

# Mục Lục

<b>I) Các kiến thức về sức khỏe .....</b>	<b>3</b>
1) Khái niệm về sức khỏe.....	3
2) Các yếu tố để có một sức khỏe tốt.....	4
3) Khái niệm chỉ số sức khỏe và thông tin về một số chỉ số sức khỏe .....	4
4) Thông tin về hệ tuần hoàn và thể trạng để đánh giá chỉ số sức khỏe .....	8
4.1) Hệ tuần hoàn .....	8
4.2) Thể trạng .....	9
<b>II) Fuzzy logic .....</b>	<b>10</b>
1) Cơ sở lý thuyết.....	10
2) Triển khai logic mờ.....	11
2.1) Logic mờ dự đoán tình trạng dinh dưỡng người dùng.....	11
a. Dữ liệu đầu vào: .....	11
b. Các bước thực hiện.....	12
2.2) Logic mờ dự đoán chức năng tuần hoàn của người dùng .....	21
a. Dữ liệu đầu vào.....	21
b. Các bước thực hiện.....	22
<b>III) Mạng nơ ron.....</b>	<b>29</b>
1) Cơ sở lý thuyết mạng nơ ron của hệ thống .....	29
1.1) Cấu trúc cơ bản.....	29
1.2) Hàm kích hoạt (Activation Function) .....	30
1.3) Gradient Descent .....	36
2) Các bước huấn luyện mạng nơ ron.....	39
2.1) Khởi tạo mạng neural network .....	39
2.2) Các hàm tính toán .....	41
2.3) Hàm huấn luyện mạng neural .....	42
2.4) Hàm chuẩn đoán kết quả .....	44
<b>IV) Lưu dữ liệu .....</b>	<b>45</b>
1) Cách lưu dữ liệu dùng cho Fuzzy logic.....	45
2) Cách lưu dữ liệu dùng cho mạng Nơ ron .....	46
<b>V) Kích bản hệ thống .....</b>	<b>47</b>
<b>VI) Nguồn chỉ số dữ liệu tham khảo.....</b>	<b>48</b>

# I) Các kiến thức về sức khỏe

## 1) Khái niệm về sức khỏe

Sức khỏe là một trạng thái thoải mái về thể chất, tinh thần và xã hội, chứ không chỉ là không có bệnh hay thương tật. Sức khỏe gồm ba thành tố: sức khỏe thể chất, sức khỏe tinh thần, sức khỏe xã hội

**Sức khỏe thể chất:** Sức khỏe thể chất được thể hiện một cách tổng quát, đó là sự sảng khoái và thoải mái về thể chất. Càng sảng khoái, thoải mái, càng chứng tỏ là người khỏe mạnh. Cơ sở của sự sảng khoái, thoải mái thể chất thể hiện ở:

- Sức lực (khả năng hoạt động cơ bắp mạnh)
- Sự nhanh nhẹn (khả năng phản ứng nhanh)
- Sự dẻo dai (làm việc hoặc hoạt động chân tay tương đối lâu và liên tục mà không cảm thấy mệt mỏi)
- Khả năng chống đỡ được các yếu tố gây bệnh
- Khả năng chịu đựng được những điều kiện khắc nghiệt của môi trường như chịu nóng, lạnh, hay sự thay đổi đột ngột của thời tiết.

**Sức khỏe tinh thần:** Sức khỏe tinh thần là sự thỏa mãn về mặt giao tiếp xã hội, tình cảm và tinh thần. Nó được thể hiện ở

- Sự sảng khoái
- Cảm giác dễ chịu
- Cảm xúc vui tươi, thanh thản
- Những ý nghĩ lạc quan, yêu đời
- Những quan niệm sống tích cực, dũng cảm, chủ động
- Ở khả năng chống lại những quan niệm bi quan và lối sống không lành mạnh

**Sức khỏe xã hội:** Sự hòa nhập của cá nhân với cộng đồng được gọi là sức khỏe xã hội. Sức khỏe xã hội thể hiện ở:

- Sự thoải mái trong các mối quan hệ chặt chẽ, phức tạp giữa thành viên: gia đình, nhà trường, bạn bè, xóm làng, nơi công cộng, cơ quan... Cơ sở của sức khỏe xã hội là sự thăng bằng, là việc giải quyết hài hòa

giữa hoạt động và quyền lợi cá nhân với hoạt động và quyền lợi của xã hội, của những người khác

- Sự hòa nhập giữa cá nhân, gia đình và xã hội.

## **2) Các yếu tố để có một sức khỏe tốt**

- Thu nhập và địa vị xã hội
- Mạng lưới hỗ trợ xã hội
- Giáo dục và biết chữ
- Tình trạng việc làm
- Môi trường xã hội
- Môi trường vật lý
- Chăm sóc sức khỏe và kỹ năng ứng phó
- Phát triển của trẻ tốt
- Sinh học và di truyền
- Dịch vụ chăm sóc sức khỏe
- Giới tính
- Văn hóa

## **3) Khái niệm chỉ số sức khỏe và thông tin về một số chỉ số sức khỏe**

Chỉ số sức khỏe được định nghĩa là **số đo để đo lường và so sánh những sự thay đổi về chiều hướng tăng hay giảm thuộc một vấn đề sức khỏe nào đó**. Chỉ số sức khỏe có liên quan đến yếu tố nguy cơ bệnh tật, cộng đồng và dịch vụ chăm sóc sức khỏe.

Một số chỉ số sức khỏe là chỉ số BMI, chỉ số đường huyết, chỉ số huyết áp, chỉ số nhịp tim, chỉ số thận, chỉ số cholesterol hay Triglycerid.

- *Chỉ số BMI*

Chỉ số khối cơ thể BMI hay còn có tên gọi đầy đủ là Body Mass Index. BMI tính toán khối lượng tổng quát của cả cơ thể dựa vào chiều cao và cân nặng của một người. Chỉ số này được là một trong những công cụ tầm soát, xác định trọng lượng cơ thể của một người có phù hợp với độ tuổi, giới tính ở thời điểm hiện tại. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, tuy cách tính BMI không

chỉ ra cụ thể số liệu lượng mỡ trực tiếp trong cơ thể nhưng lại có điểm tương quan, phản ánh một phần về tình trạng suy dinh dưỡng hay thừa cân của người đo.

