

「事物星系」作為探索未來智慧群體互動設計

鄭宇婷* 梁容輝** 陳玲鈴***

* 荷蘭安荷芬理工大學、國立臺灣科技大學

y.cheng@tue.nl

** 國立臺灣科技大學

liang@ntust.edu.tw

*** 荷蘭安荷芬理工大學

l.chen@tue.nl

摘要

目前多數的物聯網設計只是將產品網路化，還無法與產品創造出多元合作的智慧能力，替人們的生活提供新的應用與價值。人機互動學者相繼反思，提出物聯網設計欠缺「群體互動」之系統性思維，並呼籲設計師需要重新理解日常產品在生活脈絡中所展現出的互動模式，進而找出智慧化與物聯網之設計切入點，然而，要從過於熟悉的日常裡獲得群體互動設計靈感是一項挑戰。本研究秉持「透過設計做研究」精神，實際開發工具、執行場域研究並反思過程，提出一套設計研究方法—事物星系，從非人觀點讓研究者重新探索居家日常產品的互動關係，以星系隱喻作分析，詮釋群體星星（產品）的互動模式，藉此啟發設計師與相關學者探索未來智慧群體之設計方向。

關鍵詞：設計場域研究方法、群體互動關係、智慧化設計、事物星系、事物中心、物誌學、物聯網

論文引用：鄭宇婷、梁容輝、陳玲鈴（2022）。「事物星系」作為探索未來智慧群體互動設計。《設計學報》，27（4），45-68。

一、前言

1-1 研究背景與動機

隨著晶片微小化與無線網路的進步，市面上出現各種號稱智慧物聯網產品，例如：語音助理 Google Home、穿戴式裝置 Wearable Fitbit、智慧燈泡 Philips Hue 等，這些產品能夠搜集數據並連接到雲端，形成智慧服務系統，替人們帶來自動化服務，邁向智慧科技生活。然而，這些產品的智慧能力，目前只是「網路化」，成為一組由雲端遠端操控的連線產品，還無法與各式產品（連網與非連網產品）創造出多元且彈性的合作能力。Coulton 與 Lindley（2019）評論當今智慧產品設計，欠缺系統性的思維，忽略物聯網實則為「群體互動」設計，因此，它們無法創造人類生活中的新價值，更無法讓所蒐集到的數據實

際回饋至人們的生活，提供有意義的應用。大部分的數據都淪為被公司作為商業行為使用，因而衍生出不當的數據蒐集與誤用的隱私問題（Pierce, 2019）。然而，要協助物聯網設計師從單一產品互動設計轉換至「群體互動」的新思維是一項挑戰（Giaccardi, 2020。Williams、Pulivarthy、Hudson 與 Hammer (2020) 呼籲設計師應該從日常產品的群體互動關係找出需要被智慧化的產品，讓物聯網設計能夠扣回日常生活脈絡之中，成為人們重要的一環。因此，本研究目標為建構出新的設計研究方法，協助設計師能從日常生活脈絡中，探索多產品間的群體互動關係，作為未來智慧群體設計之靈感。

1-2 研究問題與目的

為了協助設計師從日常生活脈絡中獲得群體互動關係的新觀點，人機互動（human-computer interaction, HCI）設計研究者相繼提出非典型的設計場域研究方法，用以探索日常事物之群體互動關係。例如，Giaccardi、Cila、Speed 與 Caldwell (2016) 的「物誌學（thing ethnography）」和 Chang、Giaccardi、Chen 與 Liang (2017) 的「物件訪談（interview with things）」，皆採用「事物中心（thing-centred）」（Giaccardi et al., 2016；Lindley, Coulton, & Cooper, 2017；李婉貞、梁容輝，2020）觀點，將相機架設於日常產品上，捕捉第一物稱（first thing view）的場域照片，讓設計師從非人視角重新觀察日常場域，並透過换位思考重新對熟悉的日常感到新奇，挖掘出平常以「人」雙眼無法發現的新日常（Giaccardi & Redström, 2020; Giaccardi et al., 2016），詮釋該產品與多人、多物所創造出的複雜群體互動關係，藉此，啟發設計師去留意未曾注意過的群體互動、新產品組合與可能的數據流（Coulton & Lindley, 2019）。然而，透過上述的「事物中心」之場域研究法，對於理解群體互動關係仍有所侷限；Frauenberger (2019) 評論目前的「事物中心」之研究方法仍落於中心式的侷限視角，無法捕捉到更為全面與系統性的群體互動關係；Coulton 與 Lindley (2019) 更呼籲物聯網設計需要新的隱喻（metaphor），並提出「星系（constellation）隱喻」，描述物聯網中的每個節點（使用者、連線產品、非連線產品、第三方公司、製造商、甚至是寵物等），經由數據的串連形成一個龐大的網絡，這些節點如同星星能夠互相合作與交流，建構出多元的星系，彈性地因應不同情境組合成各種群體互動。但是，如何實際將「星系隱喻」應用至物聯網相關的設計場域研究還未被提出。因此，本研究欲探索與提出一套新型態的場域研究方法，結合「非人觀點」和「星系隱喻」的手法活絡設計師的雙眼，重新探索與詮釋日常脈絡中的群體互動關係，藉此啟發對未來物聯網設計之方向。以下為本研究的主要提問：

1. 如何透過「星系隱喻」建構出一套場域研究方法，捕捉到日常脈絡中非人觀點之群體互動關係？
2. 如何透過「星系隱喻」分析場域數據，詮釋出日常脈絡中的群體互動關係？

1-3 研究方法與貢獻

為了回答上述兩大問題，本研究秉持「透過設計做研究（research through design, RtD）」（Koskinen, Zimmerman, Binder, Redstrom, & Wensveen, 2011）」的精神，即是以「實踐為主（practice-based）」（Christopher, 1994; Redström, 2017）」，透過設計研究者投入實踐的過程中進行「行動中的反思（reflection in action）」（Schön, 1984），挖掘設計師在過程中根據不同的「棘手的問題（wicked problem）」（Rittel & Webber, 1973）」重新框架、定義，甚至是混合不同領域的理論和方法（Ylirisku, Halttunen, Nuojua, & Juustila, 2009），探索出「如何做好設計（making the right things）」（Zimmerman, Forlizzi, & Evenson, 2007）」，形成「設計師式的理解（designerly ways of knowing）」（Cross, 1982）」。該理解（可能為一種設計決策、方案或方向）並非是提供未來設計師一個最佳的公式與解法，而是提供一種示範，讓未來設計研究者能

夠理解該決策背後的精神與意義，並且能夠延伸出更合適他們的方法。承襲以上精神，本研究期望建構出一個能夠從「事物中心」討論未來智慧群體設計之靈感，此靈感受「物誌學 (Giaccardi et al., 2016)」啟發，然而，該物誌學尚屬於一種新興的研究方法，仍有很多空間需要調整 (Frauenberger, 2019)，因此，本研究將「物誌學」作為主要的研究方法基底，透過設計研究者進行「物誌學」過程中所面臨到的問題，例如：「如何捕捉群體事物關係」、「場域照片蒐集之隱私挑戰」等，開發新研究工具、調整物誌學的步驟和引入 Coulton 與 Lindley (2019) 的「星系隱喻」，提出「事物星系」作為不同版本的物誌學方法。

本研究的「事物星系」可作為互動設計領域的第四派典之場域研究方法 (李婉貞、梁容輝, 2020)，協助設計師探索日常脈絡中的現有產品之群體互動關係。其方法貢獻有二：第一、提出物誌學新視角—從「第三物稱」的視角捕捉「無人在場」的「事物活動切片」，見圖 1 (a) 所示；第二、提供以星系隱喻作分析的框架，協助未來研究者探索場域中的物換星移，分析事物間的群體互動關係，見圖 1 (b) 所示。最後，研究對於事物星系之方法與結果進行反思，討論如何連結回智慧物與物聯網的群體互動設計方向，呼籲物聯網設計需要朝向如「星系」般的群體互動關係，創造多人、多物、多物種間的和諧互動。

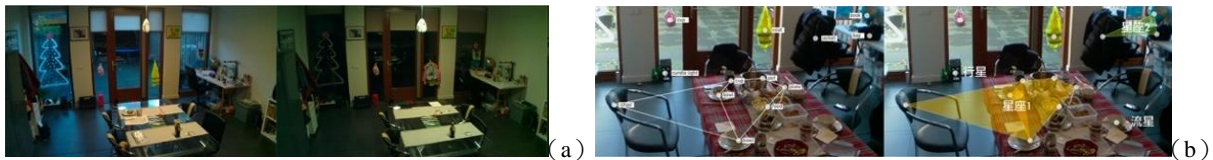


圖1. 事物星系

(a) 捕捉非人觀點的第三物稱之活動切片；(b) 以星系隱喻作框架，分析與詮釋群體關係

二、文獻探討

2-1 物聯網群體互動設計的設計隱喻

Kevin Ashton 於 1999 年提出物聯網 (Internet of Things, IoT)，討論多物件結合無線通訊科技 (藍芽、無線網路、RFID 等) 和感測器 (Ashton, 2009) 執行自動化與數據搜集的物件網路。延伸此概念，物聯網相繼被應用於多種領域，例如：交通、健康、居家生活等 (Sundmaeker, Guillemin, Friess, & Woelffl, 2010)。隨著通訊科技的逐漸成熟，物聯網也被視為一種創造未來生活中將所有事物相連的「新連網現象 (Atzori, Iera, & Morabito, 2010 & 2017; Buckley, 2006; Yan, Zhang, Yang, & Ning, 2019)」。該現象不僅止於將連線產品相連，更是透過數據，將連線與非連線物件、人物、環境等全面連結。為了理解此現象所帶來的影響，設計研究者提出不同的設計隱喻 (metaphor)，去理解多物、多人與虛實整合之節點式的新群體互動現象，例如，Sterling (2005) 創造「Spime」新字將空間 (space) 與時間 (time) 兩字混合，描繪物聯網所創造的是隨時隨地皆能取用的虛實整合之力量與價值，而非聚焦於「物件」本身。Coulton 與 Lindley (2019) 則提出「星系 (constellation)」，強調物聯網中平坦式與多節點的結構；Murray-Rust、Gorkovenko、Burnett 與 Richards (2019) 也沿用星系隱喻，提出纏繞誌學 (entangled ethnography)，透過分析設計案例，討論物聯網中從使用端到製造端等的多元節點。相較於抽象的 Spime，本研究認為「星系隱喻」更直接地點出物聯網結構上的特質，但是，如何將「星系隱喻」落實於設計場域研究中，尚未有實際的方法。然而，本研究仍觀察到部分設計研究者，透過他們的創意，進行類似於星系概念的研究方法。例如，Desjardins、Biggs、Key 與 Viny (2020) 拍攝參與者家中的群體物件，並在照片上加入設計師所推測的可能連結與數據流動的插圖，協助參與者想像自家物聯網的連結想像；

