低的機器人在「公共空間關係」中比擬人程度高的機器人更具有適切性，且感受到更高的愉悅感，甚至超越由真人所扮演的機器人，此研究結果與 Mori (1970) 認為喜好度的高點會落在恐怖谷之後的觀點不同，因此，在開發與使用者有「公共空間關係」的機器人時，並不能以 Mori (1970) 所提出的恐怖谷理論作為機器人的外形設計依據，低擬人程度的外形設計或許是更適合的選擇。

機器人的設計開發是全球積極拓展的一項重要產業，未來機器人與人類的關係會愈益密切，本研究嘗試以空間關係的角度來探討人對不同擬人程度之機器人的感知，並提出在不同空間關係中機器人擬人程度的適切設計依據，期能對設計師在進行機器人的外形設計上有所助益。

### 5-3 未來研究建議

本研究提出在不同的空間關係中，人對於不同擬人程度之機器人的感知有所差異，在進行機器人的設計時，應根據人與機器人的空間關係來決定擬人程度的設計方向。建議後續研究可以朝下列方向進行：

1. 根據前人的研究顯示，性別對於不同擬人程度之機器人的感受有所差異 (Green et al., 2008; MacDorman et al., 2010; Tung, 2011)，建議未來可以針對在不同空間關係中性別對於機器人擬人程度的感知進行探究，以發展出更適切的設計方向。
2. 人會將機器人擬人化賦予人格的原因除了外形之外尚有許多其他因素，建議未來可以針對不同擬人化因子所帶來的影響進行探討。

## 誌謝

感謝 3 位設計專家與兩階段實驗共 302 位研究參與者，因為你們的熱情讓本研究得以完成，感謝在研究過程中給予指導的陳圳卿副教授、鄭孟淙副教授，並對給予本文懇切修改建議的匿名審查委員們致上萬分謝意。最後，感謝先師 葉雯均副教授，謝謝您對學生的教導，師恩永誌不忘。

## 註釋

- <sup>1</sup> 本研究所重新繪製之刺激物的機器人名稱/生產公司或來源列出如下：A1：INTELLIGENT BRAT REMOTE CONTROLLED ROBOT/KIDBE；A2：Romeo/SoftBank Robotics；B1：Seats2meet.com。Simone de Bruin October 2 2017 撰寫。More About: Robots and Artificial Intelligence；B2：Sophia/Hanson Robotics；C1：WMDOLL/Queen Sex Doll CO., LTD；C2：高山沙織/日本東京遊戲展的《底特律：變人》(Detroit: Become Human) 扮演機器人。

