

# 數位影碟機伺服系統之強健控制設計

江俊彥、鄭鴻儀

E-mail: 9127919@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

數位影碟機係以機電致動器帶動光學系統作動，使雷射光點正確焦在碟門片上，讓光學系統能正確讀取碟片上，讓光學系統能正確讀取碟片資料。本研究針對機電致動器伺服系統參數擾動及干擾問題，利用系統鑑別所得到之參數，取其參數平均值，作為設計器控制器之受控體，並使系統在參數變化範圍及干擾存在下能到穩定，且符合誤差規格要求。最後再以MATLAB模擬，驗證控制器之結果是否正確。因此分別以古典控制法則PID及現代控制法則強健控制，加以設計控制器。PID控制器設計之結果，當系統在參數擾動範圍內仍可達到要求，時域性能方面，安定時間 $3 \times 10^{-5}$ 秒，最大超越量1%，頻寬達50KHZ，離散頻域所得之誤差值小於0.0122，均滿足規格書要求之頻寬大於2.4KHZ，及誤差小於0.069(伏特)，證明PID控制器能克服參數擾動之影響。當考慮干擾 $D=500\text{SIN}(1500T)$  M時，最大超越量上升，誤差值達到0.0745，已無法達到要求，因此以強健控制加以探討。由於系統參數會擾動，及有干擾存在，因此控制器須為全訊息控制器。設計結果，當干擾及參數擾動之影響同時存在時，安定時間可控制在 $3 \times 10^{-5}$ 秒以內，頻寬達30KHZ，並可以設計依據(如最大超越量、安定時間)求得控制器及觀測器增益值，離散頻域之誤差值：聚焦為0.0318滿足小於0.069之要求，循軌為0.0062滿足0.0495(伏特)之要求。此結果則能對產業研發改進有所助益。

關鍵詞：機電致動器伺服系統、參數擾動、干擾、強健控制、全訊息控制器

## 目錄

第一章 緒論--P1 1.1 前言--P1 1.2 研究動機與目的--P3 1.3 文獻回顧--P4 1.4 論文大綱--P6 第二章 光碟機讀取頭伺服系統及參數鑑別--P8 2.1 光學讀取頭--P8 2.1.1 聚伺服系統--P10 2.1.2 循軌伺服系統--P12 2.2 系統鑑別--P15 2.2.1 系統波德圖之量測--P15 2.2.2 曲線擬合及參數分析--P17 第三章 PID控制器設計--P20 3.1 設計比例放大器--P20 3.2 比例、微分器之設計結果--P22 3.3 控制器設計結果討論--P36 第四章 強健控制應用於光碟機伺服系統--P37 4.1 強健控制介紹--P37 4.2 以強健控制設計控制器--P43 4.3 討論伺服系統性能--P51 第五章 控制系統誤差分析--P59 5.1 控制器數位化--P59 5.2 誤差討論--P67 第六章 結果建議--P70 6.1 結論與討論--P70 6.2 建議--P71

