

The Design of Radar Tracking Control Systems

胡宗華、鍾翼能

E-mail: 9314937@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

The applications of radar systems are very important in many areas. In this thesis, both the theorem and applications of radar systems are investigated, especially for its control system. In multi-target tracking systems, there are many disturbances from the outside environments to influence the estimated correctness. Therefore, the control system is very important for improving the system performance. In this thesis, an estimation algorithm is conducted to tracking multiple maneuvering targets. By this proposed approach, the tracking error will be reduced and will have better performance also.

Keywords : radar tracking system ; tracking theory ; adaptive procedure

Table of Contents

| | | | |
|---------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| 目錄 封面內頁 簽名頁 博碩士論文授權書..... | iii | 中文摘要..... | iii |
|iv 英文摘要..... | v | 誌謝..... | v |
|vi 目錄..... | vii | 圖目錄..... | vii |
|ix 表目錄..... | xi | 第一章 緒論..... | xi |
|1 1.1 簡介..... | 1 | 1.2 研究背景及目的..... | 1 |
|1 1.3 研究方法..... | 3 | 第二章 雷達系統的發展及原理..... | 3 |
|4 2.1 雷達發展史..... | 4 | 2.2 工作原理..... | 4 |
|7 2.3 雷達系統種類..... | 12 | 2.4 雷達系統的應用..... | 14 |
| 第三章 雷達系統應用於軍事..... | 16 | 3.1 軍事應用..... | 16 |
| 3.2 監視雷達與跟蹤雷達..... | 18 | 3.3 武器控制雷達..... | 19 |
| 3.3 雷達系統應用於軍事..... | 20 | 3.4 偵測雷達..... | 21 |
| 3.4 雷達系統應用於軍事..... | 21 | 3.5 彈道導彈預警雷達..... | 21 |
| 3.5 雷達系統應用於軍事..... | 22 | 3.6 雷達系統應用於軍事..... | 22 |
| 第四章 卡門濾波器..... | 25 | 4.1 卡門濾波器簡介..... | 25 |
| 4.1 卡門濾波器..... | 25 | 4.2 卡門濾波器之系統模式定義..... | 25 |
| 4.2 卡門濾波器..... | 27 | 4.3 卡門濾波器之推導..... | 27 |
| 4.3 卡門濾波器..... | 27 | 4.4 擴展型卡門濾波器..... | 30 |
| 4.4 卡門濾波器..... | 33 | 第五章 雷達追蹤系統..... | 33 |
| 5.1 系統數學模型..... | 33 | 5.2 資料相關結合技術..... | 33 |
| 5.2 系統數學模型..... | 36 | 5.3 變速度目標追蹤架構..... | 40 |
| 5.3 系統數學模型..... | 41 | 第六章 電腦模擬與分析..... | 40 |
| 6.1 模擬初始定義..... | 41 | 6.1.1 單目標追蹤模擬分析..... | 43 |
| 6.1 模擬初始定義..... | 49 | 6.2 雙目標追蹤模擬分析..... | 43 |
| 6.2 模擬初始定義..... | 49 | 6.2.1 雙目標追蹤起始設定..... | 49 |
| 6.2.1 模擬初始定義..... | 56 | 6.3 三個目標追蹤分析..... | 49 |
| 6.2.2 模擬初始定義..... | 62 | 6.4 多目標追蹤模擬分析..... | 62 |
| 6.2.3 模擬初始定義..... | 69 | 第七章 結論..... | 70 |
| 6.2.4 模擬初始定義..... | 70 | 參考文獻..... | 70 |
| 6.2.5 模擬初始定義..... | 25 | 圖目錄 圖 4.1 卡門濾波器之系統方塊圖..... | 25 |
| 6.2.6 模擬初始定義..... | 45 | 圖 5.1 資料相關結合之概念圖..... | 34 |
| 6.2.7 模擬初始定義..... | 46 | 圖 6.1 方法一單目標之追蹤軌跡圖，定速度..... | 45 |
| 6.2.8 模擬初始定義..... | 47 | 圖 6.2 方式一單目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 45 |
| 6.2.9 模擬初始定義..... | 48 | 圖 6.3 方法一單目標之追蹤軌跡圖，變速度..... | 46 |
| 6.2.10 模擬初始定義..... | 48 | 圖 6.4 方法一單目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 46 |
| 6.2.11 模擬初始定義..... | 52 | 圖 6.5 方法二單目標追蹤軌跡圖，定速度，定速度..... | 47 |
| 6.2.12 模擬初始定義..... | 53 | 圖 6.6 方式二單目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 47 |
| 6.2.13 模擬初始定義..... | 54 | 圖 6.7 方法二單目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 48 |
| 6.2.14 模擬初始定義..... | 54 | 圖 6.8 方法二單目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 48 |
| 6.2.15 模擬初始定義..... | 55 | 圖 6.9 方法三雙目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 52 |
| 6.2.16 模擬初始定義..... | 58 | 圖 6.10 方法三雙目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 52 |
| 6.2.17 模擬初始定義..... | 59 | 圖 6.11 方法三雙目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 53 |
| 6.2.18 模擬初始定義..... | 59 | 圖 6.12 方法三雙目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 53 |
| 6.2.19 模擬初始定義..... | 60 | 圖 6.13 方法四雙目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 54 |
| 6.2.20 模擬初始定義..... | 61 | 圖 6.14 方法四雙目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 54 |
| 6.2.21 模擬初始定義..... | 61 | 圖 6.15 方法四雙目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 55 |
| 6.2.22 模擬初始定義..... | 61 | 圖 6.16 方法四雙目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 55 |
| 6.2.23 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.17 方法五三目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 58 |
| 6.2.24 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.18 方法五三目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 58 |
| 6.2.25 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.19 方法五三目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 59 |
| 6.2.26 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.20 方法五三目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 59 |
| 6.2.27 模擬初始定義..... | 60 | 圖 6.21 方法六三目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 60 |
| 6.2.28 模擬初始定義..... | 61 | 圖 6.22 方法六三目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 60 |
| 6.2.29 模擬初始定義..... | 61 | 圖 6.23 方法六三目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 61 |
| 6.2.30 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.24 方法六三目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 61 |
| 6.2.31 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.25 方法七多目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 64 |
| 6.2.32 模擬初始定義..... | 64 | 圖 6.26 方法七多目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 64 |
| 6.2.33 模擬初始定義..... | 65 | 圖 6.27 方法七多目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 65 |
| 6.2.34 模擬初始定義..... | 65 | 圖 6.28 方法七多目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 65 |

