

XÂY DỰNG NHỮNG BỮA ĂN DINH DƯỠNG TẠI TRƯỜNG MẦM NON BẰNG LOGIC MỜ KẾT HỢP MẠNG NƠRON VÀ MÁY HỌC

BUILDING NUTRITIONAL MEALS AT NURSERY SCHOOL USING FUZZY LOGIC COMBINED NEURAL NETWORK AND MACHINE LEARNING

**Phạm Thế Bảo, Phạm Thị Xuân Viên,
Đặng Trần Vũ, Bùi Thanh Xuân**
ĐH Khoa Học Tự Nhiên TP. HCM

ABSTRACT

Nowadays, we have got many problems that we don't have any correct and explicit ways to find a solution. AI (Artificial Intelligence) is an effective method which is used to find a solution for the problems. With AI of course, we don't have an absolutely correct or true solution but only a solution that is nearly true. It means that we still have the gap between the true solution and the solution we get, but this can be used with good results. The task is to build nutritional meals at nursery schools where the input data and conditions for problem solving are not clear, so it is too difficult to have a correct and explicit algorithm to find the solution. We have a fuzzifier which performs the function of fuzzification which is a subjective valuation to transform measurement data into valuation of a subjective value, and then we use fuzzy logic to solve this problem. And we use neural network and machine learning to integrate this system to help us increase the correct rate and decrease running time. We have successfully built an algorithm and implemented it. Not only has this method helped to solve a particular problem but its use can also be extended to many other problems such as those about nutrition, schedule, etc.

I. GIỚI THIỆU

Qua quá trình khảo sát tại các trường mầm non, hầu hết việc xây dựng khẩu phần ăn cho các bé chủ yếu được thực hiện thủ công, việc này thường mất thời gian và độ đa dạng của các bữa ăn là thấp hoặc không đảm bảo về chế độ dinh dưỡng. Chỉ ở vài trường qui mô lớn thì có thêm sự hỗ trợ của máy tính với vài phần mềm hỗ trợ, nhưng vẫn ở tình trạng bán tự động.

Ở Việt nam, hiện có phần mềm Babyfood do công ty Đạt An thực hiện, và phần mềm Nutrikids đang được khuyến khích sử dụng, trợ giúp việc sắp xếp bữa ăn cho các bé, tuy nhiên các hệ thống này không thực hiện hoàn toàn tự động mà vẫn phải thông qua khâu xử lý bằng tay của con người. Hệ thống Nutrikids của Công ty cổ phần mạng trực tuyến Việt Sin có thêm hệ thống thiết lập dưỡng chất, thiết lập các bữa ăn ngẫu nhiên từ các món ăn có trong cơ sở dữ liệu phong phú, nhưng không chú trọng đến vấn đề món ăn đó đã được sử

dụng khi nào, hay các món ăn có kỵ nhau, một số thiết lập về dinh dưỡng không thể thay đổi, không dùng các kỹ thuật AI và việc sắp xếp khẩu phần ăn tại trường mầm non vẫn do người sắp xếp lịch ăn tại trường thực hiện thủ công lại. Trên thị trường quốc tế có phần mềm tự động Nutrikids, nhưng có giá khá cao, và được xây dựng trên nền tảng chế độ dinh dưỡng, món ăn của trẻ phương Tây nên không phù hợp.

Chúng tôi hướng đến xây dựng một ứng dụng tự động sắp lịch các bữa ăn trưa tại trường mầm non thỏa các tiêu chí về dinh dưỡng, giá thành và độ dùng lại bữa ăn. Các tiêu chí này thường đan xen lẫn nhau, bổ sung nhau, nếu sử dụng các mô hình toán học cổ điển khó có thể giải quyết được. Do đó, chúng tôi đã sử dụng các phương pháp trong lĩnh vực AI (logic mờ, mạng neural, máy học) để giải quyết bài toán đặt ra. Bài toán này không những ứng dụng cho trường mầm non mà có

thể ứng dụng trong bệnh viện, công sở, ..., và có thể phát triển thành bài toán sắp lịch thỏa nhiều điều kiện phức tạp.

II. CÁC RÀNG BUỘC

Chúng tôi xây dựng một hệ thống dựa trên các ràng buộc về quan hệ dinh dưỡng, tương tác các món ăn, mức độ dùng lại, và giá thành của mỗi bữa ăn.

1. Dinh dưỡng

Dinh dưỡng hợp lý là khẩu phần ăn hằng ngày phải đủ về số lượng và cân đối về chất lượng. Cân đối giữa các chất sinh năng lượng: đạm (protein), béo (lipit), đường (gluxit). Cân đối giữa thức ăn có nguồn gốc động vật và thực vật.

