รายการอ้างอิง

Astrom, K., and Wittenmark, B. 1990. Computer Controlled Systems, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

Baldwin, J.F., and Pilsworth, B.W. 1980. Axiomatic approach to implication for approximate reasoning with fuzzy logic. Fuzzy Sets and Systems 3:193-219.

Bellon, C., Bosee, P., and Prade, H. 1992. Fuzzy boom in Japan. Int.J. Intellingent Systems 7: 293-316.

Bernard, J.A. 1988. Use of rule-based system for process control. IEEE Control System Magazine 8: 3-13.

Braae, M., and Rutherford, D.A. 1979. Selection of Parameters for a Fuzzy Logic Controller. Fuzzy Sets and Systems 2: 185-199.

Buckley, J.J. 1992. Universal fuzzy controllers. Automatica 28: 1245-1248.

_____. 1993. Sugeno type controllers are universal controllers. Fuzzy Sets and Systems 53: 299-303.

_____, and Hayashi, Y., 1993. Fuzzy input-output controllers are universal approximators. Fuzzy Sets and Systems 58: 273-278.

Castro, J.L. 1995. Fuzzy logic controllers are universal approximators. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 25: 629-635.

Chen, G., and Kairys, G. 1993. When and when not to use fuzzy logic in industrial control. IAS'93. 2035-2040.

Dubois, D., and Prade, H. 1980. Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications, London:Academic Press.

Dutta, S. 1993. Fuzzy logic applications: Technological and strategic issues. IEEE Trans. Engineering Management 40: 237-254.

Fukami, S., Mizumoto, M., and Tanaka, K. 1980. Some considerations of fuzzy conditional inferrence. Fuzzy sets and systems 4: 243-273.

Hellendoorn, H., and Thomas, C. 1993. On defuzzification in fuzzy controller. Journal of Intelligent&Fuzzy Systems 1: 109-123.

Holmblad, L.P., and Ostergaard, J.J. 1982. Control of a cement kiln by fuzzy logic. in M.M.Gupta, and E.Sanchez (eds.), Fuzzy Information and Decision Process, Amsterdam:North-Holland.

Jang, J.-SR. 1993. ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 23: 665-685.

Kickert,W.J.M., and Mamdani, E.H. 1978. Analysis of a fuzzy logic controller. Fuzzy Sets and Systems 1: 29-44.

Kiszka, J.B., Kochanska, M.E., and Sliwinska, D.S. 1985. The Influence of some parameters on the accuracy of a fuzzy model. in M.Sugeno (ed.), Industrial Applications of Fuzzy Control, 187-230. Amsterdam:North-Holland.

Klir, G.J., and Folger, T.A. 1988. Fuzzy Sets Uncertainty and Information, Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.

Kosko, B. 1992. Neural Networks and Fuzzy Systems: a Dynamical Systems Approach to Machine Intelligence, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

_____. 1994. Fuzzy system as universal approximators, IEEE Trans. Computer 43: 1329-1333.

Lee, C.C. 1990. Fuzzy logic in control systems: Fuzzy logic controller-Part I,II. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 20: 404-435.

_____. 1991. A self-learning rule-based controller employing approximate reasoning and neural net concepts. Int.J. of Intelligent systems 6: 71-93.

Mamdani, E.H. 1974. Applications of fuzzy algorithms for simple dynamic plant. Proc.IEE 121: 1585-1588.

_____. 1976. Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controller. Int.J. Man-Machine Studies 8: 669-678.

_____. 1977. Application of fuzzy logic to approximate reasoning using linguistic synthesises. IEEE Trans.Computer 26: 1182-1191.

_____, and Assilian, S. 1975. An experiment in linguistic synthesiss with fuzzy logic controller. Int.J.Man-Machine Study 7: 1-13.

Marks, R.J.,II (ed.), 1994. Fuzzy Logic Technology and Applications, New York:IEEE.

Mizumoto, M. 1982. Comparison of various fuzzy reasoning methods. Fuzzy Sets and Systems 8: 253-283.