- *Chỉ số đường huyết*

Đường là nguồn năng lượng chính của cơ thể, đồng thời cũng là nguồn nhiên liệu cực kỳ quan trọng và cần thiết cho hệ thần kinh và tổ chức não bộ. Trong máu luôn có một lượng đường nhất định, nếu lượng đường này tăng hay giảm xuống quá nhiều so với mức độ bình thường thì đây là một dấu hiệu không bình thường của cơ thể

Chỉ số đường huyết viết tắt là GI (glycemic index) được định nghĩa là giá trị chỉ nồng độ glucose có trong máu thường được đo bằng đơn vị là mmol/l hoặc mg/dl.

Chỉ số đường huyết được phân thành 4 loại: đường huyết bất kỳ, đường huyết lúc đói, đường huyết sau ăn 1h và sau ăn 2h và đường huyết được thể hiện qua chỉ số HbA1C.

- Chỉ số đường huyết lúc đói được đo lần đầu vào buổi sáng nhịn ăn ít nhất 8h trở nên lúc đó bạn chưa ăn hay uống bất kỳ loại thực phẩm nào, Chỉ số đường huyết lúc đói ở khoảng giữa 70 mg/dL (3.9 mmol/L) và 92 mg/dL (5.0 mmol/L) là bình thường.
- Chỉ số đường huyết sau ăn của người bình thường khỏe mạnh là dưới 140mg/dL (7,8 mmol/L) đo trong vòng 1 – 2 giờ sau ăn.
- Lượng đường huyết trước đi ngủ của người bình thường sẽ dao động từ 110-150mg/dl (tương đương 6,0-8,3mmol/l).
- HbA1c dưới 48 mmol/mol (6,5%) là bình thường. HbA1C thường được sử dụng để chẩn đoán bệnh đái tháo đường.

Chỉ số đường huyết có ý nghĩa giúp xác định nồng độ glucose trong máu của người tại thời điểm khảo sát là bao nhiêu. Từ đó, chúng ta có thể xác định được người bệnh đang ở mức bình thường, tiền đái tháo đường hay đang bị đái tháo đường.

- Đường huyết tăng:

Đường huyết tăng là hiện tượng có quá nhiều đường (glucose) trong máu, phản ánh sự dư thừa glucose tại các mô của cơ thể. Nếu chỉ số đường huyết ở người bình thường lúc đói  $\geq 1,26$  g/l thì đó được coi là đường huyết tăng còn sau khi ăn đường huyết  $\geq 2$ g/l thì đó gọi là tăng đường huyết sau bữa ăn.

- Hạ đường huyết:

Ngược lại với đường huyết tăng là tình trạng hạ đường huyết, đây là hiện tượng đường huyết trong máu xuống thấp hơn bình thường mà nguyên nhân chủ yếu là do dùng quá liều insulin hay thuốc uống, hoặc tiêm insulin không đúng kỹ thuật.

- *Chỉ số nhịp tim*

Nhịp tim là tốc độ nhịp tim đo bằng số lần co thắt (nhịp đập) của tim mỗi phút (bpm - beat per minute). Nhịp tim có thể thay đổi theo nhu cầu thể chất của cơ thể, bao gồm cả nhu cầu hấp thu oxy và bài tiết carbon dioxide.

Nhịp tim dù cao hay thấp cũng đều gây những ảnh hưởng đến sức khỏe. Nhịp tim người lớn nghỉ ngơi bình thường là 60–100 bpm. Nhịp tim nhanh là nhịp tim được xác định là trên 100 bpm lúc nghỉ ngơi. Nhịp tim chậm là một nhịp tim được định nghĩa là dưới 60 bpm khi nghỉ ngơi. Trong giấc ngủ, nhịp tim chậm đi với tốc độ khoảng 40-50 bpm là phổ biến và được coi là bình thường. Khi tim không đập theo cách thông thường, điều này được gọi là loạn nhịp tim. Bất thường của nhịp tim đôi khi chỉ ra bệnh lý.

- *Chỉ số Cholesterol*

Cholesterol là một thành phần của lipid máu, đồng thời đóng vai trò quan trọng trong hầu hết các hoạt động của cơ thể. Cholesterol là một yếu tố không thể thiếu trong quá trình hoạt động của tế bào sợi thần kinh, cũng như trong việc sản xuất một số loại hormone, giúp cơ thể hoạt động bình thường và khỏe mạnh.

Cholesterol có 2 loại chính:

- *LDL – Cholesterol (loại xấu)*

LDL – cholesterol đóng vai trò vận chuyển hầu hết cholesterol trong cơ thể. Nếu hàm lượng cholesterol này tăng nhiều trong máu thì có nguy cơ xuất hiện hiện tượng lắng đọng mỡ ở thành mạch máu (đặc biệt ở tim và phổi) gây xơ vữa động mạch, chính vì vậy LDL – cholesterol được gọi là cholesterol “xấu”. Các mảng xơ vữa này dần dần có thể gây hẹp hay tắc mạch máu, thậm chí có thể vỡ mạch máu đột ngột, dẫn đến các biến chứng nguy hiểm như nhồi máu cơ tim hay tai biến mạch máu não.

Hàm lượng LDL – cholesterol tăng có thể phụ thuộc vào các yếu tố gia đình, chế độ ăn uống, các thói quen có hại cho sức khỏe như hút thuốc lá, không tập thể dục thường xuyên hoặc người mắc các bệnh cao huyết áp, đái tháo đường.

- *HDL - Cholesterol (loại tốt)*

HDL - Cholesterol chiếm khoảng 25 – 30% hàm lượng cholesterol có trong máu. HDL – Cholesterol đóng vai trò vận chuyển cholesterol từ máu đi về gan, đồng thời cũng đưa cholesterol ra khỏi các mảng xơ vữa động mạch, hạn chế gây ra các biến chứng tim mạch nguy hiểm, vì vậy được gọi là cholesterol “tốt”.

Hàm lượng HDL – Cholesterol giảm có thể liên quan đến thói quen hút thuốc lá, không tập thể dục thường xuyên, thừa cân, béo phì... Thông qua xét nghiệm các thành phần lipid máu, bạn có thể biết được hàm lượng cholesterol hiện có trong cơ thể mình, từ đó có những điều chỉnh về khẩu phần ăn cũng như chế độ sinh hoạt để đạt mức cholesterol lý tưởng.

## 4) Thông tin về hệ tuần hoàn và thể trạng để đánh giá chỉ số sức khỏe

### 4.1) Hệ tuần hoàn

Hệ tuần hoàn gồm có mạch máu, máu và bạch huyết, có khả năng vận chuyển hormone, oxy và các dưỡng chất thiết yếu vào cho các tế bào của cơ thể để chúng được nuôi dưỡng và hoạt động tốt nhất có thể.