Tỉ lệ cân đối giữa các chất sinh năng lượng:

- Năng lượng do Protein cung cấp: 12–15%

- Nguồn gốc động vật: 50%
- Nguồn gốc thực vật: 50%

- Năng lượng do Lipit cung cấp: 15–20%

- Nguồn gốc động vật: 50%
- Nguồn gốc thực vật: 50%

- Năng lượng do Gluxit cung cấp: 66–75%

Chúng tôi chỉ thực hiện xây dựng chế độ dinh dưỡng cho bữa ăn trưa nên các giá trị về dinh dưỡng cần được điều chỉnh lại cho phù hợp. Đồng thời, do tại trường mầm non có hai khối lớp: khối cơm nhà trẻ và khối cơm mẫu giáo, do vậy chúng tôi tính toán và xây dựng chế độ dinh dưỡng hợp lý cho cả hai khối lớp này, như sau:

- Nhà trẻ (từ 1–3 tuổi) cần 1300 Kcal/ngày. Đặt $Calo^*$ là lượng calo hợp lý cho bữa trưa tại trường mầm non. Đặt $Calo$ là lượng calo cho phép cho bữa trưa tại trường mầm non. Khi đó lượng calo hợp lý trong bữa ăn trưa tại trường mầm non:

- Tại trường bữa trưa chiếm: 30-35% khẩu phần cả ngày (Bữa trưa + Bữa chiều + Bữa phụ = 60%-70% cả ngày)

- Lượng calo ứng với bữa trưa:

$$1300 * \frac{30}{100} \leq Calo^* \leq 1300 * \frac{35}{100}$$

$$\Leftrightarrow 390 \leq Calo^* \leq 455$$

- Vậy lượng calo hợp lý cho bữa ăn trưa tại trường mầm non là $390 \leq Calo^* \leq 455$

- Chúng tôi sử dụng bộ điều khiển mờ nên cần có một không gian nền X là tập các giá trị lượng calo cho phép theo từng lứa tuổi. Từ đó ta tính được lượng calo cho phép đối với lứa tuổi nhà trẻ là $330 \leq Calo \leq 525$.

- Vậy lượng calo cho phép là $330 \leq Calo \leq 525$ và lượng calo hợp lý là $390 \leq Calo^* \leq 455$.

- Mẫu giáo (từ 4–6 tuổi) cần 1600 Kcal/ngày. Lượng calo cho bữa ăn trưa tại trường mầm non:

- Tại trường bữa trưa chiếm: 35-40% khẩu phần cả ngày (Bữa trưa + Bữa phụ = 50%-60% cả ngày)

- Lượng calo cho bữa trưa:

$$1600 * \frac{35}{100} \leq Calo \leq 1600 * \frac{40}{100}$$

$$\Leftrightarrow 560 \leq Calo \leq 640$$

- Vậy lượng calo hợp lý cho bữa ăn trưa tại trường mầm non là $560 \leq Calo \leq 640$

- Tương tự như trên, chúng ta sẽ sử dụng khoảng Calo cho phép. Từ đó ta tính được lượng calo cho phép là $525 \leq Calo \leq 680$.

- Vậy lượng calo cho phép là $525 \leq Calo \leq 680$ và lượng calo hợp lý là $560 \leq Calo^* \leq 640$.

2. Tương tác các món ăn

Bữa ăn trưa tại trường mầm non ngoài cơm có thêm ba món: canh, mặn, và tráng miệng. Ngoài việc đảm bảo cơ cấu năng lượng giữa các món ăn này thì việc tránh dùng chung các

món hoặc nguyên liệu kỵ nhau là rất cần thiết. Có một số nguyên liệu khi kết hợp với nhau sẽ tạo ra các chất gây hại cho sức khỏe về lâu dài hoặc gây tử vong. Ví dụ, một số món ăn không nên dùng chung:

- Sữa đậu nành và trứng gà: vì sữa có men protidaza kiềm chế các protein trong trứng gà gây cản trở tiêu hóa làm khó tiêu, đầy bụng.
- Sữa bò và nước hoa quả: vì nước hoa quả có tính axit làm biến đổi tính chất của sữa bò gây khó tiêu.
- Củ cải trắng và các loại lê, táo, nho: vì ceton đồng có trong những loại trái này phản ứng với axit cyanogen lưu huỳnh có trong củ cải khiến người ăn bị suy tuyến giáp trạng và bướu cổ.
- Khoai lang và quả hồng: vì tinh bột trong khoai lang kích thích dạ dày tiết ra axit tác dụng với chất tanin trong quả hồng gây viêm loét và chảy máu dạ dày.
- Nước rau quả pha chung với sữa cho trẻ uống vì về lâu dài sẽ bị bệnh Methemoglobin (một loại bệnh gây khó thở, tím tái và tử vong).
- Óc heo và trứng gà vì sẽ làm tăng lượng cholesterol trong máu dễ bị tử vong do cao huyết áp.....

3. Giá thành

Ngoài việc đảm bảo các yếu tố dinh dưỡng, chi phí cho một bữa ăn cũng cần phải được quan tâm. Nếu một bữa ăn thỏa tất cả các yêu cầu về năng lượng, độ dùng lại... nhưng chi phí cho bữa ăn đó lại quá cao so với mức cho phép của nhà trường đề ra thì cũng không thể chọn để sắp lịch.