Nakanishi, H., Turksen, I.B., and Sugeno,M. 1993 A review and comparison of 6 reasoning methods: Invited review. Fuzzy Sets and Systems 57: 257-294.

Nauck, D., Klawonn, F., and Kruse, R. 1993. Combining neural networks and fuzzy controller. FLAI'93. 35-46.

Ohtani, T., Negishi, M., and Murakami, J. 1990. Fuzzy control of basic weight profile for papermachines. Yokogawa Technical Report English Edition 11: 52-58.

Pedrycz,W. 1985. Design of fuzzy control algorithms with the aids of fuzzy models. in M. Sugeno (ed.), Industrial Applications of Fuzzy Control. 153-173. Amsterdam: North-Holland.

Procyk, T.J., and Mamdani, E.H. 1979. A linguistic self-organizing process controller. Automatica 15: 15-30.

Shao, S. 1988. Fuzzy self-organizing controller and its application for dynamic processes. Fuzzy Sets and Systems 26: 151-164.

Sugeno, M.(ed.), 1985.Industrial Application of Fuzzy Control, Amsterdam:North-Holland

_____, and Kang, G.T. 1988. Structure identification of fuzzy model. Fuzzy Sets and Systems 28: 15-33.

_____, and Murakami, K. 1988. An experimental study on fuzzy parking control using a model car. in M.Sugeno (ed.), Industrial Applications of Fuzzy Control, 125-138.Amsterdam:North-Holland.

_____, and Nishida, M. 1985. Fuzzy control of model car. Fuzzy Sets and Systems 16: 103-113.

_____, and Takagi, T. 1983. A new approach to design of fuzzy controller. in P.Wang (ed.), Advances in Fuzzy Sets, Possibility Theory and Applications, 325-334. Plenum Press.

_____, and Yasukawa.T. 1993. A fuzzy-logic-based approach to qualitative modeling. IEEE Trans.on Fuzzy Systems 1: 7-31.

Takagi, H., and Hayashi, I. 1991. NN-driven fuzzy reasoning. Int. J. Approximate Reasoning 3: 191-212.

Takagi, T., and Sugeno, M. 1985. Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 15: 116-132.

Takekoshi, A., et al. 1989. Application of knowledge Engineering for iron and steel making. NKK Technical Review 56:.

Terai, H. *et al.*, 1991. Application of fuzzy logic technology to home appliances. IFES '91. 1118-1119.

Tsukamoto, Y. 1979. An approach to fuzzy reasoning method. in M.M.Gupta, R.K.Ragade, and R.R. Yager (eds.), Advance in Fuzzy Set Theory and Applications, Amsterdam: North-Holland. quoted in Lee, C.C. 1990.

Turksen, I.B., and Zhong, Z. 1988. An approximate analogical reasoning approach based on similarity measures. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 18: 1049-1056.

Vijeh, N. 1993. Self organizing fuzzy logic control of a level control rig. Proc.of the 2nd IEEE Fuzzy Systems, 303-308.

Wang. L.X. 1992. Fuzzy systems are universal approximators. Proc.of the IEEE Int.Conf. on Fuzzy Systems, 1163-1170.

_____. 1994. Adaptive Fuzzy Systems and Control: Design and Stability Analysis, Englewood Cliffs, NJ:Prentice-Hall.

_____, and Mendel, J.M. 1992. Fuzzy basis functions, universal approximation, and orthogonal least square learning. IEEE trans. Neural Networks 3: 807-814.

Wakileh, B.A.M., and Gill, K.F. 1990. Robot control using self-organizing fuzzy logic. Computers in Industry 15: 175-186.

Yasunobu, S. and Miyamoto, S. 1985. Automatic train operation by predictive fuzzy control. in M. Sugeno (ed.), Industrial Application of Fuzzy Control, 1-18. Amsterdam:North-Holland

Zadeh, L.A. 1965. Fuzzy sets. Inform.Contr. 8: 338-353.

_____. 1973. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Trans. on Systems, Man, Cybernetics 3: 28-44.

_____. 1975a. The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning: part 1. Information Science 8: 119-249.

_____. 1975b. The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning: part 2. Information Science 8: 301-357.

_____. 1976. The concept of linguistic variable and its application to approximate reasoning: part 3. Information Science 9: 43-80.