Chức năng:

- Vận chuyển oxy và chất dinh dưỡng đến các cơ quan trong cơ thể.
- Vận chuyển các chất sản phẩm bài tiết ra khỏi tế bào.
- Có vai trò trong hệ miễn dịch chống lại sự nhiễm khuẩn.
- Vận chuyển hormone.
- Tham gia vào quá trình lưu thông máu, bảo vệ cơ thể

Hệ tuần hoàn bao gồm 2 vòng tuần hoàn:

- Tuần hoàn phổi: là một vòng ngắn từ tim đến phổi và ngược trở lại.
- Tuần hoàn hệ thống: mang máu từ tim đến tất cả các bộ phận khác của cơ thể và trở lại một lần nữa.

Các thành phần của hệ tuần hoàn: gồm có 4 thành phần chính

- Tim: là một cơ quan giữ vai trò vô cùng quan trọng trong việc mang máu và oxy đi nuôi dưỡng cho toàn bộ cơ thể.
- Động mạch: Đem lượng máu giàu oxy ra khỏi tim và đến các cơ quan khác.
- Tĩnh mạch: Đưa máu khử oxy đến phổi nơi chúng nhận oxy.
- Máu: Là phương tiện vận chuyển hormone, chất dinh dưỡng, oxy, kháng thể cùng những thứ cần thiết khác nhằm giữ cho cơ thể phát triển tốt và khỏe mạnh.

Những chỉ số có ảnh hưởng được sử dụng trong bài toán để đánh giá chức năng của hệ tuần hoàn bao gồm: chỉ số đường huyết, nhịp tim, nồng độ cao cholesterol trong máu

- Nhịp tim: với nhịp đập của nó thúc đẩy chu kỳ bơm máu đến các cơ quan trong cơ thể; lực bơm ổn định của tim giúp cho hệ thống tuần hoàn luôn hoạt động.
- Chỉ số đường huyết: ảnh hưởng đến quá trình vận chuyển lưu thông máu trong hệ tuần hoàn, ảnh hưởng đến độ đặc và kết dính của máu
- Cholesterol cao có thể dẫn đến chất béo và các chất khác tích tụ trong máu. Những chất này tạo thành cặn được gọi là mảng bám trên thành động mạch. Tình trạng này là xơ vữa động mạch, hoặc các động mạch bị hẹp hoặc cứng. Xơ vữa động mạch làm tăng nguy cơ hình thành cục máu đông gây ảnh hưởng đến chức năng vận chuyển máu và oxy của hệ tuần hoàn

#### 4.2) *Thể trạng*

Tình trạng cơ thể qua một số dấu hiệu về thể tạng, được xác định bằng các cách đo tương đối đơn giản về chiều cao, cân nặng, vòng ngực, dung tích sống, lực tay, chân, lưng... trong một thời điểm nào đây.

Những chỉ số ảnh hưởng đến thể trạng được sử dụng trong bài toán:  
Chiều cao, cân nặng, đường huyết

- Chiều cao: là thước đo khoảng cách dọc, phạm vi dọc (mức độ "cao" của một người nào đó) hoặc vị trí thẳng đứng (mức độ "cao" của một điểm)
- Cân nặng: là trọng lượng hay khối lượng của cơ thể
- Đường huyết: là nguồn năng lượng chính của cơ thể. Trong máu luôn có một lượng đường nhất định, nếu lượng đường này tăng hay giảm xuống quá nhiều so với mức độ bình thường thì đây là một dấu hiệu không bình thường của cơ thể.



## II) Fuzzy logic

### 1) Cơ sở lý thuyết

Dựa vào chiều cao, cân nặng, chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol chuẩn theo giới tính và tuổi hiện tại và bộ dữ liệu chuẩn tương ứng để dự đoán tình trạng dinh dưỡng của người dùng. Trong đó 5 chỉ số: cân nặng, chiều cao, chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol sẽ phụ thuộc vào 2 thống số: giới tính, tuổi.

Những điều áp dụng với bảng chiều cao, cân nặng, chỉ số đường huyết tiêu chuẩn:

- Chỉ số đường huyết được đo trước khi ăn
- Bảng chỉ số này chỉ áp dụng với người dùng tròn tuổi
- Cân nặng nên trừ đi khối lượng quần áo đang mặc
- Nên đo chiều cao vào buổi sáng

=> 5 hàm thành viên:

- $\mu_{\text{Chiều cao}}(x) = [0,1]$ , với  $x = \{\text{thấp, bình thường, cao}\}$
- $\mu_{\text{Cân nặng}}(x) = [0,1]$ , với  $x = \{\text{gầy, bình thường, béo}\}$
- $\mu_{\text{Đường huyết}}(x) = [0,1]$ , với  $x = \{\text{thấp, bình thường, cao}\}$
- $\mu_{\text{Nhịp tim}}(x) = [0,1]$ , với  $x = \{\text{chậm, bình thường, nhanh}\}$
- $\mu_{\text{Cholesterol}}(x) = [0,1]$ , với  $x = \{\text{thấp, bình thường, cao}\}$

Trong đó

Giao của 3 hàm thành viên:

$$\mu_{\text{Dinh dưỡng}}(x) = \min [\mu_{\text{Chiều cao}}(x), \mu_{\text{Cân nặng}}(x), \mu_{\text{Đường huyết}}(x)]$$

Sẽ đưa ra dự đoán tình trạng dinh dưỡng hiện tại với hàm quy tắc

$f = \{\text{suy dinh dưỡng cấp 2, suy dinh dưỡng cấp 1, bình thường, thừa cân, béo phì}\}$

Giao của 3 hàm thành viên:

$$\mu_{\text{Tuần hoàn}}(x) = \min [\mu_{\text{Huyết áp}}(x), \mu_{\text{Cholesterol}}(x), \mu_{\text{Đường huyết}}(x)]$$

Sẽ đưa ra dự đoán tình trạng chức năng tuần hoàn hiện tại với hàm quy tắc

$f = \{\text{tuần hoàn kém, tuần hoàn bình thường, tuần hoàn tốt}\}$

## 2) Triển khai logic mờ

### 2.1) Logic mờ dự đoán tình trạng dinh dưỡng người dùng

Chỉ số BMI là chỉ số đo cân nặng của một người. Công thức BMI được áp dụng cho cả nam và nữ và chỉ áp dụng cho người trưởng thành (trên 18 tuổi), không áp dụng cho phụ nữ mang thai, vận động viên, người già và có sự thay đổi giữa các quốc gia. Suy ra không thể dùng cho tất cả các lứa tuổi. Suy ra sử dụng logic mờ để dự đoán tình trạng dinh dưỡng của người dùng

a. Dữ liệu đầu vào:

1) Để xác định tình trạng dinh dưỡng ta cần 5 dữ liệu đầu vào: giới tính, tuổi, cân nặng, chiều cao, chỉ số đường huyết. Trong đó 3 chỉ số: cân nặng, chiều cao, chỉ số đường huyết sẽ phụ thuộc vào 2 thông số: giới tính, tuổi.

