รายการอ้างอิง

Astram, K.J., and McAvoy, T.J. Intelligent control:An overview and evaluation. In "Handbook of Intelligent Control", White, D.A., and Sofge, D.A. (Eds.), Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.

Bernard, J.A. 1988. Use of rule-based system for process control. IEEE Contr. Syst. Mag. 8 (5):3-13

Borland International, Inc. Borland C++ Version 5.0 [Computer Program].1996.

Boseley, J.R., Edgar, T.F., Patwardhan, A.A., and Wright, G.T. Model-based control: A survey. In "Advanced Control of Chemical Processes", Najim, K. ,and Dufour, E. (Eds.), IFAC Symposia Series, No.8, Pergamon Press Ltd., Oxford, New York, 1992.

Box, G.E.P. and Jenkins, G.M. Time series analysis:Forecasting and control. 2nd ed. San Francisco:Holden-Day,1976.

Bremner, H. and Postlethwaite, B. The industrial evolution of a fuzzy model based controller, Proceedings of the International Conference on Control' 94, IEEE, Coventry, United Kingdom, 1994, vol.1, p.243

Brown, R.B., Davidson, V.J., Hayward,G.L., and Whitnell,G.P. Fuzzy Process Control for Food Processes:In Proceedings of the 1990 Conference of Food Processing Automation, pp.333-347.ASAE,St.Joseph,MI,1990.

Chen, J.C.P. Cane sugar handbook. 12th ed. Toronto:John Wiley & Sons Inc., 1993.

Choi, Y.S., and Whittaker, A.D. Self-learning fuzzy controller for snack food drying, Proceedings of IFIS' 93, Cat. No. 93TH0594-2, 1993.

Czogala,E. and Rawlik,T. 1989. Modeling of a fuzzy controller with application to the control of biological process.Fuzzy Sets and Systems 31:13-22

Dohnal, M., Vystrcil, J., Dohnalova, J., Marecek, K., Kvapilik, M., and Bures, P. 1993. Fuzzy food engineering. J. Food Eng. 19:171

Driankov,D.,Hellendoorm,H.,and Reinfrank,M. An Introduction to fuzzy control New York:Springer-Verlag,1993.

Eerikainen,T.,Linko,S.,and Linko,P. 1988. The potential of fuzzy logic in optimization and control:Fuzzy reasoning in extrusion cooker control.In "Automatic Control and Optimization of Food Processes",ed.Renard,M. and Bimbenet,J.J.,pp.183-200.Elsevier Applied Science Publishers,London.

Forbes, J.F., Jacobson, B.A., Rhodes, E., and Sullivan, G.R. 1984. Model based control strategies for commercial grain drying systems. Can. J. Chem. Eng. 62:773

Fu, C., Poch, M. 1995. Fuzzy modelling and pattern recognition for dynamic processes and its application for an activated sludge process.Chemical Engineering Science 50: 3715-3725

Garcia, C.E., and Morari, M. 1982. Internal model control: 1. A unifying review and some new results. Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. 21:308

Gevarter, W.B. 1987. Introduction to artificial intelligence Chemical Engineering Progress. 83(9):21-37

Hall,L.,Ying,H.,Langari,R.,andYen,J. (eds.),Proceeding of the First International Joint Conference of NAFIPS/IFIS/NASA,Dec.18-21,pp.712-726. San Antonio,Texas,1994.

Horiuchi, J.I., Kamasawa, M., Miyakawa, H., Kishimoto, M. 1993.Phase Control of Fed-Batch Culture for -Amylase production Based on Culture Phase Identification Using Fuzzy Inference. J. of Fermentation and Bioengineering. 76: 207-212

Hosobuchi, M., Fukui, F., Suzuki, T., Yoshikawa, H. 1993.Fuzzy Control in Microbial Production of ML-236B,a Precursor of Pravastatin Sodium. J.of Fermentation and Bioengineering. 76: 482-486

Keey, R.B. Drying of Loose and Particulate Materials New York:Hemisphere, 1992.

