

เอกสารอ้างอิง

1. Doheny, J. G., Monaghan, P. F., "Expert system for the conceptual designs of air-conditioning system", Proceeding of the 3rd International Congress on Building Energy Management, Switzerland, 1987.
2. ASHRAE, "ASHRAE Handbook--1984 SYSTEMS", Chap 1, 1984.
3. Bratko, I., "Prolog Programming for Artificial Intelligence", pp 314-316, Addison-Wesley Publishing Co., 1986.
4. Fox, J., "Robotics and Artificial Intelligence (Brady, M. ed.)", NATO ASI Series, Vol F11, pp 593-602, Springer-Verlag, Berlin, 1984.
5. Levine, R. I., Drang, D. E., Edelson, B., "A Comprehension Guide to AI and Expert Systems", pp 10-17, McGraw-Hill Book Co., 1986.
6. Forsyth, R., Naylor, C., "The Hitch-Hiker's Guide to Artificial Intelligence", pp 21-27, Chapman and Hall Co./Malthuen, New York, 1986.
7. Winston, P. H., "Artificial Intelligence", pp 179-181, Addison-Wesley Publishing Co., 1977.
8. Jackson, P., "Introduction to Expert Systems", pp 219-220, Addison-Wesley Publishing Co., 1986.
9. Rolston, D. W., "Principle of Artificial Intelligence and Expert Systems", pp 140-156, McGraw-Hill Book Co., 1988.



บรรณานุกรม

- Arnold, W. R., Bowie, J. S.,
 "Artificial Intelligence : a personal commonsense journal",
 Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1986.
- ASHRAE, "ASHRAE Handbook--1983 Equipment, Chap 18, 1983.
- Boden, M. A., "Artificial Intelligence and natural man",
 Harvester Press, Hassocks (Sussex), England, 1977.
- Burkhardt, C. H., "Residential and Commercial Air Conditioning",
 McGraw-Hill Book Co., 1959.
- Carrier Air Conditioning Co.,
 "Handbook of Air Conditioning System Design",
 McGraw-Hill Book Co., 1965.
- Jones, W. P., "Air Conditioning Applications and Design",
 Edward Arnold (Publisher), London, 1980.
- Pollak, F., "Pump Users' Handbook",
 Trade and Technical Press Co., Surrey, 2nd, 1980.
- Schildt, H., "Advanced Turbo Prolog : version 1.1",
 Borland-Osborne/McGraw-Hill, California, 1987.
- Ticks, T. G., "Pump Operation and Maintenance",
 TATA McGraw-Hill Publishing Co., New Delhi, India, 12th, 1987.
- Turbo Prolog, Borland International Inc., 1987.
- Wright, V. E., "Expert systems in HVAC design",
 Heating/Piping/Air Conditioning, vol 57, No.1, pp 125-131, 1985.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

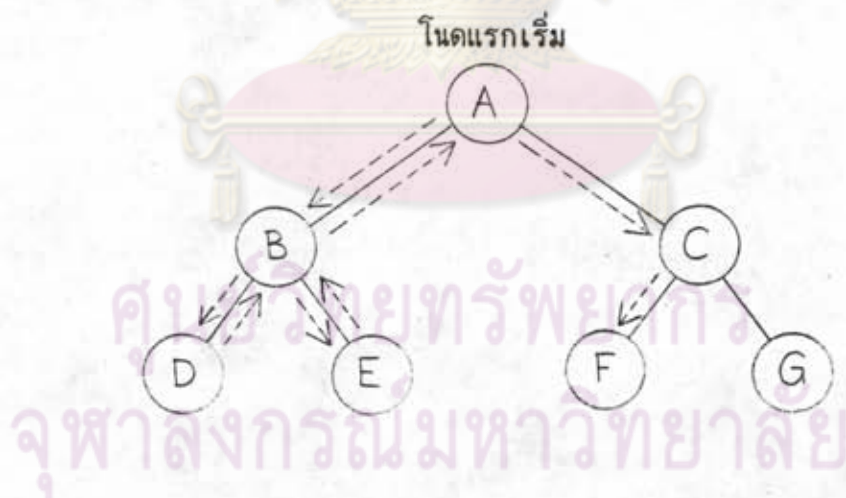
กลยุทธ์การแก้ปัญหา

การแก้ปัญหาในการประยุกต์วิชาปัญญาประดิษฐ์มีปัญหายุ่ง 2 ประเภทได้แก่ประเภทปัญหาการหาคำตอบโดยผ่านการคำนวณทางคณิตศาสตร์กับประเภทปัญหาการค้นหาคำตอบ แต่ผู้พัฒนาโปรแกรมด้านปัญญาประดิษฐ์ต้องการวิธีการหรือเทคนิคการค้นหาคำตอบที่ดีเนื่องจากเชื่อกันว่าเป็นใจกลางของการแก้ปัญหาส่วนใหญ่ในโลก

สำหรับกลยุทธ์การแก้ปัญหาต่างๆในระบบผู้เชี่ยวชาญมีอยู่มากแต่ในที่นี้จะกล่าวเพียง 2 วิธีซึ่งได้แก่กลยุทธ์การแก้ปัญหาแนวทางลึก(depth first)กับแนวทางกว้าง(breadth first) เนื่องจากเป็นกลยุทธ์ที่มีความนิยมกันมากและมีรายละเอียดดังนี้

