

SỬ DỤNG MẠNG NƠON MỜ ĐÁNH GIÁ CẢM QUAN SẢN PHẨM CÀ PHÊ

● BÙI CÔNG DANH - NGUYỄN THỊ DIỆU HIỀN

TÓM TẮT:

Đánh giá cảm quan là một thành phần quan trọng trong ngành công nghiệp thực phẩm và hàng tiêu dùng. Bài viết đề xuất một phương pháp tiếp cận đánh giá cảm quan cà phê bằng mô hình mạng nơon mờ. Sự kết hợp giữa mạng nơon và logic mờ nhằm nâng cao khả năng học của mạng nơon trong môi trường nhiều thay đổi như đánh giá cảm quan. Kết quả thực nghiệm không chỉ cho thấy phương pháp đề xuất nhanh và chính xác hơn so với phương pháp chỉ dựa vào mạng nơon mà còn cho thấy phương pháp đề xuất hiệu quả trong lớp bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm dựa vào thành phần cấu tạo.

Từ khóa: cảm quan, nơon, logic mờ, cà phê.

1. Đặt vấn đề

Đánh giá cảm quan là một thành phần quan trọng trong việc đánh giá chất lượng thực phẩm. Đánh giá cảm quan cung cấp thông tin tin cậy và có giá trị cho sản xuất và quảng cáo, đồng thời giúp cho việc quản lý dễ dàng để ra các quyết định kinh doanh về những đặc tính cảm quan của các sản phẩm.

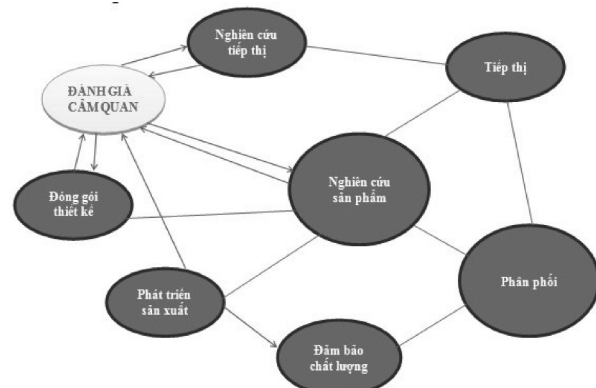
Đánh giá cảm quan trong thực phẩm là một bài toán đã được nghiên cứu qua nhiều giai đoạn khác nhau. Qua các nghiên cứu gần đây của tác giả tại các phòng thí nghiệm cũng như các doanh nghiệp tại Việt Nam có sử dụng đánh giá cảm quan cho thực phẩm cho thấy, tất cả phải dùng thực nghiệm để đưa ra các đánh giá cảm quan về thực phẩm thông qua các biện pháp, như: chuyên gia, điều tra thị hiếu thị trường... đều mất nhiều thời gian, chi phí để tập hợp hội đồng, chuẩn bị mẫu đánh giá, phân tích và báo cáo các số liệu cảm quan.

Việc đánh giá cảm quan cho cà phê bằng mạng nơon đã được công bố tại [8]. Phương pháp này hiệu quả khi kết quả đầu ra hai phân lớp, ví dụ: thích hoặc không thích. Tuy nhiên phương pháp này gặp một số khó khăn trong môi trường thông tin phức tạp, dữ liệu không chắc chắn, thiếu chính xác và

biến động, đặc biệt trong việc đánh giá cảm quan thực phẩm với nhiều phân lớp đầu ra, như: rất thích, thích, bình thường, không thích, rất không thích.