Kereto,S. Neural network technology , The Engineering Technology Exhibition and Symposium 1995, Aug. 18-21,pp.371-384 Bangkok,Thailand,1995.

Koizumi, J. Fuzzy Control for Japanese sake-fuzzy decision controller and fuzzy simulator for Japanese sake fermentation, Industrial Applications of Fuzzy Technology Tokyo: Springer-Verlag, 1992.

Konstantinov, K.B., Yoshida, T. (eds.),An expert approach for control of fermentation processesas variable structure plants,IFAC Workshop on Expert Systems in Biotechnology, Helsinki,1989.

Landman, J.J. Modelling and Control of Colour Development in Virginia Peanuts During Cross-Flow, Dry Roasting, Ph.D. thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada 1994.

Landman, J.J., Davidson, V.J., Brown, R.B., Hayward, G.L., and Otten, L. Modelling of a continuous peanut roasting process, Proceedings of ACOFOPIII, Paris, Elsevier, New York, 1994, p.207

Luyben, W.L. Process Modeling. Simulation, and Control for Chemical Engineers. 2nd ed. New York:McGraw-Hill, 1990.

Marchant, J.A. 1985. Control of high temperature continuous flow dryers. Agr. Eng. 40:145-149

Marlin, T.E. Process Control. :McGraw-Hill Inc., 1995. pp.88-89.

Martineau, S. Quality-Based Control of Soybean Drying M.Sc. thesis, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, 1995.

Mc Cabe, W.L. Unit operation of chemical engineering. :McGraw-Hill Book Co., 1986.

Moreira,R.G. and Bakker-Arkema,F.W. 1990.A feedforward/feedback adaptive controller for commercial cross-flow grain driers.J.Agri.Eng.Res. 45:107-166

Morari, M. and Zafiriou, E. Robust Process Control. Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1988.

Nakamura, T., Kuratani, T., and Morita,Y. Fuzzy control application to glutamic acid fermenation:In A. Johnson (ed.),Proc. 1st IFAC Symposium on Modelling and Control of Biotechnological Processes,p.211.Oxford:Pergamon Press,1985.

Numers, Von C., Nakajima, M., Siimes, T., Asama, H., Linko, P., and Endo, I. 1994. A knowledge-based system using fuzzy inference for supervisory control of bioprocesses. J. Biotechnol. 34:109

Oishi, K., Tominaga, M., Kawato, A., Abe, Y., Imayasu, S., and Nanba, A. 1991. Application of fuzzy control theory to the sake brewing process. J. Fermentation and Bioeng. 72(2):115

Popov, I.V. 1990. An Approach to Investigation of Complex Technological Processes in Food Industrial. Fuzzy Sets and Systems 37:309-315

Postlethwaite, B. 1994. A model-based fuzzy controller. Chem. Eng. Res. Des. 72(1):38

Prett, D.M. and Garcia, C.E. Fundamental Process Control Boston:Butterworth-Heinemann, 1988.

Quantrille, T.E., and Liu, Y.A. Artificial Intelligent in Chemical Engineering. San Diego:Academic Press, 1991.

Robinson, J. 1992. Improve dryer control. Chemical Enginreering Progress. 88(12):28-33

Roffel, B., and Chin, P. Computer Control in the Process Industries. Chelsea, Michigan:Lewis Publishing, 1987.

Samdani, G., and Fouhy, K. Smart software. Chemical Engineering (April 1992):33-33

Shieh,J.S.,Chen,M.C.,and Ferng ,L.H. 1992.Fuzzy logic control of HTST heat exchanger.Food Control 3:91-96

Singh,R.K. and Ou-Yang,F. Knowledge-based fuzzy control of aseptic processing.Food Technology (June 1994) 48(6):423 pp.155-161

Sperber,R.M.,ed. Fuzzy logic. Food Processing (October 1991):72-76

Staniskis, J., and Kildisas, V. Fuzzy control of E.coli batch growth:In IFAC Workshop on Expert Systems in Biotechnology, Helsinki,1989.