Nansen、Ryn、Robertson、Brereton 與 Dourish (2014) 透過訪談與拍攝各種物件組合，與參與者討論群體物件的社交意義。兩者例子皆主要透過質性訪談與主觀攝影，捕捉物件於場域中片面的群體互動。為了捕捉到更全面與即時性的群體互動，Crabtree 與 Tolmie (2016) 直接以自家為範例，紀錄家中物件的使用頻率，繪製出物件們的路徑，討論其活動性。此方法雖然捕捉到即時和全面性的數據，但是研究者也造成家中其他成員的隱私困擾，建議未來研究者需尋找更有效率的方式。Huang、Cheng、Liang、Hsu 與 Chen (2021) 則從網路開源照片庫抓取照片，應用電腦運算繪製出 80 種物件關係圖呈現出集體物件星系圖，該方式雖然解決了個人隱私問題，但是還無法針對特定族群與情境進行捕捉。未來學者仍須探索出更適當的方法，能夠在個人隱私與有效的研究方法間找到平衡，同時亦為本研究的目標。

2-2 事物 (Thing)

物聯網的英文「Internet of Things」中「Things」視為「擁有連線能力之產品」，而「Internet」則是多產品串連而成的「網路」。然而，當物聯網不再受技術的限制時，設計研究者便提升對物聯網的討論層次，從技術面轉到現象面，此時「Things」不再單指擁有連線能力之產品，而泛稱因物聯網被串連的「萬事萬物」。Verbeek (2005) 結合 Latour 的行動者網絡理論 (actor-network theory, ANT) 為基底，反思產品設計的過程中，認為「Thing」是設計物 (或科技物) 進入場域後，與人、空間、時間產生連結並創造新的意義與經驗。Michelis (2014) 以設計實務為例，從前期產品開發與後期產品被使用作為一個分野，討論前期設計中設計師聚焦於「實體物」的設計，例如：造型、功能與材質，而當該實體物進入場域後，將會與場域中的各種事件、他人、他物創造出新的關係與意義，此時，該實體物 (object) 成為一種只可被經驗的獨一無二的「關係物 (Thing)」。在中文語境上，李婉貞、梁容輝 (2020) 將「Thing」翻譯為「事物」，呼應「Thing」的「關係物」之特質，即物與各種事件關係相連的萬事萬物。為了區分實體物與關係物之間的差別，下頁圖 2 參考 Magnusson (2013) 的定義並重新製圖比較「物件 (object)」與「事物 (thing)」之差別，而本研究的重點便是探索萬事萬物於場域中所創造的現象與意義，故本文後續將皆使用「事物」貫穿全文。





	物件 (object)	事物 (thing)
定義	實體物 (matter of fact)  非關係的 (unrelational) 完整的 (complete) 事實的/實體的 (factual) 預先計畫的 (pre-delineated)	關係物 (matter of concern)  關係的 (relational) 不完整的 (incomplete) 過程的/相關的 (processual) 非預先計畫, 回應的 (responsive)
舉例	 「沙發」	 位於某人的客廳和慶祝聖誕節的「沙發」

圖2. 事物與物件之比較圖

參考 Magnusson (2013) 的比較並重新製圖，增加範例與中文解釋。根據教育部國語辭典的定義，將 object 稱為「物件」，泛稱成件的物品；things 稱為「事物」，代表產生意義的一切事情和現象。

2-3 以「事物為中心」的設計研究方法：隱喻與詮釋

過去 HCI 研究多以「人的觀點」(例如：使用者為中心) 討論人如何使用物，以及人因為物而延伸的經驗與感受，物在此觀點下，多以功能為導向，並以「為人服務」而存在 (Giaccardi & Redström, 2020)。然而，「事物為中心 (thing-centred)」作為新互動設計派典 (李婉貞、梁容輝, 2020)，不再只是討論

「物的使用」，也關注「物的存在」。特別是受到物聯網的科技願景之影響，研究者意識到設計物不只是服務於人，也可以為寵物或其他智慧物產生互動與交流，建立「社交事物之物聯網 (internet of social things) (Nanse et al., 2014)」、創造與他物的電子回憶 (Barthel, Leder Mackley, De Jode, Hudson-Smith, Karpovich & Speed, 2013)。反思物和人之間的關係，人在事物觀點中只是一個節點，設計研究者應跳脫以使用者為中心的脈絡，以系統性的方式去討論 (Rebaudengo, 2012; Coulton & Lindley, 2019; Giaccardi & Redström, 2020; Murray-Rust et al., 2019)。

然而，設計研究者本身仍是「人」，要完全撇除「從人觀點」理解物與物的關係，並非一件易事 (Bogost, 2012)。同時，「事物」無法使用與「人」相同的語言和表情來傳達自身的觀點，更無法讓研究者從傳統的質性研究方法，直接訪談「事物」來理解其行為與想法。因此，互動設計研究者針對研究「事物觀點」，要求研究者需要意識到自身為人的限制 (Christopher, 2019)，善用人類既有的能力與配置，透過「隱喻 (metaphor)」和「詮釋 (interpretation)」進入事物觀點 (Bogost, 2012)。長期致力以物為主的互動設計研究者 Bogost (2012) 提出「異形現象學 (alien phenomenology)」，認為研究者應具備研究異形的心態，認為雖然身為人類的我們無法成為異形 (成為事物)，但是我們能透過各種「隱喻」，去「詮釋」出接近事物的觀點，該曲徑也呼應「人文互動設計領域 (humanist HCI) (Bardzell & Bardzell, 2016)」，人文互動設計研究者會透過專家的主觀性，結合各種理論甚至是專家們的想像力，試圖詮釋令人困惑、尚未完整成形、模糊且可能有矛盾的經驗與現象 (例如：事物觀點)，讓其他研究者也能理解該現象，從中獲得新的啟發與反思 (Bardzell & Bardzell, 2016)。

誠如上述 Bogost (2012) 的論點，「人」在事物為中心之相關研究仍然扮演著重要的角色。互動設計研究者相繼提出具有創意且非典型的研究方法，創造觸媒 (stimuli) 刺激「人」去詮釋事物的世界。例如：物誌學 (Giaccardi et al., 2016) 轉換拍攝場域視角，捕捉從物的觀點所看到的場域環境 (第一物稱) (first-thing-view) 刺激專家 (人) 進行换位思考，以「事物」的視角重新觀察日常活動，詮釋與分析事物間的關係和意義，並進一步地針對物聯網之群體合作與數據之想像 (Cila et al., 2015)；Chang 等人 (2017) 使用相同的第一物稱視角，但是加入專家表演者 (人)，讓表演者解讀數據並用表演的方式去詮釋出物的感受與想法，代替物來與研究者進行對話，協助研究者跳多以人為中心的使用者之脈絡來分析人與物互動關係。其他研究者更創造出不直接與人互動的設計物部署於場域中，例如：Morse things (Wakkary et al., 2017) 和 Tilting bowl (Wakkary, Oogjes, Lin, & Hauser, 2018)，讓參與者 (例如：哲學家) 與之共同生活。這些不直接與人互動的設計物，創造一種新的現象與使用經驗—事物擁有自己的社交圈與生活方式，再透過訪談讓參與者們詮釋該事物於場域中所扮演的角色與觀點。上述方式皆創造了不同的設計觸媒 (stimuli) 去刺激人進行事物觀點之詮釋，揭露出不同於以人為中心的新日常 (Giaccardi, 2020; Giaccardi et al., 2016)，讓設計師反思事物成為物聯網時所帶來的新現象與分工模式 (Williams et al., 2020)，開啟「超越以人為中心的设计思潮 (more-than human-centred design) (Coulton & Lindley, 2019)」。

2-4 透過隱喻與詮釋進入「事物觀點」之挑戰

事物為中心的隱喻與詮釋點燃一波獨具一格的人機互動設計研究方法，但是研究者也開始意識到，若研究方法過度使用擬人化和「萬物有靈 (animism) 的觀點 (Laurel, 2006; Rose, 2015; Marenko, 2014)」，將事物觀點過度詮釋成擁有豐富情感的角色，會忽略事物既有的限制與配置 (Frauenberger, 2019；李婉貞、梁容輝，2020)。設計研究者 Coulton 與 Lindley (2019) 也意識到未來物聯網有機會創造出超越人類能經驗且更為複雜的群體互動關係，無法只從單一視角的擬人去詮釋，而需要用更為系統性的思維協助設計師理解事物關係的複雜性。因此，他們提出「星系」作為一種隱喻，引導設計師將事物理解成一

顆「星星」，而物與物的關係想像成一張星譜，討論星星譜出的脈絡與意義，而非聚焦於一顆星的感受。這也呼應到本研究認為使用「星系隱喻」能夠進行更符合物聯網多節點互動的現象觀察，並以較為非擬人的方式去詮釋多事物間的合作群體關係。

三、研究方法

為了將「星系隱喻」結合至場域研究方法，本研究深受物誌學（Giaccardi et al., 2016）的啟發，也透過改變拍攝場域視角作為刺激人詮釋之素材。物誌學原本提出的「第一物稱」，其視角描述著單一事物之敘事觀點與「星系隱喻」有所落差，因此，我們需要用不一樣的視角來捕捉和觀察場域中的事物。藉著「星系隱喻」，我們將場域譬喻為夜空，而場域中的事物則為夜空中的星星。為了捕捉這整片星空，我們提出「無人在場」的「第三物稱」。該「第三物稱」即在場域中部署一個研究工具以旁觀者的視角捕捉整個場域中事物的動靜。而「無人在場」則是將夜空意象呈現出來，刺激參與者聚焦在事物（星星）上，詮釋、連結、推測該星空與自身的連結。本研究並沒有讓參與者試圖從「事物」的角度去詮釋，而是如同解讀星空和創造星座故事的方式，讓參與者從自身經驗去詮釋事物星系背後的意義。以下，本研究以 Giaccardi 等人（2016）的物誌學步驟作為「事物觀點」之場域研究設計的藍本，並秉持著「透過設計做研究（research through design, RtD）（Koskinen et al., 2011）」的精神，反思物誌學目前方法的限制，並重新建構更適合捕捉群體互動關係之步驟，歸納出本研究所執行的四個主要步驟。