_____. 1979. A theory of approximate reasoning. in J. Hayes, D. Michie, and L.I.Mikulich (eds.), Machine Intelligence. vol. 9, 149-194. New York:Halstead Press.

Zhang, B.S., and Edmunds, J.M. 1992. Self-organizing fuzzy logic controller. IEE Proc.D 39: 460-464.

Zimmermann, H.-J. 1991. Fuzzy Set Theory and Its Applications. 2nd ed. Boston:Kluwer.

ภาคผนวก ก

ตัวควบคุมพีไอดีเชิงเลข

ตัวควบคุมพีไอดีได้รับการยอมรับในการใช้งานอย่างกว้างขวางในกระบวนการอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกระบวนการเคมี ตัวควบคุมพีไอดีเป็นตัวควบคุมเชิงเส้นซึ่งมีฟังก์ชันถ่ายโอนเป็น

$$U(s) = K\left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s\right)E(s)$$

โดยที่ $U(s)$ เป็นผลการแปลงลาปลาซของสัญญาณออกของตัวควบคุม

$E(s)$ เป็นผลการแปลงลาปลาซของสัญญาณความผิดพลาดซึ่งเป็นอินพุตของตัวควบคุม

K เป็นอัตราขยายเชิงสัดส่วน

T_i เป็นเวลาอินทิกรัล(integral time) หรือ reset time

T_d เป็นเวลาอนุพันธ์(derivative time) หรือ rate time

สมการข้างต้นเป็นฟังก์ชันโอนย้ายของตัวควบคุมพีไอดีแบบเวลาต่อเนื่องซึ่งมีการกล่าวถึงในตำราระบบควบคุมทั่วไป จึงเรียกว่า "textbook PID controller" รูปแบบสมการดังกล่าวง่ายต่อการศึกษาวิเคราะห์/ออกแบบในเชิงทฤษฎี แต่ทว่าในทางปฏิบัติแล้วในส่วนของกริยาอนุพันธ์ทำให้เกิดผลที่ไม่เหมาะสมจึงมีการปรับปรุงเล็กน้อยโดยแทนเทอมที่เป็นอนุพันธ์ล้วนๆ $T_d s$ ด้วย $\frac{T_d s}{1 + T_d s/N}$ ซึ่งเป็นลักษณะที่เพิ่มการกรองลงไปด้วย โดยที่ N เป็นค่าคงที่อยู่ในช่วง 3-10 (Astrom and Wittenmark, 1990) จะได้ฟังก์ชันถ่ายโอนของตัวควบคุมพีไอดีเป็น

$$U(s) = K\left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{1 + T_d s / N}\right)E(s)$$

เมื่อต้องการใช้ตัวควบคุมพีไอดีเชิงเลขด้วยคอมพิวเตอร์ ต้องแปลงการคำนวณให้อยู่ในรูปเวลาไม่ต่อเนื่อง โดยกำหนดให้ช่วงเวลาการชักตัวอย่างเป็น T_s โดยใช้การประมาณแบบ backward difference จะได้

$$p(k) = Ke(k)$$

$$i(k) = i(k-1) + \frac{KTs}{T_i}e(k)$$

$$d(k) = \frac{T_d - N \cdot T_s}{T_d + N \cdot T_s}d(k-1) - \frac{K \cdot N \cdot T_d}{T_d + N \cdot T_s}e(k)$$