Ngoài ra, giá cả thực phẩm thay đổi thường xuyên trong tháng làm cho chi phí của một bữa ăn luôn thay đổi, do đó yêu cầu đặt ra của bài toán là làm sao chúng ta quản lý được sự thay đổi này và có sự điều chỉnh hợp lý nhất khi có thay đổi.

4. Mức độ trùng lặp

Một khẩu phần ăn được chọn ngoài việc đảm bảo lượng dưỡng chất cần thiết, có chi

phí phù hợp, còn cần tạo được cảm giác ngon miệng cho trẻ khi ăn. Một yếu tố quan trọng, quyết định đến vấn đề ngon miệng chính là các bữa ăn phải được thay đổi luân phiên qua từng ngày, tránh hiện tượng lặp lại. Yếu tố này thể hiện rõ qua độ dùng lại (mức độ trùng lặp) của bữa ăn. Một bữa ăn có độ dùng lại càng thấp thì càng được khuyến khích sử dụng.

III. Xây dựng THUẬT GIẢI

1. Bộ điều khiển mờ

Để xây dựng bộ điều khiển mờ, chúng tôi xây dựng bốn bước như sau:

a) Bước đầu tiên: xác định đặc trưng

Đối với các bài toán sử dụng kỹ thuật AI, yêu cầu đầu tiên là xác định các đặc trưng của bài toán, đặc trưng đầu vào – đầu ra. Đối với bài toán sắp lịch ăn trưa, các đặc trưng ở đây bao gồm: đặc trưng đầu vào (lượng kalori, tỉ lệ Protein, tỉ lệ Lipit, tỉ lệ Gluxit, giá tiền, độ / dùng lại), đặc trưng đầu ra (tỉ lệ chọn). Các đặc trưng này được tính dựa vào các món ăn (món mặn, canh, và tráng miệng) tổ hợp nên bữa ăn. Do bài toán đặt ra có 6 đặc trưng đầu vào, giá sử xây dựng mỗi đặc trưng có ba tập mờ, khi

đó ta có tất cả là $6^3 = 216$ luật. Đối với các bài toán sử dụng AI, việc giảm thiểu số luật là hết sức cần thiết. Ở đây nếu chúng ta gom nhóm các đặc trưng: lượng kalori, tỉ lệ Protein, tỉ lệ Lipit, tỉ lệ Gluxit từ đó đánh giá trên các đặc trưng này cho kết quả thông qua đặc trưng “tỉ lệ dinh dưỡng” (gồm năm tập mờ), kết hợp đặc trưng vừa tạo ra với hai đặc trưng còn lại (giá tiền, độ dùng lại) cho kết quả “tỉ lệ chọn”, khi đó số luật của chúng ta sẽ giảm đi đáng kể,

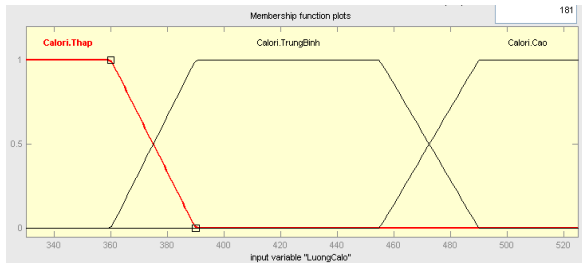
còn lại: $4^3 + 5 \cdot 3^2 = 4 + 45 = 109$ luật.

b) Bước thứ hai: xây dựng tập mờ và hàm thành viên

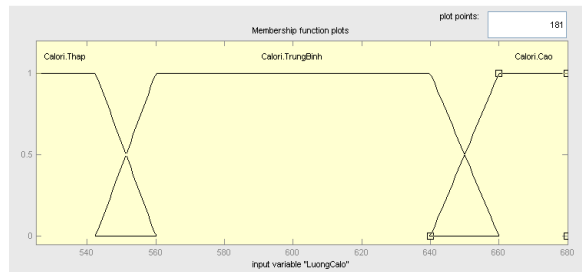
Trong các trường mầm non hiện nay thường có hai nhóm tuổi chính: nhà trẻ và mẫu giáo. Mỗi nhóm tuổi cần có một lượng kalori khác nhau. Ngoài ra, quá trình sắp lịch tại trường mầm non dựa trên hai chuẩn dinh dưỡng: chuẩn một (P:L:G = 12%-15% : 15%-20% : 66%-75%) và chuẩn hai (P:L:G = 14%: 26%: 60%). Do đó, việc xây dựng tập mờ cho các đặc trưng cũng dựa vào các yếu tố này.

Đặc trưng “lượng calori” gồm ba tập mờ: Calori.Thap, Calori.Vua, Calori.Cao. Chúng tôi xây dựng cho nhóm tuổi nhà trẻ như hình 1 và nhóm tuổi mẫu giáo như hình 2.