Xuất phát từ những hạn chế của mạng nơon trong việc đánh giá cảm quan thực phẩm trong phần 2, nhóm tác giả đề xuất xây dựng mô hình cho bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm, trong phần 3 trình bày đề xuất mô hình mạng nơon mờ 5 lớp SE-FNN cho bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm. (Hình 1)

Hình 1: Môi quan hệ giữa đánh giá cảm quan và các thành phần

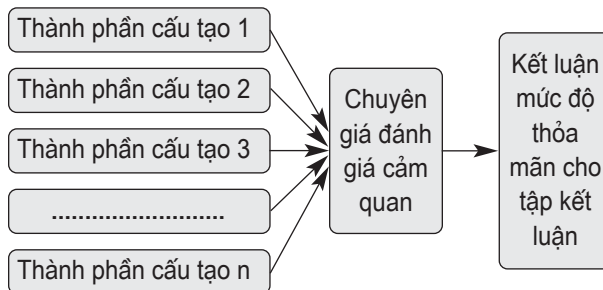


Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

2. Bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm

Sau thời gian nghiên cứu về quá trình đánh giá cảm quan thực phẩm với nhiều loại thực phẩm khác nhau, tác giả nhận thấy chúng đều có những thành phần thực phẩm chính làm nên đặc trưng cho từng loại thực phẩm đó. Ví dụ, đối với cà phê có 3 thành phần cấu tạo đặc trưng quyết định hương vị cà phê là: {Coffee, Coffeemate, Sugar}. Sau quá trình đánh giá cảm quan giám định viên sẽ cho ra một kết quả duy nhất về mẫu sản phẩm đó. Mô hình đánh giá cảm quan thực phẩm có n đầu vào là cấu tạo đặc trưng sản phẩm đó và một đầu ra là sự kết luận độ ưu thích của giám định viên về mẫu đánh giá đó, được thể hiện qua Hình 2:

Hình 2: Mô hình thực hiện đánh giá cảm quan



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

3. Đề xuất mô hình mạng nơ-ron mờ 5 lớp (SE-FNN) cho đánh giá cảm quan thực phẩm

Sau khi tìm hiểu mô hình bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm chúng tôi đề xuất mô hình mạng nơ-ron mờ 5 lớp SE-FNN (Sensory Evaluation Fuzzy Neural network) dùng cho việc thực hiện đánh giá cảm quan các loại thực phẩm khác nhau như sau: (Hình 3)

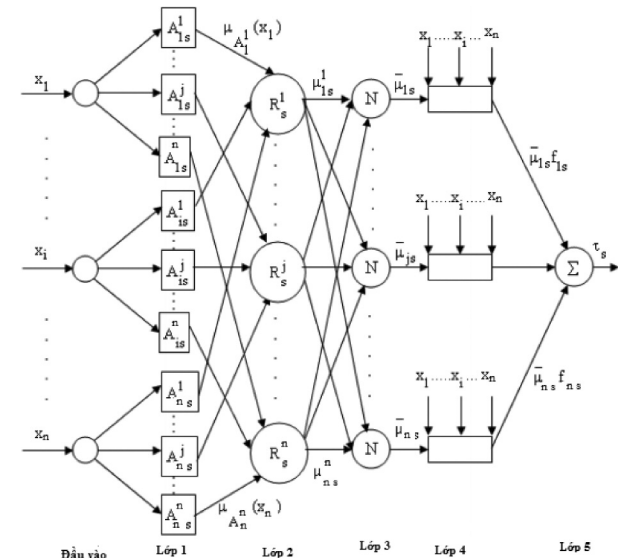
Trong đó, có n dữ liệu đầu vào là các thành phần cấu tạo sản phẩm sẽ được đưa vào lớp 1 ứng với các nhãn vào thích hợp. Có 3 loại nhãn vào như sau: “Thấp”, “Trung bình” và “Cao”, các nhãn đầu vào này được mờ hóa bằng hàm chuông. Các nhãn vào sau khi được mờ hóa sẽ được truyền qua tầng 2 theo các luật chuyên gia đánh giá cảm quan và chuyển sang lớp 3 để tính tỷ lệ ngưỡng kích hoạt của luật thứ i . Lớp 4 sử dụng đầu vào từ lớp 3 để tính ngưỡng kích hoạt chuẩn hóa. Lớp 5 là lớp xuất tính giá trị ra cho mạng bằng phương pháp trung bình trọng tâm.