3-1 開發捕捉事物星系的「研究工具」

在原本的物誌學中，研究者將相機置入於日常產品上調整其「拍攝視角」，並捕捉第一物視角的場域觀察照片（Giaccardi et al., 2016）。本研究實測後發現有兩大挑戰：*第一，如何讓拍攝型研究工具能夠進行長期間的場域拍攝，且不會傷及參與者的隱私？*原本物誌學雖然成功搜集到數據，但是他們卻沒有討論該拍攝工具對居家場域所造成的隱私問題。即使研究者會提供參與者知情同意書，該拍攝工具的存在如同設置一台監控攝影機，監控居家場所（通常有各種私人和隱密的活動）隨時有冒犯居家隱私的風險，造成參與者心理上的不舒服而產生行為上的改變，造成研究者不一定能夠實際捕捉到真實的情況。因此，攝影型研究工具不只是需要捕捉到事物中心觀點，也需要有一定的機制避免拍攝到居家場域中的隱私畫面。*第二，如何讓工具捕捉到非人觀點與全面性的群體互動視角？*本研究提出從旁觀者的角度捕捉整體事物於場域中的變化，延伸星系隱喻，將「人」從畫面中去除，單純呈現出事物如物換星移的整體變化。同時，研究者期待捕捉到事物活躍的移動變化，因此，研究者有意讓研究工具不只能夠考慮居家隱私並於場域中長時間拍攝，更能夠即時捕捉到無人卻正在活動中的事物星系。為了回應這兩項設計挑戰，本研究採用互動式 Peekaboo 相機（Funk, Cheng, Tsai, & Chen, 2019），如圖 3 所示。Peekaboo 相機是一個考慮隱私的互動式居家觀察相機，提供兩種互動模式，如下頁表 1 所示，與參與者共同合作拍攝，其不只是提升參與者對搜集數據的掌控度，也能協助研究者拍攝到活動中卻無人出現的事物星系。



圖 3. Peekaboo 相機是一個互動式捕捉數據之工具，協助設計場域研究

表 1. Peekaboo 相機有兩種模式，提供參與者決定要採用哪一種互動模式進事物星系之場域研究

互動方式	1.提前通知	2.即時評估	3.決定：同意拍照	4.決定：不同意拍照
模式一 積極拍攝	Peekaboo相機定時提前通知參與者拍攝時間。	參與者評估現場環境是否有隱私疑慮，靠近相機作控制：決定是否要及時拍照並離開現場，讓場域變成無人在場的活動空景。	參與者不按按鈕。 Peekaboo遮蓋自動打開，讓相機拍攝現場。	參與者按下按鈕。 Peekaboo遮蓋繼續擋住，降低參與者被偷窺的感受。
模式二 被動拍攝			參與者按下按鈕。 Peekaboo遮蓋自動打開，讓相機拍攝現場。	參與者不按按鈕。 Peekaboo遮蓋繼續擋住，降低參與者被偷窺的感受。

3-2 部署工具至場域進行拍攝

在原本的物誌學中，研究者將工具部署於場域讓參與者與之共同生活一段時間，並即時拍攝事物所望出去的其他事物與人的互動變化 (Giaccardi et al., 2016)。本研究同樣將 Peekaboo 相機部署至兩個自願參與的家庭，分別為 A 家庭與 B 家庭，進行為期 14 天拍攝。A 家庭有四名成員，一對夫妻 (41-45 歲) 與一兒一女 (11-15 歲)；B 家庭有三名成員，一對夫妻 (41-45 歲) 與一女 (6-10 歲)，兩個家庭背景皆是從台灣移民至荷蘭的中產家庭。為了尊重參與者的隱私，研究者與參與家庭討論適當能捕捉主要活動的安裝位置，和示範工具的使用與內裝，建立參與家庭對工具的信任。最後，Peekaboo 相機部署在 A 家庭的「客廳」，B 家庭的「餐廳」。研究者請兩家庭與 Peekaboo 相機合作，適時使用 Peekaboo 相機的互動按鈕拍攝無人在現場卻正在活動中的事物星系圖。為了防止意外照片流出，所有拍攝照片皆以線下方式儲存於 Peekaboo 相機裡，當研究者要回收照片時，參與者會先請研究者審視和過濾所有照片，確認後才交還給研究者進行分析與訪談。

3-3 透過照片作為觸媒 (stimuli) 的質性訪談

在原本的物誌學中，研究者將場域數據 (第一物稱照片) 作為觸媒 (stimuli) 刺激多位專家 (非居民) 透過照片詮釋「事物為中心」觀點 (Chang et al., 2017; Giaccardi et al., 2016)。參與者 (居民) 並沒有參與詮釋的過程，而是作為被觀察之一的事物，皆由專家的主觀想像與詮釋代替事物發聲。本研究將「無人在場」的「第三物稱」照片放到電腦疊合製作縮時影片，同樣作為詮釋觸媒，而不同於本研究也將照片分享給參與者 (居民)，去紀錄他們自身與事物的關係與當下發生的情境側寫，藉此，多出一份質性數據供給後續研究者挖掘事物在生活中所建立的脈絡，甚至是照片以外的情境。此兩筆資料：無人在場的場域照片和參與家庭的質性資料，將作為本研究進事物星系理解的重要詮釋素材。

3-4 分析數據和進行對事物中心的詮釋

在原本的物誌學中，研究者將場域數據提供給不同領域的專家，例如：表演者 (Chang et al., 2017)、社會學家 (Giaccardi et al., 2016)，透過專家自身內化分析與詮釋場域數據，再以獨特的方式 (例如：表演) 重新轉譯，給予研究者新的觀點。本研究也透過兩位專家 (從事物聯網相關設計之互動領域研究者，同時為作者群) 重新分析兩筆資料 (無人照片與參與者的質性側寫)。分析原則與方式為：第一，研究者將所有照片根據時間排序，根據參與家庭挑選出的特別事物，逐一統整出單一與群體事物於時間和空間上的移動變化，並配合參與者描述的情境脈絡，還原出當下發生的互動情境，並呈現於本文的第四章「研究結果」；第二，研究者 (兩位專家) 共同討論「星系隱喻」各種延伸的現象 (例如：運行週期與星座等)，將第一階段所獲得的資料作為素材，重新拼貼成「事物星系」的現象，詮釋事物如星星

在時間和空間中與其他事物建立起的故事（脈絡），呈現於本文的第五章「研究發現」；最後，研究者針對事物星系現象進行反思，並討論事物星系帶給未來智慧群體設計上更廣泛的意涵與應用，呈現於第六節「研究討論」與第七節「研究反思」。

四、研究結果：還原事物互動模式

Peekaboo 相機成功捕捉到 96 張照片，其中 4 張基於隱私考量被參與家庭刪除（A 家庭總共有 48 張照片，共刪除 2 張；B 家庭共有 48 張照片，共刪除 2 張）。透過最終 92 張照片疊合，呈現出事物於兩個居家場域各種群聚與離散的過程。當參與者瀏覽無人在場的事物場域照片時，參與者皆投以好奇的眼光，觀察與自己生活的事物們如何自主地在熟悉的場域中表演。參與家庭 A 的成員們會指著照片中的事物，開始討論、推測和釐清當下發生的情境，參與者們甚至有小爭執，例如：家庭 A 的成員們推論一雙到處移動的拖鞋軌跡，代表著一名成員隨性的個性，因而引發該成員的不認同並討論各自的生活習慣。無人在場的照片呈現出一種模糊的情境，反而讓參與者們共同回憶與拼貼情境，研究者得以看到參與者刺激出的詮釋力。同時，無人在場的照片也讓場域中的事物前台化（foreground），讓參與者不會受到任何行動者（actor）（例如：人、貓、狗等）的影響，能夠清楚看到家中每個事物的擺設和移動變化，並讓參與者們發現自己未曾注意到的固定習慣，例如：家庭 B 中的一名成員會把文件放在鞋櫃前當作出門提醒的習慣，見圖 5（c）所示，其他成員驚訝相處的這段時間卻從未發現。即使無人在場的照片無法將所有的活動都捕捉，該照片的模糊性反而讓參與者延伸更多事件，例如：家庭 B 透過兩張便當盒的出現與消失，分享便當盒實際上在餐廳與廚房間不停來回，家庭成員們透過搬移便當盒爭論「誰洗便當盒」的無聲對話，見圖 6（d）所示。同時，該模糊性也給予參與者尊重，能夠根據自身的隱私，決定是否要將全部的活動內容都詳述給研究者，例如：家庭 B 分享為了聖誕節派對，特別將家裡重新佈置，但並沒有深入分享實際聖誕節派對所發生的情境。整體而言，參與者皆以自身經驗去解讀無人在場的照片，並在照片上找出特別事物進行討論與分享。A 家庭圈出 14 種事物，B 家庭圈出 23 種事物，共有 37 種事物於訪談期間被參與者們提及和討論，如表 2 所示。以下，研究者針對這 37 種事物，分析單一與群體事物們於時間和空間上的變化，並與參與者討論事物於時間和空間中的改變與背後所隱含的意義：

表 2. A 與 B 家庭圈選事物之統計種類

	A家庭	B家庭
傢俱類	立燈、沙發、沙發枕、個人沙發、凳子	桌巾、餐桌椅、餐桌、鞋櫃、外套架
穿戴類	毯子、外套、包包、購物袋	外套
文書類	廣告傳單、信件、家庭作業本	童書、文件、兒童畫、 筆記型電腦、廣告傳單
飲食類	水壺	碗、盤子、刀子、叉子、湯匙、食物、保鮮盒、 杯子、便當盒
其他類	衛生紙	狗玩偶、馬玩偶、蠟燭臺
總計	14種	23種