Stephanopoulis, G. Chemical Process Control Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall, 1984.

Tong, R.M., Beck, M.B., and Latten, A. 1980. Fuzzy control of the activated sludge wastewater treatment process. Automatica 16:695-701.

Turunen, I., et al. 1985. Fuzzy modelling in biotechnology :Sucrose inversion. Chem. Eng. J. 30:B51-B60

Tzouanas, V.K., Geogakis, C., Luben, W.L., and Unger, L.H. 1988. Expert multivariable control. Comput. Chem. Eng. 12:1065

Unklesbay,K.,Keller,J.,Unklesbay,N.,and Subhangkasen,D. 1989. Determination of Doneness of Beef Steaks Using Fuzzy Pattern Recognition. J.of Food Eng. 8:79-90

Whitfield, R.D. 1986. An unsteady-state simulation to study the control of concurrent and counter flow drain driers. J.Agric. Engng. Res. 33:171

Whitnell, G.P., Davidson, V.J., Brown, R.B., and Hayward, G.L. 1993. Fuzzy predictor for fermentation time in a commercial brewery. Computers and Chemical Eng. 17(10):1025

Yager, R.R., and Filev, D.P. 1994.Essentials of Fuzzy Modeling and Conrol.New York:John Wiley & Sons,Inc.

Yan, J., Ryan, M., and Power, J. Using fuzzy logic. 1st ed. Cambridge:Prentice Hall International (UK) Ltd.,1994.

Yu, C., Cao, Z., and Kandel,A. 1990.Application of fuzzy reasoning to the control of an activated sludge plant. Fuzzy Sets and Systems 38:1-14

Zhang, X. –C., Visala, A.,Halme, A., and Linko, P. 1994. Functional state modeling and fuzzy control of fed-batch aerobic baker's yeast process, J. Biotechnol. 37:1

Zhang, Q.,and Litchfield, J.B. 1994. Knowledge representation in a grain dryer fuzzy logic controller. J. Agric. Eng.Res. 57:269

Zhang, Q., Litchfield, J.B., and Bentsman, J. Fuzzy logic control for food processes. In G.V. Barbosa - Canovas and M.R. Okos (eds.), AIChE Symposium Series 89 (1993a.) 90-97.

Zhang,Q.,and Litchfield,J.B. 1993b.. Fuzzy logic control for a continuous crossflow grain dryer. J.Food Proc. Eng. 16:59-77

Zhang,Q.,and Litchfield,J.B. 1992a. Fuzzy prediction of maize breakage. J.Agric. Eng.Res. 52:77-90

Zhang,Q.,and Litchfield,J.B. 1992b. Knowledge representation in the fuzzy logic controller. J. Agric. Eng. Res.(Submitted).

Zhang,Q.,and Litchfield,J.B. 1991. Applying fuzzy mathematics to product development and comparison. Food Technology. 45(7):108-115

Zhang,Q.,and Litchfield,J.B. 1990. Fuzzy expert system:A prototype for control of corn breakage during drying. J.Food Proc. Eng. 12:259-273

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ปัญหาด้านเทคนิคในการผลิตน้ำตาล

ในปัจจุบันโรงงานน้ำตาลส่วนใหญ่ยังมิได้ให้ความสนใจเท่าที่ควรในด้านเทคนิคในการผลิตน้ำตาล ปัญหาด้านเทคนิคในการผลิตน้ำตาลมีอยู่ด้วยกันหลายประการแต่ประเด็นที่ระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกในฐานะระบบควบคุมอัตโนมัติและระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system) จะเข้ามามีบทบาทได้แก่