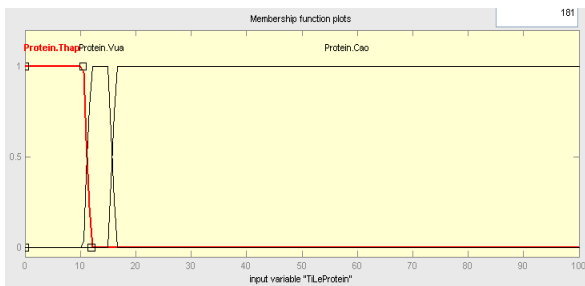
Đặc trưng “Tỉ lệ Protein” gồm ba tập mờ: Protein.Thap, Protein.Vua, Protein.Cao. Xây dựng trên chuẩn một như hình 3 và theo chuẩn hai như hình 4.



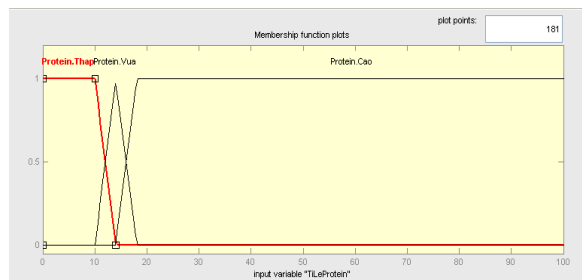
Hình 1. Đặc trưng “Lượng calori” đối với nhà trẻ



Hình 2. Đặc trưng “Lượng calori” đối với mẫu giáo



Hình 3. Đặc trưng “tỉ lệ Protein” đối với chuẩn một



Hình 4. Đặc trưng “tỉ lệ Protein” đối với chuẩn hai

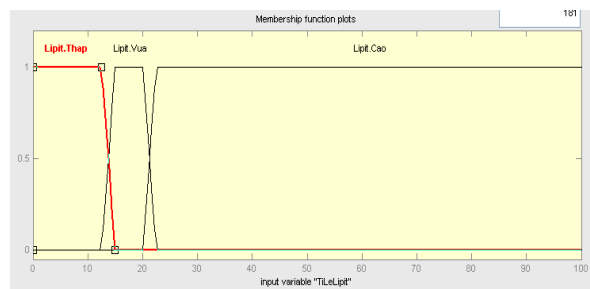
Đặc trưng “Tỉ lệ Lipit” gồm ba tập mờ:

Lipit.Thap, Lipit.Vua, Lipit.Cao. Xây dựng trên chuẩn một như hình 5 và theo chuẩn hai như hình 6.

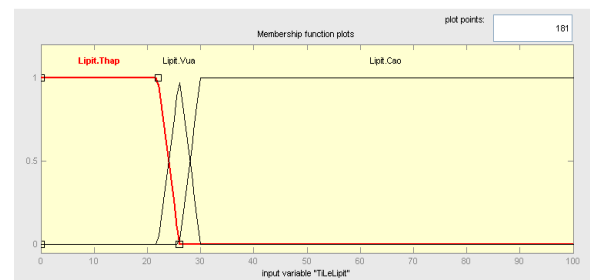
Đặc trưng “Tỉ lệ Gluxit” gồm ba tập mờ: Gluxit.Thap, Gluxit.Vua, Gluxit.Cao. Xây dựng trên chuẩn một như hình 7 và theo chuẩn hai như hình 8.

Đặc trưng “Tỉ lệ Dinh Dưỡng” gồm năm tập mờ: TLDD.RatThap, TLDD.Thap, TLDD.TrungBinh, TLDD.Cao, TLDD.RatCao như hình 9.

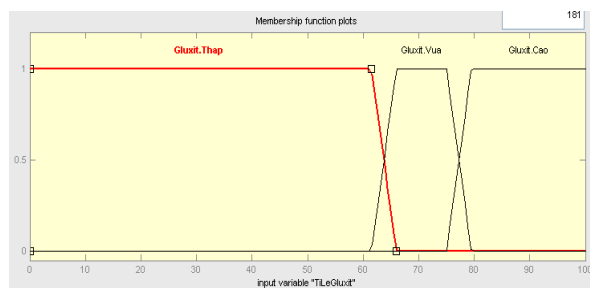
Đặc trưng “Giá tiền” gồm ba tập mờ: Tien.Thap, Tien.Vua, Tien.Cao như hình 10.



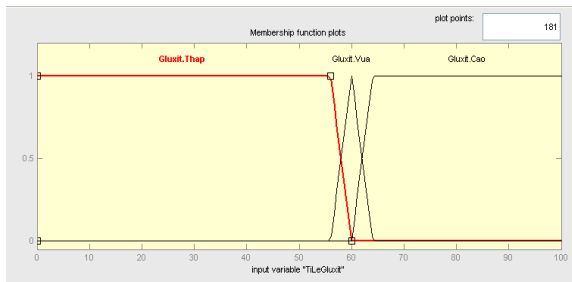
Hình 5. Đặc trưng “tỉ lệ Lipit” đối với chuẩn một