4-1 單一事物分析

隨著時間改變，事物會配合著居家活動和生活型態的不同而改變位置。下方歸納出單一事物呈現出的四種型態：週期型、快閃型、遊牧型、常駐型，並統整至表 3。

A. 週期型

事物以固定頻率出沒於場域，刺激參與者分享居家生活中的例行性行為與習慣。例如，家庭 B 的每週三下午相同時間，會固定出現「藍色外套」掉落在地上，見表 3. A. (a) 所示，家庭 B 分享：「每週三的放學時間，鄰居小孩都會到我們家寫作業，而且他每次來都會把外套丟在地上。（家庭 B）」；「童書」也固定在週四晚上於餐桌上出現，見表 3. A. (b) 所示，家庭 B 分享：「這很明顯就是星期四，因為那天我們會去圖書館，（女兒）會借童話書回來看。」；家庭 A 的每日早晨至傍晚至睡前，「單人沙發椅」上會從空無一物到堆滿「外套」與「背包」，再變回空無一物的狀態，見表 3. A. (c) 所示，家庭 A 表示：「這代表著我們一天的行程，每到晚上睡覺前，我（家庭 A 中的媽媽）都會把所有東西都物歸原位。」

B. 快閃型

事物突然出現而後消失，它們通常只會被相機捕捉到一次，進而刺激參與者討論是否有任何特別事件發生。例如，在家庭 B，研究工具捕捉到唯一一張「狗娃娃」放在餐桌上的照片，見表 3. B. (a) 所示。當家庭 B 看見狗娃娃照片，立刻回憶起那天的特別事件，並解釋這是一則提醒訊息：「那天是女兒把狗娃娃放在我的位置上，叫我放學去接她時，記得帶上這隻狗娃娃去找她。」家庭 B 中也捕捉到一張赫然出沒在「餐桌」上的「馬娃娃」，見表 3. B. (b) 所示，家庭 B 也立即分享另一個特別事件：「那天學校要帶我女兒去動物園，她那天早上就在玩那隻小馬！很興奮。（家庭 B）」。快閃出沒的事物也讓參與家庭發現彼此不曾注意過的行為，例如圖 5 (c) 中的文件夾出現在地上，家庭 B 其中一個成員看到時表示困惑，隨後，另一個成員則立即分享：「我放在那裡，是為了要提醒自己上班前帶走它（家庭 B）」，聽完分享後，另一個成員意外自己不曾發現對方有這般習慣。然而，快閃型並非只表示事物完全從場域中出現又消失，有些事物是因為突然改變自身狀態，瞬間被參與家庭注意，例如，於家庭 A「立燈」一直以熄燈的狀態佇立於場域中，然而在唯一一張照片裡，見表 3. B. (c) 所示，「立燈」突然亮了，此瞬間狀態改變吸引參與者與研究者的焦點，開始討論「立燈」亮燈意義，家庭 A 表示：「那天突然想坐在那看書，便覺得有趣，就想用 Peekaboo 把它拍下來」。

C. 遊牧型





事物一直存在於場域，但不停改變位置形成軌跡，引起參與家庭們延伸討論該軌跡形成的原因，例如，家庭 A 中「拖鞋」和「毛毯」一直在場域中但不停改變其位置，進而被參與者特別標註出來，見表 3. C. (a) 所示；家庭 B 中，「餐桌」上的「便當盒」也被參與者特別圈選出來，描述它經過的地方，雖然研究工具並沒有將「便當」的全部軌跡都拍到，但是透過參與者的分享，使研究者得知「便當」的路徑，見表 3. C. (b) 所示，家庭 B 分享：「那天女兒從學校回來，把她的便當盒放在桌上很久，還把自己的便當盒移到廚房，我就把便當盒挪回他的位子上，讓他知道便當盒要自己洗！」。

D. 常駐型

事物長期佇立在場域中的特定角落，即使被替換成不同的事物，也會有新的事物代替其位置，延續其存在意義。例如，家庭 B 中，Peekaboo 相機正好捕捉到新事物加入後逐漸變成常駐型的過程，見表 3. D. (b) 所示：從某日開始，「蠟燭台」開始佇立在一個固定角落，時間一久，該「蠟燭台」漸漸從前景成為背景。家庭 B 表示「蠟燭臺」是來自於們的朋友，擺放在那是為了紀念他們與朋友間的情誼與連結。雖然，大部分的常駐型物件都被視為背景事物，不太會被參與者們特別關注和標註，但是若當它們突然消失或是被更換時，會從背景變成前景事物，引人注意。例如，家庭 B 突然將常

駐的桌巾替換成新的桌巾，反應出一段新的季節或節慶的開始：「聖誕節到了！我們家要辦聖誕趴踢。（家庭 B）」，而常駐於牆面的一幅「兒童插畫」，當經過一段時間後，被替換成另一幅「新插畫」時，家庭 B 也分享：「那是女兒新畫的，總覺得是時候換一個新的了！」，見表 3. D. (a) 所示。

表 3. 單一事物分析

互動模式	內容	範例
A. 週期型	固定頻率出沒。	 <p>(a) 固定週三出現的藍色外套；(b) 固定週四出現的童書；(c) 固定每日出現的外套。</p>
B. 快閃型	突然出現（僅出現過一次）。	 <p>(a) 突然出現的狗娃娃；(b) 突然出現的馬娃娃；(c) 突然亮燈的立燈。</p>
C. 遊牧型	持續出現在畫面，但一直改變位置。	 <p>(a) 拖鞋一直出現在畫面中，留下移動軌跡；(b) 便當盒在不同位置的兩處移動，其中一處的位置為參與者的附加註解，故使用線條表示便當盒的路徑。</p>
D. 常駐型	持續固定在同樣的位置上。	 <p>(a) 常駐牆上的兒童插畫，從舊的更換成新的；(b) 蠟燭台常駐於空間中的角落。</p>

4-2 群體事物分析

事物不只是在位置上改變，也會與其他事物形成不同群體組合，進而刺激參與者描繪不同的事件，以下歸納出三種組合：鄰近性、方向性以及功能性，統整至表 4。

A. 鄰近型

空間中相對靠近的事物會形成一個小群體，讓參與者反思「為何這些事物會聚集在這裡？」例如表 4. A. (a)、(b)、(c) 相鄰的事物被圈選成同一個小群體，透過比較事物間的鄰近距離，討論每個小群體背後所延伸的故事。例如，表 4. A. (a) 的照片中，家庭 B 分享空間中不同時間所發生的情境：下午時刻一位成員獨自在家，坐在小凳子上整理桌面的東西，而後放學回來的另名成員躺在沙發上蓋著毛毯睡著，而最右邊的椅子上，則是堆積著各種由其他成員從外面帶回來的東西。


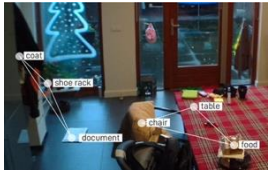



B. 方向型

某些事物擁有明確的使用方向，因其擺設和面向方位影響組合方式。例如，表 4. B. (b) 中的「椅子」，其椅背和椅面的設計通常決定人們坐下的方向，故「椅子」反應了人們的主要活動範圍。因此在表 4. B. (a) 中，「文件」與「椅子」相鄰彼此，但是「文件」位於「椅子」的背面，故不被列為同一群；相反地，「椅子」所面向的桌面，雖有一點距離，但卻可以被標註成同一組。即使有椅子被瞬間被推離桌子，但是其椅子方向仍舊面向桌子，仍被參與者視為同一個群體，甚至是分享為何該椅子會突然被推離的情境：「那天在跟朋友們聚餐，突然到了要拍照的時間，我們全部人瞬間放下餐具並且離開餐桌，讓相機拍照。」表 4. B. (c) 中的「電燈」，當其打開時，很明顯地將使用範圍標示出來，因此被「電燈」照亮的事物也自然而然成為該群體的一部分，刺激參與者分享閱讀事件。

C. 功能型

事物通常都被設計為功能導向，當一群具有類似功能的事物共同出現時，會形成一群。例如：表 4. C. (a) 與 (b) 中 a 皆為廣告類事物，b 則為食物類事物，刺激參與者們思考進一步連接事物群的功能，分析該照片中正在發生的活動，甚至是當相同場域內，出現多個不同功能的事物群體，參與者會連結多項活動同時發生的事件。例如，家庭 B 雖然定義該研究場域為「餐廳」，但實際上這個場域會隨著不同功能群的事物組合，變身成不同活動用的場域，例如：分類廣告、聚餐、製作玩具等。

表 4. 群體事物分析

互動模式	內容	範例
A. 鄰近型	位置相鄰的事物們為一群。	 <p>(a)</p> <p>(a) 畫面中，相鄰事物被歸為三類。</p>
B. 方向型	面向擁有明顯互動方向之事物的事物們為一群。	  <p>(a) (b) (c)</p> <p>(a) 椅子雖然與文件相鄰，但是椅子的主要互動面背對文件，故無被歸類成一群； (b) 椅子雖然離餐具、餐桌群有一點距離，但主要互動面面向餐桌群，故為同一群； (c) 當立燈亮時，光線將主要互動面體現出來，並可知道該主要互動的組成與範圍。</p>
C. 功能型	功能類似或能相輔相成之事物們為一群。	  <p>(a) (b)</p> <p>(a) 圖中將類似功能的廣告信件歸類為一群；(b) 圖中將類似功能的餐具歸為一群。</p>

五、研究發現：詮釋事物星系

研究者進一步套用「星系隱喻」和編譯與整理上述內容，重新詮釋單一與群體事物在場域裡產生的現象，以下，研究者將「事物」作為主體，描述事物們所創造出來的星系現象，例如擁有固定運轉週期的行星現象、稍縱即逝的流星現象，以及連結每顆星不同的訊息譜出更為豐富故事的星座現象。

5-1 行星：日常規律的運行週期現象

「行星」屬於星系中會固定頻率環繞恆星的星星，研究者藉此形容事物在場域中所形成的聚集與離散之常規運行（例如：週期型、常駐型的事物）。行星事物透過呈現不同的出沒頻率與軌跡，反映出每一個居家場域中獨特的規則、文化、習俗，甚至是該家庭對外社交的模式，形成一個多元行星的小宇宙。例如，有的事物從新屋落成陪伴屋主至今，有的則是會一週一期，見圖 4 (a) 所示，一季一期（春夏秋冬），或是一節慶一期（新年、聖誕節物件），見圖 4 (b) 所示，或是出沒頻率是配合著屋主與他人的交情深淺而定，見圖 4 (c) 所示。每個事物都擁有不同的行星現象，讓每個事物活在不同的時間觀，可能會彼此互相交疊，也可能與一些物永不相會，創造出不同場域的獨特運行規則。