1.ปัญหาการจับตัวเป็นก้อน(caking)ของน้ำตาลทรายซึ่งมักเกิดขึ้นในช่วงต้นฤดูการผลิต(ช่วงต้นหีบ)อยู่เสมอเนื่องจากโรงงานจะต้องรีบรับซื้ออ้อยจากชาวไร่เพื่อแข่งขันกับโรงงานอื่นๆทำให้ช่างเคี่ยวต้องรีบเร่งเคี่ยว ส่งผลให้ขนาดเม็ดน้ำตาลออกมาไม่สม่ำเสมอและจะส่งผลในขั้นตอนการทำแห้งน้ำตาลทรายต่อไป ค่าความชื้นของน้ำตาลทรายแห้งที่ได้จึงมีค่าไม่สม่ำเสมอเสี่ยงต่อการจับตัวเป็นก้อนซึ่งต้องเสียเวลาในการนำกลับไปละลายและเคี่ยวเพื่อทำแห้งใหม่เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน

2.การใช้พลังงานของโรงงาน เนื่องจากโรงงานต้องอาศัยพลังงานในการขับเคลื่อนเครื่องจักรกลต้องใช้ความร้อนในกรรมวิธีต่าง ๆ ซึ่งพลังงานเหล่านี้อาศัยทั้งพลังงานจากเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าและกำลังไอน้ำ บางโรงงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินกำลังเป็นเหตุให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดความเสียหาย บางโรงงานไม่รู้จักการสมดุลไอน้ำ ปล่อยไอน้ำบางส่วนให้เสียไปโดยเปล่าประโยชน์ เช่น ไอน้ำจากหม้อต้มระเหยใบสุดท้าย ซึ่งยังมีอุณหภูมิและกำลังดันไอน้ำสูงพอที่จะนำไปใช้ในเครื่องอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น หม้ออุ่นน้ำร้อน หม้อเคี่ยว เป็นต้น เครื่องกำเนิดไอน้ำที่มีประสิทธิภาพและการใช้ประโยชน์ของไอน้ำในโรงงานน้ำตาลนั้นเป็นสิ่งสำคัญมาก ทั้งทางด้านวิชาการและเศรษฐกิจและภาวะสมดุลย์ของความร้อนเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ของไอน้ำในโรงงาน รวมทั้งกากอ้อยที่ถูกนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงให้กับหม้อน้ำนั้นยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆให้มีมูลค่าสูงกว่าการนำมาเผาเป็นพลังงานได้อีกหลายประการ

3.ผู้ปฏิบัติงานของโรงงาน โรงงานส่วนมากประสบปัญหาการขาดคนงานที่มีความรู้ความชำนาญ

4.การวิเคราะห์ควบคุมการผลิตโรงงาน ส่วนมากยังขาดหน่วยวิเคราะห์หรือบางโรงงานอาจมีบ้างแต่ไม่มีประสิทธิภาพพอ ส่วนมากจึงปราศจากการวิเคราะห์ ติดตามคุณภาพของสิ่งต่างๆที่อยู่ในกระบวนการผลิตแต่ละขั้น เช่น วัตถุดิบ วัตถุประกอบ ผลิตผลระหว่างกรรมวิธีผลิตผลพลอยได้ และผลิตผลขั้นสำเร็จคือน้ำตาลทราย เมื่อตกอยู่ในภาวะเช่นนี้ กระบวนการผลิตจึงมัก

ดำเนินไปอย่างเดาสุ่มเพราะไม่อาจจะใช้ข้อมูลผลของการวิเคราะห์ติดตามเป็นแนวทางแสดงภาพที่เป็นอยู่ของกระบวนการผลิต ผลที่โรงงานได้รับก็คือมักจะประสบความสูญเสียต่างๆ ในกระบวนการผลิตอย่างหลีกเลี่ยงมิได้เป็นประจำ

กากอ้อย (Bagasse)

สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่า (add value)ให้กับกากอ้อย ดังต่อไปนี้

1.ผลิต Purified cellulose ซึ่งนำไปใช้เป็นวัตถุดิบได้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมต่างๆเช่นใช้ผลิต Rayon ,Nitrocellulose,Cellulose Acetate,Plastic,Synthetic textile fibres นอกจากนี้ยังใช้ทำกระดาษเนื้อละเอียดซึ่งมีคุณภาพดี