| | | | |
|---------------------------------------|----|---------------------------------------|----|
| 法七多目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 65 | 圖 6.29 方法八多目標追蹤軌跡圖，定速度..... | 66 |
| 圖 6.30 方法八多目標位置誤差與速度誤差圖，定速度..... | 66 | 圖 6.31 方法八多目標追蹤軌跡圖，變速度..... | 67 |
| 圖 6.32 方法八多目標位置誤差與速度誤差圖，變速度..... | 67 | 表目錄表 6.1 單目標之初始狀態..... | 43 |
| 表 6.2 單目標之定速度區間設定..... | 43 | 表 6.3 單目標之變速度區間設定..... | 44 |
| 表 6.4 一般擴展式卡門濾波器估測系統對單目標追蹤的模擬結果..... | 44 | 表 6.5 適應性擴展式卡門濾波器估測系統對單目標追蹤模擬結果..... | 44 |
| 表 6.6 雙目標之初始狀態..... | 50 | 表 6.7 雙目標之變速度區間設定..... | 50 |
| 表 6.8 一般擴展式卡門濾波器估測系統對雙目標追蹤的模擬結果..... | 51 | 表 6.9 適應性擴展式卡門濾波器估測系統對雙目標追蹤模擬結果..... | 51 |
| 表 6.10 三目標之初始狀態..... | 56 | 表 6.11 三目標之變速度區間設定..... | 56 |
| 表 6.12 一般擴展式卡門濾波器估測系統對三目標追蹤的模擬結果..... | 57 | 表 6.13 適應性擴展式卡門濾波器估測系統對三目標追蹤模擬結果..... | 57 |
| 表 6.14 多目標之初始狀態..... | 62 | 表 6.15 多目標之變速度區間設定..... | 62 |
| 表 6.16 一般擴展式卡門濾波器估測系統對多目標追蹤的模擬結果..... | 63 | 表 6.17 適應性擴展式卡門濾波器估測系統對多目標追蹤模擬結果..... | 63 |