圖 4. 行星事物

(a) 藍色外套為每週出現的行星；(b) 餐桌的桌巾從白色更換成紅白條紋，參與家庭分享替換原因為慶祝聖誕節，即桌巾如同隨節慶變化而出現的行星；(c) 常駐於角落的蠟燭台，隨著參與家庭與朋友間的情誼長短而更換的行星。

5-2 流星：劃破日常規律週期的現象

有些事物在居家場域中只會出現一次，如同稍縱即逝卻被賦予特殊事件與意義的「流星」。這些突然出現的事物，引發流星現象，改變原本場域中的活動性質。例如，圖 5 (a) 與 (b) 中的娃娃出現，其功能原為玩耍、安慰或休息，且通常出沒於臥室，但當它們突然出現以進食為主的餐桌上時，瞬間注入新的意義，變成提醒攜帶娃娃出門的訊息；圖 5 (c) 通常出現於桌上的文件夾，卻突然被放置於鞋櫃前的地面，瞬間改變鞋櫃區域的意義，成為出門提醒攜帶文件的新功能。透過觀察事物流星現象，可以作為觀察場域裡進行中的特殊事件，甚至是延伸討論該流星墜入群體的原因，與帶來的改變為何。



圖 5. 流星事物

(a) 與 (b) 餐桌上突然出現「娃娃」無法與周圍食物類事物有直接關聯，因此代表發生特別事件：參與者表示是女兒留給家長的訊息；(c) 地面上突然出現「文件」，也代表一個特殊事件：提醒參與者出門前的必備重要文件。

5-3 星座：事物組合

大部分的事物是以群體組合現身，研究者將之詮釋為「星座」。「星座」代表著由多數星星相連而成的圖案，而每個圖案是由人自行想像與詮釋。藉此形容事物們會形成各種群體，於場域中不停被人重新組合、使用和投射新的意義，經過日積月累，這些事物建構出緊密與不可拆開的關係與連結。例如，家庭 B 分享圖 6 (a) 的餐桌上時常聚集三種群體，視為三個不同的星座，並可透過星座中事務的組成判斷出三種不同的活動情境，例如：食物類、工作類、閱讀類；然而，透過與家庭 B 的深入討論，這三個星座不只是代表活動，也可以代表著每個成員的身份，呈現出成員們各自習慣使用的事物與位置，見圖 6 (b) 所示。更有趣的是，即使餐桌上的相同位置，並無出現與特定成員相關的事物們，成員們的內心已深植既定星座印象，自動將這些位置定義為某成員的身份，藉此將事物放到該位置與特定成員對話。

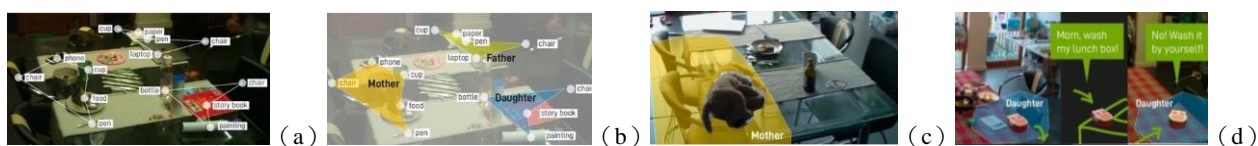


圖 6. 事物星座背後的意義，以家庭 B 作為例子

(a) 與 (b) 成員固定使用的區域會擺放某成員的物品，經歷一段時間後，這些區域成為家庭成員的身份代號；(c) 與 (d) 成員透過擺放物品至特定區域，作為給特定對象的訊息。

然而，每個事物並非只會屬於一種組合，相反地它們能夠彈性地變換組合，其星座意義也會隨之變化，例如：當「杯子」與「電腦」、「筆」相連時，形成代表工作的星座，而當同樣的群體又多連結到「食物」時，可能會轉變成娛樂的星座；而後當「杯子」斷開「電腦」與「筆」，並與「碗」、「刀叉」、「食物」相連，則變為聚餐的星座。因此，透過觀察星座變化，能挖掘場域中多元與多變的活動性質，像是圖 7 (a) 與 (b) 中，反映出多變的星座，即該場域不只是吃飯空間，也會是製作玩具、工作的地方、閱讀的地方等；同樣地，圖 7 (c) 與 (d) 中，該場域同時可以是閱讀、休息、整理信件等的空間。最後，星座事物的組成會隨著時間與生活方式做改變，時而加入新事物，時而有舊事物的消失。事物星座呈現不停重組的現象，即時反應物與人動態生活下所創造的意義。事物星座可以作為刺激和挖掘參與者們自身經驗延伸的故事與意義，並理解事物不會以固定的星座現身，而會是多元且彈性的。

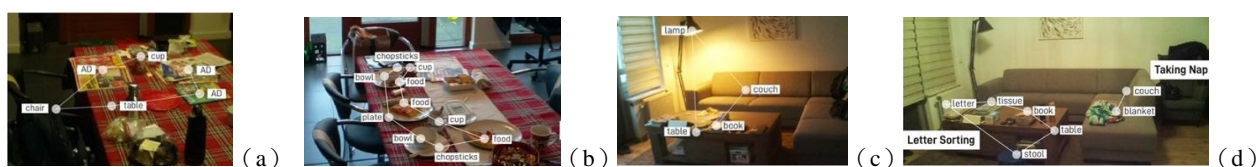


圖 7. 事物星座隨著時間改變空間中的活動性質

原被定義為「餐廳」的場域，家庭 B 描述 (a) 變成分類廣告信件活動；(b) 正在聚餐。被定義為「客廳」的場域，家庭 A 描述 (c) 是閱讀活動；(d) 中間正在進行分類信件的活動，而另一旁正在睡覺。

六、研究討論：事物星系的意涵

研究者反思事物星系的整體方法與結果，討論事物星系於智慧物與物聯網相關設計之延伸意涵，以及替設計師所帶來的設計觀點與方向。

6-1 無人在場的事物組合，反而開啟對「人」的好奇心

本研究所提供的無人在場的第三物稱照片，成功刺激參與者對事物組合和關係的好奇，並投入 (engage) 詮釋和推測事物背後的情境脈絡與自身連結 (見第四章)。無人在場的效果讓畫面產生一種模糊性，無法讓人即時看見使用者的使用狀況與情境，反而引發觀者產生更多的想像與詮釋，推測各種可能的情境 (Cheng & Huang, 2021)。此「無人在場」的手段也能在其他領域中發現，例如，在物質文化 (material culture) 的相關研究中，Csikszentmihalyi 與 Halton (1981) 研究美國家庭中的各種日常物，討論「物」創造「家」的過程：「物」不只是提供生活上的輔助，也協助人們連接社會，而「物」會因為生活改變重新被賦予新的意義。同樣地，在物為主體的紀實攝影中，法國攝影師阿杰特 (Eugène Atget) 角度、時間的安排，拍出熱鬧市街卻無人的畫面，也創造出與事實違和的靜謐感，讓觀者聚焦於建築、光影上的主體性 (Dupêcher, 2017)；台灣藝術家袁廣鳴則透過後製營造類似手法，拍攝出無人的熱鬧西

門町。事物星系也是如此，本研究所拍攝的照片去除人之複雜豐富的表現，回歸事物本身，留下模糊性的美感，產生自我想像與詮釋的空間。但是，與上述不同的，事物星系呈現的是由事物代替人正在活動的畫面。當每個畫面都代表著有人類介入卻看不到人類，畫面中的事物移動與組合變化方能被詮釋出具有脈絡的意義，參與者更能被刺激自身與該移動事物間的連結，描述照片中看不到的意圖、情境與想法，甚至是激起對「人」的好奇心，想像該人以什麼樣的姿態、心情與習慣對場域中的事物做改變（Cheng & Huang, 2021）。研究者發現其特色可以作為未來協助設計師的物聯網設計之情境發想工具，藉著不同的事物組合，讓設計師挖掘新的情境，延伸為物聯網之新服務應用。

6-2 「人類」實際上是物聯網中的「鬼魂」

雖然「無人在場」的照片初始是為了刺激參與者進行對事物關係的側寫，然而，研究者也注意到這樣的畫面，實際上也是將「物聯網」和「事物感知的限制」之真實情況與挑戰用視覺化的方式轉述出來。當物聯網為了執行自動化服務時，勢必得仰賴來自不同事物所蒐集的大量數據，試圖還原、分析當下情境並作出適當的決定與執行。然而，在處理數據的過程中，事物們實際上是看不到人類，人類如同鬼魂穿梭在事物間。事物感知的世界觀是由有限的感測器與通信協定建構而成，因此，事物可以看見彼此的存在與訊息，但是無法確切感知到人類的樣貌、位置、動作，甚至是表情。當然，若事物被賦予高效能與高解析的視覺類的感測器（例如：相機、錄影機、視覺辨識、熱感應視覺辨識等），事物是有機會看到人類的樣貌、動作與表情，但是基於隱私的問題，如此高效能與解析的感測器不一定能大量被安裝到每個居家情境中（例如：廁所）。因此，在大部分的情境中，人類在事物交流的世界中如同鬼魂，事物只能在有限的感知中（例如：感知移動、震動、溫度與彼此位置等），尋找人類或是類人類事物，去理解他們的需求。Lindley、Gradinar 與 Coulton（2020）也曾經使用「物聯網中的鬼魂」，但是他們是暗指事物間因為使用不同的通信協定，造成事物間處於不同的頻道，而無法直接溝通而視彼此為沈默的鬼魂。本研究認為事物間不同頻道的問題實則可以被科技解決，真正的鬼魂並非事物，而是人類，設計師在進行物聯網設計時，需要意識到事物與人類之間，存在著本質與語言上的巨大落差，設計師不能夠只從「人類」的語言與認知系統，去設計事物間的溝通與感知方式，反而需要站在「事物中心觀點」試圖理解事物感知環境的限制，為它們賦予適當的能力與擁有真正的智慧（Giaccardi, 2020）。雖然，如何讓事物獲得能夠從低層次的數據內容，詮釋出人類複雜的意圖與情境，是一項挑戰，例如：在 Nicenboim、Giaccardi 與 Schouwenaar（2018）描述過即使事物再如何努力地透過數據推測當下情境，仍會與實際情況有所偏差。儘管如此，設計師仍須嘗試從事物觀點出發，設計如何捕捉到適當數據，協助事物還原與詮釋出人類的複雜意圖與情境變化。互動研究者 O'Sullivan 與 Igoe（2004）曾繪製一張插圖作為觸媒，讓工程師與設計師意識到「電腦」在有限的配置與能力下所感知到的人類模樣與我們所想像的大相逕庭。同理，本研究期許「無人在場照片」也能成為另一種觸媒，刺激未來工程師與設計師去想像和推測，在事物觀點中（物聯網群體事物合作的方式下），人類會是或應該要長成什麼模樣。