2.ผลิตเป็นกระดานชนิดต่างๆเช่น Hard board,Soft board,Fiber board,Insuling board และ Acoustic tile ซึ่งใช้เป็นวัสดุก่อสร้างอาคารและทำเฟอร์นิเจอร์

3.ใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อใส่ให้กับอ้อยเองโดยผสมกากอ้อยที่เป็นเส้นใย(fiber)และมูลสัตว์เข้าด้วยกัน

4.ใช้ทำเชื้อเพลิงที่ให้พลังงาน โดยหมักทำก๊าซชีวภาพหรือก๊าซมีเธนหรืออัดเป็นเชื้อเพลิงแท่งแล้วนำมาเป็นพลังงานซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการนำไปเผาโดยตรง หรือนำไปไฮโดรไลส์ด้วยกรดเพื่อให้กลายเป็นน้ำตาลแล้วหมักเป็นแอลกอฮอล์ซึ่งสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงประเภท gasohol ซึ่งมีราคาถูก เหมาะกับภาวะเศรษฐกิจถดถอยเช่นในปัจจุบัน

ภาคผนวก ข

วิธีการหาค่า PARTICLE SIZE DISTRIBUTION และความแปรปรวนของขนาดเม็ด

1.ชั่งตัวอย่างน้ำตาลหนัก 100.00 กรัม ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก SARTORIUS รุ่น B310OS พิกัด 3100 กรัม หมายเลขเครื่อง 0561-34

2.ชั่งน้ำหนักตะแกรงเปล่าและนำตัวอย่างน้ำตาลที่ชั่งได้ใส่ลงไปในตะแกรง จากนั้นร่อนเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำตะแกรงแต่ละอันมาชั่งหาน้ำหนักสุดท้าย (ซึ่งเป็นน้ำหนักของตะแกรงร่อนรวมกับน้ำหนักของน้ำตาลที่อยู่ในตะแกรงนั้น) เพื่อหาการกระจายปริมาณของน้ำตาลที่มีขนาดเม็ดต่างๆกัน

3. นำข้อมูลที่ได้ ซึ่งเป็นข้อมูลของตัวอย่างน้ำตาลที่เก็บได้ทุก 30 นาทีมาเขียนลงในกราฟเพื่อลากเส้นหาค่าขนาดเม็ดที่น้ำหนักสะสมที่ 16%, 50% และ 84% ตามลำดับเพื่อนำไปคำนวณหาค่าความแปรปรวนของขนาดเม็ด (C.V.) โดยใช้สูตร โดยใช้กราฟจำนวน 1 แผ่นต่อตัวอย่าง

วิธีการคำนวณหาค่า C.V.

Grist Test (Grain Size) โดยการร่อนตัวอย่างในปริมาณที่เหมาะสม ปกติจะใช้ประมาณ 100 กรัม ด้วยตะแกรงร่อนขนาดต่าง ๆ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า RO-Tap ในการสั่นตะแกรงร่อนให้มีความเร็วที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลที่ uniform

- Powers Method MA/CV System เป็นวิธีรายงานขนาดเม็ด โดยใช้ระบบ ความกว้างของรูตะแกรงเฉลี่ย หารด้วยสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (mean aperture / coefficient of variation, MA/CV) โดยใช้พื้นฐานของการพบว่า เมื่อนำ % น้ำหนักสะสมของตัวอย่างมา plot บนกราฟ log (arithmetic probability paper) กับค่าความกว้างของรู ตะแกรง(as abscissas) กราฟจะเป็นเส้นตรงในช่วงน้ำหนักสะสม 15.87 % ถึง 84.13 % (ในทางปฏิบัติได้ 16-84 %) คือ ค่ารูที่ ซึ่งตามเงื่อนไขดังกล่าวข้างต้น เมื่อ