## 參考文獻

1. BALL, J.A. AND HELTON, J.W. "H CONTROL FOR NONLINEAR PLANTS: CONNECTIONS WITH DIFFERENTIAL GAMES", IEEE CONFERENCE ON DECISION AND CONTROL TAMPA FL, PP. 956 - 962, 1989.
2. BALL, J.A., HELTON, J.W. AND WALKER M.L., "H CONTROL FOR NONLINEAR SYSTEMS WITH OUTPUT FEEDBACK", IEEE TRANS. ON AUTOMATIC CONTROL, VOL. 34, NO. 4, PP. 546-559, 1993.
3. GREEN MICHAEL AND DAVID, J. N., LINEAR ROBUST CONTROL, PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 1995.
4. HANS W. KNOBLOCH, ALBERT ISIDORI AND DIETRICH FLOCKERZI, TOPICS IN CONTROL THEORY, BIRKHAUSER VERLAG, BOSTON, 1993.
5. DOYLE, JOHN C., FRANCIS, BRUCE A. AND TANNENBAUM, ALLEN R., FEEDBACK CONTROL THEORY, MAC-MILLAN PUBLISHING COMPANY, NEW YORK, 1992.
6. T.M.M. NASAB, "A NEW VARIABLE STRUCTURE CONTROL DESIGN WITH STABILITY ANALYSIS FOR MIMO SYSTEMS", ELECTRONICS CIRCUITS AND SYSTEMS, VOL. 2, PP. 785 - 788, 2000.
7. CHAN, S.P., "ROBUST MOTION CONTROL USING VARIABLE STRUCTURE SYSTEM WITH PERTURBATION COMPENSATION", THE 25TH ANNUAL CONFERENCE OF THE IEEE, VOL.1, PP.424 - 429, 1999.
8. P. SUCHOMSKI, "ROBUST PI AND PID CONTROLLER DESIGN IN DELTA DOMAIN", CONTROL THEORY AND APPLICATIONS, IEE PROCEEDINGS-, VOL. 148, ISSUE: 5, SEPT. 2001.
9. BENJAMIN C. KUO, AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS, SEVENTH EDITION, PRENTICE-HALL, NEW JERSEY, 1997.
10. ROLF JOHANSSON, SYSTEM MODELING AND IDENTIFICATION, PRENTICE HALL, NEW JERSEY, 1993.
11. A. FORRAI, S. HASHIMOTO, H. FUNTO AND K. KAMIYAMA, "STRUCTURAL CONTROL TECHNOLOGY: SYSTEM IDENTIFICATION AND CONTROL OF FLEXIBLE STRUCTURES", COMPUTING & CONTROL ENGINEERING JOURNAL, VOL. 12, PP. 257 - 262, DEC. 2001.
12. MASAVOSHI TODA, "ROBUST CONTROL FOR MECHANICAL SYSTEMS WITH OSCILLATING BASES", IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON, VOL. 2, PP.878 - 883, 1999.
13. K. FUJIYAMA, M. TOMIZUKA AND R. KATAYAMA, "DIGITAL TRACKING CONTROLLER DESIGN FOR CD PLAYER USING DISTURBANCE OBSERVER", THE 5TH INTERNATIONAL WORKSHOP, PP. 598 - 603, 1998.
14. WU HANSHENG, "ROBUST TRACKING AND MODEL FOLLOWING FOR A CLASS OF UNCERTAIN DYNAMICAL SYSTEMS BY VARIABLE STRUCTURE

CONTROL", IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE, PP. 680 - 685, 2000. 15. K. OHISHI, K. KUDO, K. ARAI AND H. TOKUMARU, "ROBUST HIGH SPEED TRACKING SERVO SYSTEM FOR OPTICAL DISK SYSTEM", THE 6TH INTERNATIONAL WORKSHOP, PP. 92 - 97, 2000. 16. 李佩謙, 唯讀光碟機之伺服系統, 光電資訊, 第27期. 17. 張道弘, PID 控制理論與實務, 全華科技圖書股份有限公司, 1995. 18. 陳韋良, 光碟機聚焦控制器參數設計之自動化, 大葉大學碩士論文, 2001. 19. 吳耀宗, DVD 光碟機之微動致動器伺服系統研究, 大葉大學碩士論文, 2001. 20. 楊憲東、蘇芳柏, 線性與非線性  $H$  控制理論, 全華圖書有限公司, 1999. 21. 趙清風, 進階自動控制設計-使用MATLAB 程式語言, 全華圖書有限公司, 2000. 22. 王菊南, CD 系列光碟機標準介紹, 光電資訊, 第27期. 23. 劉健偉, 光碟機控制器之可靠度分析, 國立清華大學碩士論文, 2000. 24. 郭立華, 光學頭致動器機構簡介, 光電資訊, 第27期. 25. 李佳洪, 光碟機長程循軌馬達之適應控制, 國立交通大學碩士論文, 1997. 26. 沈永錕, 光碟機碟片偏擺之分析與控制, 國立成功大學碩士論文, 1999. 27. [HTTP://WWW.CD-INFO.COM/CDIC/BIBLIOGRAPHY.HTML](http://www.cd-info.com/cdic/bibliography.html)