6-3 聚焦事物星系中的「事物互動本質」，作為智慧物設計之參考

將事物視為星系，能協助研究者與設計師正視每一事物（星星）的與環境和他人和他物的互動本質。本研究認為該事物星系可以協助設計師思考科技的介入程度與形成物聯網之合理性（Williams et al., 2020）。例如，透過行星現象的詮釋，可以替常駐型電子事物設計和部署於固定場方能持續供電，更有機會作為協助多種情境偵測與成為數據搜集的中樞站；游牧型和週期型的電子事物則需要考慮電池效能，方能不失去它原本自由的特質，也有機會作為偵測時間、身份、情緒等的追蹤。透過流星現象，快閃型事物可以作為偵測當下引發特殊事件的媒介。透過星座現象，設計師可以意識到物與物的連結並非

永遠都是為了輔助相同人類活動而形成（例如：皆為了晨間喚醒而作準備）。事物間的連結可以是多元與重疊的關係（例如：相似功能、位置鄰近和方向），建立起各種新的數據交流。該數據交流更可以不只是服務人，可以是服務不同事物的新型態物聯網設計，例如，設計師 Rebaudengo 提出「上癮產品（addicted products）」，描繪一台吐司機透過物聯網（其他吐司機所形成的社群），尋找能夠提高自身被使用的頻率之新家，自主要求離開原主，搬移到新家，創造出為事物而服務的非典型物聯網設計。在這個例子中，設計師並沒有過度將事物套入擬人般的需求與慾望，而是正視該事物的限制、配置與互動本質（例如：使用頻率），並提出事物的需求作設計。本研究透過討論事物於場域中的行星運轉週期、流星現象與星座組合，鼓勵未來設計師需要意識到「事物的存在」並討論事物的「互動本質」。這些「互動本質」可以作為未來進行智慧物和物聯網設計之重要元素，而「事物觀點」可以協助未來設計師，推測出多元與多變且能融入日常脈絡與人創造出不同生活模式的智慧物系統。

6-4 事物星系的「星座組合」與「彈性特質」，作為推測未來智慧群體之設計應用

本研究結果呈現事物星系現象是彈性且流動的，下方推測出兩個設計應用，讓相關設計師與研究者反思物聯網系統的合作能力設計。

1. 推測設計應用一／事物的「星座組合」可作為捕捉人類意圖之第一步

「判斷事物星座組合的能力」可被設計進未來物聯網系統中，作為輔助判斷多元情境方式之一。例如，當居家格局重新安排時，每個房間中的電燈能夠自動偵測周圍事物組合變化，察覺平常一起工作的沙發、茶几、電視不見，而變成床、枕頭與棉被的新臥室組合時，電燈可以判定自己被安裝至不同情境，上報給系統要求自己成為「臥室的電燈」，自動執行與臥室的相關指令。同理，當有新事物加入該組合時，電燈也可隨時更改判斷，改變燈光顏色與亮度配合「臥室組合」、「約會組合」、「工作組合」或「點心組合」等，試圖符合人類活動情境中更細微與多元的需求。雖然，即使擁有「事物星座組合能力」，事物不一定能夠徹底回應人類的實際需求（Nicenboim et al., 2018），但是該「辨識星座組合能力」能夠作為一種新的輔助方式，讓物聯網系統能更有彈性地、適時地在生活中即時捕捉到人類意圖。研究團隊 Funk 等人（2018）曾指出目前的物聯網系統，例如 IFTTT 平台（If This Then That, IFTTT：當偵測到某物即發生某事）尚且只能提供簡單的指令設定，無法判斷指令背後的目的，進行彈性與智慧化的調整，使得多數指令當居家環境進行重大改變時（例如：重新規劃格局、搬家或臨時性的新活動），需要全部手工重新設定，並呼籲設計師需要找到能夠協助物件捕捉「人類意圖」的編碼（intentional programming）。本研究提出的「辨識星座能力」能夠提供未來系統透過「事物組合」協助捕捉人類意圖之第一步。

2. 推測設計應用二／未來智慧群體需要擁有星座的「彈性特質」

擁有「與其他事物的彈性組合能力」可被設計進未來物聯網系統中，作為成就系統智慧行為的方式。例如，設計師不該將物聯網系統設計為「單一特定活動和功能」而服務，或是需要發揮創意力去設計更多該事物組合可以創造出的各種服務，例如：電燈、電視、音響所組合而成的服務內容，不只是提供居家電影院的服務，也可以成為警報器的一部分，試圖嚇走闖入者。而後，物聯網系統可以因應不同的情境變換連線的物件成員，例如，當人半夜睡醒需要燈光指引至廁所，但是若其中幾盞燈泡臨時壞掉並無法即時被更換時，系統可以搜索廁所鄰近其他也具有燈光的物件，例如電鍋指示燈、電視機螢幕、玩具車燈，暫時地加入「廁所引路燈的組合」，替代壞掉電燈的任務照亮廁所路徑，避免人類摸黑跌倒。反觀目前多數物聯網概念設計中，多數只討論理想中的情況，例如，物聯網的事物們能夠合作協助主人躲避鄰居的拜訪（Gaunt, 2015），若當系統中的任一事物臨時壞損與離去時，剩餘的事物該如何繼續合作完成任務？本研究認為未來未來的智慧群體設計需要擁有彈性組合的能力，適當地加入與離開之能力。

6-5 參與式物誌學：「人類」可以成為系統搜集數據中的重要環節之一

本研究雖然透過無人在場、事物星系隱喻試圖排除人類觀點，但是「人類（參與者）」在本研究中仍扮演著重要的角色。例如，雖然 Peekaboo 相機僅是提供一個簡單的按鈕，提供「人類（參與者）」在捕捉場域照片的過程中，協助研究者把關讓相機不會捕捉到觸及個人隱私的照片，但是該按鈕同時協助研究者能夠即時替每張照片標註上「正在活動中」的脈絡，甚至捕捉到人類的活動意圖。本研究認為未來智慧系統可以延伸此模式，創造出人與數據的互動設計（human-data interaction, HDI）（Motier et al., 2013），將「人」納入系統的一部分，不只是把關隱私，更可以協助系統標註具有脈絡化的標籤，判斷複雜的人類意圖。雖然，按鈕設計對於捕捉複雜的人類意圖仍過於簡單，無法將所有的人類意圖都顧及（Cheng et al., 2019），但是，此互動按鈕的設計可作為一種示範，在不造成人類負擔的原則下，提升人類在即時數據蒐集過程中的數據掌控度，更有彈性地決定系統可以搜集多少資訊。本研究呼籲未來數據蒐集相關的智慧系統設計，必須注意數據倫理的問題，討論如何讓人成為其中一個主動角色，參與數據搜集、分析與詮釋的一環，不再是一個被動與被觀察的對象。

七、研究反思

本研究針對整體上研究方法作進一步的反思，並強調事物星系是提供一個非典型的場域研究方法，提供設計師一種全新的思維，從星系隱喻與非人為中心的視角，重新進入日常脈絡中探索群體互動關係。

7-1 「事物星系」提供物誌學新的觀測方法

本研究提供物誌學一個新的觀測方式，讓觀者聚焦在群體事物於時間和空間上的群聚與離散，探索事物群體互動與他人、他物、環境等關聯與意義創造。以下，研究者統整研究過程（開發工具、部署工具、數據蒐集、質性訪談、數據分析與數據詮釋），提出事物星系研究視角的五大元素，並統整於圖 8。

1. 第三物稱／捕捉多事物群體互動之視角

事物星系呈現「第三物稱」，將拍攝工具視為客觀第三者，捕捉群體事物互動之畫面，其視角剛好呼應「旁觀者視角（Desjardins, Wakkary, & Odom, 2016）」。未來研究者需要注意拍攝視角的調整，將場域作為一個舞台，捕捉各種演員們（各種事物）之表演方式，讓設計師以較為宏觀的視角去理解事物互動關係。然而，第三物稱並非如實捕捉當下環境的任何變化，為了讓觀者用新視角重新審視日常，即展開下一段，需要第二特色「無人在場」的方式，從「非人為中心式」的觀點進行詮釋與理解第三物稱。

2. 無人在場／創造模糊性與詮釋空間之觸媒

事物星系呈現「無人在場」畫面留下耐人尋味的詮釋空間，讓觀者（研究者與參與者）聚焦於事物的表現，分析事物移動、擺設等所投射的各種可能事件。然而，要能夠在時常有人活動的現場長時間捕捉到無人畫面並非容易。本研究也面臨到此番設計挑戰，最終透過互動式按鈕和提醒設計來讓參與家庭決定是否可以暫時離開現場。然而，此方法若用於更長期的觀察（例如：一年），難免會造成參與者的不便。未來研究可以結合不同的偵測器增加研究工具的自主性，協助捕捉無人在場之畫面。

3. 活動切片／連結事物與生活脈絡之標註

事物星系呈現「活動中的空景切片」。雖然「無人在場的第三物稱」呈現一個只由事物構成的靜謐

空景，但是每個畫面卻是與人息息相關且正在活動中的切片。本研究讓參與者在進行物誌學中，不再是一個被動、被捕捉的研究對象之一，而是一個合作者，透過與 Peekaboo 相機共同合作，讓每一張事物星系圖變得更有意義，看似空景卻都隱含著剛形成或正在執行或剛結束的活動切片。此特點不只是讓畫面留有模糊性，也能激發與觀者之連結，因而感受到各種即時性和現場性的事物關係，並詮釋各種可能事物組合的互動。因此，未來研究者需要設計「參與式數據搜集 (human-in-the-loop data collection)」，不只是提升人對個人隱私的掌控度，協助物誌學，同時可以捕捉到更能夠豐富化對「非人觀點」之事物關係之詮釋 (Cheng et al., 2019)，讓觀者使用新的視角反推事物與人的關係，找出未來事物群體互動之設計機會點。