กลยุทธ์การแก้ปัญหาแนวทางลึก

การค้นหาแนวทางลึกดำเนินตามเส้นทางที่เป็นไปได้เพื่อไปสู่เป้าหมายโดยอาศัยการสำรวจเส้นทางหนึ่งก่อนที่จะทดลองหาเส้นทางอื่นๆ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจจะชอยกตัวอย่างดังต่อไปนี้



รูปที่ 8.1 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางลึก

สมมติตัวอย่างต้องการ F เป็นคำตอบและโดยพิจารณาวิธีการค้นหาตามแนวลึกซึ่งปรากฏดังในรูป 8.1 สำหรับขั้นตอนของการค้นหาคือ

ขั้นที่ 1 ลองเลือก โหนด ที่เป็น โหนดแรกเริ่ม(root node)

ขั้นที่ 2 จาก โหนดแรกเริ่มไปยัง โหนดในระดับต่ำลงมาสามารถเป็นโหนดคำตอบได้หรือไม่

ก. ถ้าใช่ โหนด นั้นเป็น โหนดคำตอบ ก็เท่ากับเป็นการสิ้นสุดการค้นหา

ข. ถ้าไม่ใช่ ทำการค้นหาต่อไปแต่พิจารณาว่าเป็น โหนดปลายสุด

(terminal node) หรือไม่

1. ถ้าใช่ ต้องมาพิจารณาว่าเป็น โหนดปลายสุดอันสุดท้ายหรือไม่

1.1 ถ้าไม่ใช่ จะมากระทำเช่นเดียวกับในขั้นที่ 2 กล่าวคือ

เลือกโหนดในระดับที่ต่ำกว่าอันถัดไป

1.2 ถ้าใช่ มาเริ่มต้นขั้นที่ 1 ใหม่

2. ถ้าไม่ใช่ ทำการติดต่อกับ โหนดในระดับที่ต่ำกว่าลงไปอีกแล้ว

กระทำซ้ำเหมือนขั้นที่ 2 แต่ในที่นี้ โหนดในระดับนั้น เป็น โหนดแรกเริ่มแทน

จากขั้นตอนที่กล่าวมาสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

1. เลือกโหนด A โหนดแรกเริ่ม

2. จาก A เลือกโหนด B เช็คว่า B เป็นคำตอบหรือไม่ ปรากฏว่าไม่ใช่และไม่ใช่ โหนดปลายสุด ดังนั้นจึงก้าวต่อไปในระดับที่ต่ำลงไปอีกซึ่งในที่นี้คือ B

3. จาก B เลือก D ปรากฏว่าไม่ใช่คำตอบเช่นกันดังนั้นย้อนกลับมาที่ B

4. จาก B เลือก E ปรากฏว่าไม่ใช่คำตอบเช่นกันดังนั้นย้อนกลับมาที่ A เพื่อ

เริ่มต้นใหม่ แล้วเลือกจาก A มายัง C

5. จาก C เลือก F ซึ่งปรากฏว่าเป็นคำตอบดังนั้นสิ้นสุดการค้นหา

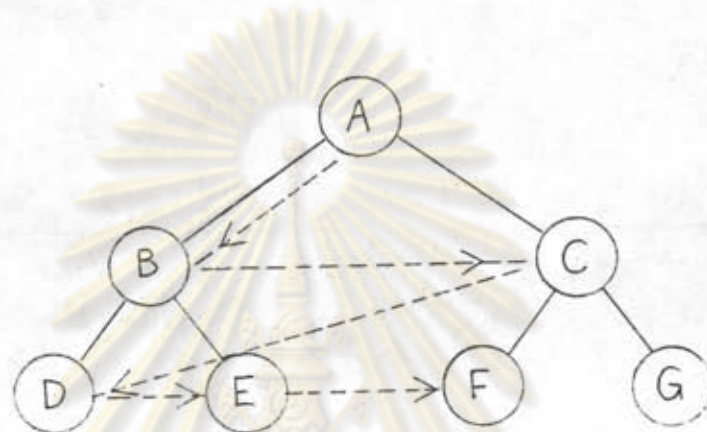
ในการค้นหาที่ค้นหาโดยไม่มีสิ่งบ่งบอกถึงความแน่นอนในการเลือกเส้นทางไปสู่ คำตอบหรือเป็นการทดลองหาเส้นทางเดาสุ่มเท่านั้น ดังนั้นการกำหนดเส้นทางหนึ่งจึงมีโอกาส เลือกเท่าเทียมกันหมดกล่าวคือจากโหนดแรกเริ่มเลือกเส้นทางบางเส้นทางมาใช้ในการเดินทาง ไปยังโหนดอื่นๆที่เป็นไปได้ โดยที่เลือกเพียงเส้นทางเดียวไปยังโหนดในระดับที่ต่ำกว่าซึ่ง หมายความว่า โหนดในระดับที่ต่ำกว่าอยู่ในข่ายที่สนใจเพียง โหนดเดียวและ โหนดตัวอื่นๆในระดับนั้น ไม่ถูกใส่ใจต่อการค้นหา

วิธีแนวลิ้นี่เป็นกรรมวิธีที่ค่อนข้างมีดมนขาดแนวทางที่บีบขอบเขตของการค้นหาให้ แคบลงทำให้เสียเวลามากในการค้นหาถ้าบริเวณของการค้นหามีขนาดใหญ่ กอปรกับถ้าไม่มี คำตอบอาจทำให้เกิดเสียหายอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้สื่อความหมายได้ดีในวิธีการ ของการค้นหาและใช้กับความรู้ที่ไม่อาศัยประสบการณ์

