

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/267868930>

[Portable gait foot angle ultrasonic measurement system]

Article · January 1992

CITATIONS

0

READS

20

4 authors, including:



Cheng-Kung Cheng

Shanghai Jiao Tong University

342 PUBLICATIONS 6,146 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Mal-alignment tolerance of total knee prosthesis [View project](#)



ACL Repair or Reconstruction [View project](#)

人體步態足底角度超音波量測系統設計

李揚漢 陳一通 王崇禮* 鄭誠功**

台大電機所 *台大骨科 **台大醫學工程研究中心

本篇係介紹以超音波，數位電錶，與 PC 製成可攜帶型人體步態足底角度量測系統，來量測走路時兩足底之夾角。此自行開發之系統是具有非常便宜，可攜帶，可程式化等優點；並且提供醫生評估診斷走路步態是否有內外翻腳之情形。

醫學工程 1992; 4: 61-62

關鍵詞：超音波量測 Ultrasonic measurement

步態足底角度 gait foot angle

一、前言：

人類在人體步態上之量測，一開始只是利用簡單足跡法(腳底著墨汁)來做步距記錄與量測。隨著科技之發展，利用電子儀器，我們可以做許多步態參數之測量；如利用 Camera 系統，光學系統等。這些系統基本上都是非常昂貴，因此引發我們利用便宜的超音波來製做一個步態量測系統。基本上利用超音波可以得到超音波傳送器與發射器的兩點距離值，這技術在工業上已產品化(DK-4012AD)，而利用 8031 微處理機，可以將距離之資料存放在其 RAM(暫存器)，最後利用 PC 之 I/O 卡來讀取 RAM 之資料。這系統具有靈活之擴充性，它可以配合台大的 CDG 系統(腳底壓力量測系統)，利用 CDG 之腳壓感測器，配合超音波，可製成同時測腳壓與腳距之系統。

利用超音波距離量測系統 [1]，可得傳輸器與接收器間之距離。以人的腳底度為基底，分別得到不同之距離值，再用三角公式與幾何關係，可以換算出兩足底之夾角。經由此數據之量測，可以讓我們更進一步分析及評估人體的步態。

二、系統工作原理：

本系統乃由超音波 DK-4012AD(特殊超音波 IC)，發射器 T-40 和接收器 R-40，在不同距離產生不同電流(此電流值正比於 T-40 和 R-40 間之距離)，讓此電流訊號經過電阻，變為電壓訊號，再經由放大器 $\mu A741$ 將訊號放大，最後利用數位電表 IC(7117)直接讀出此一電壓值(如圖 1)。而此電壓值經由校準，可以用來表示距離 [1]。為了量測角度，我們在鞋子前端與後端都放一組發射與接收器(如圖 2)，共有 4 組超音波測距系統(Tx1-Rx1, Tx2-Rx2, Tx3-Rx3, 與 Tx4-Rx4)。設計上為了避免此四組超音波傳送接收系統互相干擾，必需在每一組超音波傳送接收系統互相干擾，必需每一組的傳送端(Tx)，裝上開關(Sw)。此四個開關 SW1, SW2, SW3, SW4 為觸發式(只有在 ON 瞬間，反應固定的時間，如接上 555-one-shot timer)，當右腳跟著地 SW3 觸動使 Tx3 反應在某一固定之週期內，此時 Rx3 收到訊號，而顯示 d3 之距離；在右腳尖即將要離開地面時 SW1 觸動使 Tx1 反應，此時 Rx1 收到訊號，而顯示 d1 之距離；同當左腳跟著地 SW4 觸動使 Tx4 反應，Rx4 收到則顯示 d4；當左腳尖即將離開地面時 SW2 觸動 Tx2, Rx2 收到訊號後得到 d2。利用此 4 組超音波測距系統，可以得到 4 組距離值 d1, d2,

80 年 11 月 8 日收件 80 年 12 月 26 日接受
抽印本索取及通訊：鄭誠功，台大醫院醫學工程研究中心
台北市仁愛路 1 段 1 號

d_3, d_4 其幾何關係如圖 4 所示。其中 d_R 為右腳底長度, d_L 為左腳底長度, 而 α 為兩足底夾角。則 α 與 d_1, d_2, d_3, d_4, d_R , 與 d_L (註: d_1, d_2, d_3, d_4 為超音波量測系統所得距離, d_R 與 d_L 為已知長度) 之間關係推導如下:

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left(\frac{d_1^2 + d_R^2 - d_4^2}{2d_1d_R} \right) \quad (1)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left(\frac{d_1^2 + d_R^2 - d_2^2}{2d_1d_R} \right) \quad (2)$$

$$\theta_3 = \cos^{-1} \left(\frac{d_2^2 + d_3^2 - d_R^2}{2d_2d_3} \right) \quad (3)$$

$$\theta_4 = \cos^{-1} \left(\frac{d_3^2 + d_L^2 - d_4^2}{2d_3d_L} \right) \quad (4)$$

則兩足底夾角 α :

$$\alpha = 180^\circ - \theta_1 - \theta_2 - \theta_3 - \theta_4 \quad (5)$$

本實驗目前僅以數位電錶將電壓值讀出, 然後紀錄在電腦中, 然後經由 (1)~(5) 的計算。未來計劃用 [1] 之作法, 將所有資料直接存在 8031 的 RAM 內, 再用介面卡讀到 PC 中, 再處理。

(註: 本系統目前已安置在台大電機系新館三樓的實驗中)。

三、外翻步態, 內翻步態之探討:

外翻步態(abduction)如圖 5(a)所示, 其量到之角度為 α_{abd} , 而內翻步態(adduction)如圖 5(b)。

所示, 其量到之角度為 α_{add} 。由圖 5 中, d_2 與 d_4 之長度關係, 可以知道 $d_2 > d_4$ 為外翻步態, 角度 $\alpha = \alpha_{abd}$; 當 $d_2 < d_4$, 則為內翻步態, 角度 $\alpha = \alpha_{add}$ 。此一準則可以用來決定所得角度 α 為 α_{abd} 或 α_{add} 。

四、結 論

人走路步態足底角度量測, 目前很少用電子儀器來測量(或者是太昂貴了)。本文所探討利用超音波將步態的移動距離, 取出腳跟, 腳尖等四組距離值, 再利用三角函數關係, 等效得到步態角度 α ; 由其中所得二組距離值(d_2, d_4)的大小關係, 可判定此為外翻角 α_{abd} 或內翻角 α_{add} 。此重要數據, 可以用來作為步態足底角度是否正常之參考。

五、參考論文

[1] 高宏鑫, 邵守國, 李揚漢

“超音波動態測距系統”即將刊登於電子技術雜誌, 十二月份, 1991 年。

PORTABLE GAIT FOOT ANGLE ULTRASONIC MEASUREMENT SYSTEM

Yang-Han Lee, Yie-Tone Chen, Chung-Lii Wang*, and Cvheng-Kung Cheng**

Dept. of Electrical Engineering

* Dept. of Orthopaedic Durgery

** Center for Biomedical Engineering

National Taiwan Liniversity

This paper describes the portabbe gait foot angle measurement system which consists of ultrasonic, digital electrical meter and IBM-PC. It can measure the foot angle while walking. This system has the benefits of low cost, portability, and programability. It also provides the dynamic information for doctor to see the gait being abduction or adduction.

Biomed Eng Appl Basis comm 1992; 4: 60-61