4. 事物側寫／透過人側寫事物關係之敘事

事物星系不只是單純從無人在場之第三物稱的照片進行分析，更加入參與者針對當下環境、事物移動變化之情境側寫。本研究認為該「事物側寫」的內容，可以作為一個客觀還原現場的重要數據。雖然該方法與過去方法 (Nansen et al., 2014) 類似，都是透過質性訪談理解參與者物件使用和情境，然而不同於他們，本研究是將即時捕捉的場域照片作為一種觸媒，讓參與者聚焦在事物於場域中的整體移動變化，協助參與者發現到平常不會注意到的行為模式。本研究雖以「事物中心」為出發，但是並沒有要求參與者成為「事物」，我們認為人的自身經驗也是挖掘更多事物關係與理解事物間互動關係的重要媒材。

5. 星系隱喻／作為理解事物群體關係之框架

事物星系透過「星系隱喻」提供未來研究者從客觀的數據分析 (單一與群體之時間和空間分析) 至詮釋事物的星系現象之示範。相較於過去物誌學 (Giaccardi et al., 2016) 的詮釋方式，本研究不只是全部仰賴專家們的主觀經驗進行詮釋，也示範如何客觀描寫場域中事物關係之變化，作為詮釋事物系統性變化的現象。研究者透過表 5 統整出本研究所提出的事物星系與過去物誌學方法上的差異與貢獻。

表 5. 本研究的事物星系與物誌學方法上的差異與貢獻

方法	數據捕捉工具	捕捉視角	數據分析	詮釋現象：事物中心
物誌學	自動搜集工具	第一物稱	由專家主觀經驗執行	
事物星系	互動式搜集工具 ^a	第三物稱 ^b	事物互動模式之分析框架 ^b	
			單一、群體之 時間與空間分析	以星系隱喻詮釋 (例如：流星、行星、星座)

^a Cheng et al. (2019) ^b 本篇貢獻

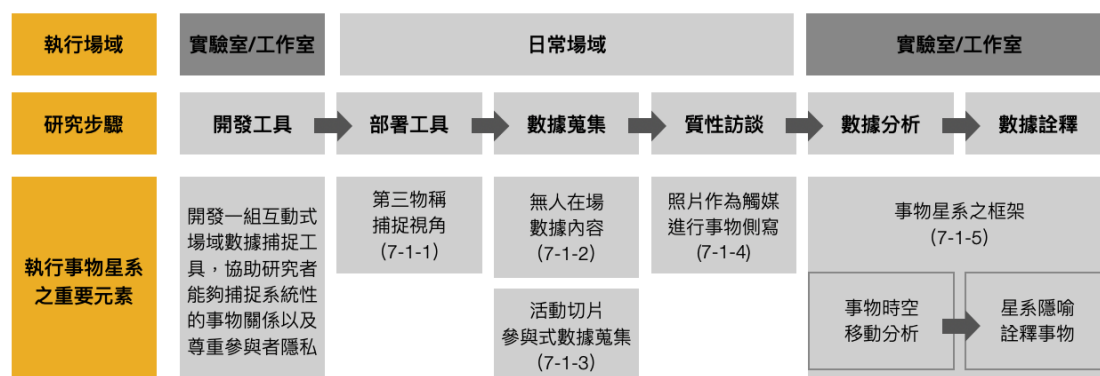


圖 8. 執行事物星系的研究步驟與五大重要元素

7-2. 審視「事物星系」之貢獻

互動研究者 Zimmerman 等人 (2007) 指出「透過設計作研究 (RtD)」的過程是複雜且零碎的，因為以「設計實踐為主」的過程中是充斥著各種複雜因子與設計決策，但是設計研究者仍能透過四個面向，將複雜的設計研究過程呈現，呈現過程中需要提供各種決策的細節與理由，讓其他研究者理解背後決策的原因（過程）。設計研究者需要提出與以往不同的方式，如何解決某種特定情況並設計出新方法和設計物（發明）。同時，設計研究者需要能夠闡述他們的決策過程中如何趨近於理想的狀態，以及該相關領域為何需要理解此狀態（相關性）。最後，設計研究者要能夠從該決策過程與最後成果中，延伸出相對應的知識、理解和方法，提供未來研究者能夠做更進一步的參考（延展性）。因此，本研究重新審視「事物星系」，並針對上述的四個面向，評估與總結本研究的貢獻如下：

1. 過程 (process)：本研究呈現物誌學執行過程中面臨到的挑戰，例如：欠缺維護參與者隱私和捕捉事物群體關係的視角，並提出相對應的策略，即開發新工具和新捕捉場域數據方法。本研究如實陳述設計研究者以「星系隱喻」磨合出適當的物誌學場域研究方法，提供未來研究者可持續探索各種不同調整物誌學的方式，捕捉事物群體互動關係的方法。
2. 發明 (invention)：本研究根據實踐中面臨的挑戰，開發出與過去物誌學不同的互動式研究工具（Peekaboo 相機）、捕捉場域照片之方法（無人在場的事物群體照片），以及將概念性的「星系隱喻 (Coulton & Lindley, 2019)」實際應用至物誌學中，並提出五大重點元素：「第三物稱」、「無人在場」、「活動切片」、「事物側寫」、「星系隱喻」，帶給物誌學一個新的觀點與方法。
3. 相關性 (relevance)：本研究提出的「事物星系」，回應互動研究者提倡需要透過非擬人的隱喻進行詮釋事物觀點 (Coulton & Lindley, 2019; Frauenberger, 2019)，該觀點能夠讓未來研究者進行系統性與多節點的思維，去理解與設計未來智慧群體中物與物間的互動模式與關係 (Murray-Rust et al., 2019; Williams et al., 2020)。
4. 延展性 (extensibility)：本研究延伸研究成果討論星系現象於未來設計的應用。例如，事物星系照片可以作為針對未來情境發想之應用 (見 6-1) 和刺激反思物聯網中事物的能力限制 (見 6-2)；而星座現象可以延伸推測未來智慧物設計方向 (見 6-3) 與智慧群體合作之能力討論 (見 6-4)，以及建議未來研究者設計事物與人共同合作的數據蒐集系統 (見 6-5)。

7-3. 研究限制與未來方向

第一，本研究的研究場域—居家環境，實屬人們的隱私場所之一，雖然參與者聽到「將部署相機至家中」會流露出針對隱私的疑慮，但是當我們逐一展現 Peekaboo 相機的設計特點，例如：遮蓋相機鏡頭的設計、提醒音，以及能夠手動控制相機的按鈕，才讓參與者放下警戒心，願意在不打擾他們原有生活方式下進行場域中的即時拍攝。雖然該方式對於紀錄事物整體互動模式會相對地受到限制，我們將此協調視為一種尊重參與者隱私與研究目標的磨合。本研究仍成功地將相機部署於居家環境中，每日都至少捕捉到三張照片，甚至是有參與者主動協助讓相機能夠捕捉三張以上的照片。即便如此，我們還是有誤拍到參與者的照片並被刪除，因此，未來研究者可以繼續探索出更適當的場域蒐集方式，提升捕捉事物星系照片的效率、定義合適的拍攝數量與頻率、提高參與者意願捕捉照片等。第二，本研究目前是針對「日常產品」進行分析與詮釋，然而，未來智慧群體將不只有日常產品，也會加入與數位物、虛擬物等的互動。因此，未來研究需要討論如何將「事物星系」延伸分析更多元的事物，納入不同群體的視角，

甚至是能夠分析不同性質的場域星系（例如：公共場域）。第三，目前的「事物星系」主要由研究者（物聯網相關互動設計背景）進行詮釋。未來研究者可邀請來自不同領域的專家延伸「星系隱喻」的不同概念（例如：用引力場去討論事物分佈狀態），共同詮釋與討論，激盪出更多元的推測內容，用系統性的思維去理解事物關係。第四，本研究也注意到並非所有參與者皆能立即對該無人照片有高度的想像力與共鳴。雖然大部分參與者看到會自主移動的事物是非常興奮，但是，也有參與者會只會注意到自身有興趣的事物。因此，研究者會需要適時扮演另一種觸媒（stimuli），在參與者面前點出特別的事物（例如：常駐或快閃的事物），刺激和詢問參與者去注意到未曾留意到的事物們。然而，本研究並未對研究者的介入之影響作討論，未來研究者也可以進階討論「研究者」該如何在物誌學中扮演適當的角色。

八、結論

本研究提出一個非典型的設計場域研究方法——事物星系，成功結合非人觀點與星系隱喻，協助設計研究者與設計師用新的觀點，探索日常產品於生活脈絡中所建構的群體互動關係，例如，分析稍縱即逝的流星事物、觀察不同的行星事物，與探索星座事物之連結意義，藉此啟發智慧物群體互動的設計方向。相關研究者可參考本篇的五種手段：第三物稱、無人在場、活動切片、事物側寫和星系隱喻，設計事物星系的研究方法。本研究不只是貢獻物誌學一個新視角，也提供建構事物中心的詮釋框架，引導未來設計師從現有日常的群體互動關係尋找靈感，探索新舊事物的群體互動以及可能創造出的數據意義。

參考文獻

1. Ashton, K. (2009). That “internet of things” thing. *RFID Journal*, 22(7), 97-114.
2. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The internet of things: A survey. *Computer Network*, 54(15), 2787-2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
3. Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2017). Understanding the internet of things: Definition, potentials, and societal role of a fast evolving paradigm. *Ad Hoc Networks*, 56, 122-140. <https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2016.12.004>
4. Bardzell, J., & Bardzell, S. (2015). Humanistic HCI. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics*, 8(4), 1-185.
5. Bardzell, J., & Bardzell, S. (2016). Humanistic HCI. *Interactions*, 23(2), 20-29. <https://doi.org/10.1145/2888576>
6. Barthel, R., Leder Mackley, K., De Jode, M., Hudson-Smith, A., Karpovich, A. & Speed, C. (2013). An internet of ‘old’ things as an augmented memory system. *Personal and Ubiquitous Computing*, 17, 321-333. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0496-8>
7. Bogost, I. (2012). *Alien phenomenology: Or what it's like to be a thing*. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press.
8. Buckley, J. (2006). *The internet of things: From RFID to the next-generation pervasive networked systems*. New York, NY: Auerbach Publications.

