

Application of Ergonomics and TRIZ to Designing a Device to Assist Putting on and Taking off Shoes

Shu-Jen Hu*, Liang-Yi Ye

Department of Industrial Management, Lunghwa University of Science and Technology,
300, Sec. 1, Wanshou Rd., Guishan Dist., Taoyuan City 33306, Taiwan

* janicehu12@gmail.com, acef81743@gmail.com

(Received 7 May 2018; final version received 21 March 2019)

Abstract

As people age, the functions of the body deteriorate gradually especially in the knee and hip joints, which also limit the mobility of the body. If people need to bend over when they put on or take off their shoes, it will be especially difficult for the elderly, as they may even fall and get hurt. This study conducted deep interviews to observe ways that seniors put on and take off their shoes in order to discover the inconveniences and to understand the needs of elder people for the innovative product. Based on the results of the interview experiment and the anthropometric data base, this study conducted a preliminary product design. Then the 39 engineering parameters and contradictory matrix of TRIZ theory were applied to get the innovation principles and to improve the problem of design. This study uses the #13 reverse operation principle, design the system to become that the harder the pedal is pressed, the tighter the clips on both sides. Its tightness can be adjusted according to the user's strength to increase his/her safety. Using the #15 dynamism principle, the system folds unused pedals for storage to save more space. The main function of the product is to allow users to put on and take off shoes without bending down or bending knees. Besides, when the shoes are taken off, the pedometer attached to the shoe sole will transmit data through the RFID and display the accumulated walking steps of the user on the LED panel. Meanwhile, the LED light bar will emit different colors according to the number of steps recorded by the pedometer chip, making the product more interesting and encouraging for older people to plan daily exercise that enhance their health. This study used SolidWorks to complete 3D drawing of the product's design results, and finally printed the product model by 3D printing.

Keywords: The elderly, Device for putting on and taking off shoes, TRIZ, Ergonomics

References

- Altshuller, G. (1984), *Creativity as an Exact Science: the theory of the solution of inventive problems*, Grodon and Breach Publishers, New York.
- Chen, Pei-Jun (2015), Application of TRIZ Inventive Principles to Innovative Assistive Device Design, master thesis, Institute of Computer Application Engineering, Far East University. (in Chinese)
- Lee, Chang-Fran (2006), Discussion on Product Design of Senior Users, *Journal of Design*, Vol.11, No.3. (in Chinese)
- Lee, Yu-Chi (2015), Comparison of Different Foot Anthropometry Measurement Methods and Three Dimensional Foot Shape Classification, PH. D. dissertation, Dept. of Industrial Engineering and Engineering Management, National Tsing-Hua University. (in Chinese)
- Population Estimates for the Republic of China from 2016 to 2061, National Development Council (2016) at https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72/ (accessed December 15, 2017)
- Wang, Mao-Jiun J, Min-Yang Wang, Yu-Cheng Lin (2002), *Anthropometric Data Book of the Chinese People in Taiwan*, Ergonomics Society of Taiwan. (in Chinese)

應用人因工程與 TRIZ 於輔助穿脫鞋裝置之研究與設計

胡淑珍*、葉梁翊

龍華科技大學工業管理系

*通訊作者, Email: janicehu12@gmail.com

摘要

隨著年齡的增長, 身體各項功能都會日漸退化, 特別是膝關節與髖關節部分, 導致行動力受到限制, 而在穿脫鞋時若是需要彎腰, 對年長者特別吃力, 一不小心甚至會有跌倒受傷的可能。本研究以深入觀察與訪談的方式, 觀察銀髮族對於穿脫鞋有何不便之處, 了解高齡者對於此產品的需求。根據訪談實驗結果以及結合人體計測資料庫, 本研究進行初步的產品設計; 接著利用 TRIZ 理論之 39 工程參數以及矛盾矩陣得到創新原理, 針對設計的問題點加以改善。本研究使用#13 反向操作原理, 將踏板設計成越往下壓夾片則越緊, 其鬆緊度可依使用者的力氣調整以增加其安全性。藉由#15 動態化原理將平時不使用的踏板摺立起來收納, 以節省更多空間。設計結果利用 SolidWorks 繪製產品模型 3D 圖。