กลยุทธ์การแก้ปัญหาแนวทางกว้าง

วิธีการค้นหาที่มีแนวความคิดว่าควรตรวจเช็คโหนดในระดับเดียวกันทั้งหมดเสียก่อนแล้ว จึงดำเนินก้าวถัดไปในระดับที่ต่ำกว่ากล่าวคือ เริ่มต้นการกำหนดโหนดแรกเริ่มแล้วมองหา โหนดในระดับ

ที่ต่ำกว่าโดยสนใจโหนดในระดับนั้นทั้งหมดที่มีอยู่เสียก่อน ถ้าค้นพบคำตอบจะหยุดการค้นหา แต่ถ้าไม่พบจะก้าวต่อไปในระดับที่ต่ำกว่าลงไปอีก หลังจากนั้นค้นหา โหนดในระดับเดียวกันในลักษณะเดิมอีกกล่าวคือค้นหา โหนดในระดับเดียวกันที่มีโอกาสเป็นเป้าหมายที่ต้องการ เพื่อทำให้เกิดความเข้าใจจึงขอยกตัวอย่างมาแสดงดังในรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 ตัวอย่างวิธีการแก้ปัญหาในแนวทางกว้าง

สำหรับขั้นตอนของการค้นหาโดยวิธีนี้คือ

ขั้นที่ 1 เลือก โหนดแรกเริ่ม เช่นเดียวกับการค้นหาตามแนวลึก

ขั้นที่ 2 พิจารณา โหนดที่เลือก มายัง โหนดในระดับที่ต่ำลงมาในที่นี้ให้ชื่อว่า โหนดเก่า ซึ่งสามารถเป็นคำตอบหรือไม่

ก. ถ้าใช่ โหนด นั้นเป็น โหนดคำตอบ ก็เท่ากับเป็นการสิ้นสุดการค้นหา

ข. ถ้าไม่ใช่ ทำการค้นหา โหนดในระดับเดียวกัน ที่ถัดไปในที่นี้ให้ชื่อว่า

โหนดใหม่ และพิจารณาดูว่าเป็นคำตอบได้หรือไม่

1. ถ้าใช่ โหนด นั้นเป็น โหนดคำตอบ ก็เท่ากับเป็นการสิ้นสุดการค้นหา

2. ถ้าไม่ใช่ ต้องดูว่าเป็น โหนดสุดท้ายในระดับเดียวกัน หรือไม่

2.1 ถ้าใช่ จะต้องดูว่าโหนดในระดับนั้นเป็นโหนดปลายสุดหรือไม่

2.1.1 ถ้าไม่ใช่ ย้อนกลับมายังขั้นที่ 2 ใหม่ แต่ในที่นี้

โหนดสุดท้ายในระดับนั้นกลายมาเป็นโหนดแรกเริ่มแทน

2.1.2 ถ้าใช่ เริ่มขั้นที่ 1 ใหม่

2.2 ถ้าไม่ใช่ จะทำการย้อนกลับมายังขั้นตอนย่อย ข ใหม่ จากขั้นตอนที่กล่าวมาสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

1. เลือก โหนด A เป็น โหนดแรกเริ่ม
2. จากโหนด A เลือกไปยัง B และเช็คว่า B เป็นคำตอบหรือไม่ซึ่งปรากฏว่าไม่ใช่ คำตอบ ดังนั้นจากโหนด B เลื่อนไปยังโหนด C และเช็คว่าเป็นคำตอบได้หรือไม่ซึ่งไม่ได้เช่นกัน
3. จากนั้นดู โหนดต่ำลงมาอีก โดยในที่นี้ โหนดแรกเริ่ม กลายมาเป็นโหนด C
4. จากโหนด C เลือกไปยังโหนด D ซึ่งไม่ใช่คำตอบเช่นกัน ทำให้จากโหนด D เลื่อนไปยังโหนด E ซึ่งก็ไม่ใช่คำตอบเช่นกัน
5. จากโหนด E เลือกไปยังโหนด F ซึ่งปรากฏว่าเป็นคำตอบที่ต้องการเป็นอันสิ้นสุด ในการค้นหาแล้ว

เทคนิคการค้นหาด้วยวิธีนี้ก็คล้ายคลึงกับวิธีแนวทางลึกล่าคือการค้นหา ยัง เป็นใน ลักษณะมิตม่น เช่น เดิมและ เสียเวลามากถ้าบริเวณการค้นหา มีขนาดใหญ่ แต่ถ้าสังเกตจะพบว่า ไม่มีการย้อนกลับดังในตัวอย่างของการค้นหาแนวทางลึกล่า ในช่วงจากโหนด B ไป D ต้องย้อน มายัง B แล้วก้าวจากโหนด B ไป E แต่สำหรับการค้นหาตามแนวกว้างไม่ต้องทำเช่นนั้น สามารถกระทำจากโหนด C มายัง D แล้วจาก D มายัง E ได้ทันที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ

เงื่อนไขในการใช้งาน

จากที่กล่าวมาแล้วในทฤษฎีของระบบผู้เชี่ยวชาญพอทำให้เห็นจินตภาพของการสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญมาใช้งาน ซึ่งในการประยุกต์ใช้งานต้องทราบถึงข้อมูลจำนวนหนึ่งที่น่าไปสู่ข้อสรุปคำตอบโดยที่ข้อมูลเหล่านั้นปรากฏอยู่ภายในฐานความรู้ ผู้ป้อนข้อมูลหรือผู้ใช้โปรแกรมต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับปัญหาที่นำมาปรึกษามาพอสมควร เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญมาให้คำแนะนำได้อย่างถูกต้องและเป็นที่น่าสนใจ หรือกล่าวได้ว่า ผู้ใช้ควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของศัพท์เทคนิคและศัพท์ภาษาอังกฤษเป็นอย่างดี อาทิเช่น คูลลิ่งทาวเวอร์ (cooling tower) คอนเดนซิ่งยูนิต (condensing units) ภาระความเย็น (cooling load) มีความหมายอย่างไรในทางวิศวกรรมการปรับอากาศ และ multiroom หมายถึงห้องที่มีมากกว่า 1 ห้อง multi-storey building หมายถึงอาคารที่มีหลายชั้น interior หมายถึงภายใน exterior หมายถึง ภายนอก เหล่านี้เป็นต้น เพราะฉะนั้นผู้ใช้ควรตระหนักในสิ่งที่กล่าวมานี้เพื่อใช้โปรแกรมให้มีประโยชน์ได้อย่างเต็มที่

ขอบเขตการใช้งาน1. ใช้ปรึกษาการเลือกระบบปรับอากาศ

ในส่วนนี้เป็นการให้คำแนะนำในเรื่องการเลือกระบบปรับอากาศซึ่งได้กล่าวมาแล้วในบทนำ ซึ่งวิธีการเลือกระบบปรับอากาศต้องคำนึงถึงปัจจัยและเงื่อนไขของการใช้งานต่างๆ ดังนั้นวิธีการใช้โปรแกรมในส่วนนี้จึงเป็นลักษณะการถามตอบคำถามของแต่ละปัจจัยหรือเงื่อนไขมาประกอบในการตัดสินใจ โดยที่แต่ละปัจจัยหรือเงื่อนไขมีผลต่อการตัดสินใจไม่เท่ากัน

1.1 ส่วนคำตอบ

คำตอบที่แสดงต่อผู้ใช้มีความเชื่อถือใน 2 ระดับซึ่งได้แก่

- ก. ข้อมูลหรือปัจจัยที่ป้อนให้สามารถสอดคล้องกับข้อมูลในฐานความรู้ อย่างถูกต้องตามหลักเกณฑ์การเลือกระบบปรับอากาศ ทำให้คำตอบที่ได้มีระดับความเชื่อถือในลักษณะ ระบบที่เป็นไปได้มากที่สุด (the most possible system) หรือ ชี้ชัดในลักษณะ ระบบที่เลือกให้คือ (Your system is) ซึ่งมีเพียงระบบเดียวเท่านั้นที่ควรเลือกมากที่สุด
- ข. ข้อมูลหรือปัจจัยที่ป้อนให้ไม่สามารถสอดคล้องกับข้อมูลในฐานความรู้ ตามหลักเกณฑ์การเลือกระบบปรับอากาศ ทำให้คำตอบที่ได้มีระดับความเชื่อถือในลักษณะ

ระบบที่เป็นไปได้ (possible system) หรือ ซึ่ชัดในลักษณะ ระบบที่เลือกให้อาจจะเป็น (Your system may be) และเปิดโอกาสเสนอคำตอบที่อาจมีมากกว่า 1 คำตอบก็เป็นได้ ในสถานการณ์เช่นนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญจึงแนะนำให้ผู้ใช้ปรึกษากับวิศวกรที่มีประสบการณ์

1.2 ส่วนคำถาม

คำถามคือการแปลงปัจจัยต่างๆให้มาอยู่ในรูปที่สื่อความหมายได้อย่าง เข้าใจกับผู้ใช้เพื่อสอบถามข้อมูลที่ต้องการ ซึ่งคำถามที่นำมาสอบถามมีอยู่ 2 ประเภทซึ่งได้แก่

- ก. คำถามประเภทการประเมิน เช่น การกำหนดภาระความเย็น การกำหนดระยะเวลาของการทำงานของระบบปรับอากาศ การกำหนดระดับของต้นทุน เป็นต้น
- ข. คำถามประเภทการไต่ถาม เช่น อาคารอาจมีห้องหลายห้องและหลายชั้นหรือไม่ ต้องการความเย็นหรือไม่ ภายในอาคารมีเนื้อที่ในการเดินท่อลมหรือไม่ สถานที่ตั้งของอาคารมีการจ่ายน้ำสะดวกหรือไม่ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังได้เปิดโอกาสให้มีการตั้งคำถามที่เป็นลักษณะการให้คำอธิบายในระหว่างขั้นตอนการตัดสินใจระบบปรับอากาศซึ่งได้แก่คำถาม ทำไม (why)

1.3 ตัวอย่างการใช้งาน

ต่อไปเป็นการแสดงตัวอย่างของการใช้งานในส่วนของการเลือกระบบปรับอากาศเพื่อประกอบความเข้าใจวิธีการใช้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ สำหรับตัวอย่างที่กล่าวถึงนี้แสดงในรูปแบบจำลองการสนทนา แต่ก่อนแสดงตัวอย่างต้องเข้าใจความหมายของคำตอบที่แนะนำให้กับผู้ใช้ เพื่อมิให้เกิดความสับสนในระหว่างที่ใช้งาน โดยในที่นี้คำตอบที่แนะนำมีอยู่ 4 แบบคือ

ก. y มีความหมายว่า ใช่ (Yes)

ข. n มีความหมายว่า ไม่ใช่ (No)

ค. w มีความหมายว่า ทำไม (why) ซึ่งผู้ใช้ต้องการถามว่าทำไมคำถาม

นั้นจึงมีส่วนในการตัดสินใจคำตอบ

ง. p มีความหมายว่า ผ่าน (Pass) ซึ่งใช้ในกรณีของคำถามเกี่ยวกับ

ภาระความเย็น โดยในบางครั้งผู้ใช้อาจไม่ทราบถึงค่าขนาดภาระของการทำความความเย็นหรือตันความเย็น (Ton of Refrigeration : TR) เท่าใด แต่อาจทราบในรูปของพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศซึ่งในทางปฏิบัติสามารถนำมาพิจารณาแทนได้

การสนทนาครั้งที่ 1

คำถามที่ 1 "Please select the cooling load of your system. Press y or p.

