

可攜式糖尿病患生化血糖監控系統之研究

林建銘、陳俊達

E-mail: 9224491@mail.dyu.edu.tw

摘要

- v - 器近年來國內外許多專家學者相繼投入糖尿病(Diabetes Mellitus)相關研究，臨床實驗中證明糖尿病經由良好的血糖控制，的確是可以有效地預防或延緩糖尿病視網膜、腎臟、及神經病變等疾病之發生。本論文依據分離原理(Separation Principle)作為控制器與觀測器之合成設計，引用全訊息(H Full-Information)做為整個設計控制器的理論核心，以因應人體內複雜且多變的生理狀態與外在環境對人體誘發的現象，觀測器(Observer)則用來估測尚難測器最後建構一生化血糖監控系統，探討病理現象與實驗結果的合理性，並評估臨床試驗的可行性。此生化血糖監控系統，希望能夠提供糖尿病患者能夠有個簡單、舒適和安全的血糖控制方式

關鍵詞：糖尿病、分離原理、全訊息、不確定性、干擾、觀測器

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書.....	iii
.....v 英文摘要.....	vi
.....vii 目錄.....	viii
.....x 表目錄.....	xi
.....xii 第一章 緒論.....	1
1.1 前言.....	1
1.1.1 糖尿病介紹.....	2
1.2 研究動機與目的.....	3
1.3 文獻回顧.....	4
1.4 論文綱要.....	5
第二章 胰島素與血糖反應之數學模型.....	7
2.1 數學模型介紹.....	7
2.2 數學模型之模擬分析.....	12
2.2.1 模擬分析之結果與討論.....	12
第三章 理論分析與模擬.....	21
3.1 全訊息控制器.....	21
3.1.1 控制器模擬結果之討論.....	28
3.1.2 等效觀測器.....	29
3.1.2.1 等效觀測器模擬結果之討論.....	32
3.2 回授控制器.....	32
3.2.1 回授控制器模擬結果之討論.....	34
3.2.2 以等效觀測器為基礎之全訊息控制器.....	35
之模擬結果.....	35
第四章 血糖量測原理與檢測儀器.....	43
4.1 血糖量測原理.....	43
4.2 胰島素量測原理.....	46
4.3 血糖檢測儀器之發展.....	46
第五章 可攜式糖尿病患生化血糖監控系統之設計.....	51
5.1 生化血糖監控系統.....	51
5.2 硬體架構.....	53
第六章 結論與未來研究方向.....	57
6.1 結論.....	57
6.2 未來研究方向.....	58
參考文獻.....	59
圖目錄 圖1.1 人體血糖與胰島素作用情形.....	2
.....15 圖2.1 非線性模型-改變胰島素注射量之模擬結果.....	16
.....17 圖2.2 線性化模型-改變胰島素注射量之模擬結果.....	16
.....18 圖2.3 非線性模型-延長胰島素注射時間之模擬結果.....	19
.....19 圖2.4 線性化模型-延長胰島素注射時間之模擬結果.....	20
.....20 圖2.5 非線性模型-針對不同的血糖標準值之模擬結果.....	36
.....36 圖2.6 線性化模型-針對不同的血糖標準值之模擬結果.....	37
.....37 圖3.1 控制器-針對不同的胰島素初始值之模擬結果.....	38
.....38 圖3.2 控制器-針對不同的血糖初始值之模擬結果.....	39
.....39 圖3.3 等效觀測器-改變設計參數之模擬結果.....	40
.....40 圖3.4 等效觀測器-對照實驗數據之模擬結果.....	41
.....41 圖3.5 回授控制器-針對不同的胰島素初始值之模擬結果.....	42
.....42 圖3.6 回授控制器-針對不同的血糖標準值之模擬結果.....	48
.....48 圖4.1 GLUCO WATCH之構造示意圖.....	49
.....49 圖4.2 二條活性電極試紙.....	50
.....50 圖4.3 三條活性電極試紙.....	52
.....52 圖5.1 生化血糖監控系統之建構方塊圖.....	53
.....53 圖5.2 胰島素注射器模擬胰臟分泌胰島素之狀態圖.....	54
.....54 圖5.3 硬體架構流程圖.....	55
.....55 圖5.4 步進馬達驅動放大器之電路模組.....	55
.....55 圖5.5 胰島素注射器之示意圖.....	13
表目錄 表2.1 最小模型之參數規格表.....	13
表3.1 控制器設計之參數規格表.....	28
表3.2 等效觀測器設計之參數規格表.....	32
表3.3 回授控制器之參數規格表.....	34
表5.1 步進馬達性能規格表.....	54
符號說明 大寫粗體字母為矩陣，如A、B、C...等等 小寫粗體字母為向量，如x、y、w...等等 小寫希臘字母為純量，如、...等等	