關鍵詞: 銀髮族, 穿脫鞋機, TRIZ, 人因工程

1. 緒論

1.1 研究背景

隨著高齡化社會的到來, 創造出許多新的銀髮族相關產品。而近幾年來臺灣銀髮族越來越懂得享受生活並重視生活品質以及生活上的便利性, 因此造就一股銀髮商機。根據觀察發現銀髮族膝關節或髖關節等關節處因退化造成生活上的許多不便利, 在進屋脫鞋時對於要彎腰蹲下等動作相對不便, 如果患有關節方面疾病又獨居的銀髮族不慎在家跌倒時將造成嚴重的後果, 為此本研究將設計一些裝置以改善他們生活上的困擾。

1.2 研究動機與目的

本研究發現許多年長者或有關節方面疾病的患者, 對於彎腰或屈膝的動作較為不方便, 因此在穿脫鞋時常需要他人協助, 為改善銀髮族的需求以致使我們欲設計一款輔助銀髮族穿鞋和脫鞋之裝置。此裝置不僅能輔助穿脫鞋, 還能連結安裝於鞋底之計步晶片計錄一日所走步數, 並在接觸穿脫鞋機面板時利用 RFID 資料傳送方式將數值顯示於 LED 顯示面板上, 另外也期望其具有燃燒卡路里計算程式等額外附加功能。有了此種輔助裝置, 能使年長者更加輕鬆穿脫鞋子, 附加功能也能使年長者擁有更加健康的生活品質。

本研究主要目的在探討老年人的機能退化後, 仍然得以輕鬆的使用本產品, 以下為本研究目的:

1. 了解銀髮族群的特質和需求。
2. 訪談分析探討銀髮族消費者對於穿鞋和脫鞋方面的困擾。
3. 設計一款符合銀髮族的免彎腰輔助穿脫鞋裝置, 並使其具有多項附加功能。

1.3 研究方法

本研究透過文獻探討進一步了解銀髮族或是患有關節方面疾病的患者之相關資料, 分析以上族群, 作為設計穿脫鞋裝置構造之依據。並利用訪談觀察了解患有關節疾病或年長者之族群在生活上的不便之處。依據年長者組群分析結果和訪談資料, 整理出一套合適的改良方案並設計出其結構與使用方式; 再應用人因工程原則與 TRIZ 方法進行產品設計改良, 最後使用 SolidWorks 畫出產品設計圖。

本研究方法分為三大部分: 相關文獻探討、問卷設計與分析、設計成果, 如下列項目所示。

1. 文獻探討與分析: 蒐集國內外相關文獻: 包含高齡化社會探討、關節機能退化、老人商機、脫鞋裝置相關專利、卡路里計算公式等。
2. 高齡者訪談與實驗: 針對高齡者進行深入訪談與穿鞋和脫鞋的實驗, 量測其時間和抬腳高度。
3. 統計分析: 依訪談觀察結果與實驗數據分析資料。
4. 應用 TRIZ 與人因工程原則進行產品改良: 使用矛盾矩陣與創新解決原理, 提出產品改良的方法, 並配合人因工程原則進行產品設計。
5. 完成產品設計圖: 使用 SolidWorks 繪圖軟體繪製 3D 設計圖。

1.4 研究限制

由於本研究是為了改良有關節疾病需求之族群對於生活上的不便而進行改良生活上常用的物品，因此深入訪談有以上疾病以及需求的對象。本研究對象之銀髮族為 70 歲以上的高齡者，受訪者之居住區域為新竹以北地區。