2) Từ 5 dữ kiện đầu vào trên ta sẽ so sánh với dữ liệu tiêu chuẩn để tìm ra cân nặng, chiều cao, chỉ số đường huyết tiêu chuẩn của người dùng với giới tính và tuổi như trên. Từ giới tính và tháng tuổi ta sẽ suy ra thông số tiêu chuẩn bao gồm: chiều cao, cân nặng, chỉ số đường huyết chuẩn theo giới tính và tuổi, để dự đoán tình trạng dinh dưỡng hiện tại.

Dữ liệu tiêu chuẩn so sánh:

- Danh sách gồm các dữ liệu tương ứng với dữ liệu đầu vào. Từ

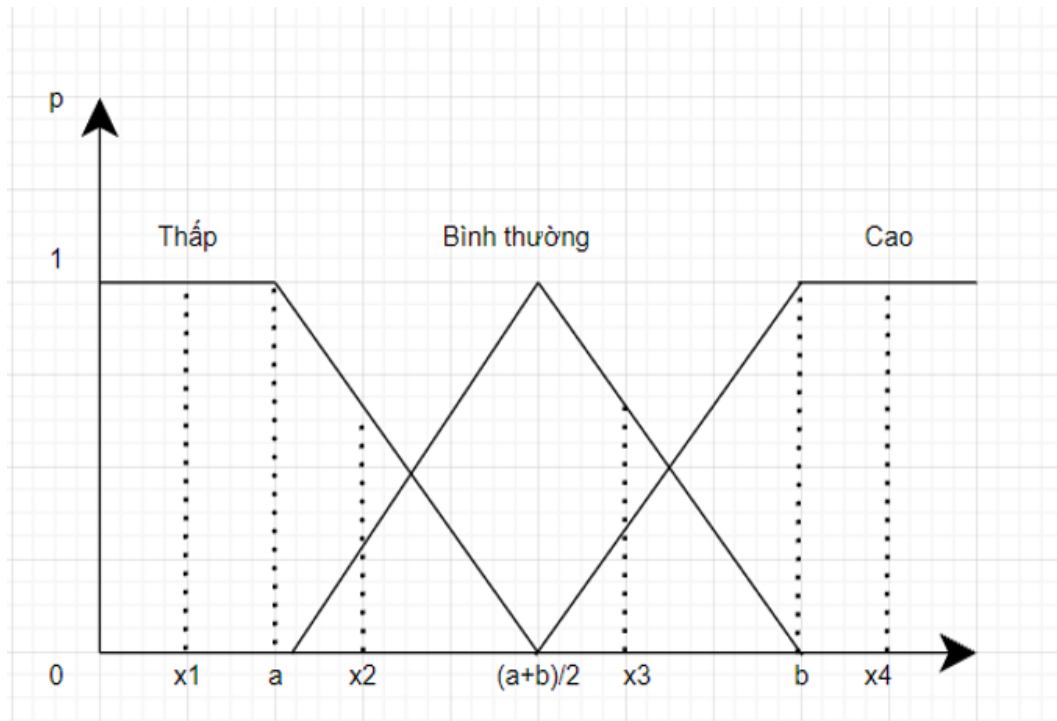
danh sách này lấy ra tập dữ liệu có giới tính và t tuổi trùng nhau để so sánh. Trong đó:

- Giới tính: Nam hoặc Nữ
- Tuổi: số tuổi hiện tại
- Chiều cao:  $x$  (cm)  $\rightarrow y$ (cm): nếu chiều cao hiện tại  $< x$  thì chiều cao hiện tại thấp hơn so với độ tuổi, nếu chiều cao hiện tại  $> y$  thì chiều cao hiện tại cao hơn so với độ tuổi, còn  $x \leq y$  thì chiều cao hiện tại  $\leq y$  thì chiều cao hiện tại bình thường.
- Cân nặng:  $a$  (kg)  $\rightarrow b$ (kg): nếu cân nặng hiện tại  $< a$  thì cân nặng hiện tại gầy hơn so với độ tuổi, nếu cân nặng hiện tại  $> b$  thì cân nặng hiện tại béo hơn so với độ tuổi, còn  $a \leq b$  thì cân nặng hiện tại  $\leq b$  thì cân nặng hiện tại bình thường.
- Chỉ số đường huyết:  $n$ (mg/dL)  $\rightarrow m$ (mg/dL): nếu chỉ số đường huyết hiện tại  $< n$  thì chỉ số đường huyết hiện tại thấp hơn so với độ tuổi, nếu chỉ số đường huyết  $> m$  thì chỉ số đường huyết trẻ hiện tại hơn so với độ tuổi, còn  $n \leq m$  thì chỉ số đường huyết  $\leq m$  thì chỉ số đường huyết hiện tại bình thường

#### *b. Các bước thực hiện*

Bước 1: Chuyển đổi dữ liệu số thành dữ liệu ngôn ngữ

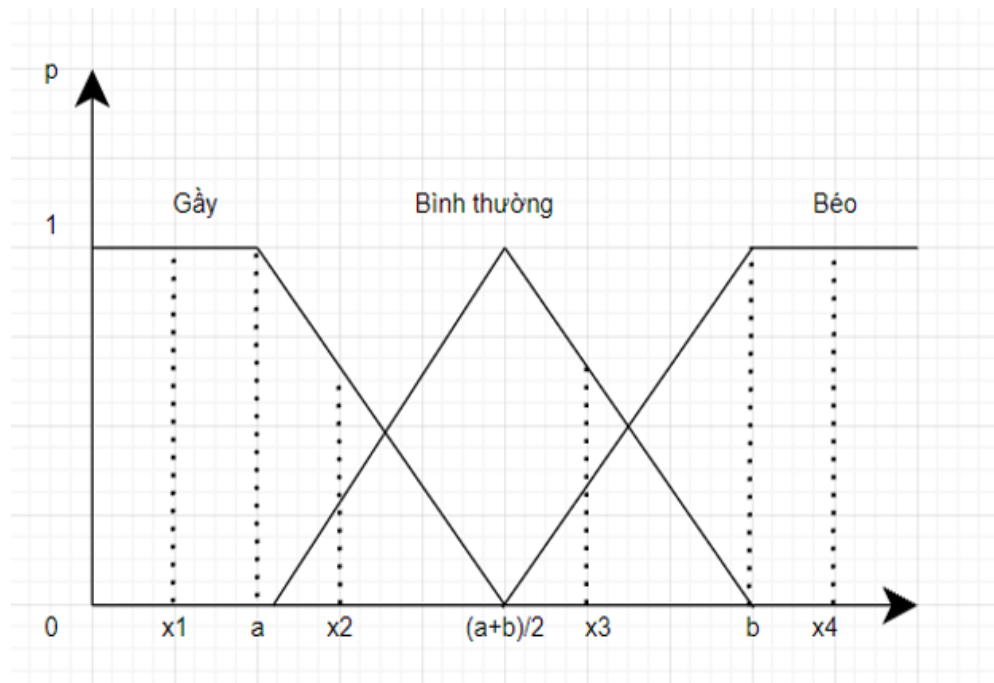
### Chiều cao:



Trong đó: khoảng cách chiều cao tiêu chuẩn là từ  $a$ - $b$  đơn vị(cm)  $x$  là chiều cao hiện tại,  $\mu$  (Thấp, Bình thường, Cao) là giá trị chiều cao: thấp, bình thường, cao

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Thấp) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2 \cdot (x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Thấp) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2 \cdot (b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Cao) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Cao) = 1

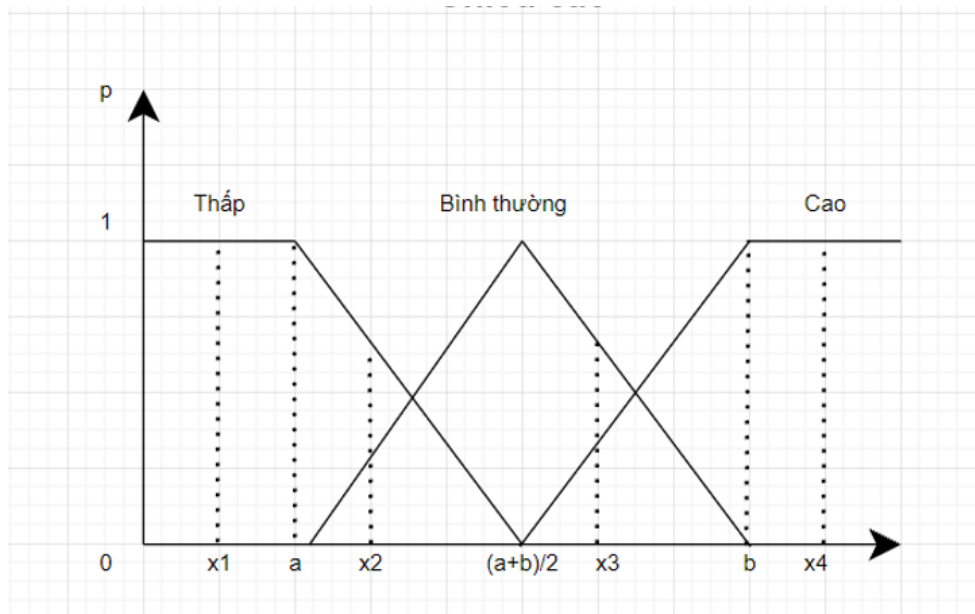
### ***Cân nặng:***



Trong đó: khoảng cân nặng tiêu chuẩn là từ a-b đơn vị(kg) x là cân nặng hiện tại,  $\mu$  (Gầy, Bình thường, Béo) là giá trị cân nặng gầy, bình thường, béo.

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Gầy) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Gầy) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Cao) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Béo) = 1

### Chỉ số đường huyết:



Trong đó: chỉ số đường huyết tiêu chuẩn từ a-b đơn vị(mg/dL), x là chỉ số đường huyết hiện tại,  $\mu$  (Thấp, Bình thường, Cao) là giá trị chỉ số đường huyết có mức độ đường huyết: thấp, bình thường, cao

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Thấp) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Thấp) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Cao) =  $1 - \mu$  (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Cao) = 1

```

// tính giá trị mô chiều cao
if(cc < dl.chieucaomin){
    chieucac.thap = 1;
} else
    if(cc >= dl.chieucaomin && cc < (dl.chieucaomin+dl.chieucaomax)/2){
        chieucac.binhthuong = 2*(cc-dl.chieucaomin)/(dl.chieucaomax-dl.chieucaomin);
        chieucac.thap = 1-chieucac.binhthuong;
    }else
        if(cc >= (dl.chieucaomin+dl.chieucaomax)/2 && cc < dl.chieucaomax){
            chieucac.binhthuong = 2*(dl.chieucaomax-cc)/(dl.chieucaomax-dl.chieucaomin);
            chieucac.cao = 1-chieucac.binhthuong;
        }else
            if(cc >= dl.chieucaomax) chieucac.cao = 1;
chieucac.set();
// tính giá trị mô cân nặng
if(cn < dl.cannangmin){
    cannang.thap = 1;
} else
    if(cn >= dl.cannangmin && cn < (dl.cannangmin+dl.cannangmax)/2){
        cannang.binhthuong = 2*(cn-dl.cannangmin)/(dl.cannangmax-dl.cannangmin);
        cannang.thap = 1-cannang.binhthuong;
    }else
        if(cn >= (dl.cannangmin+dl.cannangmax)/2 && cn < dl.cannangmax){
            cannang.binhthuong = 2*(dl.cannangmax-cn)/(dl.cannangmax-dl.cannangmin);
            cannang.cao = 1-cannang.binhthuong;
        }else
            if(cn >= dl.cannangmax) cannang.cao = 1;
cannang.set();
// tính giá trị mô dương huyết
if(dh < dl.duonghuyetmin){
    duonghuyet.thap = 1;
} else
    if(dh >= dl.duonghuyetmin && dh < (dl.duonghuyetmin+dl.duonghuyetmax)/2){
        duonghuyet.binhthuong = 2*(dh-dl.duonghuyetmin)/(dl.duonghuyetmax-dl.duonghuyetmin);
        duonghuyet.thap = 1- duonghuyet.binhthuong;
    }else
        if(dh >= (dl.duonghuyetmin+dl.duonghuyetmax)/2 && dh < dl.duonghuyetmax){
            duonghuyet.binhthuong = 2*(dl.duonghuyetmax-dh)/(dl.duonghuyetmax-dl.duonghuyetmin);
            duonghuyet.cao = 1 - duonghuyet.binhthuong;
        }else
            if(dh >= dl.duonghuyetmax){
                duonghuyet.cao = 1;
            }
duonghuyet.set();