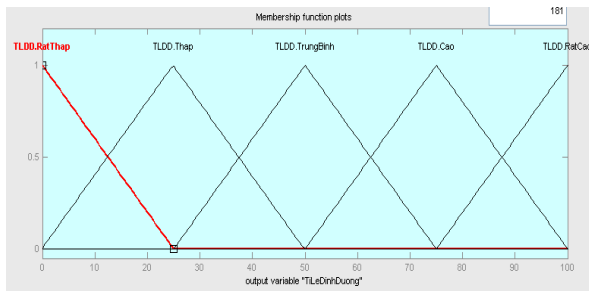
Hình 6. Đặc trưng “tỉ lệ Lipit” đối với chuẩn hai



Hình 7. Đặc trưng “tỉ lệ Gluxit” đối với chuẩn một



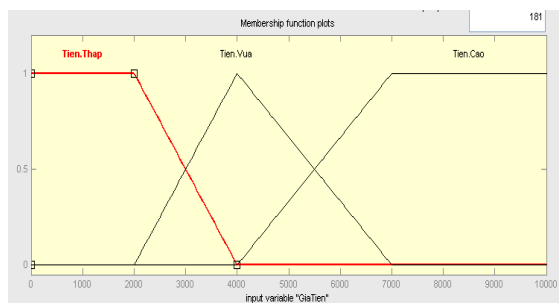
Hình 8. Đặc trưng “tỉ lệ Gluxit” đối với chuẩn hai



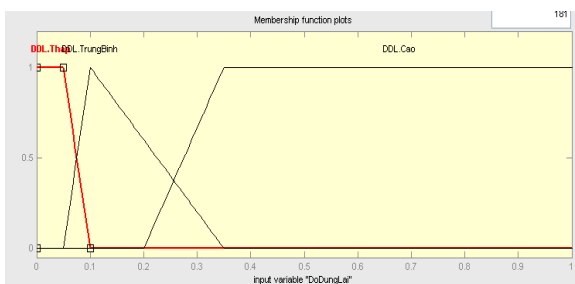
Hình 9. Đặc trưng “tỉ lệ dinh dưỡng”

Đặc trưng “Độ dùng lại” gồm ba tập mờ: DDL.Thap, DDL.TrungBinh, DDL.Cao như hình 11.

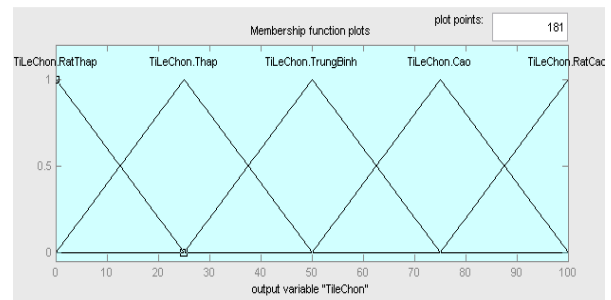
Đặc trưng “Tỉ lệ Chọn” gồm năm tập mờ: TLChon.RatThap, TLChon.Thap, TLChon.TrungBinh, TLChon.Cao, TLChon.RatCao như hình 12.



Hình 10. Đặc trưng “giá tiền”



Hình 11. Đặc trưng “độ dùng lại”



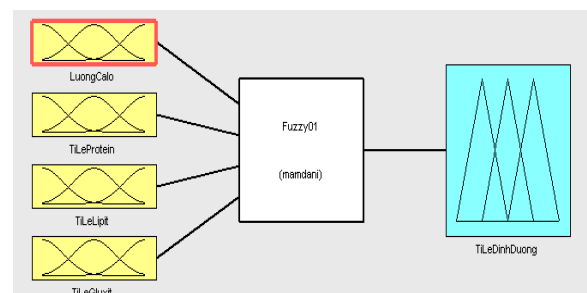
Hình 12. Đặc trưng “tỉ lệ dùng chọn”

c) Bước thứ ba: xây dựng tập luật mờ

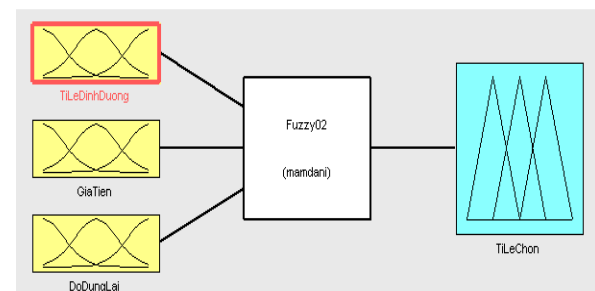
Chúng tôi dựa trên đặc tính mức độ linh hoạt của các đặc trưng để tách làm hai bộ điều khiển mờ. Chúng tôi xây dựng bộ điều khiển mờ theo kiểu Mamdani và các luật mờ sử dụng luật hợp thành MAX-MIN. Sử dụng đầu ra của bộ điều khiển mờ thứ nhất, hình 13, làm dữ liệu đầu vào của bộ điều khiển mờ thứ hai, hình 14. Ứng với mỗi bộ điều khiển mờ, chúng tôi xây dựng bộ luật mờ tương ứng. Bài viết này không nêu chi tiết từng luật được xây dựng mà chỉ đưa ra các tiêu chí sử dụng trong quá trình xây dựng luật.