2. 文獻探討

2.1 TRIZ 理論與工具

TRIZ (Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadach) 是俄文，為英語標音之縮寫，代表發明的問題解決理論(G. Altshuller, 1984)，其英文表示為 TIPS 「Theory of Inventive Problem Solving」，強調 TRIZ 是一個可以從解決技術問題，進而實現創新開發的綜合理論。TRIZ 是由前蘇聯發明家 Genrich Altshuller 及其研究團隊透過分析、統計與研究世界各國約四十萬件以上的專利，經過五十多年的整理，發現創新並非為亂序的過程而是具有系統性的，因此發展出一套具有解決發明問題的方法。藉由 Genrich Altshuller 所提出的工具與理論概念，使人們可較容易獲得新的創作思維。TRIZ 理論解決問題之一般流程可廣泛應用於許多方面的工程改善問題(陳佩君，2015)。

TRIZ 是一套具有系統性的解決發明問題方法，透過此系統性方法來解決具體問題的過程中，可能碰到其他的問題。因此為了解決具體問題，TRIZ 提供不同解決工具來引導研究人員解決問題、創新構想，TRIZ 工具包含 39 工程參數、矛盾矩陣表、40 創新法則、物質-場分析、76 標準解、科學效應與技術進化模式等。

2.2 輔具的定義與介紹

輔具在四千多年前就已經被發明使用，如：碗、筷、拐杖等。雖已無法追溯是誰發明與製作，但可以確定的是，輔具會被製造出來是因為要解決問題、讓生活更加舒適與便利(陳佩君等，2015)。輔具(assistive devices)最早被正式定義是源自於 1988 年在美國聯邦政府通過的殘障科技法案(The Technology-Related Assistance for Individuals with Disabilities Act)中定義輔具科技(assistive technology)為：任何產品、零件、設施，無論是商業化、改造、或特殊設計下之產物，其目的在提升、維持或增強身心障礙者功能者，使失能者獲得輔助科技的支持，以提升個人獨立的行為，能有與一般人同等的參與權利，且政府應提供身心障礙者需要的輔助性科技與服務。

輔具顧名思義就是「輔助科技器具」(assistive technology devices)的簡稱，在臺灣有很多人認為輔具是給身體不方便的人使用，但其實輔具有廣義與狹義的認定。以狹義來說，輔具是根據上述美國殘障科技法案之定義，是給身體不方便的人使用，像是改裝的三輪機車、助聽器、擴視機以及輪椅，都為輔具。若以廣義來說，輔具是用來輔助人類功能的工具，也就是只要能夠「幫助人類達到活動及各種功能目的」的輔助器具、工具都叫做輔具。就如同近視眼鏡，是為了幫助視力受損的人。

2.3 高齡化

高齡化社會之三項指標為：老人人口比例、扶老比、人口老化指數。其中「人口老化指數」是以 65 歲以上人口數除以 14 歲以下人口數，所得出的比率。根據世界衛生組織之定義，一國將 65 歲以上老年人口占總人口比率超過 7% 定義為「高齡化社會 (ageing society)」，超過 14% 定義為「高齡社會 (aged society)」，超過 20% 者則為「超高齡社會 (super-aged society)」。而臺灣從 1993 年 9 月起，即進入高齡化社會；由於國民壽命持續延長(2015 年男性為 76.8 歲、女性為 83.4 歲)及生育率下降(2015 年總生育率為 1.17 人)，根據行政院經建會資料顯示，於 2015 年，65 歲以上者為 310.8 萬人，占總人口數 13.2%。根據行政院經建會推估，臺灣於 2018 年，老人人口比例將超過 14%，進入「高齡社會 (Aged Society)」。到了 2025 年我國 65 歲以上高齡人口占總人口的比率將達 20.1%，達到「超高齡社會 (Super Aged Society)」，亦即每五人中就有一位高齡者，而至 2056 年，此一比率預估將達 37.5% (國家發展委員會，2016)。

2.3.1 高齡者機能退化

隨著年齡的增加，高齡者的身心機能會逐漸衰退；瞭解高齡者的身心機能特性，有助於高齡化的產品設計。與產品設計有關的身心機能可分為運動機能、知(感)覺機能與認知機能等(李傳房，2006)。