REFERENCES

- 參考文獻 [1] Y.Bar-Shalom and T.E Fortmann , " Tracking Data and Association " , Mathematics in Science and Engineering , Vol.179.1988.
- [2] K.C. Chang ,C.Y. Chong ,and Y. Bar-Shalom " , Joint Probabilistic Data and Association Distributed Sensor Networks " , IEEE Trans. Auto-ma.Contr.,Vol. AC-31 ,pp.889-897, Oct .1986.
- [3] Y. Bar-Shalom and T. Edison , " Sonar Tracking of Multiple Targets Using Joint Probabilistic Data Association " , IEEE Journal of Oceaning Engineering ,Vol. OE-8,No 3 July 1983.
- [4] Y. Bar-Shalom and T.E. Fortmann , " Tracking and Data Association " , Academic Press,INC.1989.
- [5] S.S. Blackman , " Multiple-Target Tracking With Radar Applications " , pp.109-111,1986.
- [6] Y.N. Chung and D.L. Gustafson , and E. Emre , " Extended Solution to Multiple Maneuvering Target Tracking " , IEEE Trans. Aerosp Electron.Syst.Vol AES-25,pp.876-887,1990.
- [7] E. Emre, and J. Seo, " A Unifying Approach to Multi-Target Tracking " ,IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.,Vol AES-25,pp.520 -528,1989.
- [8] Y.N. Chung and M.T. Lin , " A Muliti-Target Tracking Algorithm Using Variable Sampling Rate " , J. of Control.Vol.3,No.1,PP.33-41, 1995.
- [9] Y.N.Chung and Joy Chen , " Applying Both Kinematic and Attribute Information.for A Target Tracking Algorithm " , J. of Control. Vol.5,No.3,P.P.203-209,1997.
- [10]P. Swerling , " Radar Probability of Detection for Some Additional Fluctuating Target Cases " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-33,pp.698-709,1997.
- [11]P. D. Hanlon and P. S. Maybeck, " Interrelation Ship of Single-Filter and Multiple-Model Adaptive Algorithms " ,IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol. AES-34,PP.934-946,1998.
- [12]E. Conte, M. Lops , and G. Ricci, " Adaptive Detection Schemes in Compound-Gaussian Clutter " ,IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol. AES-34 ,PP.1058-1069,1998.
- [13]R. L. Popp, K. R. Pattipati, .Bar-Shalom&M.Ysddanapudi , " Parallelization of a Multiple Tracking Algorithm with Superlinear Speedups, " IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-33, pp.281-290,1997.
- [14]D. J. Kershaw & R. J. Evans, " Waveform Selective Probabilistic Data Association " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-33,pp.1180-1189,1997.
- [15]P. D. Hanlon & P. S. Maybeck, " Interrelationship of Single-Filter and Multiple-Model Adaptive Algorithms " ,IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-34,pp.934-947,1998.
- [16]S-T. Park & J. G. Lee, " Design of a Practical Tracking Algorithm with Radar Measurements " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-34,pp.1337-1345,1998.
- [17]E.Mazor, J Dayan, A.Averbuch & Y.Bar-Shalom, " Interacting Multiple Model Methods in Target Tracking: A Survey " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-34,pp.103-124,1998.
- [18]R. E. Bethel & G. J. Paras, " A PDF Multisensor Multitarget Tracker " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-34, pp.153-169,1998.
- [19]H. Lee & I-J Tahk, " Generalized Input-Estimation Technique for Tracking Maneuvering Targets " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst. Vol AES-35,pp.1388-1403,1999.
- [20]K. A. Fisher & P. S. Maybeck, " Multiple Adaptive Estimation with Filter Spawning " , IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.Vol.38,No.3 ,pp.755-768,2002.

[21]N. Okello & B. Ristic, " Maximum Likelihood Registration for Multiple Dissimilar Sensors ", IEEE Trans. Aerosp. Electron.Syst. Vol.39,No.3, pp.1074-1083,2003.