Bộ luật mờ thứ nhất: “Tỉ Lệ Dinh Dưỡng” càng cao khi “Lượng Calori”, “Tỉ Lệ Protein”, “Tỉ Lệ Lipit”, và “Tỉ Lệ Gluxit” càng hợp lý.

Bộ luật mờ thứ hai: “Tỉ Lệ Chọn” càng cao khi “Tỉ Lệ Dinh Dưỡng” càng cao, “Giá Tiền” càng phù hợp, và “Độ Dùng Lại” càng thấp.



Hình 13. Mô hình bộ điều khiển mờ thứ nhất.



Hình 14. Mô hình bộ điều khiển mờ thứ hai.

d) Bước thứ tư: giải mờ

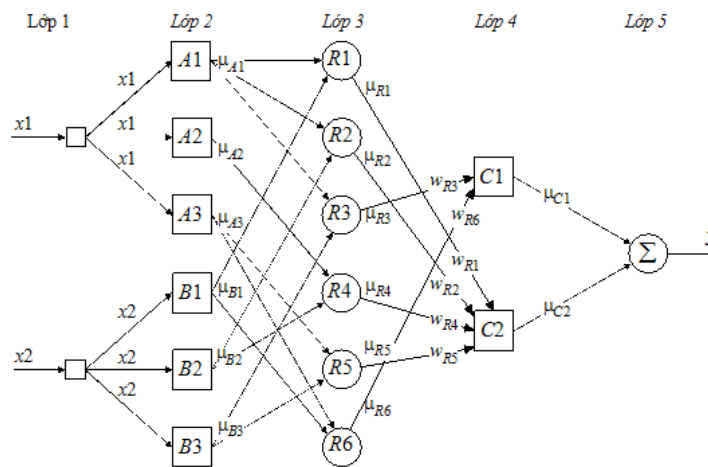
Có hai phương pháp giải mờ chính là phương pháp cực đại và phương pháp điểm trọng tâm. Tuy nhiên, qua thực nghiệm đối với bài toán này, phương pháp điểm trọng tâm (COA) cho kết quả đánh giá chính xác hơn.

2. Kết hợp mạng neural

Hiện nay việc kết hợp logic mờ và mạng neural tạo ra một hướng giải quyết mới gọi là NeuronFuzzy mang ưu điểm của cả hai: dễ thiết kế (thông qua logic mờ) và dễ tối ưu (thông qua quá trình học của mạng neural). Do các trọng số quyết định cho các biến mờ

không thể thao tác bằng tay hay chọn tùy ý, nên chúng tôi kết hợp mạng neural để xác định được các trọng số tối ưu nhất mà có thể để áp dụng vào bộ điều khiển mờ.

Có nhiều hướng tiếp cận trong việc xây dựng mô hình NeuralFuzzy: ANFIS, GARIC, SONFIN, EFuNN, dmEFuNN, FUN, FINEST, FALCON, NEFCON, RBFNNET. Ở đây, do bài toán sắp lịch được thiết kế theo kiểu Mamdani nên chúng tôi sẽ sử dụng mô hình EFuNN - một mô hình thường được dùng cho kiểu Mamdani (do Kasabov giới thiệu). Mô hình EFuNN có cấu trúc như hình 15.



Hình 15. Cấu trúc hệ thống Neural-Fuzzy
theo EFuNN

Các lớp trong hệ thống neural mờ được xây dựng dựa trên các bước trong quá trình suy luận mờ. Lớp thứ nhất là lớp nhập. Mỗi neural trong lớp này có nhiệm vụ truyền các dữ liệu nhận được từ bên ngoài đến lớp kế tiếp. Do đó, giá trị thực của neural là $y_i^{(1)} = x_i^{(1)}$. Lớp thứ hai là lớp mờ hóa. Các neural trong lớp này mô tả các tập mờ được sử dụng phần giả thuyết của các luật mờ. Một neural mờ hóa (neural thuộc lớp mờ hóa) nhận dữ liệu vào rõ và xác định mức độ phụ thuộc của giá trị vào đối với các tập mờ của neural. Để xác định các tập mờ cho neural trong lớp hai chúng ta sử dụng hàm thành viên hình thang:

$$y_i^{(2)} = \begin{cases} 0 & \text{nếu } x_i^{(2)} \leq a \\ \frac{x_i^{(2)} - a}{b - a} & \text{nếu } a \leq x_i^{(2)} \leq b \\ 1 & \text{nếu } b \leq x_i^{(2)} \leq c \\ \frac{d - x_i^{(2)}}{d - c} & \text{nếu } c \leq x_i^{(2)} \leq d \\ 0 & \text{nếu } d \leq x \end{cases} \quad (1)$$