กด y แล้วเลือกช่วงภาระความเย็นที่ less than 5 TR.

คำถามที่ 2 "Is the a/c system used for residential/small commercial space, (y/n/w)?" กต y

คำถามที่ 3 "Is there outdoor space for the condensing units, (y/n/w)?"

กต y

คำถามที่ 4 "Is the central air distribution required for space, (y/n/w)?"

กต y

คำถามที่ 5 "Is there any space for ducting, (y/n/w)?" กต y

คำถามที่ 6 "Please specify operating hours per day of the system.

Press y or w."

กต y แล้วเลือกช่วงเวลาการทำงานของระบบปรับอากาศ less than 10 hrs.

คำถามที่ 7 "Please rate exterior appearance of the building.

Press y or w."

กต y แล้วเลือกระดับความสวยงามภายนอกอาคาร ปกติ(normal)

คำถามที่ 8 "Please give any constraint of the initial investment.

Press y or w."

กต y แล้วเลือก ไม่จำกัดเงินในการลงทุน(none)

คำถามที่ 9 "Please estimate the operating life of system. Press y or w."

กต y แล้วเลือกอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศช่วงระหว่าง 10 ถึง 15 ปี

จากคำถามทั้งหมดนี้จะถูกนำไปเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับกฎโปรดักชัน (production rule) ในฐานะความรู้ว่าเพียงพอที่จะให้คำตอบแล้วหรือยัง ซึ่งปรากฏว่า ข้อมูลที่ป้อนให้เพียงพอต่อการสรุปคำตอบก็จะได้คำตอบว่า

"Not all conditions match available knowledge base."

"Your system may be :"

"Air-Cooled Packaged Unit."

แต่ถ้าผู้ใช้เปลี่ยนคำตอบในคำถามที่ 8 เสียใหม่ดังนี้

คำถามที่ 8 "Please give any constraint of the initial investment.

Press y or w."

กต y แต่ตอนนี้เลือกข้อจำกัดในการลงทุนว่า มีเงินจำกัดมาก(very limited)

ก็จะได้คำตอบใหม่เป็น

"Your system may be :"

"Air-Cooled Split Type."

ในกรณีที่กำลังถามนี้เป็นเพียงคำตอบที่เหมาะสมหรือสอดคล้องกับเงื่อนไขต่างๆที่บ่อนให้ แต่ก็มีบางกรณีที่สามารถเกิดคำตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ เช่น เราตอบคำถามที่ 8 เป็นดังนี้

คำถามที่ 8 "Please give any constraint of the initial investment.
Press y or w.

กด y แล้วเลือกข้อจำกัดในการลงทุนว่า เงินลงทุนปานกลาง(moderate)
ก็จะปรากฏคำตอบที่ 1 ว่า

"Your system may be :"

"Air-Cooled Split Type."

หลังจากนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญสอบถามผู้ใช้งานว่าต้องการคำตอบอื่นหรือไม่

"Do you want to find another alternative system(s), (y/n)?"

กด y ก็จะปรากฏคำตอบที่ 2 ติดตามมาดังนี้

"Your system may be :"

"Air-Cooled Packaged Unit."

หลังจากนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญแสดงคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดแก่ผู้ใช้ดังนี้

"The priority order of possible system is :"

"1. Air-Cooled Split Type."

"2. Air-Cooled Packaged Unit."

"You should consult a senior engineer for choosing the most suitable system."

การสนทนาครั้งที่ 2

ในตอนนี้จะแสดงตัวอย่างการใช้คำถามทำไมเพื่อให้คำอธิบายของการตัดสินใจระบบปรับอากาศในบางปัจจัย

คำถามที่ 1 "Please select the cooling load of your system. Press y or p.

กด y แล้วเลือกช่วงภาระความเย็นที่ less than 5 TR.

คำถามที่ 2 "Is the a/c system used for residential/small commercial space, (y/n/w)?"

กด y

คำถามที่ 3 "Is there outdoor space for the condensing units, (y/n/w)?"

กด n

คำถามที่ 4 "Is the central air distribution required for space, (y/n/w)?"

กด w ระบบผู้เชี่ยวชาญจะแสดงคำอธิบายดังนี้

"Your system is likely to be : Air-Cooled Packaged Unit."

"Because your requirements are :"

"The cooling load of building is less than 5 TR."

"This a/c system is used for residential/small commercial space."

"There is no outdoor space for the condensing unit(s)."

หลังจากที่แสดงคำอธิบายแล้วระบบผู้เชี่ยวชาญจะย้อนกลับมาถามคำถามเดิมซ้ำอีกครั้งหนึ่งดังนี้

คำถามที่ 4 "Is the central air distribution required for space, (y/n/w)?"

กด n

คำถามที่ 5 "Please specify operating hours per day of the system.

Press y or w."

กด y แล้วเลือกช่วงเวลาการทำงานของระบบปรับอากาศระหว่าง 10 ถึง 16 hrs.