$$u(k) = p(k) + i(k) + d(k)$$

โดยที่ $u(k)$ เป็นสัญญาณออกของตัวควบคุมที่เวลาปัจจุบัน

$u(k\text{-}1)$ เป็นสัญญาณออกของตัวควบคุมที่เวลาการชักตัวอย่างที่แล้ว

$e(k)$ เป็นสัญญาณความผิดพลาดที่เวลาปัจจุบัน

$e(k\text{-}1)$ เป็นสัญญาณความผิดพลาดที่เวลาที่เวลาการชักตัวอย่างที่แล้ว

ภาคผนวก ข

วิธีใช้โปรแกรมโดยย่อ

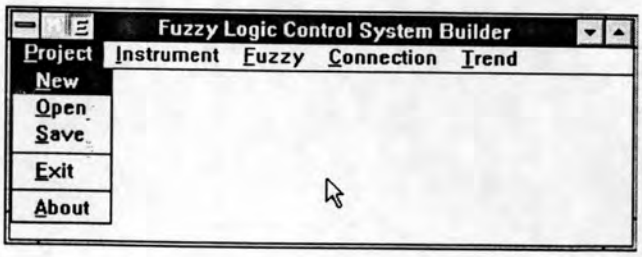
ดังที่กล่าวแล้วในบทที่ 4 ว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนที่เป็นการสร้างรูปลักษณ์ของระบบทำงานบนไมโครซอฟต์วินโดวส์รุ่น3.1 ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า "BUILDER" และอีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนตัวควบคุมทำงานบนระบบปฏิบัติการดอส ซึ่งต่อไปจะเรียกว่า "CTRL" ดังนั้นจะแนะนำวิธีใช้โปรแกรมทั้งสองโดยย่อดังนี้

<u>โปรแกรมระบบควบคุมแบบฟัซซีส่วน BUILDER</u>

เมื่อทำการติดตั้งไฟล์โปรแกรม Builder.exe และไฟล์ไลบรารีพลวัตที่จำเป็นลงบนฮาร์ดดิสก์แล้ว ให้เรียกทำงานโปรแกรม Builder.exe บนไมโครวอฟต์วินโดวส์รุ่น3.1 โดยโปรแกรมส่วนนี้มีหน้าที่เป็นเครื่องมือให้ผู้ออกแบบระบบสามารถกำหนดรูปลักษณ์ของระบบควบคุมให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้แต่ละงาน ซึ่งประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานดังนี้

1. <u>ส่วนจัดการแฟ้มข้อมูลโครงการ</u>

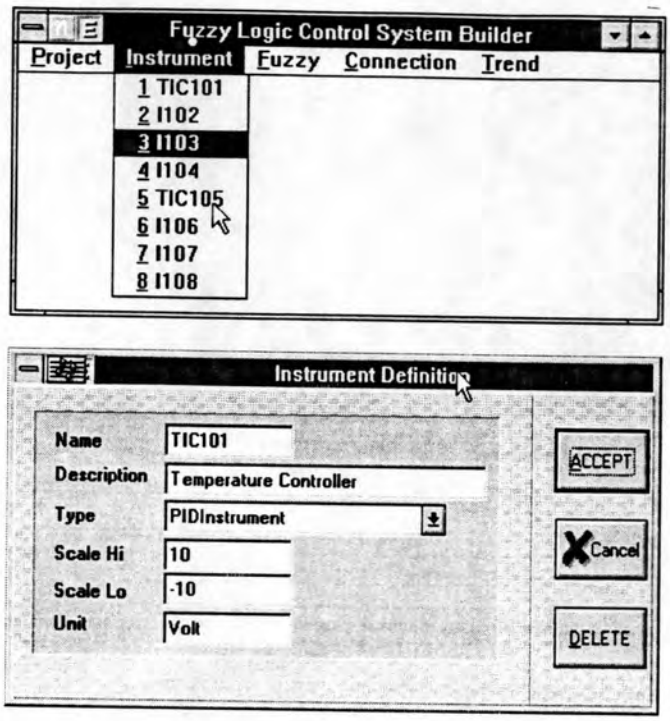
ภายใต้เมนูหลัก Project มีตัวเลือกย่อยเพื่อที่จะเริ่มให้กำหนดระบบใหม่ เปิดแฟ้มข้อมูลโครงการเดิมที่สร้างไว้ หรือบันทึกแฟ้มโครงการที่กำหนดออกแบบเสร็จแล้ว