Các bước thực hiện tuần tự như sau:

Đầu vào: Là các thành phần cấu tạo đặc trưng cho sản phẩm thực phẩm.

Lớp 1: Các nơ-ron trong lớp này sẽ được gán 1

Hình 3: Cấu trúc mạng nơ-ron mờ SE-FNN



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

trong 3 nhãn nhập: “Thấp”, “Trung bình”, “Cao”. Lớp này sử dụng hàm liên thuộc dạng chuông để mờ hóa các giá trị vào tương ứng với các nhãn nhập.

$$O_i^1 = \mu_{A_i}(x) \quad (3.1)$$

x là dữ liệu nhập cho nút i , và A_i là nhãn nhập. Như vậy, O_i^1 còn gọi là hàm thành viên của A_i và thể hiện mức độ x thỏa A_i . $\mu_{A_i}(x)$ có dạng hình chuông và nằm trong khoảng $[0, 1]$:

$$\mu_{A_i}(x) = e^{-\left(\frac{x - c_i}{a_i}\right)^2} \quad (3.2)$$

Lớp 2: Mỗi nơ-ron trong lớp này được gán nhãn Π có dữ liệu xuất là tích các dữ liệu nhập:

$$O_i^2 = w_i = \Pi(\mu_{A_i}(x), \mu_{A_i}(y)) \quad (3.3)$$

Dữ liệu xuất của mỗi nơ-ron biểu diễn ngưỡng kích hoạt của luật.

Lớp 3: Mỗi nơ-ron trong lớp này gán nhãn N . Nơ-ron thứ i tính tỷ lệ ngưỡng kích hoạt của luật thứ i so với tổng tất cả các ngưỡng kích hoạt của tất cả các luật:

$$O_i^3 = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1, 2 \quad (3.4)$$

Dữ liệu xuất của lớp này được gọi là ngưỡng kích hoạt chuẩn hóa trung bình trọng số của các luật.

Lớp 4: Mọi nơ-ron i trong lớp này có hàm nút:

$$O_i^4 = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (p_i x + q_i y + r_i) \quad (3.5)$$

Trong đó w_i là dữ liệu xuất của lớp 3, và $\{p_i, q_i, r_i\}$ là tập tham số kết quả.

Lớp 5: Nút duy nhất trong lớp này là nút tròn

được gán nhãn Σ , để tính tổng dữ liệu xuất theo phương pháp trung bình trọng tâm:

$$O_i^5 = \Sigma_i \bar{w}_i f_i = \frac{\Sigma_i w_i f_i}{\Sigma_i w_i} \quad (3.6)$$

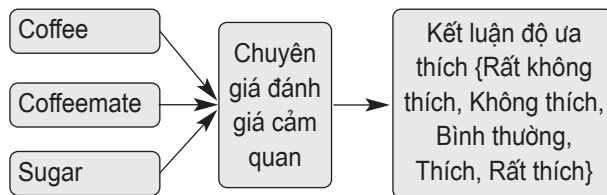
Giải thuật học cho mô hình SE-FNN:

Mô hình SE-FNN sẽ được áp dụng thuật toán học lai ghép: Bình phương cực tiểu cho quá trình tiến và giảm gradient cho quá trình lùi như đã trình bày trong [7]. Để tìm ra đồ thị hàm chuồng thích hợp cho các nhãn ngôn ngữ vào.

4. Ví dụ minh họa SE-FNN cho đánh giá cảm quan cà phê

Cà phê có 3 thành phần cấu tạo đặc trưng quyết định hương vị cà phê là: {Coffee, Coffeemate, Sugar}. Sau khi giám định viên đánh giá thì cho ra kết quả của 1 mẫu thí nghiệm tương ứng với các giá trị {rất không thích, không thích, bình thường, thích, rất thích}. Mô hình đánh giá cảm quan cà phê được thể hiện như Hình 4 như sau:

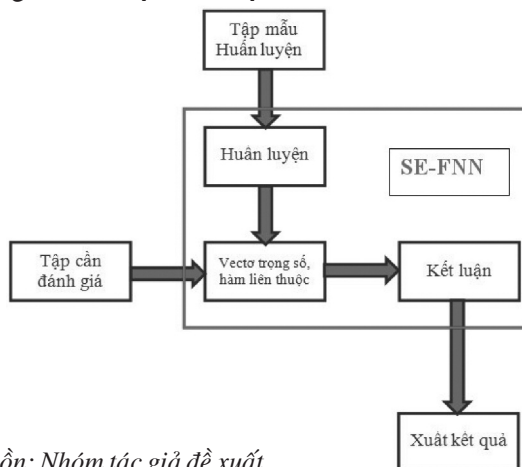
Hình 4: Mô hình đánh giá cảm quan cà phê



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Bộ dữ liệu: 27 mẫu dữ liệu trong [8] tương ứng với 3 dữ liệu đầu vào, mỗi đầu vào có 3 hàm chuồng mờ hóa tương ứng với các mức độ {Thấp, Trung bình, Cao}. (Hình 5)

Hình 5: Mô hình thực hiện huấn luyện đánh giá cảm quan cà phê



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Quá trình huấn luyện: (Hình 6)

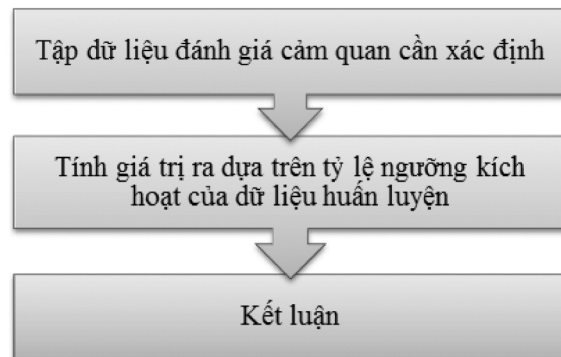
Quá trình kiểm thử: (Hình 7)

Hình 6: Quá trình huấn luyện SE-FNN cho đánh giá cảm quan cà phê



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Hình 7: Quá trình kiểm thử SE-FNN cho đánh giá cảm quan cà phê



Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Bước 1: Mẫu cà phê cần đánh giá cảm quan.

Bước 2: Dựa vào giá trị bộ tỷ lệ ngưỡng kích hoạt trong ma trận A để tính toán giá trị ra theo công thức:

$$y = \frac{\Sigma_i w_i f_i}{\Sigma_i w_i}$$

Bước 3: Kết luận giá trị cảm quan cà phê cần đánh giá.

5. Kết quả thực nghiệm

5.1. Mô tả thí nghiệm đánh giá cảm quan cà phê

Trong thí nghiệm này, chuyên gia cảm quan được yêu cầu đánh giá cảm quan cho 30 tách cà phê cùng một nhãn hiệu, nhưng có mật độ khác nhau thay đổi trong một khoảng giá trị nhất định cho từng

loại thành phần. Các thành phần cấu tạo làm nên đặc trưng của cà phê sau khi dùng các kỹ thuật phân tích thực phẩm ta có 3 thành phần chính là: “Coffee”, “Coffeemate”, “Sugar”. Đầu tiên chúng ta có 27 tách cà phê đã được cố định theo trọng lượng của các thành phần được liệt kê trong Bảng 1. Dữ liệu trong Bảng này cũng là dữ liệu huấn luyện cho bài toán mạng nơron mờ sẽ được trình bày trong phần tiếp theo.