คำถามที่ 6 "Please rate exterior appearance of the building.

Press y or w."

กด y แล้วเลือกระดับความสวยงามภายนอกอาคาร ปกติ(normal)

คำถามที่ 7 "Please give any constraint of the initial investment.

Press y or w."

กด y เลือกข้อจำกัดในการลงทุนว่า มีเงินลงทุนปานกลาง

คำถามที่ 8 "Please estimate the operating life of system. Press y or w."

กด y แล้วเลือกอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศน้อยกว่า 10 ปี

ผู้ใช้งานจะได้รับคำตอบเป็น

"Your system may be:"

"Window Unit."

ตั้งแต่คำถามที่ 6 ถ้าผู้ใช้เปลี่ยนคำตอบใหม่เป็นดังนี้

คำถามที่ 6 "Please rate exterior appearance of the building. Press y or w.

กด y แล้วเลือกระดับความสวยงามภายนอกอาคาร เป็นเรื่องสำคัญมาก(very important)

คำถามที่ 7 "Please give any constraint of the initial investment.

Press y or w.

กด y เลือกข้อจำกัดในการลงทุนว่า มีเงินจำกัดมาก

คำถามที่ 8 "Please estimate the operating life of system. Press y or w."
กด y แล้วเลือกอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศน้อยกว่า 10 ปี

จากปัจจัยที่เปลี่ยนไปทำให้ผู้ใช้ไม่ได้คำตอบใหม่และระบบแสดงคำอธิบาย
ดังต่อไปนี้

"Your last answer is incompatible the previous ones."

"Please try again."

ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ใช้ตอบคำถามสุดท้ายไม่สมเหตุผลผลกับคำตอบที่ผ่านมา
กล่าวคือ ระบบปรับอากาศที่ต้องการใช้ไม่ทำให้ภายนอกอาคารเสียไป และ ต้องการระบบที่มี
ราคาถูก ซึ่งเป็นไปไม่ได้สำหรับคุณลักษณะของระบบปรับอากาศเช่นนั้น

จากตัวอย่างที่กล่าวมานี้พอทำให้ผู้ใช้ได้เข้าใจการใช้งานโปรแกรมระบบ
ผู้เชี่ยวชาญในส่วนของการเลือกระบบปรับอากาศได้มากขึ้น

2. การวินิจฉัยข้อขัดข้องของระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้แก่ เครื่องทำน้ำเย็น(water chiller) บัมพ์น้ำ
(water pump) และคูลลิ่งทาวเวอร์ ระบบเครื่องปรับอากาศประเภทอากาศผ่านโดยตรง(DX)
ได้แก่ เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แบบแยกส่วน แบบครบชุดที่ใช้ น้ำหรืออากาศระบายความร้อน
โดยที่ข้อขัดข้องหรือข้อบกพร่องหนึ่งอาจเกิดขึ้นจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมาก
แต่ละสาเหตุกระจายตามส่วนประกอบภายในระบบปรับอากาศเช่น คอมเพรสเซอร์
คอนเดนเซอร์ เอกซ์แพนชั่นวาล์ว(expansion valve) และอีแวพอเรเตอร์(evaporator)
โดยไม่พิจารณาด้านการส่งลมเย็นในลักษณะที่มีการเดินท่อลมหรือการเดินท่อน้ำ

2.1 วิธีการของการวินิจฉัย

รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการของการวินิจฉัยนั้นจะประกอบด้วย 3
ขั้นตอนซึ่งมีดังต่อไปนี้

2.1.1 ขั้นตอนการสอบถามอาการ(symptom)

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นด้วยการแสดงอาการที่ปรากฏต่อผู้ใช้แล้วให้
ผู้ใช้เลือกบ่งตามลักษณะอาการที่เกิดขึ้นหลังจากนั้นจึงนำอาการขณะนั้นมาวินิจฉัยต่อในขั้นตอน
ที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการค้นหาสาเหตุเบื้องต้นแต่ก็มีบางอาการที่ไม่ต้องมาผ่านขั้นตอนที่ 2
เนื่องจากอาการนั้นสามารถชี้ชัดสาเหตุเบื้องต้นภายในตัวเองอยู่แล้ว

2.1.2 ขั้นตอนการสืบเสาะสาเหตุเบื้องต้น(ถ้ามี)

สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการคาดห้วงสาเหตุเบื้องต้นเท่านั้นไม่ได้
เป็นการชี้ชัดถึงสาเหตุที่แท้จริงกล่าวคือเป็นเพียงคาดการณ์ถึงสาเหตุเบื้องต้นของอาการที่ปรากฏ
เพื่อนำทางไปสู่การค้นหาสาเหตุที่แท้จริงต่อไป ตัวอย่างเช่น ในกรณีระบบปรับอากาศชนิดผ่าน

โดยตรง อาการที่เครื่องปรับอากาศทำงานแล้วแต่ไม่มีความเย็นอย่างเพียงพอ อาจเป็นไปได้ว่าเกิดจากความดันด้านสูงสูงมากผิดปกติ(High pressure side too high) หรือความดันด้านต่ำต่ำผิดปกติ(Low pressure side too low) ซึ่งเป็นการยากที่บ่งชี้ชัดเจนไปได้