## 參考文獻

1. Bar, M., & Neta, M. (2006). Humans prefer curved visual objects. *Psychological Science, 17*, 645-648.
2. Bartneck, C., Kanda, T., Ishiguro, H., & Hagita, N. (2007, August). Is the uncanny valley and uncanny cliff? In *Proceedings of the 16th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication* (pp. 368-373). Jeju, Korea: IEEE.
3. DiSalvo, C., Gemperle, F., Forlizzi, J., & Kiesler, S. (2002, June). All robots are not created equal: The design and perception of humanoid robot heads. In *Proceedings of the 4th Conference on Designing Interactive Systems: Processes, Practices, Methods, and Techniques* (pp. 321-326). London: ACM.
4. Donovan, R. J., & Rossiter, J. R. (1982). Store atmosphere: An environmental psychology approach. *Journal of Retailing, 58*(1), 34-57.
5. Duffy, B. R. (2003). Anthropomorphism and the social robot. *Robotics and Autonomous Systems, 42*(3-4), 31.
6. Ekman, P. (1993). Facial expression and emotion. *American Psychologist, 48*, 384-392.
7. Gray, K., & Wegner, D. M. (2012). Feeling robots and human zombies: Mind perception and the uncanny valley. *Cognition, 125*, 125-130.
8. 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.
9. Guthrie, S. E. (1997). Anthropomorphism: A definition and a theory. In R. W. Mitchell, N. S. Thompson, & H. L. Miles (Eds.), *Anthropomorphism, anecdotes, and animals* (pp. 50-58). New York, NY: State University of New York.
10. Hall, E. T. (1969). *The hidden dimension*. Garden City, NY: Doubleday.
11. Hanson, D. (2006, July). Exploring the aesthetic range of humanoid robots. In *Proceedings of the ICCS/CogSci2006 Long Symposium: Toward Social Mechanisms of Android Science* (pp. 16-20). Vancouver: Cognitive Science Society.
12. Hekkert, P., & Leder, H. (2008). Product aesthetics. In H. N. J. Schifferstein & P. Hekkert (Eds.), *Product experience* (pp. 259-286). San Diego, CA: Elsevier.
13. Kim, Y., & Mutlu, B. (2014). How social distance shapes human-robot interaction. *International Journal of Human-Computer Studies, 72*, 783-795.
14. Littlejohn, S. W., & Foss, K. A. (2008). *Theories of human communication* (9th ed.) (p. 194). Belmont, CA: Thomson Wadsworth.
15. 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.
16. 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.
  17. Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality*. New York, NY: Harper & Row.
  18. Mehrabian, A. (1972). *Nonverbal communication*. Chicago, IL: Aldine.
  19. Mori, M. (1970). The uncanny valley. *Energy*, 7(4), 33-35.
  20. Nass, C., & Steuer, J. (1993). Anthropomorphism, agency, and ethopoeia: Computers, as social actor. *Human Communication Research*, 19(4), 504-527.
  21. Robert, F., & Robert, J. (2000). *Faces*. San Francisco, CA: Chronicle Books.
  22. Rosenthal-von der Pütten, A. M., & Krämer, N. C. (2014). How design characteristics of robots determine evaluation and uncanny valley related responses. *Computers in Human Behavior*, 36, 422-439.
  23. Russell, J. A., & Barrett, L. F. (1999). Core affect, prototypical emotional episodes, and other things called emotion: dissecting the elephant. *Journal of Personality and Social Psychology*, 76(5), 805-819.
  24. Samovar, L. A., Porter, R. L., & McDaniel, E. R. (2007). *Communication between cultures* (6th ed.). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.
  25. 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.
  26. Tung, F. W. (2011). The influence of gender and age on the attitudes of children towards humanoid robots. In J. A. Jacko (Eds.), *Human-computer interaction. Users and applications, LNCS 6764* (pp. 627-636). Heidelberg: Springer.
  27. Turkle, S. (2011). *Alone together: Why we expect more from technology and less from each other*. New York, NY: Basic Books.
  28. 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.
  29. Willis, J., & Todorov, A. (2006). First impressions: Marking up your mind after a 100 ms exposure to face. *Psychological Science*, 17, 592-598.
  30. Woods, S. (2006). Exploring the design space of robots: Children's perspectives. *Interacting with Computers*, 18(6), 1390-1418.
  31. 王鴻祥、翁鵠嵐、鄭玉屏、張志傑 (譯) (2011)。 *情感@設計* (原作者: D. A. Norman)。台北: 遠流。(原著出版年: 2004)  
Wang, H. H., Weng, C. L., Cheng, Y. P., & Chang, C. C. (Trans.). (2011). *Emotional design* (Original author: D. A. Norman). Taipei City: Yuan-Liou. (Original work published 2004) [in Chinese, semantic translation]
  32. 范堯寬、林奕伶 (譯) (2017)。 *情感運算革命* (原作者: R. Yonck)。台北市: 商周。(原著出版年: 2017)  
Fan, Y. K., & Lin, Y. L. (Trans.). (2017). *Heart of the machine: Our future in a world of artificial emotional intelligence* (Original author: R. Yonck). Taipei City: Business Weekly. (Original work published 2017) [in Chinese, semantic translation]
  33. 畢恆達 (2016)。 *空間就是權力*。新北市: 心靈工坊。

