

應用在電容式觸控面板上進行觸控位置估算與軌跡追蹤

林志隆^{1,2*}、張益銘³、洪嘉澤⁴、塗俊達⁴、莊承諺¹

¹國立成功大學電機工程學系

²國立成功大學尖端光電科技中心

³環鴻科技股份有限公司

⁴友達光電股份有限公司

cllin@ee.ncku.edu.tw

IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 62, NO. 8, 5097 - 5108 (2015)

觸

控面板技術已經廣泛地被商業化，在手機、數位相機、導航系統、電視和平板

電腦上，其技術可分成電阻、電容、聲波和紅外線等方法。近年來電容式觸控面板明

顯地受到相關產業關注，並在消費性電子產品市場中有強大的滲透力，歸因於其優異

的靈敏度、耐久性和多點觸控功能。然而，電容式觸控面板容易受到雜訊的影響，造

成雜訊的原因包含手指的顫抖、環境的磁場干擾或是晶片的製程變異，這都會導致不

正確的觸控位置與鋸齒形軌跡[1], [2]。因此，本文提出一具有精確預測與快速軌跡追

蹤演算法實現於電容式觸控面板系統。圖一(a)為真實觸控面板系統之架構，包含一個

7英寸電容式觸控面板、微控制器單元、一顆感測晶片與一個轉換板組成，並整合在顯示螢幕上；及相對應

的系統流程圖，如圖一(b)所示。本文提出模糊自適應強跟蹤卡爾曼濾波器，利用該演算法非理想比例因子的

特性，在手指高速或低速移動於觸控面板上，均能達到精確地軌跡追蹤且帶有平滑特性。本論文的實驗

可證明所提出的方法在實際的系統中於慢速移動時可以有效地抑制雜訊的影響，如圖二所示，原始軌跡可

明顯得知未使用濾波器會導致觸控軌跡有嚴重的鋸齒現象，且移動平均法只能抑制高頻雜訊所以抑制雜訊

效果有所限制，圖二(c)、(d)與(e)為基於卡爾曼濾波器之方法可以獲得較好的濾波特性，本論文提出之模糊

自適應強跟蹤卡爾曼濾波器可以達到最低觸控軌跡的平滑度 $S(k)$ 。圖三為在移動速度為45(cm/s)的前提下，

針對移動平均法、卡爾曼濾波器、強跟蹤卡爾曼濾波器及模糊自適應強跟蹤卡爾曼濾波器之非線性跟蹤做

比較，並計算其跟蹤誤差。由量測結果可知，使用移動平均法和卡爾曼濾波器得到的軌跡與參考軌跡並不

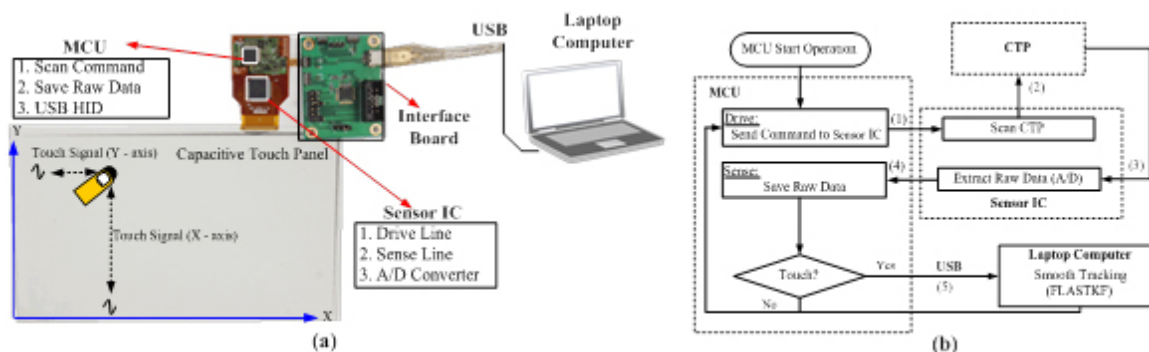
相符，因此導致嚴重的跟蹤誤差。雖然使用強跟蹤卡爾曼濾波器可得到的觸控軌跡大致與參考軌跡相符，