Bảng 1. Bảng dữ liệu đánh giá cảm quan

STT	Coffee	Coffeemate	Sugar	Kết quả cảm quan của chuyên gia
1	0,2530	0,5000	0,2530	0,3
2	0,2530	0,5000	1,0000	0,7
3	0,2530	0,5000	1,7530	0,5
4	0,2530	2,5000	0,2530	0,3
5	0,2530	2,5000	1,0000	0,5
6	0,2530	2,5000	1,7530	0,5
7	0,2530	1,5000	0,2530	0,5
8	0,2530	1,5000	1,0000	0,9
9	0,2530	1,5000	1,7530	0,5
10	0,5000	0,5000	0,2530	0,1
11	0,5000	0,5000	1,0000	0,3
12	0,5000	0,5000	1,7530	0,3
13	0,5000	2,5000	0,2530	0,3
14	0,5000	2,5000	1,0000	0,9
15	0,5000	2,5000	1,7530	0,7
16	0,5000	1,5000	0,2530	0,3
17	0,5000	1,5000	1,0000	0,3
18	0,5000	1,5000	1,7530	0,5
19	0,7530	0,5000	0,2530	0,3
20	0,7530	0,5000	1,0000	0,3
21	0,7530	0,5000	1,7530	0,5
22	0,7530	2,5000	0,2530	0,3
23	0,7530	2,5000	1,0000	0,3
24	0,7530	2,5000	1,7530	0,3
25	0,7530	1,5000	0,2530	0,1
26	0,7530	1,5000	1,0000	0,3
27	0,7530	1,5000	1,7530	0,3

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Các thành phần đầu vào trong thí nghiệm này bao gồm 3 thành phần chính: “Coffee”, “Coffeemate”, “Sugar”. Trọng lượng của 3 thành phần trong 1 ly cà phê mẫu là cố định không thay đổi trong quá trình làm thí nghiệm và được trộn đều trong 50ml. Ví dụ trong ly cà phê mẫu đầu tiên, trọng lượng của Coffee là 0,253g; coffeemate 0,5g; Sugar 0,253g và những ly khác có trọng lượng

tương ứng như trong bảng. Các thành phần này dao động trong một khoảng cố định cho trước. Các ly cà phê được dán nhãn một cách ngẫu nhiên, để chuyên gia cảm quan không thể thu thập bất kỳ thông tin gì từ nhãn. Trong thí nghiệm, chuyên gia cảm quan tiến hành nếm thử tất cả các ly cà phê và điền vào 1 phiếu đánh giá cảm giác như trong mẫu sau: (Bảng 2)

Bảng 2. Kết quả đánh giá cảm quan

STT	Rất thích	Thích	Bình thường	Không thích	Rất không thích
1					
2					
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	...	...	...	...	...

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Các thành phần trong mẫu thử dao động cố định trong một phạm vi nhất định như sau: $0.253 \leq \text{Coffee} \leq 0.753\text{g}$; $0.5 \leq \text{Coffeemate} \leq 2.5\text{g}$; $0.253 \leq \text{Sugar} \leq 1.753\text{g}$. Dao động cố định bởi vì đây là các ngưỡng tốt nhất nằm trong miền chấp nhận được sau khi tiến hành phân tích miền cảm giác của con người.

Với bảng đánh giá như Bảng 2, chúng ta mã hóa thành những chỉ số đánh giá cảm quan tương ứng với các mức độ như sau: (Bảng 3)

Bảng 3. Chỉ số đánh giá cảm quan

Rất thích	Thích	Bình thường	Không thích	Rất không thích
0,9	0,7	0,5	0,3	0,1

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Sau khi tiến hành lấy kết quả cảm quan 27 mẫu theo Bảng 1, tiến hành chuẩn bị thêm 3 mẫu có trọng lượng các thành phần bất kỳ giá trị các thành phần nằm trong ngưỡng cho phép. Chuyên gia cảm quan tiếp tục nếm và cho kết quả trong Bảng 4 và 3 mẫu này được dùng để làm mẫu kiểm tra cho SE-FNN.

5.2. Cấu trúc SE-FNN trong đánh giá cảm quan cà phê

Hệ thống suy luận mờ mô tả ở phần trước được thực hiện bằng một cấu trúc SE-FNN tương ứng Hình 8.