- Bih, H. D. (2016). *The power of space*. New Taipei City: Psy Garden Publishing Company. [in Chinese, semantic translation]
34. 陸洛、周君倚、梁錦泉、陳楓媚、樊學良（譯）（2015）。*人際關係與溝通*（原作者：K. S. Verderber & R. F. Verderber）。新北市：前程文化。（原著出版年：2013）
- Lu, L., Chou, C. Y., Liang, J. C., Chen, F. M., & Fan, H. L. (Trans.). (2015). *Inter-act: Interpersonal communication concepts, skills, and contexts* (Original author: K. S. Verderber & R. F. Verderber). New Taipei City: Future Career Publishing Corporation. (Original work published 2013) [in Chinese, semantic translation]
35. 張美惠（譯）（2011）。*愉悅的祕密*（原作者：D. J. Linden）。台北：時報文化。（原著出版年：2011）
- Chang, M. H. (Trans.). (2011). *The compass of pleasure: How our brains make fatty foods, orgasm, exercise, marijuana, generosity, vodka, learning, and gambling feel so good* (Original author: D. J. Linden). Taipei City: China Times Publishing Company. (Original work published 2011) [in Chinese, semantic translation]
36. 黃春華（譯）（2006）。*創造生命的奇蹟*（原作者：L. L. Hay）。台北：天鏡文化。（原著出版年：1984）
- Huang, C. H. (Trans.). (2006). *You can heal your life* (Original author: L. L. Hay). Taipei City: Sky Light Publishing. (Original work published 1984) [in Chinese, semantic translation]
37. 傅小蘭（主編）（2016）。*情緒心理學*。上海市：華東師範大學出版社。
- Fu, X. (Ed.). (2016). *Psychology of emotion*. Shanghai City: East China Normal University. [in Chinese, semantic translation]
38. 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。
- Tung, F. W. (2013). A study on children's perception and evaluation of humanoid robots. *Journal of Design*, 18(3), 23-39. [in Chinese, semantic translation]
39. 葉重新（2015）。*心理學（簡明版）*（第二版）。新北市：心理出版社。
- Yeh, C. S. (2015). *Psychology* (2nd ed.). New Taipei City: Psychological Publishing Co. [in Chinese, semantic translation]
40. 蘇子堯、許妍飛（譯）（2015）。*愛我就不要控制我——共依存症自我療癒手冊*（原作者：M. Beattie）。台北市：心靈工坊。（原著出版年：2009）
- Su, Z. Y., & Xu, Y. F. (Trans.). (2015). *The new codependency: Help and guidance for today's generation* (Original author: M. Beattie). Taipei: Psy Garden Publishing Company. (Original work published 2009) [in Chinese, semantic translation]
41. 教育部（2015）。*重編國語辭典修訂本*。台北市：教育部。網址：<http://dict.revised.moe.edu.tw/>
- Ministry of Education, R.O.C. (2015). *(Re-edit) Chinese Dictionary revised edition*. Taipei: Ministry of Education. Retrieved from <http://dict.revised.moe.edu.tw/> [in Chinese, semantic translation]