2.1.3 ขั้นตอนการค้นหาสาเหตุและการแก้ไข

ส่วนขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของอาการนั้น โดยการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ต่างๆภายในระบบการทำงานของการทำงานทำความเย็นเสียเป็นส่วนใหญ่ เช่นตัวอย่างที่ผ่านมา ความดันด้านสูงสูงมากผิดปกติอาจเกิดจากคอนเดนเซอร์ทำงานผิดปกติหรือเนื่องจากอากาศเข้าไปในวงจรการหมุนเวียนของสารทำความเย็น ดังนั้นสาเหตุที่แท้จริงอาจเกิดจากสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง ด้วยเหตุนี้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญจึงเปิดโอกาสย้อนกลับในการพิจารณาสาเหตุอื่นๆที่เป็นไปได้ ฉะนั้นขั้นตอนนี้จึงมีบทบาทมากในการวินิจฉัยอย่างถูกต้อง เมื่อค้นหาสาเหตุเรียบร้อยแล้วก็มาถึงขั้นที่ชี้แจงวิธีการแก้ไขของสาเหตุนั้นๆ เพื่อให้การแก้ไขเป็นไปอย่างสมบูรณ์ที่สุด

จากที่กล่าวมานี้พอทำให้เข้าใจในหลักการของการวินิจฉัยข้อบกพร่องมากขึ้น ต่อไปจะกล่าวถึงตัวอย่างการใช้งานโปรแกรมในส่วนนี้

2.2 การใช้งาน

2.2.1 เลือกอุปกรณ์หรือเลือกระบบปรับอากาศ เมื่อเข้ามาในส่วนของการวินิจฉัยข้อบกพร่องจะปรากฏเมนูของการเลือกอุปกรณ์หรือระบบปรับอากาศเป็นอันดับแรก หลังจากนั้นจึงมาถึงขั้นตอนของการเลือกอาการ(symptom) ของข้อบกพร่องนั้น ดังในรูปที่ 9.1

SELECT ONE ITEM

Unitary Air-Conditioner(DX)
Chilled-Water Refrigeration Plant
Cooling Tower
Centrifugal Pump
Reciprocating Pump

รูปที่ 9.1 เมนูเลือกอุปกรณ์ของการปรับอากาศ

ในรูปที่ 9.2 ได้แสดงส่วนเมนูของการเลือกระบบที่ใช้คอนเดนเซอร์ชนิดใช้อากาศหรือน้ำระบายความร้อนสำหรับระบบ Unitary Air-Conditioner (DX) กับระบบที่ใช้ Chilled-Water Refrigeration Plant โดยเมนูนี้ใช้เมื่อผู้ใช้เลือกหัวข้อระบบทั้ง 2 ที่กล่าวมาเท่านั้น

Air-Cooled

Water-Cooled

รูปที่ 9.2 เมนูเลือกชนิดคอนเดนเซอร์

แต่สำหรับกรณีของคลังทาวเวอร์และปั๊มน้ำชนิดหอยโข่งกับชนิดลูกสูบ และกรณีที่ผ่านมาเมนูในรูปที่ 9.2 ก็จะมาเข้าสู่ขั้นตอนของการเลือกอาการ ซึ่งในที่นี้โปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญได้เปิดโอกาสการย้อนกลับไปยังเมนูก่อนหน้านี้ได้โดยมีคำแนะนำบอภาพดังนี้

"--> SELECT : PRESS ENTER KEY or BACK TO PREVIOUS STEP : PRESS ESC KEY"

ซึ่งคำกล่าวนี้นี้หมายความว่าถ้าต้องการเลือกรายการในเมนูขณะนั้นเลือกกดคีย์ Enter แต่ถ้าต้องการย้อนกลับไปยังเมนูก่อนหน้านี้กดคีย์ ESC แทน

2.2.2 เลือกอาการ ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจว่าอาการที่เกิดขึ้นคืออะไร แล้วเลือกอาการนั้นขึ้นมาพิจารณาในการวินิจฉัย

2.2.3 คาดการณ์สาเหตุเบื้องต้น(ถ้ามี) ถัดจากการเลือกหัวข้อของอุปกรณ์จะมายังขั้นที่มีการบ่อนสาเหตุเบื้องต้นซึ่งเกิดขึ้นกับเครื่องทำน้ำเย็นและระบบปรับอากาศ Unitary Air-Conditioner ยกตัวอย่างเช่น

ระบบปรับอากาศ Unitary Air-Conditioner มีอาการ Compressor does not run โดยที่สาเหตุเบื้องต้นที่สามารถเป็นไปได้เกิดจาก 2 กรณี คือ Case at Contactor open หรือ Case at Contactor closed เครื่องทำน้ำเย็นเกิดมีอาการ Unit Cycles off อาจเกิดจากสาเหตุเบื้องต้นได้แก่ Motor overload relay cut-out หรือ Low water temperature cut-out หรือ High pressure switch cut-out หรือ Low pressure switch cycling หรือ Compressor thermal protector switch ดังนั้นควรพิจารณาโดยการตรวจสอบแต่ละกรณี

2.2.3 ค้นหาสาเหตุและวิธีแก้ไข ในช่วงนี้ผู้ใช้เลือกสาเหตุที่แท้จริงและเป็นไปได้มากที่สุด หลังจากนั้นระบบผู้เชี่ยวชาญแสดงวิธีการแก้ไขสำหรับสาเหตุนั้นๆ เนื่องจากสาเหตุที่เป็นไปได้มีอยู่มากดังนั้นโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญจึงยอมให้มีการย้อนกลับพิจารณาสาเหตุอื่นๆ โดยมีคำแนะนำดังนี้

"--> SEE OTHER CAUSE(S) : PRESS ANY KEY or FINISH : PRESS ENTER KEY"