```

## Bước 2 Mờ hóa

- Với chỉ số đường huyết là Bình thường

<div>Cân nặng</div> <div>Chiều cao</div>	Gầy	Bình thường	Béo
Thấp	Suy dinh dưỡng cấp 2	Suy dinh dưỡng cấp 1	Béo phì
Bình thường	Suy dinh dưỡng cấp 1	Bình thường	Thừa cân
Cao	Suy dinh dưỡng cấp 1	Bình thường	Thừa cân

- Với chỉ số đường huyết là Thấp

<div>Cân nặng</div> <div>Chiều cao</div>	Gầy	Bình thường	Béo
Thấp	Suy dinh dưỡng cấp 2	Suy dinh dưỡng cấp 2	Thừa cân
Bình thường	Suy dinh dưỡng cấp 2	Suy dinh dưỡng cấp 1	Bình thường
Cao	Suy dinh dưỡng cấp 2	Suy dinh dưỡng cấp 1	Bình thường



- Với chỉ số đường huyết là Cao

<div>Cân nặng</div> <div>Chiều cao</div>	Gầy	Bình thường	Béo
Thấp	Suy dinh dưỡng cấp 1	Bình thường	Béo phì
Bình thường	Bình thường	Thừa cân	Béo phì
Cao	Bình thường	Thừa cân	Béo phì

Lưu ý: Suy dinh dưỡng cấp 1 mức độ nhẹ hơn Suy dinh dưỡng cấp 2.  
Thừa cân có mức độ nhẹ hơn béo phì.  
Từ bảng mờ hóa suy ra

- Với Sdd2: sẽ có các trường hợp khi:

Chỉ số đường huyết	Chiều cao	Cân nặng
Bình thường	Thấp	Gầy
Thấp	Thấp	Bình thường
Thấp	Bình thường	Gầy
Thấp	Cao	Gầy
Thấp	Gầy	Gầy

- Với Sdd1: sẽ có các trường hợp khi

Chỉ số đường huyết	Chiều cao	Cân nặng
Bình thường	Bình thường	Gầy
Bình thường	Cao	Gầy
Bình thường	Thấp	Bình thường
Thấp	Bình thường	Bình thường
Thấp	Cao	Bình thường
Cao	Thấp	Gầy

- Với Bình thường: sẽ có các trường hợp khi

Chỉ số đường huyết	Chiều cao	Cân nặng
Bình thường	Bình thường	Bình thường
Bình thường	Cao	Bình thường
Thấp	Bình thường	Béo
Thấp	Cao	Béo
Cao	Thấp	Bình thường
Cao	Bình thường	Gầy
Cao	Cao	Gầy

- Với Thừa cân: sẽ có các trường hợp khi

Chỉ số đường huyết	Chiều cao	Cân nặng
Bình thường	Bình thường	Béo
Bình thường	Cao	Béo
Thấp	Thấp	Béo
Cao	Bình thường	Bình thường
Cao	Cao	Bình thường

- Với Béo phì: sẽ có các trường hợp khi

Chỉ số đường huyết	Chiều cao	Cân nặng
Bình thường	Thấp	Béo
Cao	Thấp	Béo
Cao	Bình thường	Béo
Cao	Cao	Béo

```

// thap = 0, bt = 1, cao = 2, duong huyet, chieu cao, can nang
listsdd2.add(new Pair(1,0,0)); listsdd2.add(new Pair(0,0,1)); listsdd2.add(new Pair(0,1,0)); listsdd2.add(new Pair(0,2,0));
listsdd2.add(new Pair(0,0,0));
listsddl.add(new Pair(1,1,0)); listsddl.add(new Pair(1,2,0)); listsddl.add(new Pair(1,0,1)); listsddl.add(new Pair(0,1,1));
listsddl.add(new Pair(0,2,1)); listsddl.add(new Pair(2,0,0));
listbt.add(new Pair(1,1,1)); listbt.add(new Pair(1,2,1)); listbt.add(new Pair(0,1,2)); listbt.add(new Pair(0,2,2));
listbt.add(new Pair(2,0,1)); listbt.add(new Pair(2,1,0)); listbt.add(new Pair(2,2,0));
listtc.add(new Pair(1,1,2)); listtc.add(new Pair(1,2,2)); listtc.add(new Pair(0,0,2)); listtc.add(new Pair(2,1,1));
listtc.add(new Pair(2,2,1));
listbp.add(new Pair(1,0,2)); listbp.add(new Pair(2,0,2)); listbp.add(new Pair(2,1,2)); listbp.add(new Pair(2,2,2));
}

```

Sau khi có bảng mờ hóa:

- Với từng trạng thái dinh dưỡng kết hợp với 3 chỉ số về trạng thái : chiều cao, cân nặng và chỉ số đường huyết để đưa ra giá trị thành viên của trạng thái dinh dưỡng đó.
- Kết hợp thông tin của 3 thuộc tính chiều cao, cân nặng và chỉ số đường huyết bằng toán tử AND và dùng hàm MIN để đưa ra của thạng thái dinh dưỡng đó. Một trạng thái dinh dưỡng có nhiều trường hợp phụ thuộc vào 3 chỉ số về trạng thái: chiều cao, cân nặng và chỉ số đường huyết. Nên giá trị cuối cùng sẽ dùng toán tử MAX của tập các trường hợp

Giá trị của từng trạng thái dinh dưỡng:

- $\mu$  (trạng thái dinh dưỡng) =  $\max(\sum_1^n \min((\mu(\text{chiều cao})_i, \mu(\text{cân nặng})_i, \mu(\text{đường huyết})_i))$
- Trong đó: n là số trường hợp thỏa mãn điều kiện cho từng trạng thái dinh dưỡng.