## 附錄

附錄 1. 在親密空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異 (I-J)	標準誤	顯著性		
親密 空間 關係	適切度	A1	A2	.188	.1295	.834		
			B1	.608*	.1295	.001		
			B2	.597*	.1295	.001		
			C1	-.919*	.1295	.000		
			C2	-1.187*	.1297	.000		
		A2	B1	.419	.1295	.064		
			B2	.409	.1295	.078		
			C1	-1.108*	.1295	.000		
			C2	-1.375*	.1297	.000		
		B1	B2	-.011	.1295	1.000		
			C1	-1.527*	.1295	.000		
			C2	-1.795*	.1297	.000		
		B2	C1	-1.516*	.1295	.000		
			C2	-1.784*	.1297	.000		
		C1	C2	-.268	.1297	.513		
		親密 空間 關係	愉悅感	A1	A2	.296	.1207	.307
					B1	.817*	.1207	.000
					B2	.774*	.1207	.000
					C1	-.704*	.1207	.000
C2	-.967*				.1209	.000		
A2	B1			.522*	.1207	.002		
	B2			.478*	.1207	.008		
	C1			-1.000*	.1207	.000		
	C2			-1.262*	.1209	.000		
B1	B2			-.043	.1207	1.000		
	C1			-1.522*	.1207	.000		
	C2			-1.784*	.1209	.000		
B2	C1			-1.478*	.1207	.000		
	C2			-1.741*	.1209	.000		
C1	C2			-.262	.1209	.452		
親密 空間 關係	警戒感			A1	A2	-.247	.1213	.528
					B1	-1.387*	.1213	.000
					B2	-1.156*	.1213	.000
					C1	-.161	.1213	.880
		C2	-.219		.1215	.662		
		A2	B1	-1.140*	.1213	.000		
			B2	-.909*	.1213	.000		
			C1	.086	.1213	.992		
			C2	.028	.1215	1.000		
		B1	B2	.231	.1213	.604		
			C1	1.226*	.1213	.000		
			C2	1.168*	.1215	.000		

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 1. 在親密空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知 (續)

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異 (I-J)	標準誤	顯著性
親密 空間 關係	警戒感	B2	C1	.995*	.1213	.000
			C2	.937*	.1215	.000
		C1	C2	-.058	.1215	.999
親密 空間 關係	掌控感	A1	A2	.274	.1202	.392
			B1	.629*	.1202	.000
			B2	.909*	.1202	.000
			C1	.194	.1202	.762
			C2	.203	.1203	.725
		A2	B1	.355	.1202	.122
			B2	.634*	.1202	.000
			C1	-.081	.1202	.994
			C2	-.072	.1203	.997
		B1	B2	.280	.1202	.368
			C1	-.435*	.1202	.023
			C2	-.426*	.1203	.029
		B2	C1	-.715*	.1202	.000
			C2	-.706*	.1203	.000
		C1	C2	.009	.1203	1.000

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 2. 在個人空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異 (I-J)	標準誤	顯著性
個人 空間 關係	適切度	A1	A2	.167	.1226	.870
			B1	-.043	.1226	1.000
			B2	.468*	.1226	.013
			C1	-.715*	.1226	.000
			C2	-.845*	.1224	.000
		A2	B1	-.210	.1226	.712
			B2	.301	.1226	.304
			C1	-.882*	.1226	.000
			C2	-1.011*	.1224	.000
		B1	B2	.511*	.1226	.004
			C1	-.672*	.1226	.000
			C2	-.802*	.1224	.000
		B2	C1	-1.183*	.1226	.000
			C2	-1.312*	.1224	.000
		C1	C2	-.130	.1224	.952
		個人 空間 關係	愉悅感	A1	A2	.242
B1	.306				.1128	.195
B2	.758*				.1128	.000
C1	-.554*				.1128	.000
C2	-.742*				.1127	.000

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 2. 在個人空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知 (續)

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異 (I-J)	標準誤	顯著性		
個人空間關係	愉悅感	A2	B1	.065	.1128	.997		
			B2	.516*	.1128	.001		
			C1	-.796*	.1128	.000		
			C2	-.984*	.1127	.000		
		B1	B2	.452*	.1128	.007		
			C1	-.860*	.1128	.000		
			C2	-1.049*	.1127	.000		
		B2	C1	-1.312*	.1128	.000		
			C2	-1.501*	.1127	.000		
		C1	C2	-.189	.1127	.730		
		個人空間關係	警戒感	A1	A2	-.204	.1162	.686
					B1	-.758*	.1162	.000
B2	-.962*				.1162	.000		
C1	-.134				.1162	.931		
C2	-.105				.1161	.976		
A2	B1			-.554*	.1162	.000		
	B2			-.758*	.1162	.000		
	C1			.070	.1162	.996		
	C2			.099	.1161	.981		
B1	B2			-.204	.1162	.686		
	C1			.624*	.1162	.000		
	C2			.653*	.1161	.000		
B2	C1			.828*	.1162	.000		
	C2			.857*	.1161	.000		
C1	C2			.029	.1161	1.000		
個人空間關係	掌控感			A1	A2	.161	.1148	.853
					B1	.177	.1148	.793
					B2	.747*	.1148	.000
					C1	.070	.1148	.996
					C2	.056	.1146	.999
		A2	B1	.016	.1148	1.000		
			B2	.586*	.1148	.000		
			C1	-.091	.1148	.986		
			C2	-.105	.1146	.974		
		B1	B2	.570*	.1148	.000		
			C1	-.108	.1148	.972		
			C2	-.121	.1146	.952		
		B2	C1	.677*	.1148	.000		
			C2	-.014	.1146	.000		
		C1	C2	.014	.1146	1.000		