3. 研究方法

3.1 人體測計資料

本研究將依據人體測計資料與訪談觀察所得的數據進行分析，並參考人體測計資料庫(王茂駿等，2002 和李育奇，2015)的尺寸數據，設計銀髮族穿脫鞋輔助裝置，依據人體測計值設定產品高度、寬度和高度與各項細部的尺寸。表 1 為臺灣地區男性之足部尺寸計測資料(李育奇，2015)。

表 1. 臺灣地區之足部尺寸計測表(男性)

項目	男性 (n=2000)			
	Mean	SD	5%le	95%le
足長	259.7	11.7	240.1	279.2
蹠骨處足長	189.6	9.8	173.8	205.7
蹠骨外側足長	169.6	8.9	154.4	183.7
足寬	103.9	5.5	94.6	113.1
足跟寬	66.6	3.9	60.4	73.1
蹠骨處足圍	249.1	12.7	229.3	270
足背圍	248.5	13.4	227.7	269.3
趾高	39.2	2.5	13.2	51.7
足弓高	39.5	3.9	28.36	51.04
足背高	61.8	5.6	53.16	71.8

單位:mm

3.2 研究觀察與訪談

本研究共訪談 5 位年長者，年齡分別為 68 歲、72 歲、75 歲、80 歲和 86 歲，其中男性 2 位、女性 3 位。利用深入訪談取得相關數據，再進行數據分析，了解銀髮族或本身患有關節方面疾病的患者對於穿鞋和脫鞋的行為上的不便之處進行調查分析，並依據結果進行產品設計。

本研究亦測量年長者在有扶手、無扶手狀態下以單腳站立而另一隻腳可抬起之高度；同時也計算年長者穿著不同鞋種(皮鞋、布鞋、包鞋)的速度以及其脫掉鞋子的速度。有關單腳抬起高度之調查結果如表 2 所示。

表 2. 有/無扶手之單腳抬起高度

	最小值	最大值	平均數
有扶手	160	550	312
無扶手	30	430	221

單位:mm

根據實驗結果發現穿步鞋的時間比起其他鞋款較為費時，原因應是欲將腳掌塞入鞋內以及綁鞋帶或黏魔鬼氈等固定物品所額外耗費之時間。另外經過數次的測時結果發現受測者之間穿脫鞋的速度差異非常大，可能和受訪者個體機能與習慣有關而造成差異。而在有、無扶手的狀況下單腳抬起高度之差異會因個體不同造成些許差異，根據平均數結果顯示在無扶手時、腳能騰空高度遠低於有扶手的狀況。

3.3 實驗結果之運用

經過本次實地貼身觀察與實驗的結果，更能瞭解到銀髮族群的需求。為了使銀髮族在日常生活中可以靠自己生活，不需麻煩親人或朋友，即可達到方便且無負擔的境界，本研究在設計智慧型輔助穿脫鞋裝置時，必須注意下列幾項重點：

一、脫鞋方面

1. 輔助脫鞋裝置必須符合使用者腳抬起之最適高度，避免造成使用者跌倒受傷。
2. 穿脫鞋裝置附有 LED 面板，利用 RFID 資料傳送方式，顯示使用者當日所走的步數，透過運動管理而增進銀髮族健康。
3. LED 發光條可根據晶片記錄步數而顯示不同光的顏色，據以規劃每日運動量並增進銀髮族運動的樂趣。
4. 穿脫鞋裝置需具備可以調整之功能，配合鞋子的長寬做調整。
5. 使用夾片以夾緊鞋子。

二、穿鞋方面:

1. 利用鞋盒兩側的夾片和後方的支架(鞋拔)以固定和撐開鞋子，讓使用者好穿鞋。
2. 穿妥鞋後鬆開踏板以放鬆鞋子，之後稍微用力將鞋子往前頂，以讓鞋子後方離開鞋拔，方能讓鞋子離開鞋盒。