9. Chang, W. W., Giaccardi, E., Chen, L. L., & Liang, R. H. (2017). "Interview with things": A first-thing perspective to understand the scooter's everyday socio-material network in taiwan. In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 1001-1012). Association for Computing Machinery, New York, NY.
10. Cheng, Y. T. & Huang, Y. C. J. (2021). When People Vanish: A Study to Investigate How Human Presence Changes the Scenario Speculation. *Companion Publication of the 2021 Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing* (pp. 27-31). New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.
11. Cheng, Y. T., Funk, M., Tsai, W. C., & Chen, L. L. (2019). Peekaboo Cam: Designing an Observational Camera for Home Ecologies Concerning Privacy. In *Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference* (pp. 823–836). New York, NY: Association for Computing Machinery.
12. Christopher, F. (1994). Research in Art and Design. *Royal College of Art Research Papers*, 1(1),1-9.
13. Christopher, F. (2019). Entanglement HCI the next wave. *ACM Transaction On Computer–Human Interaction*, 27(1), 2. <https://doi.org/10.1145/3364998>
14. Cila, N. Giaccardi E., Caldwell, M., & Rubens, N. (2015). Listening to an everyday kettle: How can the data objects collect be useful for design research? In *Proceedings of the 4th Participatory Innovation Conference* (pp. 500-506). New York, NY: Association for Computing Machinery.
15. Coulton, P., & Lindley, J. G. (2019). More-than human centred design: Considering other things. *The Design Journal*, 22(4), 463-481. <https://doi.org/10.1080/14606925.2019.1614320>
16. Crabtree, A., & Tolmie, P. (2016). A day in the life of things in the home. In *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work and Social Computing* (pp. 1738-1750). New York, NY: Association for Computing Machinery.
17. Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221-227. [https://doi.org/10.1016/0142-694X\(82\)90040-0](https://doi.org/10.1016/0142-694X(82)90040-0)
18. Csikszentmihalyi, M., & Halton, E. (1981). *The meaning of things: Domestic symbols and the self*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
19. Desjardins, A., Biggs, H. R., Key, C., & Viny, J. E. (2020). IoT data in the home: Observing entanglements and drawing new encounters. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13). New York, NY: Association for Computing Machinery.
20. Desjardins, A., Wakkary, R., & Odom, W. (2016). Behind the lens: A visual exploration of epistemological commitments in HCI research on the home. *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 360-376). New York, NY: Association for Computing Machinery.
21. Dupêcher, N. (2017). Eugène Atget (French, 1857-1927). *MoMA*. Retrieved from <https://www.moma.org/artists/229>
22. Frauenberger, C. (2019). Entanglement HCI The next wave? *ACM Transactions on Computer.-Human Interaction*, 27(2), 1-27.

23. Funk, M., Chen, L. L., Yang, S. W., & Chen, Y. K. (2018). Addressing the need to capture scenarios, intentions and preferences: Interactive intentional programming in the smart home. *International Journal of Design*, 12(1), 53-66.
24. Gaunt, K. (2015). *Bots: Collaborative AI for the smart home*. Retrieved from: <https://designawards.core77.com/Speculative-Concept/46009/Bots-Collaborative-AI-for-the-Smart-Home>
25. Giaccardi, E. (2020). Casting things as partners in design: Toward a more-than-human design practice. In H. Wiltse (Eds.), *Relating to things: Design, technology and the artificial* (pp. 99-132). London: Bloomsbury Visual Arts.
26. Giaccardi, E., & Redström, J. (2020). Technology and more-than-human design. *Design Issues*, 36(4), 33-44. https://doi.org/10.1162/desi_a_00612
27. Giaccardi, E., Cila, N., Speed, C., & Caldwell, M. (2016). Thing ethnography: Doing design research with non-humans. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 377-387). New York, NY: Association for Computing Machinery.
28. Haung, Y. C., Cheng, Y. T., Liang, R. H., Hsu, J. Y. J., & Chen, L. L. (2021). Thing Constellation Visualizer: Exploring Emergent Relationships of Everyday Objects. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5 (CSCW2), 1-29. <https://doi.org/10.1145/3479866>
29. Koskinen, I., Zimmerman, J., Binder, B., Redstrom, J., & Wensveen, S. (2011). *Design research through practice: From the lab, field, and showroom* (1st ed.). Burlington, MA: Morgan Kaufmann.
30. Laurel, B. (2006). Designed Animism. *Proceedings of the Companion to the 21st ACM SIGPLAN symposium on Object-oriented programming systems, languages, and applications (OOPSLA '06)* (pp. 503). New York, NY: Association for Computing Machinery.
31. Lindley, J., Coulton, P., & Cooper, R. (2017). Why the internet of things needs object orientated ontology. *The Design Journal*, 20(1), 2846-2857. <https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352796>
32. Lindley, J., Gradinar, A., & Coulton, P. (2020). Ghosts in the smart home. In *Proceedings of the Companion Publication of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 465-468). New York, NY: Association for Computing Machinery.
33. Magnusson, J. (2013). *Object vs. things*. Retrieved from <https://philosophiesresarc.wordpress.com/2013/03/11/objects-vs-things/>
34. Marenko, B. (2014). Neo-animism and design: A new paradigm in object theory. *Design and Culture*, 6(2), 219-241. <https://doi.org/10.2752/175470814X14031924627185>
35. Michelis, G. D. (2014). What design tells us about objects and things. *Design and Culture*, 6(2), 187-202. <https://doi.org/10.2752/175470814X14031924627103>
36. Motier, R., Haddadi, H., Henderson, T., McAuley, D., Crowcroft, J., & Crabtree, A. (2013). Human-data interaction. In L. Nielsen (Eds.), *The encyclopedia of human-computer interaction* (chp. 41). Aarhus, Denmark: Interaction Design Foundation.

37. Murray-Rust, D., Gorkovenko, K., Burnett, D., & Richards, D. (2019). Entangled ethnography: Towards a collective future understanding. In *Proceedings of the Halfway to the Future Symposium* (pp. 1-10). New York, NY: Association for Computing Machinery.
38. Nansen, B., Ryn, L. V., Robertson, T., Brereton, M., & Dourish, P. (2014). An internet of social things. In *Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures: the Future of Design* (pp. 87-96). New York, NY: Association for Computing Machinery.
39. Nicenboim, I., Giaccardi, E., & Schouwenaar, M. (2018). Everyday entanglements of the connected home. In *Proceedings of the Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp.VS04: 1). New York, NY: Association for Computing Machinery.
40. O'Sullivan, D. & Igoe, T. T. (2004). *Physical computing - Sensing & controlling the physical world with computers*. Boston, MA: Course Technology Press.
41. Pierce, J. (2019). Smart home security cameras and shifting lines of creepiness: A design-led inquiry. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-14). New York, NY: Association for Computing Machinery.
42. Rebaudengo, S. (2012). *Addicted products*. Retrieved from: <http://www.simonerebaudengo.com/project/addictedproducts>
43. Redström, J. (2017). *Making design theory*. London: MIT Press.
44. Rittel, H., & Webber, M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Sciences*, 4, 155-169.
45. Rose, D. (2015). *Enchanted objects: Innovation, design, and the future of technology*. New York, NY: Scribner.
46. Rozendaal, M. C., Boon, B., & Kaptelinin, V. (2019). Objects with intent: Designing everyday things as collaborative partners. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 26(4), 33. <https://doi.org/10.1145/3325277>
47. Schön, D. A. (1984). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Aldershot: Avebury Ashgate.
48. Sterling, B. (2005). *Shaping things*. Cambridge, MA: The MIT Press.
49. Sundmaeker, H., Guillemin, P., Friess, P., & Woelffl. S. (2010). *Vision and challenges for realizing the internet of things*. Brussels: European Commission.
50. Verbeek, P. P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. University Park, PA: Penn State University Press.
51. Wakkary, R., Oogjes, D., Hauser, S., Lin, H. W. J., Cao, C., Ma, L., & Duel, T. (2017). Morse things: A design inquiry into the gap between things and us. In *Proceedings of the 2017 Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 503-514). New York, NY: Association for Computing Machinery.
52. Wakkary, R., Oogjes, D., Lin, H. W. J., & Hauser, S. (2018). Philosophers living with the tilting bowl. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 94:1-12). New York, NY: Association for Computing Machinery.

53. Williams, K., Pulivarthy, R., Hudson, S. E., & Hammer, J. (2020). The upcycled home: Removing barriers to lightweight modification of the home's everyday objects. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-13). New York, NY: Association for Computing Machinery.
54. Yan, L., Zhang, Y., Yang, L. T., & Ning, H. (2019). *The internet of things: From RFID to the next-generation pervasive networked systems (wireless networks and mobile communications)* (1st ed.). New York, NY: Auerbach Publications.
55. Ylirisku, S., Halttunen, V., Nuojua, J., & Juustila, A. (2009). Framing design in the third paradigm. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1131-1140). New York, NY: Association for Computing Machinery.
56. Zimmerman, J., Forlizzi, J., & Evenson, S. (2007). Research through design as a method for interaction design research in HCI. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 493-502). Association for Computing Machinery, New York, NY.
57. 李婉貞、梁容輝 (2020)。「事物中心」設計之推測潛能：透過物本體視野的互動研究。《設計學報》，25 (1)，63-85。
Lee, W. C., & Liang, R. H. (2020). The speculative potentiality in thing-centred design: An interaction research via objected-oriented ontology view. *Journal of Design*, 25(1), 63-85. [in Chinese, semantic translation]

Exploring Constellation of Everyday Things to Envision Future Collaboration of Smart Things

Yu-Ting Cheng* Rung-Huei Liang** Lin-Lin Chen***

* Eindhoven University of Technology, Taiwan University of Science and Technology
y.cheng@tue.nl

** Taiwan University of Science and Technology
liang@ntust.edu.tw

*** Eindhoven University of Technology
l.chen@tue.nl

Abstract

Internet of Things [IoT] is a vision that every object can be connected and work as a group to create new experiences in people's living. However, many existing IoT products are just designed as internet-enabled products that are remotely controlled through the cloud. Design researchers critically reflect that IoT designers are limited by the traditional single product design perspective, and lack of systematic perspective in seeing IoT as a design for collaboration of things. They recalled IoT designers to revisit the everyday practice in identifying ways to design intelligences into the existing products and exploring design inspirations for collaboration of things. This work proposes Thing Constellation, a novel approach to investigating the collaboration of everyday products and exploring the possible design patterns for future intelligent design. This work contributes ways of understanding relationships among people and objects that would be difficult to elicit through traditional observations.

Keywords: Design Ethnography, Constructive Design Research, Thing-centered Design, Thing Ethnography, Internet of Things.