2. <u>ส่วนกำหนดอุปกรณ์วัดคุม</u>

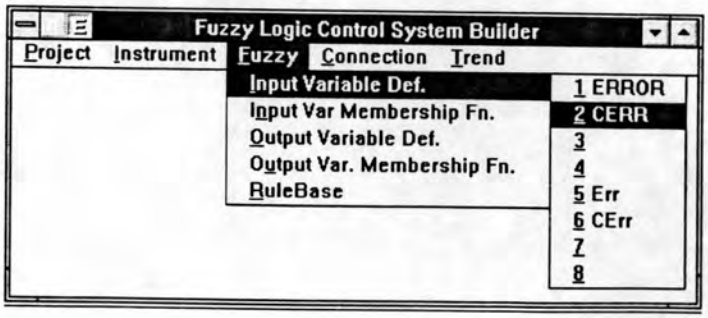
ภายใต้เมนูหลัก Instrument มีตัวเลือกย่อยให้กำหนดอุปกรณ์วัดคุมได้ 8 ตัว ซึ่งเมื่อเลือกรายการย่อยใดในนี้ก็จะปรากฏหน้าต่างรอรับข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์วัดคุมหมายเลขที่เลือกนั้น เมื่อ

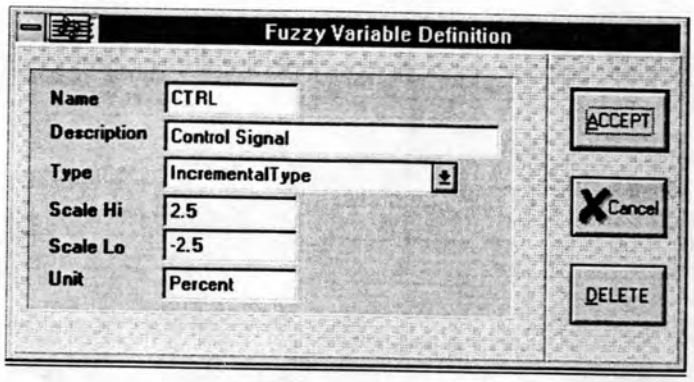
กำหนดเรียบร้อยให้เลื่อนตัวชี้ไปกดยังปุ่ม ACCEPT เพื่อยืนยันการกำหนดข้อมูลเหล่านั้น หรือ กดปุ่ม DELETE เพื่อลบการกำหนดนั้น



3. ส่วนกำหนดตัวแปรฟัซซี

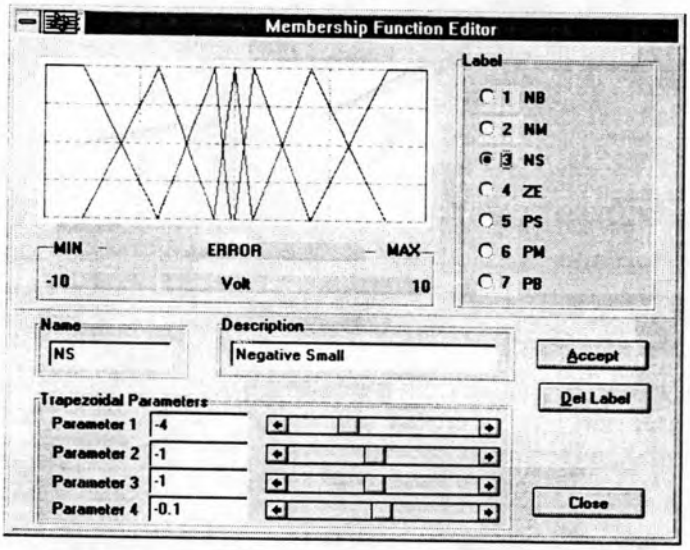
ภายใต้เมนูหลัก Fuzzy มีตัวเลือกย่อยให้กำหนดตัวแปรฟัซซีได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต เมื่อเลือกหมายเลขรายการที่ต้องการแล้วจะปรากฏหน้าต่างรอรับข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรฟัซซีนั้นๆ เมื่อกำหนดเรียบร้อยให้เลื่อนตัวชี้ไปกดยังปุ่ม ACCEPT เพื่อยืนยันการกำหนดข้อมูลเหล่านั้น หรือ กดปุ่ม DELETE เพื่อลบการกำหนดนั้น