5.3. Huấn luyện SE-FNN dùng cho đánh giá cảm quan cà phê

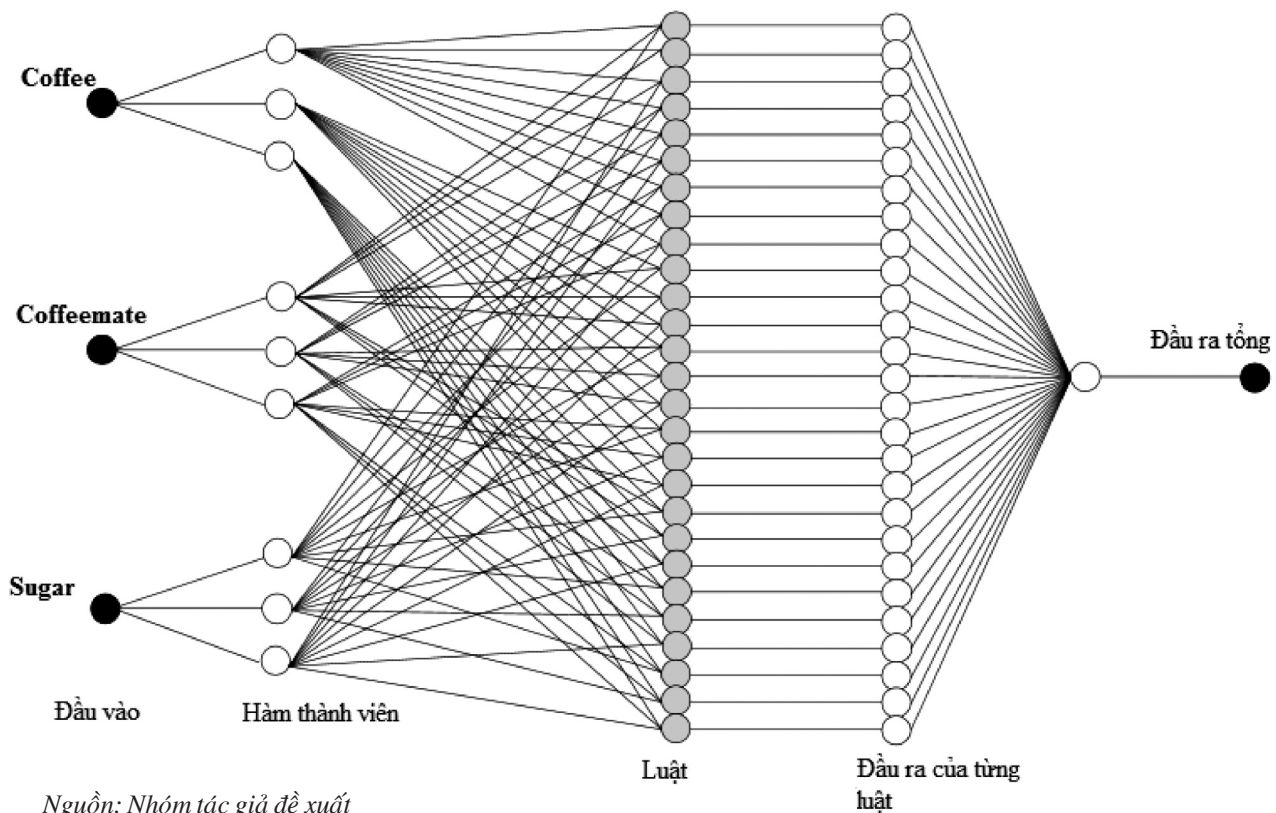
Mỗi chu kỳ huấn luyện cấu trúc SE-FNN được

Bảng 4: Mẫu kiểm tra dùng cho SE-FNN

STT	Coffee	Coffeemate	Sugar	ANN đánh giá	Giám định viên đánh giá
1	0,3	2,2	0,5	0,695669	0,7
2	0,4	2	0,753	0,908639	0,9
3	0,6	1	1,253	0,626042	0,7

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

được các giá trị của hàm liên thuộc chuông cho từng thành phần cấu tạo sản phẩm và có được bộ dữ liệu tỷ lệ ngưỡng kích hoạt tốt nhất cho mô hình SE-FNN.