Lớp thứ ba là lớp luật mờ. Mỗi neural trong lớp này tương ứng với một luật mờ. Một neural luật mờ nhận giá trị từ neural mờ hóa. Chẳng hạn, neural R1, tương ứng với luật thứ nhất, nhận giá trị từ neural A1 và B1. Trong một hệ thống neural mờ, toán tử giao có thể được thi hành thông qua toán tử min. Do đó, giá trị xuất của neural thứ i trong lớp thứ ba thu được theo công thức 2.

$$y_i^{(3)} = \min(x_{1i}^{(3)}, x_{2i}^{(3)}, \dots, x_{ki}^{(3)}) \quad (2)$$

Ví dụ, $y_{R1}^{(3)} = \min(\mu_{A1}, \mu_{B1}) = \mu_{R1}$. Lớp thứ tư là lớp dữ liệu ra mờ. Các neural trong lớp này mô tả tập mờ được sử dụng trong phần kết luận của luật mờ. Một neural đầu ra mờ nối tất cả các giá trị nhận được bằng cách sử dụng toán tử hội, toán tử này có thể được thi hành bởi toán tử max theo công thức 3.

$$y_i^{(4)} = \max(x_{1i}^{(4)}, x_{2i}^{(4)}, \dots, x_{li}^{(4)}) \quad (3)$$

Ví dụ, $y_{C1}^{(4)} = \max(\mu_{R3}, \mu_{R6}) = \mu_{C1}$. Giá trị của μ_{C1} mô tả sự kết hợp giữa các neural luật mờ R3 và R6. Lớp thứ năm là lớp khử mờ. Mỗi neural trong lớp này mô tả một đầu ra của hệ thống neural mờ. Neural này lấy các tập mờ đầu ra và gom chúng lại thành một tập mờ duy nhất. Dùng phương pháp COA để khử mờ ở lớp thứ năm.

Làm thế nào để hệ thống neural mờ học và điều chỉnh trọng số luật? Bản chất của hệ thống neural mờ chính là mạng neural nhiều lớp, do đó các kỹ thuật sử dụng để luyện mạng trong lĩnh vực mạng neural cũng được áp dụng trong hệ thống neural mờ, trong đó có cả thuật toán lan truyền ngược.

3. Xây dựng bộ lọc máy học bằng cây quyết định

Chúng tôi xây dựng bộ lọc có ba thành phần:

- Bộ lọc tĩnh: sử dụng các nguyên tắc về dinh dưỡng do Vụ Mầm Non quy định (lượng calo, cơ cấu năng lượng đối với protein, lipid và glucit) để xây dựng. Các nguyên tắc này là các luật tĩnh và có giá trị tĩnh.
- Bộ lọc động: sử dụng các yếu tố: món ăn kỵ nhau, thực phẩm kỵ nhau, giá tiền, khoảng thời gian không sử dụng món ăn hay thực phẩm, Các yếu tố này là các luật tĩnh nhưng có giá trị thay đổi theo thời gian hoặc theo kinh nghiệm của người sử dụng.
- Bộ lọc sử dụng kỹ thuật máy học: sử dụng dữ liệu mẫu là các bữa ăn trưa đã được sử dụng tại các trường mầm non trong những năm gần đây và sử dụng thuật toán quy nạp

cây quyết định ID3 để thực hiện việc xây dựng cây tạo nên bộ lọc

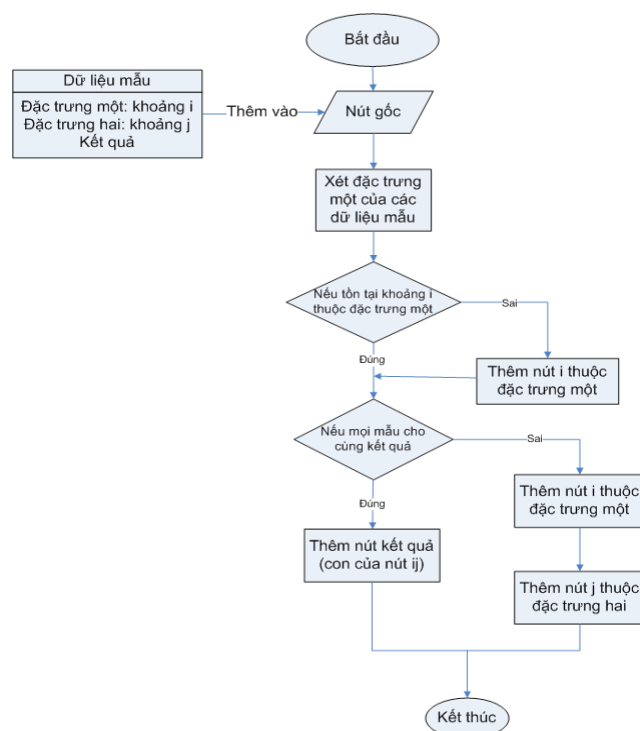
Do có các luật tĩnh nên việc xây dựng bộ lọc tĩnh và bộ lọc động khá đơn giản. Ở đây, chúng tôi tập trung vào việc xây dựng bộ lọc động sử dụng kỹ thuật máy học. Tiêu chí đặt ra cho bộ lọc máy học việc loại bỏ tất cả các bữa ăn không bao giờ được sử dụng. Hai đặc trưng được xem xét là tỉ lệ dinh dưỡng và giá tiền. Xem tỉ lệ dinh dưỡng là đặc trưng thứ nhất và giá tiền là đặc trưng thứ hai. Bước đầu tiên trong quá trình xây dựng bộ lọc là phân khoảng giá trị của các đặc trưng đối với từng bộ dữ liệu mẫu, hình 16. Bước thứ hai, sau khi chia khoảng giá trị cho các đặc trưng, chúng ta sử dụng dữ liệu mẫu để học và tạo cây quyết định với thuật toán ID3, hình 17. Bước thứ ba, sử dụng cây để quyết định để lọc dữ liệu, hình 18.