1.Aperture corresponding to 16 % คือ ขนาดเม็ดเฉลี่ยที่น้ำหนัก 16% สะสม

2.Aperture corresponding to 84 % คือ ขนาดเม็ดเฉลี่ยที่น้ำหนัก 84% สะสม

3.ค่าขนาดของรูเฉลี่ย (Mean Aperture.MA) คือ ค่ารูที่น้ำหนัก 50 % สะสม(ขนาดเม็ดเฉลี่ยที่ 50% สะสม)

จะได้ค่า

$$C.V. = \frac{[(\text{Aperture corresponding to 16\%} - \text{Aperture corresponding to 84\%}) \times 100)]}{\text{Mean Aperture} \times 2}$$

ค่านี้จะบอกถึง ขนาดเม็ดโดยเฉลี่ย

<u>วิธีการหาค่าความชื้นของน้ำตาลทราย</u>

1.ชั่งน้ำหนักตัวอย่างน้ำตาลทรายโดยประมาณตามที่วิธีมาตรฐานของเครื่องหาความชื้นกำหนดลงในถาดอลูมิเนียม โดยสำหรับตัวอย่างน้ำตาลเปียกก่อนเข้าเครื่องทำแห้ง ชั่ง10 กรัม สำหรับตัวอย่างน้ำตาลแห้งหลังออกมาจากเครื่องทำแห้ง ชั่ง 20 กรัม ทั้งหมดนี้กระทำโดยวางถาดอลูมิเนียมอยู่ในหน่วยชั่งน้ำหนักของเครื่องหาความชื้น และอ่านค่าน้ำหนักที่หน้าปัทม์ดิจิตอลของหน่วยชั่งน้ำหนัก ได้ค่าที่กำหนด

2.จากนั้นปิดฝาครอบของหน่วยอบแห้งตัวอย่าง ซึ่งจะมีสัญญาณไฟสีแดงปรากฏขึ้นสักครู่หนึ่งเมื่อไฟดับค่าความชื้นของตัวอย่าง(คิดเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก)จะปรากฏบนจอดิจิตอลของหน่วยชั่งน้ำหนัก

3.ทำซ้ำข้อ 1. และ 2. อีกสองครั้ง (ตัวอย่างน้ำตาลแต่ละตัวอย่างจะต้องกระทำการวัดความชื้นสามค่าแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย)

AOAC

AOAC Official Methods of Analysis (1990)

SUAGRS AND SIRUPS

920.175 Preparation of Sample

Final Action

(a) Solids (sugars,etc.) --- Grind,if necessary,and mix to uniformity.Thoroly mix raw sugars with spatula in min. time. Break up any lumps either on glass plate with glass or iron rolling pin,or in large clean,dry mortar, with pestle.

925.45 Moisture in Sugars

B.Drying at Atmospheric Pressure

----Procedure 1960

(Applicable to cane and beet , raw and refined sugars)

Dry ca 5 g prepd sample, 920.175(a), in flat dish (Ni,Pt, or Al with tight-fit cover).3 hr at 100o.Remove dish,cover, cool in desiccator, and weigh. Redry 1 hr and repeat process until change in wt between successive dryings at 1 hr intervals is less than or equal to 2 mg. For large-grain sugars,increase temp. to 105-110o in final heating periods to expel last trace of occluded H2O.Report loss in wt as H2O.

Ref.: JAOAC 8, 255(1925)

Euler Integration (Marlin, 1995)เป็นวิธีการแก้สมการอนุพันธ์ วิธีหนึ่ง โดยหา solution ของสมการในรูป

$dy/dt = f(y,t)$ เมื่อ $y|_{t=0} = y_i$ ได้ โดยจะ solve จาก $t = t_i$ ถึง $t = t_{i+1}$ โดย $\Delta t = t_{i+1} - t_i$