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*, 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 3. 在社交空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異(I-J)	標準誤	顯著性
社交空間關係	適切度	A1	A2	.177	.1231	.838
			B1	.005	.1231	1.000
			B2	.672*	.1231	.000
			C1	-.570*	.1231	.001
			C2	-.747*	.1231	.000
		A2	B1	-.172	.1231	.856
			B2	.495*	.1231	.007
			C1	-.747*	.1231	.000
			C2	-.925*	.1231	.000
		B1	B2	.667*	.1231	.000
			C1	-.575*	.1231	.001
			C2	-.753*	.1231	.000
		B2	C1	-1.242*	.1231	.000
			C2	-1.419*	.1231	.000
		C1	C2	-.177	.1231	.838
		社交空間關係	愉悅感	A1	A2	.226
B1	.242				.1150	.490
B2	.769*				.1150	.000
C1	-.511*				.1150	.001
C2	-.715*				.1150	.000
A2	B1			.016	.1150	1.000
	B2			.543*	.1150	.000
	C1			-.737*	.1150	.000
	C2			-.941*	.1150	.000
B1	B2			.527*	.1150	.001
	C1			-.753*	.1150	.000
	C2			-.957*	.1150	.000
B2	C1			-1.280*	.1150	.000
	C2			-1.484*	.1150	.000
C1	C2			-.204	.1150	.676
社交空間關係	警戒感			A1	A2	-.290
		B1	-.473*		.1167	.006
		B2	-.968*		.1167	.000
		C1	.027		.1167	1.000
		C2	.075		.1167	.995
		A2	B1	-.183	.1167	.783
			B2	-.677*	.1167	.000
			C1	.317	.1167	.194
			C2	.366	.1167	.082
		B1	B2	-.495*	.1167	.003
			C1	.500*	.1167	.003
			C2	.548*	.1167	.001
		B2	C1	.995*	.1167	.000
			C2	1.043*	.1167	.000
		C1	C2	.048	.1167	.999

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*, 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 3. 在社交空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知 (續)

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異(I-J)	標準誤	顯著性
社交 空間 關係	掌控感	A1	A2	.317	.1138	.170
			B1	.145	.1138	.898
			B2	.747*	.1138	.000
			C1	.054	.1138	.999
			C2	.048	.1138	.999
		A2	B1	-.172	.1138	.808
			B2	.430*	.1138	.014
			C1	-.263	.1138	.374
			C2	-.269	.1138	.350
		B1	B2	.602*	.1138	.000
			C1	-.091	.1138	.986
			C2	-.097	.1138	.982
		B2	C1	-.694*	.1138	.000
			C2	-.699*	.1138	.000
		C1	C2	-.005	.1138	1.000