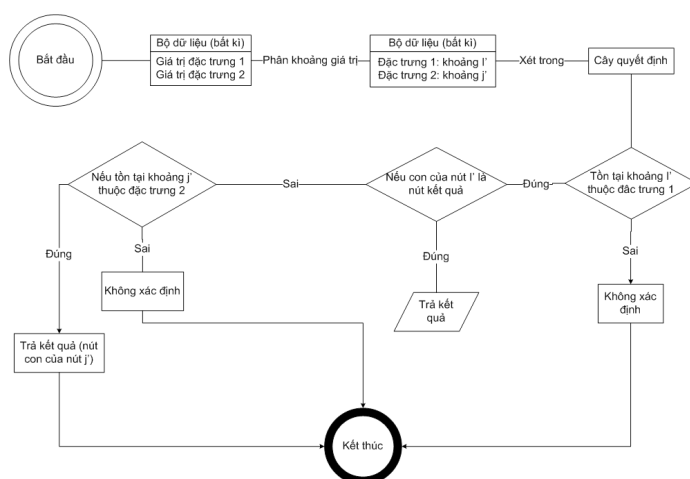
Hình 16. Phân khoảng giá trị mẫu

IV. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM

Chúng tôi xây dựng được một chương trình hoàn thiện cho phép người dùng chọn các bữa ăn tự động đảm bảo các tiêu chí đề ra cho trẻ mầm non, đồng thời thời gian xử lý khá tốt. Được thử nghiệm ở vài trường mầm non trên địa bàn ở thành phố Hồ Chí Minh cho kết quả rất khả quan.



Hình 17. Sử dụng dữ liệu mẫu để xây dựng
cây quyết định



Hình 18. Sử dụng cây quyết định để lọc dữ liệu

V. KẾT LUẬN

Ứng dụng các phương pháp trong lĩnh vực AI để giải quyết các bài toán không có lời giải tường minh là một chọn lựa tối ưu. Tuy nhiên, tùy vào từng bài toán mà ta sẽ phải chọn lựa cách giải quyết thích hợp.

Phương pháp giải quyết bài toán này, không những có thể ứng dụng cho các bài toán chọn dinh dưỡng ở trường học, bệnh viện, công sở, người ăn kiêng, ..., mà còn phát triển thành một lớp bài toán sắp lịch khi có dữ liệu đầu vào không rõ ràng, các mối quan hệ phức tạp

không chính xác. Được ứng dụng rộng rãi trong đời sống xã hội.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Abraham A. & Nath B., “Designing Optimal Neuro-Fuzzy Systems for Intelligent Control”, trong *Proceedings of the Sixth International Conference on Control Automation Robotics Computer Vision (ICARCV 2000)*, Singapore, December 2000.

- Abraham A., “Neuro-Fuzzy Systems: State-of-the-Art Modeling Techniques”, trong *Proceedings of the Sixth International Work Conference on Artificial and Natural Neural Networks*, IWANN 2001.
- Báo “Người Lao Động”, ra ngày 10/4/2006.
- Bart Kosko, *Fuzzy Engineering*, Prentice Hall, 1997.
- Bộ Giáo Dục và Đào Tạo, “Chương trình chăm sóc giáo dục trẻ theo lứa tuổi” (1994–1995).
- Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, *Hệ mờ, mạng neural và ứng dụng*, NXB KH&KT, 2001.
- JunYan, Michael Ryan, James Power, *Using Fuzzy Logic*, Prentice Hall, 1994.
- Kasabov, “Evolving Fuzzy Neural Networks for Supervised/Unsupervised On-line, Knowledge-Based Learning”, IEEE Trans of Systems, December 2001.
- Lê Minh Hà, Nguyễn Công Khẩn, Nguyễn Thị Hồng Thu, Nguyễn Đỗ Huy, *Dinh dưỡng và sự phát triển trẻ thơ*, NXB. Giáo Dục, 2004.
- Nguyễn Như Phong, *Lý thuyết mờ và ứng dụng*, NXB KH&KT, 2005.
- Phạm Thế Bảo, “Chuyên đề các hệ thống học: học với cây quyết định”, Khoa CNTT, Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, 2006.