ได้ค่า $y_{i+1} \approx y_i + [\, dy/dt \,]\, t_i\, (t_{i+1} - t_i)$

$y_{i+1} \approx y_i + f(y_i, t)\, \Delta t$

สมการที่ได้ คือ Euler Numerical Integration Method วิธีนี้สามารถทำซ้ำที่ time step ได ๆ เพื่อหาคำตอบของสมการอนุพันธ์ภายในในช่วงเวลาที่ต้องการ

แต่ euler integration มีจุดอ่อน คือ ในช่วงเวลา Δt กว้าง ๆ จะมี error มาก ดังนั้นอาจมีการ solve สมการด้วยวิธีอื่นๆ อีก เช่น Laplace Transform หรืออาจใช้วิธี Runge - Kutta 4 Order method ซึ่งจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประมาณค่า y_{i+1} โดยให้

$y_{i+1} = y_i - \Delta t /6\, [m_1 + 2m_2 + 2m_3 + m_4]$

เมื่อ $m_1 = f(y_i, t_i)$

$m_2 = f\{y_i + (\Delta t/2)\, m_1\ ,\ t_i + \Delta t/2\}$

$m_3 = f\{y_i + (\Delta t/2)\, m_2\ ,\ t_i + \Delta t/2\}$

$m_4 = f(y_i + \Delta t\, m_3\ ,\ t_i + \Delta t)$

ซึ่งจะได้ ค่า y_{i+1} ที่แม่นยำ ในช่วง Δt ที่กว้างขึ้น แต่เนื่องจาก ระบบเครื่องทำน้ำแข็งที่ใช้เป็นระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงช้า ไม่มี fluctuation มาก ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่จะใช้วิธีนี้ ซึ่งลำบากในการคำนวณ เพราะ error ที่เกิดในช่วงเวลา dt = 15 นาที นั้น ถือว่า เป็นช่วงเวลาที่สั้นมาก เนื่องจากระบบค่อนข้างเฉื่อย

ภาคผนวก ง

วิธีการคำนวณหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(Cross Correlation Coefficient,CCF)

Cross-correlation at lag k

x = input time series

y = output time series

$$r_{xy}(k) = \frac{c_{xy}(k)}{s_x s_y}$$

เมื่อ k = 0, +/- 1, +/- 2,.....

เมื่อ

$$c_{xy}(k) = \left(\frac{1}{n}\right)\Sigma_{t=1}^{n-k}\left(x_t - \bar{x}\right)\left(y_{t+k} - \bar{y}\right).....; k = 0,1,2.....$$

และ $c_{xy}(k)$ จะมีค่าเท่ากับพจน์ข้างล่างด้วยพร้อมๆกัน

$$\left(\frac{1}{n}\right)\Sigma_{t=1}^{n+k}\left(x_t - \bar{x}\right)\left(y_{t-k} - \bar{y}\right).....; k = 0,1,2.....$$

เมื่อ

$$s_x = \sqrt{c_{xx}(0)}\ s_y = \sqrt{c_{yy}(0)}$$

ประวัติผู้เขียน

นาย รวิศ ทัศคร

เกิดเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม พ.ศ. 2516 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วท.บ. ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2536

ประวัติการทำงาน

อาจารย์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ประวัติการวิจัย

โครงการการเรียนการสอนเพื่อประสบการณ์(Senior Project)

หัวข้อเรื่อง:ฟิล์มบรรจุภัณฑ์อาหารที่สามารถย่อยสลายได้ด้วย

กระบวนการทางชีวภาพ (Bio-Degradable food packaging film)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร.สุรพงศ์ นวังคสัตถสาสน์

หัวข้อวิจัยและการประดิษฐ์ที่สนใจ

Process control/Fuzzy logic control /Food automation systems.

Degradable food packaging materials

สถานที่ติดต่อ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โทร. (053) 944-056, (053) 944-059

Internet e-mail : aiirtskr@chiangmai.ac.th

fuzzyalliance@hotmail.com

Internet WWW URL: http://www.geocities.com/SiliconValley/5393

http://www.geocities.com/Area51/Dimension/7964