3.4 TRIZ 矛盾矩陣分析

本研究進一步應用 TRIZ 的工程參數、矛盾矩陣與創新原理等方法，針對下述五點問題找到改善的方法與設計的重點。

• 第一點: 為了使用者容易脫掉鞋子，卡住腳的夾片需緊，但太緊會讓使用者感受到疼痛。

改善參數:11 應力或壓力

惡化參數: 27 可靠度

創新原則: 10 預先行動原理、13 反向操作原理、

19 週期性原理 35 性質轉變原理

改善方式: 使用#13 反向操作原理。將踏板設計成越往下壓、兩側的夾片則越緊，其鬆緊度可依自己的力氣調整，可使安全性增高。

• 第二點: 鞋盒材質需輕，讓使用者容易搬移，但是會造成穩定度降低。

改善參數: 2 靜止物體的重量

惡化參數: 13 物體組成成分的穩定度

創新原則: 26 複製原理、39 鈍性環境原理、

1 分割原理、40 複合材料原理

改善方式: 使用#40 複合材料原理。材質部份利用鐵片以及木頭，減輕鞋盒重量，穩定度卻又可提高。

• 第三點: 為了提升踩踏時的穩定度, 而增加踏板面積, 但擔心受力不均導致晃動。

改善參數: 5 移動件面積

惡化參數: 14 強度

創新原則: 3 局部性質原理、14 球面化原理、
15 動態化原理、40 複合材料原理。

改善方式: 藉由#15 動態化原理, 利用拖鞋機內層之夾層夾力抵銷因踩踏時可能造成受力不均之晃動情形。

• 第四點: 為配合腳型與踩踏方便所設計鞋盒外踏板, 卻增加體積導致無法適用於各種玄關位置。

改善參數: 12 形狀

惡化參數: 35 適應度

創新原則: 01 分割原理、15 動態化原理、
29 氣動或液壓

改善方式: 藉由#15 動態化原理將平時不使用的踏板折立起來收納, 節省更多空間。

• 第五點: 鞋盒踩踏之踏板底下需依靠彈簧作用產生夾力, 但是彈簧長時間下來會有疲乏受損的問題。

改善參數: 11 壓力或應力

惡化參數: 23 物質的耗損

創新原則: 3 局部性質原理、10 預先行動原理、
36 相變化原理、37 熱膨脹原理。

改善方式: 藉由#3 改進局部性質原理選用強度較強、耐用度較高的彈簧做使用。

3.5 創新研發產品方向

經由 TRIZ 分析與改進之後, 歸納出產品設計的方向如下:

1. 卡住鞋子的夾片設計為可依據個人的需求調整鬆緊度。
2. 鞋盒的材質部份適度混用鐵片以及木頭, 以減輕鞋盒重量, 且可同時兼顧穩定性。
3. 增加踏板面積以加強踩踏之穩定度, 並利用脫鞋機內層之夾層夾力抵銷踩踏時造成受力不均之晃動情形。
4. 將平時不使用的踏板設計成可折立收納, 節省更多空間。
5. 設計時選用強度較強、耐用度較高的彈簧。

4. 研究結果與產品繪圖

4.1 研究結果

本研究之成果為設計一款可以輔助年長者或髖/膝關節受傷的患者方便穿鞋和脫鞋子的裝置, 使其在穿鞋和脫鞋時省卻彎腰和屈膝的動作, 同時增添一些智能裝置加強產品的特色。本研究的產品設計特性描述如下:

一、材質特性

以木頭材料為主以減少整體重量, 部份需要受力的零件由鐵製成。

二、功能特性

1. 脫鞋時, 利用踏板控制脫鞋機內層兩側之夾片以及鞋拔協助鬆脫鞋子。
2. 穿鞋時, 先利用彈簧夾片和鞋拔固定鞋子, 再將腳往前移動脫離鞋拔, 如此便能將腳和鞋子抽出。
3. 鞋盒上附有 LCD 面板, 配合鞋底的計步器以 RFID 資料傳送方式, 顯示使用者每日行走步數。
4. 設計 LED 發光條, 根據計步器晶片之記錄步數, 顯示不同光的顏色, 可規劃每日運動量。
5. 增加 RFID 與行動 APP 連動, 可以藉由 APP 顯示步數與消耗總卡路里量。
6. 踏板設計成可折立收納, 節省更多空間。