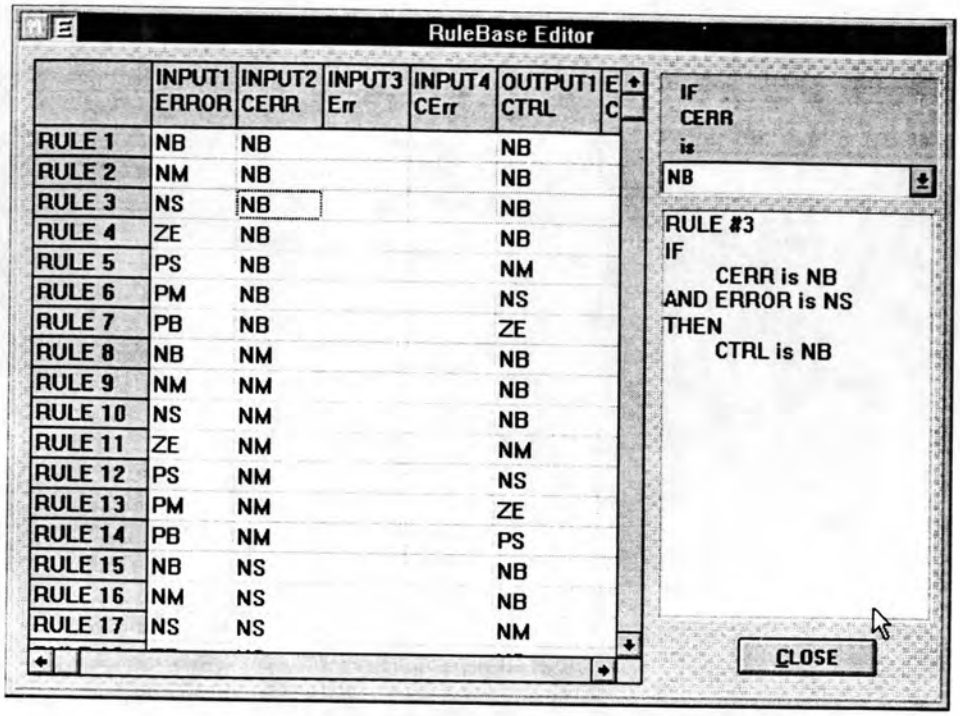
4. ส่วนกำหนดฟังก์ชันการเป็นสมาชิก

ภายใต้เมนูหลัก Fuzzy มีตัวเลือกย่อย ให้กำหนดฟังก์ชันการเป็นสมาชิกสำหรับตัวแปรฟัซซีแต่ละตัว เมื่อเลือกหมายเลขรายการที่ต้องการแล้วจะปรากฏหน้าต่างรอรับข้อมูลเกี่ยวกับตัวแปรฟัซซีนั้นๆ เมื่อกำหนดเรียบร้อยให้เลื่อนตัวชี้ไปกดยังปุ่ม ACCEPT เพื่อยืนยันการกำหนดข้อมูลเหล่านั้น หรือ กดปุ่ม Del Label เพื่อลบการกำหนดฟัซซีเซตนั้น หรือกดปุ่ม CLOSE เพื่อปิดหน้าต่างนี้ลง



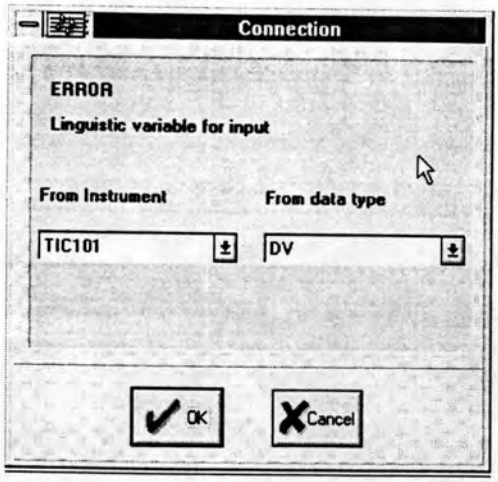
5. ส่วนกำหนดกฎฟัซซี

ภายใต้เมนูหลัก Fuzzy มีตัวเลือกย่อย ให้กำหนดกฎการควบคุมฟัซซี ซึ่งเป็นหน้าต่างในลักษณะดังรูปข้างล่าง เมื่อกำหนดกฎเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม CLOSE