但是依然有些微跟蹤上的誤差，本論文提出的方法可以獲得的觸控軌跡與參考軌跡幾乎相符，且比起使用

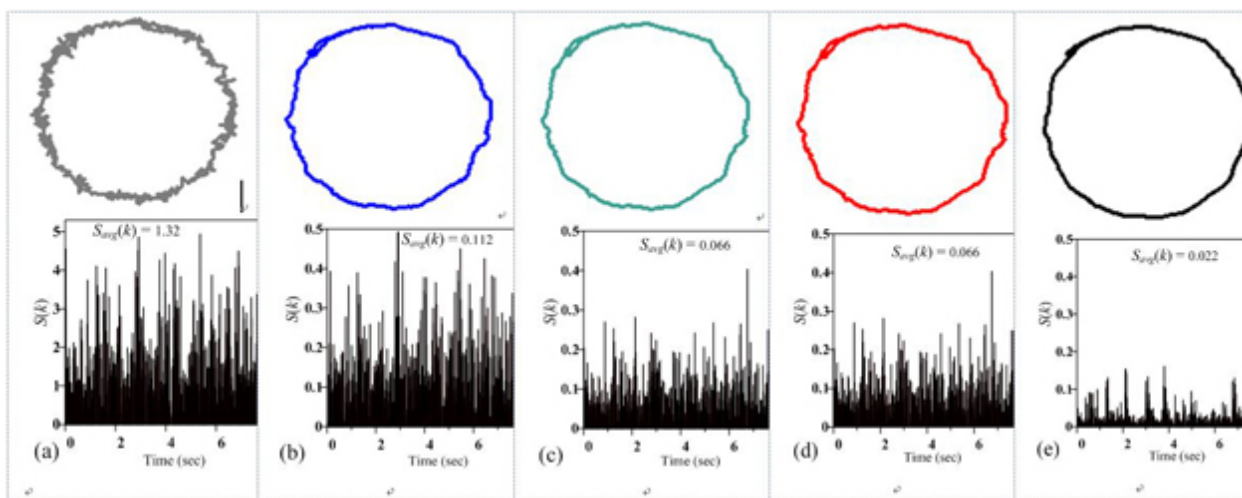
移動平均法、卡爾曼濾波器及強跟蹤卡爾曼濾波器所產生的誤差來得更小。因此，實驗結果指出，本論文

提出之演算法不僅可以有效地抑制雜訊的影響，甚至在非線性的軌跡高速移動下依然維持精確的位置預

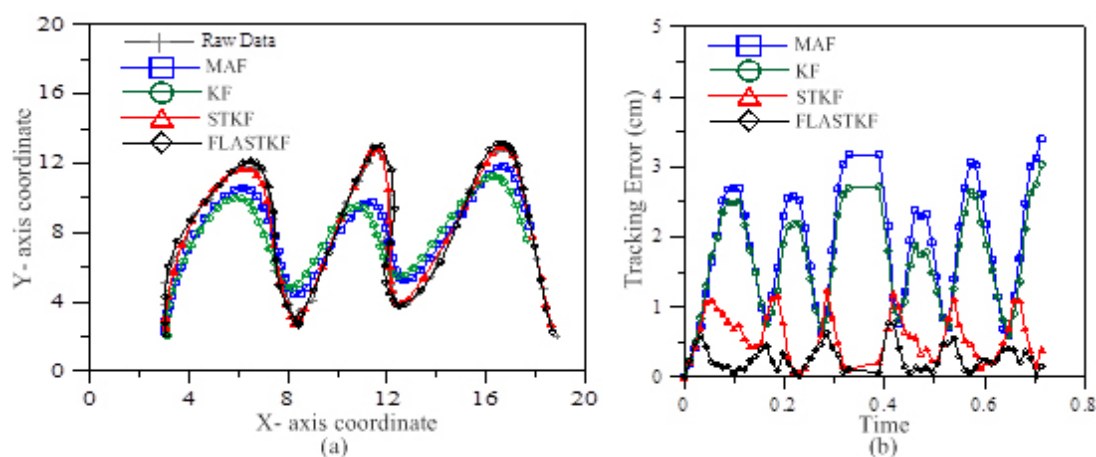
測。



圖一、(a) 觸控面板系統。(b) 觸控面板系統之流程圖。



圖二、針對不同演算法比較觸控軌跡之平滑度。(a) 原始軌跡。(b) 移動平均法。(c) 卡爾曼濾波器。(d) 強跟蹤卡爾曼濾波器。(e) 模糊自適應強跟蹤卡爾曼濾波器。



圖三、(a) 移動速度在45(cm/s)下的非線性軌跡。(b) 移動速度在45(cm/s)下比較不同演算法之跟蹤誤差的軌跡。

參考文獻：

1. C. L. Lin, C. S. Li, Y. M. Chang, T. C. Lin, J. F. Chen, and U. C. Lin "Pressure sensitive stylus and algorithm for touchscreen panel," *IEEE/OSA J. Display Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 17–23, Jan. 2013.
2. C. L. Lin, Y. M. Chang, U. C. Lin, and C. S. Li, "Kalman filter smooth tracking based on multi-touch for capacitive panel," in *Proc. SID Tech. Dig.*, pp. 1845–1847, 2011.