+  $\mu$  (chiều cao)<sub>i</sub> ( với i có thể là(thấp, bình thường, cao) )

+  $\mu$  (cân nặng)<sub>i</sub> ( với i có thể là(gầy, bình thường, béo) )

+  $\mu$  (Chỉ số đường huyết)<sub>i</sub> ( với i có thể là(thấp, bình thường, cao) )

Nếu:  $\mu$  (trạng thái dinh dưỡng) > 0, thì trạng thái dinh dưỡng này là thành viên của tập mờ.

```

p_sdd2 = 0; p_sddl = 0; p_bt = 0; p_tc = 0; p_bp = 0;

for(int x = 0; x <= 2; x++)
    for(int y = 0; y <= 2; y++)
        for(int z = 0; z <= 2; z++)
            switch (truonghopthoaman(x, y, z)) {
            case 1:
                p_sdd2 = Float.max(p_sdd2, kethop(x, y, z));
                break;
            case 2:
                p_sddl = Float.max(p_sddl, kethop(x, y, z));
                break;
            case 3:
                p_bt = Float.max(p_bt, kethop(x, y, z));
                break;
            case 4:
                p_tc = Float.max(p_tc, kethop(x, y, z));
                break;
            case 5:
                p_bp = Float.max(p_bp, kethop(x, y, z));
                break;
            default:
                break;
        }
}

```

## 2.2) Logic mờ dự đoán chức năng tuần hoàn của người dùng

### a. Dữ liệu đầu vào

- Để xác định tình trạng dinh dưỡng ta cần 5 dữ liệu đầu vào: giới tính, tuổi, chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol. Trong đó 3 chỉ số: chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol sẽ phụ thuộc vào 2 thông số: giới tính, tuổi.
- Từ 5 dữ kiện đầu vào trên ta sẽ so sánh với dữ liệu tiêu chuẩn để tìm ra chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol tiêu chuẩn của người dùng với giới tính và tuổi như trên. Từ giới tính và tuổi ta sẽ suy ra thông số tiêu chuẩn bao gồm: chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol chuẩn theo giới tính và tuổi, để dự đoán chức năng tuần hoàn hiện tại
- Dữ liệu tiêu chuẩn so sánh: danh sách gồm các dữ liệu tương ứng với dữ liệu đầu vào. Từ danh sách này lấy ra tập dữ liệu có giới tính và t tuổi trùng nhau để so sánh. Trong đó:
  - + Giới tính: Nam hoặc Nữ

+ Tuổi: số tuổi hiện tại

+ Cholesterol:  $x$  (mg/dL)  $\rightarrow y$ (mg/dL): nếu cholesterol hiện tại  $< x$  thì cholesterol hiện tại thấp hơn so với độ tuổi, nếu cholesterol hiện tại  $> y$  thì cholesterol hiện tại cao hơn so với độ tuổi, còn  $x \leq \text{cholesterol hiện tại} \leq y$  thì cholesterol hiện tại bình thường.

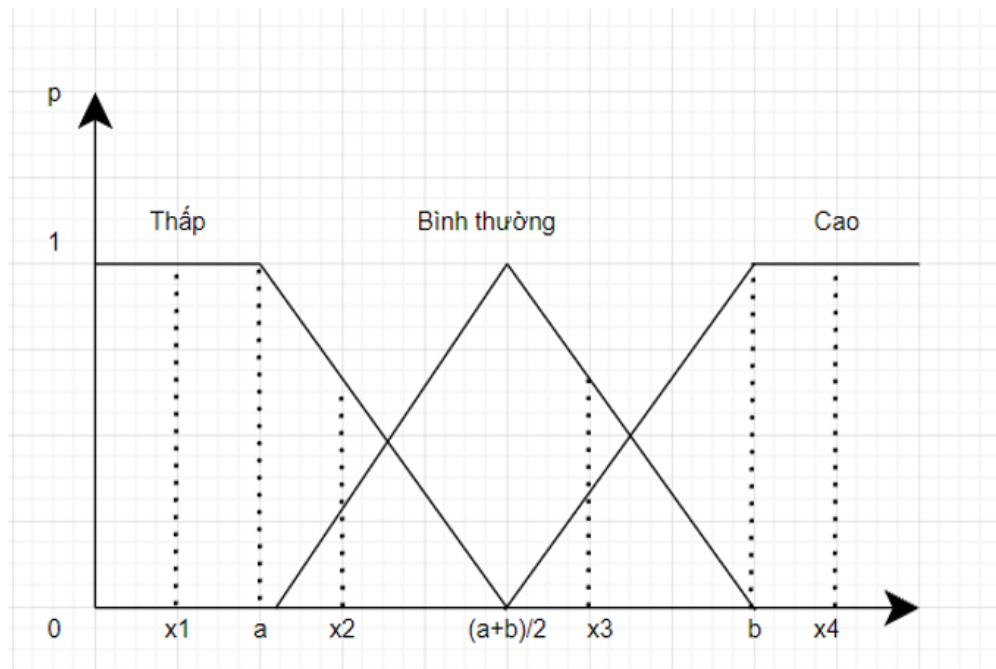
+ Nhịp tim:  $a$  (lần/phút)  $\rightarrow b$ (lần/phút): nếu nhịp tim hiện tại  $< a$  thì nhịp tim hiện tại chậm hơn so với độ tuổi, nếu nhịp tim hiện tại  $> b$  thì nhịp tim hiện tại nhanh hơn so với độ tuổi, còn  $a \leq \text{nhịp tim hiện tại} \leq b$  thì nhịp tim hiện tại bình thường.

+ Chỉ số đường huyết:  $n$ (mg/dL)  $\rightarrow m$ (mg/dL): nếu chỉ số đường huyết hiện tại  $< n$  thì chỉ số đường huyết hiện tại thấp hơn so với độ tuổi, nếu chỉ số đường huyết  $> m$  thì chỉ số đường huyết trẻ hiện tại hơn so với độ tuổi, còn  $n \leq \text{chỉ số đường huyết} \leq m$  thì chỉ số đường huyết hiện tại bình thường.