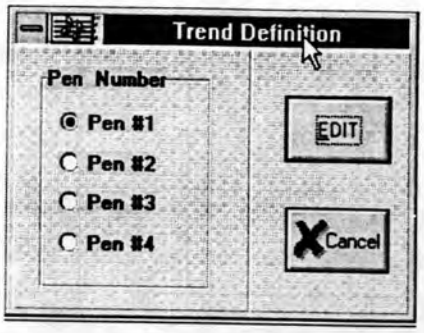
6. <u>ส่วนกำหนดการเชื่อมต่อข้อมูล</u>

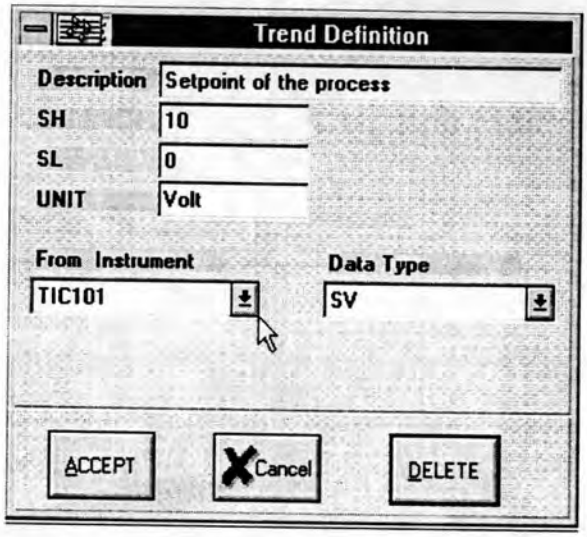
ภายใต้เมนูหลัก Connect มีตัวเลือกย่อยให้กำหนดการเชื่อมต่อข้อมูลของอุปกรณ์วัดคุมและตัวแปรฟัซซี ซึ่งเป็นหน้าต่างในลักษณะดังรูปข้างล่าง เมื่อกำหนดกฎเรียบร้อยแล้วให้กดปุ่ม OK



7. <u>ส่วนกำหนดการบันทึกข้อมูล</u>

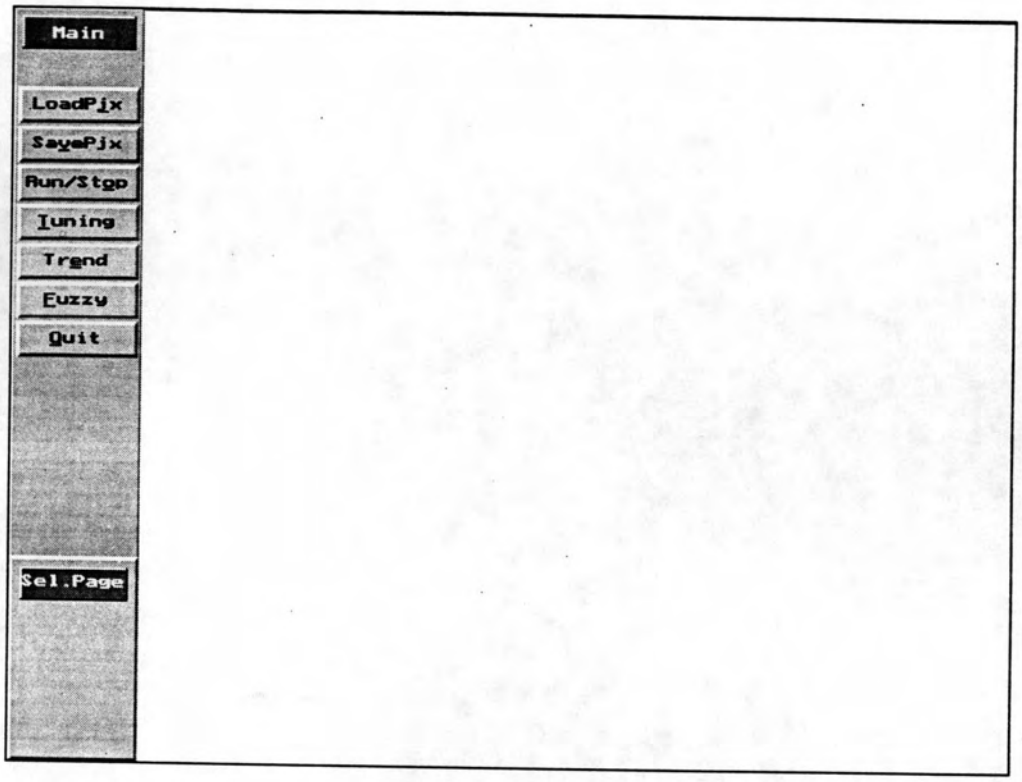
ภายใต้เมนูหลัก Trend มีตัวเลือกย่อยให้เลือกหมายเลขกลุ่มของข้อมูลที่จะบันทึกจำนวน 4 กลุ่ม แต่ละกลุ่มสามารถบันทึกข้อมูลได้ 4 ตัวแปร ดังรูปถัดไป