4.2 設計圖分析

4.2.1 產品立體圖

本研究設計之穿脫鞋輔助裝置使用 3D 繪圖軟體 SolidWorks 完成產品設計圖。此穿脫鞋裝置設計附有踏板可以踩踏, 踏板可旋轉收納, 踏板不使用時可使之收起以減少儲存空間, 如圖 1 到圖 3 所示。其中圖 2 顯示平時不使用的踏板設計成可折立收納。



圖 1. 穿脫鞋輔助裝置立體圖(受力時踏板打開)

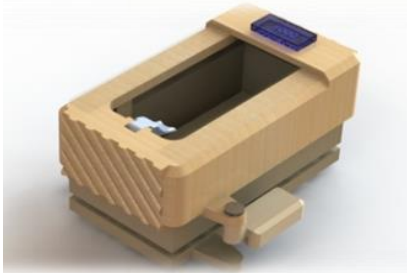


圖 2. 穿脫鞋輔助裝置立體圖(未受力時踏板收合)



圖 3. 穿脫鞋輔助裝置立體圖(剖面)

4.2.2 智慧型穿脫鞋輔助裝置機構介紹

圖 4 和圖 5 為此穿脫鞋輔助裝置的全剖面視圖，其中圖 4 為右側視圖；圖 5 為前視圖。由剖面圖可看出產品基本構造與運作方式。而脫鞋裝置作動時脫鞋夾片會隨著施力而夾緊，鬆緊度可因施力大小調整，如圖 6 所示。

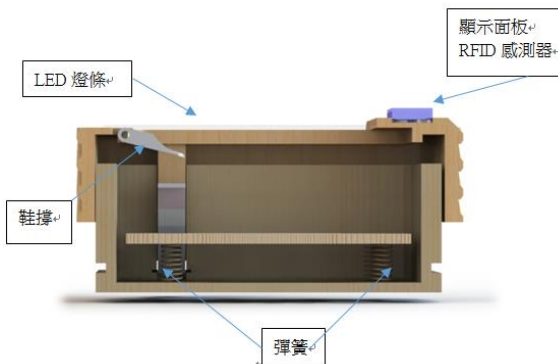


圖 4. 穿脫鞋輔助裝置右側視圖(剖面)

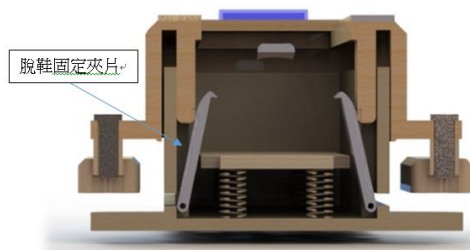


圖 5. 穿脫鞋輔助裝置前視圖(剖面)

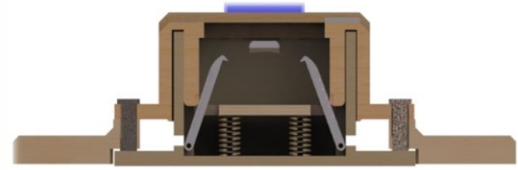


圖 6. 穿脫鞋輔助裝置前視圖(施力作動時剖面)

4.3 穿脫鞋裝置的附加功能

藉由附加在鞋盒裝置裡的 Arduino 晶片控制組，在使用者脫下鞋子時鞋盒上會顯示今日所走步數，並配合程式設定讓鞋盒上的 LED 燈條發出對應之光色，例如設定當天若步行超過 10000 步則顯示綠燈，表示今天過關了；若步數少於 2000 步則亮紅燈表示還要再加油，以增加趣味性與新奇感。顯示面板和 LED 燈條的安裝位置，請參考圖 4 之示意圖。

為配合本產品的使用，本研究擬設計一款鞋墊，其含蓋著感測震動步數之微小晶片，讓使用者放置在穿著的鞋子裡面。當鞋子裡的晶片與鞋盒靠近一定距離時，鞋盒上的藍芽晶片會接收當日所走步數資料，並將步數顯示在鞋盒上的 LCD 面板，同時周圍的 LED 燈條會依據行走步數發出對應燈色。

5. 結論

隨年齡增長，行動力會受到限制，特別是膝關節及肌肉的退化最為明顯，對於屈膝以及彎腰都較為不便，在穿鞋和脫鞋方面都可能需要仰賴他人的協助。本研究利用深入訪談了解銀髮族對於穿鞋和脫鞋行為上的不便之處。也測試受測者在有無扶手的情況下能單腳離地的高度，並參考訪談所取得的數據，配合人因工程及利用市面上相關產品進行缺點分析。最後依據研究與分析的結果，進行產品設計。

本研究運用 TRIZ 分析所得改善方向，材質方面，主體為木頭，部分零件由鐵製成，適度混和，兼顧穩定性且使年長者方便搬移。為讓銀髮族方便使用及節省空間，因此設計可折疊式踏板。功能方面，採用 LCD 面板，利用 RFID 資料傳送，顯示使用者每日行走步數，LED 光條可依據晶片記錄步數，顯示相對應的不同光色，可增添運動樂趣及規劃每日運動量。最後以 SolidWorks 軟繪出產品立體圖和工程圖。

本研究設計之輔助穿鞋和脫鞋裝置可適用於左腳或右腳之使用，唯當雙腳均欲使用此裝置時，鞋子的置入和取出尚須倚賴另一個工具。此外，不易於彎腰或屈膝的老年人通常不會穿著需要綁鞋帶的鞋子，因此本裝置不考慮綁鞋帶之問題。本研究目前尚未申請專利，研究團隊擬再精進設計後提出專利申請。

6. 參考文獻

- 王茂駿、王明揚、林昱呈(2002)，*臺灣地區人體計測資料庫手冊*，中華民國人因工程學會。
- 李傳房(2006)，高齡使用者產品設計之探討；*設計學報*，第 11 卷第 3 期。
- 李育奇(2015)，足部尺寸量測方法比較與三維足型分類，國立清華大學工業工程與工程管理學系博士論文。
- 陳佩君(2015)，應用 TRIZ 創新法則於輔具創新設計之研究；遠東科技大學電腦應用工程研究所。
- 國家發展委員會(2016)/中華民國人口推估(105 至 150 年)網站：
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72

References

- Altshuller, G. (1984), *Creativity as an Exact Science: the theory of the solution of inventive problems*, Grodon and Breach Publishers, New York.
- Chen, Pei-Jun (2015), Application of TRIZ Inventive Principles to Innovative Assistive Device Design, master thesis, Institute of Computer Application Engineering, Far East University. (in Chinese)
- Lee, Chang-Fran (2006), Discussion on Product Design of Senior Users, *Journal of Design*, Vol.11, No.3. (in Chinese)
- Lee, Yu-Chi (2015), Comparison of Different Foot Anthropometry Measurement Methods and Three Dimensional Foot Shape Classification, PH. D. dissertation, Dept. of Industrial Engineering and Engineering Management, National Tsing-Hua University. (in Chinese)
- Population Estimates for the Republic of China from 2016 to 2061, National Development Council (2016) at https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=84223C65B6F94D72/ (accessed December 15, 2017)
- Wang, Mao-Jiun J, Min-Yang Wang, Yu-Cheng Lin (2002), *Anthropometric Data Book of the Chinese People in Taiwan*, Ergonomics Society of Taiwan. (in Chinese)

作者簡介



葉梁翊 2019 年畢業於龍華科技大學，主修工業管理系，副修機械系。對於創新產品設計領域很感興趣，曾參加過 2018 系統性創新研討會並進行論文發表，目前正積極朝創新產品設計此方向領域邁進。



胡淑珍畢業於國立清華大學工業工程系與工業工程研究所。1992 年起於龍華科技大學工業管理系任教，並於 2011 年升任助理教授。研究領域包含：人因工程、產品創新設計、系統化創新與專案管理。