參考文獻

- 【1】 <http://www.doh.gov.tw> 台灣行政院衛生署 【2】 戴東原, “糖尿病講座”, 健康世界出版社, 1993. 【3】 G. Sparacino and C. Cobelli, “A Stochastic Deconvolution Method to Reconstruct Insulin Secretion Rate After a Glucose Stimulus,” IEEE Trans. Bio. Eng., Vol. 43, pp. 512-529, 1996. 【4】 Liang-Wey Chang, “A Robust Observer Design for Biomedical System,” Biomedical Engineering, pp. 61-68, 1995. 【5】 F. Chee, T. Fernando and P.V. Heerden, “Simulation Study on Automatic Blood Glucose Control,” IEEE Trans. Bio. Eng., 【6】 Karl Heinz Kienitz and Takashi Yoneyama, “A Robust Controller for Insulin Pumps Based on H-Infinity Theory,” IEEE Trans. Bio. Eng., Vol. 40, No. 11, pp. 1133-1137, 1993. 【7】 Chatchai Neatpisarnvanit and John Robert Boston, “Estimation of Plasma Insulin From Plasma Glucose,” IEEE Trans. Bio. Eng., Vol. 49, No. 11, pp. 1253-1259, 2002. 【8】 M. Berger and D. Rodbard, “Computer Simulation of Plasma Insulin and Glucose Dynamics After Subcutaneous Insulin Injection,” Diabetes Care, Vol. 12, pp. 725-736, 1989. 【9】 R.N. Bergman, D.T. Finegood and M. Ader, “Assessment of Insulin Sensitivity in Vivo,” Endocrine Review, Vol. 6, 【10】 C. Cobelli and A. Mari, “Validation of Mathematical Model of Complex Endocrin-Metabolic System, A Case Study on a Model of Glucose Regulation,” Med. Bio. Eng, Vol. 21, pp. 390-399, 1983. 【11】 鄭炎煒, “血糖控制系統的參數評估”, 國立台灣大學電機工程研究所碩士論文, 1994. 【12】 E. Salzsieder, G. Albrecht, V. Fischer and E.J. Freyse, “Kinetic Modeling of the Gluco-regulatory System to Improve Insulin Therapy,” IEEE Trans. Bio. Eng., Vol. 32, pp. 846-855, 1985. 【13】 M.D. Maria Collazo-Clavell, “Mayo Clinic on Managing Diabetes,” 2001. 【14】 楊憲東、葉芳柏, “線性與非線性H 控制理論”, 全華科技圖書, 1997. 【15】 黃鴻鈞, “血糖量測與胰島素注射裝置作業技術規範”, 教育部醫學工程科技教育改進計畫, 1999. 【16】 <http://www.amiramed.com/> 【17】 <http://www.cellrobotics.com/> 【18】 J.A. Tamada, S. Garg and L. Jovanovic, “Noninvasive Glucose Monitoring-Comprehensive Clinical Results,” JAMA, Vol.282, pp. 1839-1844, 1999. 【19】 DC. Klonoff, “Non Invasive Blood Glucose Monitoring,” Diabetes Care, Vol. 20, pp. 433-437, 1997. 【20】 <http://www.spectrx.com/> 【21】 <http://www.cygn.com> 【22】 J.A. Tamada, Matthew Lesho and M.J. Tierney, “Keeping Watch on Glucose,” IEEE Spectrum, pp. 52-57, 2002. 【23】 <http://www.minimed.com/> 【24】 JH. Silverstein and AL. Rosenbloom, “New Developments in Type 1 (Insulin Dependent) Diabetes,” Clin Pediatr, Vol. 39, pp. 257-266, 2000. 【25】 楊台鴻, “人工器官”, 臺北市:教育部, 2000.