<u>โปรแกรมระบบควบคุมแบบฟัซซีส่วน CTRL</u>

โปรแกรมส่วนนี้มีหน้าที่ตัวควบคุมกระบวนการซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการใช้งาน เมื่อติดตั้งไฟล์ Ctrl.exe ลงบนฮาร์ดดิสก์แล้วให้เรียกโปรแกรม Ctrl.exe นี้จากดอส ห้ามเรียกจาก DOS-PROMPT ในวินโดวส์ จากนั้นจะเข้าสู่การทำงานซึ่งประกอบด้วยปุ่มรายการหลักด้านซ้ายของจอภาพ และส่วนหน้าต่างหลักที่บริเวณกลางจอ ก่อนที่จะใช้งานได้ต้องโหลดไฟล์ข้อมูลรูปลักษณ์ระบบซึ่งสร้างจากส่วนของ Builder มาก่อน เมื่อสำเร็จจะสามารถปฏิบัติการกับหน้าจอติดต่อผู้ใช้ที่สำคัญ 3 ส่วนคือ (1) Tuning Panel สำหรับแต่ละอุปกรณ์วัดคุมที่กำหนดจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ได้เช่นการเปลี่ยนค่าตั้ง การเปลี่ยนโหมดการควบคุม เป็นต้นโดยการกดกปุ่ม ALTค้างไว้พร้อมกับตัวอักษรที่มีขีดเส้นใต้ไว้ ซึ่งก็อาจจะมีกรอบโต้ตอบรอรับค่าข้อมูลที่ต้องการ (2) Trend Panel เป็นส่วนบันทึกข้อมูลย้อนหลังซึ่งกำหนดไว้ให้แสดงข้อมูลย้อนหลังไปได้ 10วินาทีตายตัว นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำนี้บันทึกลงแฟ้มข้อมูลได้ด้วย และ (3) Fuzzy Panel สำหรับแสดงการทำงานของระบบฟัซซีอย่างคร่าวๆ โดยแสดงฟังก์ชันการเป็นสมาชิกของทุกตัวแปรที่กำหนดไว้


Main
LoadPix
SavePix
Run/Stop
Tuning
Trend
Fuzzy
Quit
Sel.Page

ประวัติผู้เขียน

นายวัชรพันธ์ ประเสริฐสิทธิ์ เกิดวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ.2512 ที่กรุงเทพฯ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาระบบควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 เข้าทำงานตำแหน่งวิศวกรในแผนกวิศวกรรม บริษัทโยโกกาวา (ประเทศไทย) จำกัด อยู่ 2 ปี และ เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อพ.ศ.2535