Hình 8: Cấu trúc SE-FNN cho cảm quan cà phê với 3 vào, 1 ra và 27 luật.

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

thực hiện bởi 2 quá trình: quá trình tiến và quá trình lùi. Trong quá trình tiến, các tham số kết quả được xác định bằng phương pháp bình phương cực tiểu. Trong quá trình lùi, các tín hiệu lỗi lan truyền ngược và độ giảm gradient thường được dùng để xác định các tham số giả thiết. Chính vì vậy, phương pháp này được xem như một thuật toán học lai ghép. Dữ liệu huấn luyện trong Bảng 5 chứa tập các vector dữ liệu vào gồm P vectơ (mục).

5.4. Kết quả thử nghiệm

Kết luận: Quá trình học gồm 2 quá trình tiến và lùi nhằm tìm ra sai số là nhỏ nhất, khi đó ta có

Kết quả đánh giá: Hiện thực chương trình đánh giá bằng SF-FNN.

Kết quả cho thấy, đối với mẫu số 1 và 2, cả ANN và SE-FNN đều cho kết quả gần chính xác. Riêng mẫu số 3 ANN cho kết quả giữa ngưỡng cảm giác 0.5 và 0.7, do vậy, không xác định sẽ thuộc về

Bảng 5. Khởi tạo các giá trị ban đầu cho hàm liên thuộc

	Coffee		Coffeemate		Sugar	
	c	a	c	a	c	a
Thấp	0.253	0.125	0.5	0.5	0.253	0.375
Trung bình	0.5	0.125	1.5	0.5	1	0.375
Cao	0.753	0.125	2.5	0.5	1.753	0.375

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

ngưỡng nào là rất khó, tuy nhiên kết quả của SE-FNN rất chính xác. Tỷ lệ chính xác cả 3 mẫu của ANN là 96,5% so với 99,5% của SE-FNN cho thấy tính SE-FNN cho kết quả khả quan hơn.

Chu kỳ thực hiện đánh giá:

Từ kết quả Bảng 7 cho thấy, chu kỳ huấn luyện để ANN hội tụ cao hơn SE-FNN là 50 lần.

Như vậy, nhìn chung, việc đánh giá cảm quan sử dụng SE-FNN được cải tiến hơn so với ANN về số chu kỳ huấn luyện.

6. Kết luận

Bài báo đã phân tích được tầm quan trọng của đánh giá cảm quan trong việc cải tiến, tạo ra sản phẩm mới và sự khó khăn trong việc đánh giá cảm quan bằng thực nghiệm thử công.

Bài báo đã nghiên cứu các điểm mạnh, điểm yếu của mạng nơron và kết hợp với logic mờ để giải quyết các bài toán vượt ngoài phạm vi giá trị rõ, trong đó bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm.

Bài báo đã đề xuất mô hình mạng nơron mờ 5 lớp SE-FNN cho bài toán đánh giá cảm quan trong

Bảng 6. Kết quả đánh giá cảm quan 3 mẫu thử

STT	Coffee	Coffeemate	Sugar	ANN đánh giá [8][18] (1)	SE-FNN (2)	Giám định viên đánh giá (3)
1	0,3	2,2	0,5	0,695669	0.6954	0,7
2	0,4	2	0,753	0,908639	0.9142	0,9
3	0,6	1	1,253	0,626042	0.7001	0,7

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

Bảng 7. Kết quả chu kỳ huấn luyện đánh giá cảm quan 3 mẫu thử

STT	Coffee	Coffeemate	Sugar	ANN đánh giá [8][18] (1)	Chu kỳ ANN[18]	SE-FNN (2)	Chu kỳ SE-FNN (3)
1	0,3	2,2	0,5	0,695669	5000	0.6954	<100
2	0,4	2	0,753	0,908639		0.9142	
3	0,6	1	1,253	0,626042		0.7001	

Nguồn: Nhóm tác giả đề xuất

thực phẩm và đã cho thấy tính hiệu quả của mô hình này so với ANN.