ซึ่งหมายความว่าถ้าต้องการพิจารณาสาเหตุอื่นๆกดคีย์ อะไรก็ได้ แต่ถ้าไม่ต้องการกดคีย์ Enter

2.2.4 ตัวอย่างการใช้งาน ก่อนอื่นต้องเลือกหัวข้อซึ่งในที่นี้เลือกหัวข้อ Unitary Air-Conditioner แล้วจึงมาดำเนินการขั้นตอนการใช้งานซึ่งมีดังนี้

- เลือกอาการ Unit cycles off
- ก. เลือกชนิดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศและเลือกอาการ Unit cycles off
- ข. เลือกสาเหตุเบื้องต้น Compressor oil pressure switch cut-out
- ค. แสดงสาเหตุที่เป็นไปได้ตั้งในรูปที่ 9.3 แล้วเลือกสาเหตุอันใดอันหนึ่ง
- ง. แสดงสาเหตุที่ถูกเลือกและวิธีการแก้ไขในรูปที่ 9.4

—SELECT ONE CAUSE—

1. Too low oil charge
2. Clogged oil strainer
3. Oil pump malfunction

รูปที่ 9.3 ตัวอย่างสาเหตุของอาการ Compressor oil pressure switch cut-out

—RECOMMENDATION—

Cause is :
Too low oil charge
Remedy is :
Increase oil charge

รูปที่ 9.4 ตัวอย่างวิธีแก้ไขสาเหตุ too low oil charge

3. แบบทดสอบการวินิจฉัยข้อขัดข้อง

ในหัวข้อการวินิจฉัยข้อบกพร่องที่ผ่านมาพอทำให้เห็นแนวทางความเข้าใจของการแก้ไขข้อบกพร่องหนึ่งๆ ซึ่งเป็นการยากที่จะระบุได้อย่างแน่นอนสำหรับผู้ขาดประสบการณ์และขาดความเข้าใจในหลักการการทำงานของระบบปรับอากาศอย่างถ่องแท้ ดังนั้นจึงสมควรมีการสร้างแบบทดสอบให้กับผู้ขาดความชำนาญในการแก้ไขข้อบกพร่องของระบบปรับอากาศหรือกล่าวได้ว่าแบบทดสอบเป็นการฝึกทักษะในการค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องให้ชำนาญมากขึ้น

3.1 ขอบเขตในการทดสอบ สำหรับหัวข้อการทดสอบเหมือนกับหัวข้อที่ปรากฏในส่วนของการวินิจฉัยข้อบกพร่องซึ่งได้แก่ Unitary Air-Conditioner (DX) Chilled-water Refrigeration Plant บั๊มน้ำชนิดลอยไ้ซึ่งกับชนิดลูกสูบและคูลลิ่งทาวเวอร์

3.2 วิธีการทดสอบ ในเรื่องของวิธีการทดสอบเป็นการลอกเลียนแบบการทำข้อสอบปรนัย แต่ให้ทำเครื่องหมายกากบาท(x) หน้าข้อ a b c d e แทนการวงกลมล้อมรอบข้อ a b c d e เมื่อกากบาทเสร็จจึงกดคีย์ Enter

3.3 ตัวอย่างการใช้งาน สำหรับปัญหาที่อยู่ภายในโปรแกรมเป็นเพียงปัญหากลุ่มหนึ่งเท่านั้นซึ่งในความเป็นจริงปัญหามีมากกว่าก็ได้ ดังนั้นแบบทดสอบที่นำมาเป็นเพียงประเภทหนึ่งเท่านั้น ในที่นี้จะแสดงตัวอย่างของปัญหาเพียงข้อเดียวเท่านั้นเนื่องจากข้ออื่นทำในลักษณะทำนองเดียวกัน

3.3.1 เลือกหัวข้อ Chilled-water Refrigeration Plant

3.3.2 แสดงปัญหา Evaporator froze-up ซึ่งข้อให้เลือกดัง

ในรูปที่ 9.5

Which cause do this symptom due to

a. Set safety thermostat improperly

b. Improper circulation of chilled water

c. Clogged liquid line filter-drier

d. Suction shut-off valve partially closed

e. Condenser too large

รูปที่ 9.5 ตัวอย่างแบบทดสอบอาการ Evaporator froze-up

จากรูปที่ 9.5 เลือกกากบาท x ลงหน้าข้อ a b แล้วกดคีย์ Enter เมื่อกดคีย์นี้ทำให้โปรแกรมแสดงคำตอบว่าถูกต้องหรือไม่ โดยแสดงผลให้ปรากฏแก่ผู้ใช้ดังในรูปที่ 9.6 และแนะนำให้กดคีย์ใดๆเพื่อดำเนินการในข้อถัดไป

Your answer is : correct

Please press any key to continue

รูปที่ 9.6 ตัวอย่างแสดงความถูกต้องของคำตอบในแบบทดสอบ

3.3.4 ผลการทดสอบ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จสิ้นจะมาถึงขั้นสุดท้ายซึ่งก็คือการแสดงผลการทดสอบ โดยกล่าวถึงขีดความสามารถของผู้ใช้ด้านวินิจัยข้อบกพร่องอยู่ในระดับใดสำหรับหัวข้อนั้นๆ ซึ่งแสดงผลในรูปของคะแนนที่ทำได้เทียบกับคะแนนเต็มทั้งหมด

ประวัติผู้เขียน

นายทรงวุฒิ อสุพงษ์พัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 13 เมษายน พ.ศ.2506 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาตรีจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล เมื่อปีการศึกษา 2528



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย