

# 以超音波感測為核心之穿戴式戶外行走安全導引系統設計

陳建誠 \*李昭賢

國立臺北科技大學電子工程系

## 1. 研究背景與目的

根據過去研究顯示，不論是可獨立生活的銀髮族或輕度知能障礙(MCI)/失智症(Dementia)患者，皆可透過(1)多運動：每周規律從事2次以上運動，可有效降低失智症之發生，相對風險下降約6成；(2)多社交：研究顯示孤獨的人其罹患失智症的風險增加2倍以上，多參與社會活動，亦可降低相對風險約4成。本研究針對(1)可獨立生活銀髮族；(2)輕度知能障礙(MCI)患者與(3)輕度失智症(Mild Dementia)患者，以戶外行走安全導引系統作為主要研究目的，促使失智症/銀髮族智慧生活空間之建構，確保失智症/銀髮族安心外出活動，擴展並強化人際關係，以延緩老化或預防失智之現象。

## 2. 研究方法

本研究設計之穿戴式戶外行走安全導引系統由足底與膝蓋之多重感測器所組成，請參考圖1，包含：(1)足底之4個壓力感測器(Force Sensing Resistor, FSR)分布於腳跟、腳尖與左右前足部分；(2)膝蓋之6個超音波測距感測器(Ultrasonic Distance Sensor)分布成上下兩排、每排三個，上面一排主要負責往前探測是否有地面凸起之處，下面一排主要負責往下探測是否地面凹下之處，由於一般人正常行走是往前踏步，因此，每一排分別設置左、中、右各一，依照使用之感測器規格，使其感測範圍連成一整片區域，透過使用者不斷往前跨步行走，在行進過程透過連續性發射超音波以及接收反射的結果，藉此推斷下肢與周圍地形高低起伏之相對關係，並轉換成簡易燈號，如圖1右側所示，當右前方有凸出障礙物，則2與3燈號亮起紅色。更進一步，膝蓋之超音波測距感測器將連動於足底之壓力感測器，換言之，透過足底之壓力感測器可得知使用者之步伐，倘若使用者保持靜止站立，則會停止超音波測距感測器之運作，以減少不必要之電力消耗，反之，當感測使用者開始行進，則依照步態分析結果驅使是否進行周圍環境地形之感測。

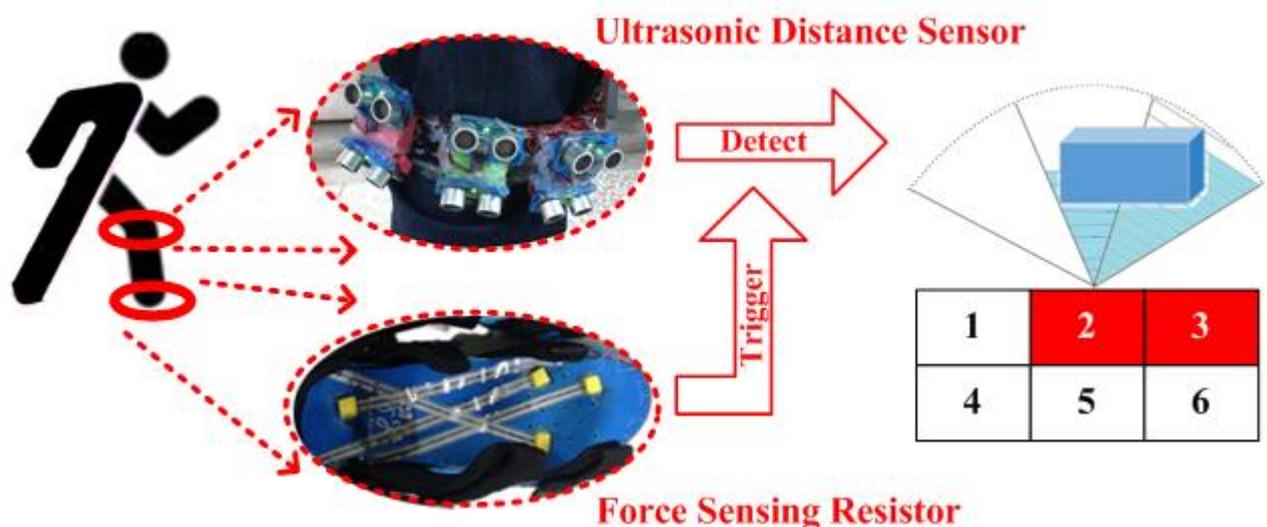


圖 1. 以超音波感測為核心之穿戴式戶外行走安全導引系統示意圖

即使各感測器之間有空隙，但隨著連續動作可以先後測量至不同部分，彌補靜止時之測量漏洞。圖 2 為本研究提出之連續三步障礙物感測機制，依照本次選用之超音波測距感測器最遠量測距離，搭配一般人常模之步伐長度，將感測範圍區分成三段(如圖 2 所示，分成 270、200 與 120 cm)，換言之，障礙物將在三步內感測，並依據其燈號利用三角函數推測出前方障礙物之寬度範圍，進而制訂出決策樹(Decision Tree)，作為自動判斷出使用者行進之間可能遭遇情況，及時發出警告。

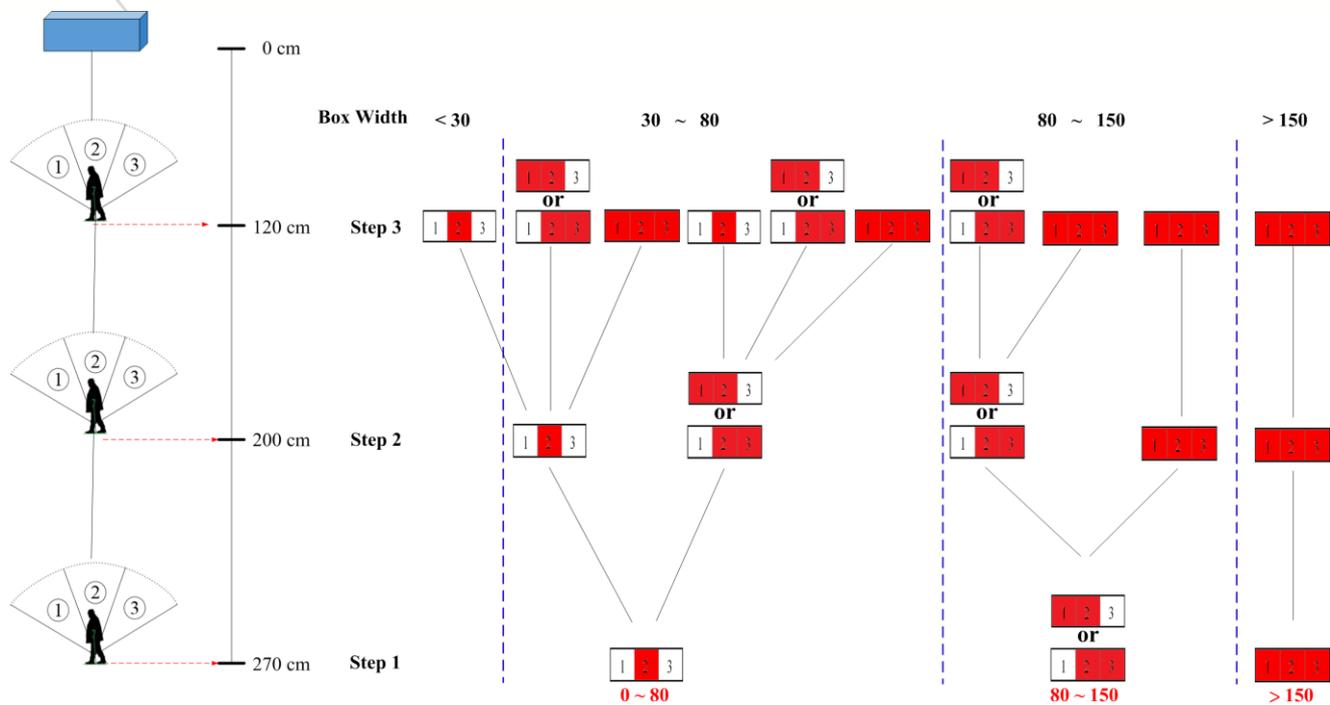


圖 2. 連續三步之障礙物感測示意圖

### 3. 結果與討論

過去研究運用超音波感測於障礙物偵測多半考量固定式感測(Strakowski et al., 2006; Yoon et al., 2008)，而本研究專注於可自行活動之人體，此功能在銀髮族與失智症生活輔助上有其發展潛力，相對性以深度資訊為主影像處理方式，本研究之軟硬體複雜度相對較低，依據目前實驗結果顯示，可正確判斷前方凸起障礙物之準確性可達 90% 以上，因此，若能實際應用於銀髮族或失智症隨身穿戴輔助裝置，將可提供價格低廉且實用之戶外行走安全輔助。未來將針對動態障礙物之快速偵測進行系統改進。

### 誌謝

本研究獲科技部銀髮族專屬資通訊設備計畫(計畫編號: MOST 102-2218-E-027-010)之補助。

### 參考文獻

1. Strakowski, M. R., Kosmowski, B. B., Kowalik, R., & Wierzba, P. (2006). An ultrasonic obstacle detector based on phase beamforming principles. *Sensors Journal, IEEE*, 6(1), 179-186.
2. Yoon, M. J., Jeong, G. Y., & Yu, K. H. (2008, October). Generation of space grid map by 3D detection of obstacle distribution. In *Control, Automation and Systems, 2008. ICCAS 2008. International Conference on* (pp. 2054-2057). IEEE.