Việc ứng dụng nơron mờ để giải bài toán đánh giá cảm quan thực phẩm là một phương pháp mới mang tính khả quan cao. Quá trình cài đặt chương trình đánh giá cảm quan đã thu được một số kết quả nhất định.

Đồng thời qua việc tiến hành thử nghiệm thu được những giá trị dự báo có độ chính xác khá cao (vào khoảng 99,5%). Cho thấy tính ưu việt của SE-FNN so với ANN. Mở ra một hướng đi khả quan cho việc ứng dụng máy học vào giải quyết bài toán đánh giá cảm quan trong thực phẩm ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1. Bùi Công Cường và Nguyễn Doãn Phước (2001). *Hệ Mờ mạng Neuron và ứng dụng*. NXB Khoa học Kỹ thuật, Hà Nội.
2. Bùi Công Danh, Nguyễn Thị Diệu Hiền (2021). Đánh giá cảm quan rượu trắng bằng mạng nơron nhân tạo. *Tạp chí Công Thương*, số 4 tháng 2, 272- 279.
3. Nguyễn Hoàng Dũng, Trương Cao Suyễn, Nguyễn Thị Minh Tú, Phan Thụy Xuân Uyên (2007). *Đánh giá cảm quan thực phẩm Nguyên lý và Thực hành*. Biên dịch nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh.
4. Nguyễn Hoàng Dũng (2005). *Giáo trình Thực hành đánh giá cảm quan*. Trường Đại học Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh.
5. Nguyễn Như Hiền, Lại Khắc Lãi (2007). *Hệ mờ và nơron trong kỹ thuật điều khiển*. Nhà xuất bản Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Hà Nội.
6. Hoàng Kiếm, Trương Mỹ Dung, Lê Hoài Bắc, Lê Hoàng Thái (2003). *Mạng Nơron mờ: ứng dụng cho bài toán chứng thực vân tay*. Hội thảo quốc gia lần thứ 6: Một số vấn đề về chọn lọc của công nghệ thông tin, Thái Nguyên, 29 - 31/8/2003.
7. Hà Duyên Tư (1956-2006). *Kỹ thuật phân tích cảm quan thực phẩm*. NXB Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội.

8. Võ Thị Thủy Tú (2004). *Luận văn ứng dụng mô hình nơron mờ trong việc phát hiện tế bào cổ tử cung giai đoạn tiền ung thư*. Trường Đại học Khoa học Tự nhiên Thành phố Hồ Chí Minh.
9. Zhang, Jun, & Chen, Yixin (1997). Food sensory evaluation employing artificial neural networks. *Sensor Review*, 17(2), 150-158(9).

Ngày nhận bài: 3/1/2022

Ngày phản biện đánh giá và sửa chữa: 20/1/2022

Ngày chấp nhận đăng bài: 12/2/2022

Thông tin tác giả:

1. BUI CÔNG DANH

2. NGUYỄN THỊ DIỆU HIỀN

Khoa Công nghệ Thông tin,

Trường Đại học Công nghiệp Thực phẩm Thành phố Hồ Chí Minh

USING THE FUZZY NEURAL NETWORK FOR THE SENSORY EVALUATION OF COFFEE PRODUCTS

● **BUI CONG DANH¹**

● **NGUYEN THI DIEU HIEN¹**

¹Faculty of Information Technology,
Ho Chi Minh City University of Food Industry

ABSTRACT:

Sensory evaluation is an important component in the food and consumer products industries. This study proposes the use of fuzzy neural network model for the coffee sensory evaluation. The combination of neural networks and fuzzy logic is expected to improve the learning ability of neural networks in volatile environments such as sensory evaluation. The experimental results do not only show that the proposed method is faster and more accurate than the method which is based only on neural networks, but also show that the proposed method is effective in the class of food sensory evaluation problems based on ingredients structure.

Keywords: sensory, neuron network, fuzzy logic, coffee.