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square(Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 4. 在公共空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異(I-J)	標準誤	顯著性
公共 空間 關係	適切度	A1	A2	.527*	.1263	.004
			B1	.097	.1263	.989
			B2	1.167*	.1263	.000
			C1	.586*	.1263	.001
			C2	.629*	.1263	.000
		A2	B1	-.430*	.1263	.041
			B2	.640*	.1263	.000
			C1	.059	.1263	.999
			C2	.102	.1263	.985
		B1	B2	1.070*	.1263	.000
			C1	.489*	.1263	.011
			C2	.532*	.1263	.003
		B2	C1	-.581*	.1263	.001
			C2	-.538*	.1263	.003
		C1	C2	.043	.1263	1.000
		公共 空間 關係	愉悅感	A1	A2	.425*
B1	.226				.1148	.568
B2	1.022*				.1148	.000
C1	.065				.1148	.997
C2	.086				.1148	.990
A2	B1			-.199	.1148	.699
	B2			.597*	.1148	.000
	C1			-.360	.1148	.080
C2	-.339	.1148	.122			

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square (Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

附錄 4. 在公共空間關係中人對不同擬人程度之機器人的感知 (續)

空間關係	依變數	(I) 機器人	(J) 機器人	平均值差異 (I-J)	標準誤	顯著性		
公共空間關係	愉悅感	B1	B2	.796*	.1148	.000		
			C1	-.161	.1148	.852		
			C2	-.140	.1148	.915		
		B2	C1	-.957*	.1148	.000		
			C2	-.935*	.1148	.000		
		C1	C2	.022	.1148	1.000		
公共空間關係	警戒感	A1	A2	-.366	.1194	.096		
			B1	-.478*	.1194	.007		
			B2	-1.091*	.1194	.000		
			C1	-.360	.1194	.106		
			C2	-.328	.1194	.184		
		A2	B1	-.113	.1194	.971		
			B2	-.726*	.1194	.000		
			C1	.005	.1194	1.000		
			C2	.038	.1194	1.000		
		B1	B2	-.613*	.1194	.000		
			C1	.118	.1194	.964		
			C2	.151	.1194	.902		
		B2	C1	.731*	.1194	.000		
			C2	.763*	.1194	.000		
		C1	C2	.032	.1194	1.000		
		公共空間關係	掌控感	A1	A2	.360	.1178	.097
					B1	.237	.1178	.545
					B2	.812*	.1178	.000
					C1	.301	.1178	.259
					C2	.387	.1178	.056
A2	B1			-.124	.1178	.954		
	B2			.452*	.1178	.012		
	C1			-.059	.1178	.998		
	C2			.027	.1178	1.000		
B1	B2			.575*	.1178	.000		
	C1			.065	.1178	.998		
	C2			.151	.1178	.897		
B2	C1			-.511*	.1178	.002		
	C2			-.425*	.1178	.024		
C1	C2			.086	.1178	.991		

根據觀察到的平均值。誤差項是 Mean Square (Error) = 1.256。\*. 平均值差異在 .05 水準顯著。

# Human Perception of Robot Anthropomorphic Design in Different Spatial Relationships

Tung-Yi Cheng\*    Chun-Ching Chen\*\*    Meng-Cong Zheng\*\*\*

\* College of Design, National Taipei University of Technology  
therock0326@yahoo.com.tw

\*\* Department of Interaction Design, National Taipei University of Technology  
cceugene@ntut.edu.tw

\*\*\* Department of Industrial Design, National Taipei University of Technology  
zmcdesign@gmail.com

## Abstract

This study ascertains people's perception of robots with different degrees of anthropomorphic design in different spatial relationships. A questionnaire survey is conducted on subjects that simulate interactions with robots, and evaluate images of the head of robots with different degrees of anthropomorphic design, learning about their perception of the relationship with robots in different spaces. Research results show differences in the perception of robots with different degrees of anthropomorphic design in different spatial relationships. Subjects felt that higher degree of anthropomorphic design was more appropriate for robots in intimate space, personal space, and social space, and it resulted in higher pleasure, lower alertness, and higher dominance. In public space, subjects felt that lower degree of anthropomorphic design was more appropriate for robots, and it resulted in higher pleasure, lower alertness, and higher dominance. Results show that the appearance of robots should have a similar design to humans in intimate space, personal space and social space. And a design less similar to humans maybe a more suitable option in public space.

**Keywords:** Proxemics, Anthropomorphic Design, Uncanny Valley.