#### *b. Các bước thực hiện*

Bước 1: Chuyển đổi dữ liệu số thành dữ liệu ngôn ngữ

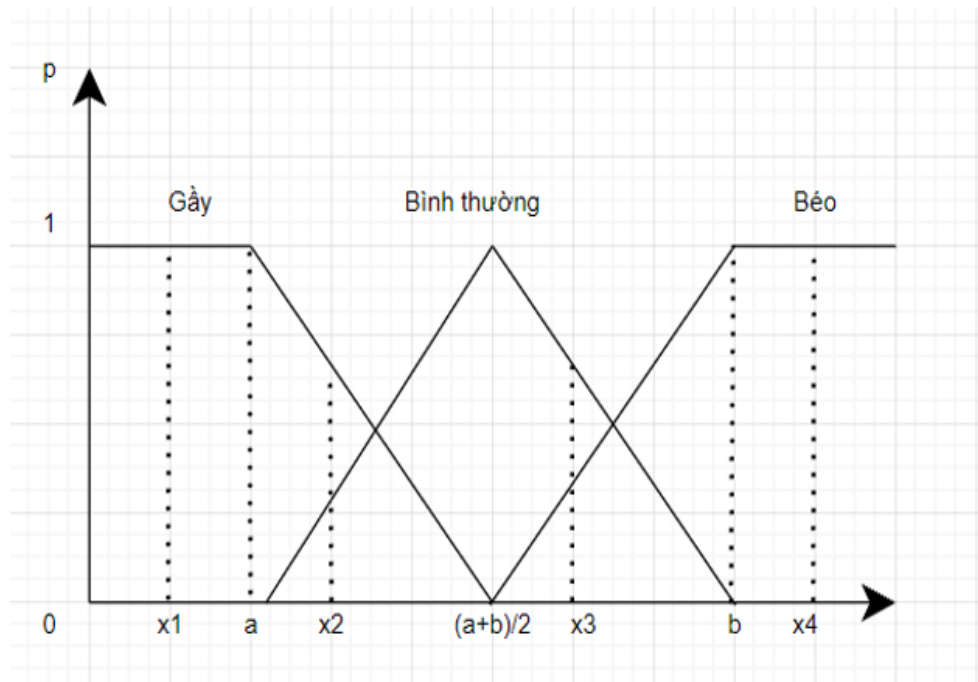
## Cholesterol



Trong đó: khoảng cholesterol tiêu chuẩn là từ a-b đơn vị(mg/dL) x là cholesterol hiện tại,  $\mu$  (Thấp, Bình thường, Cao) là giá trị cholesterol: thấp, bình thường, cao

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Thấp) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Thấp) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Cao) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Cao) = 1

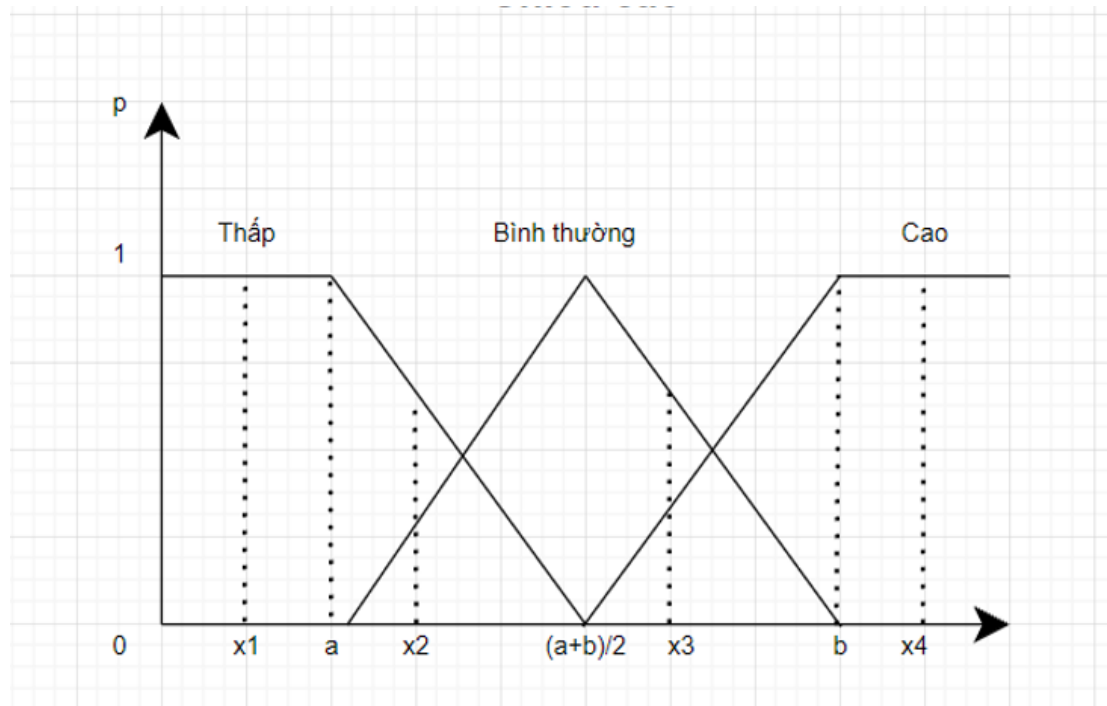
## Nhịp tim



Trong đó: khoảng nhịp tim tiêu chuẩn là từ  $a$ - $b$  đơn vị(kg)  $x$  là nhịp tim hiện tại,  $\mu$  (Chậm, Bình thường, Nhanh) là giá trị nhịp tim chậm, bình thường, nhanh.

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Chậm) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Chậm) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Nhanh) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Nhanh) = 1

## Chỉ số đường huyết



Trong đó: chỉ số đường huyết tiêu chuẩn từ a-b đơn vị(mg/dL), x là chỉ số đường huyết hiện tại,  $\mu$  (Thấp, Bình thường, Cao) là giá trị chỉ số đường huyết có mức độ đường huyết: thấp, bình thường, cao

- Nếu  $x < a$  thì:  $\mu$  (Thấp) = 1
- Nếu  $a \leq x < (a+b)/2$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(x-a)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Thấp) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $(a+b)/2 \leq x < b$  thì:  $\mu$  (Bình thường) =  $2*(b-x)/(b-a)$ ,  $\mu$  (Cao) =  $1 - \mu$ (Bình thường)
- Nếu  $x \geq b$  thì:  $\mu$  (Cao) = 1



## Bước 2: Mờ hóa

- Với chỉ số đường huyết là Bình thường

Cholesterol Nhịp tim	Thấp	Bình thường	Cao
Chậm	Kém	Kém	Bình thường
Bình thường	Kém	Bình thường	Tốt
Nhanh	Bình thường	Tốt	Tốt

- Với chỉ số đường huyết là Thấp

Cholesterol Nhịp tim	Thấp	Bình thường	Cao
Chậm	Kém	Kém	Kém
Bình thường	Kém	Kém	Bình thường
Nhanh	Kém	Bình thường	Tốt

- Với chỉ số đường huyết là Cao

Cholesterol Nhịp tim	Thấp	Bình thường	Cao
Chậm	Kém	Bình thường	Tốt
Bình thường	Bình thường	Tốt	Tốt
Nhanh	Bình thường	Bình thường	Tốt

Từ bảng mờ hóa suy ra

- Với chức năng tuần hoàn kém

Chỉ số đường huyết	Cholesterol	Nhịp tim
Bình thường	Thấp	Chậm
Bình thường	Bình thường	Chậm
Bình thường	Thấp	Bình thường
Thấp	Thấp	Chậm
Thấp	Cao	Chậm
Thấp	Bình thường	Chậm
Thấp	Thấp	Bình thường
Thấp	Bình thường	Bình thường
Thấp	Thấp	Nhanh
Cao	Thấp	Chậm

- Với chức năng tuần hoàn bình thường

Chỉ số đường huyết	Cholesterol	Nhịp tim
Bình thường	Cao	Chậm
Bình thường	Bình thường	Bình thường
Bình thường	Thấp	Nhanh
Thấp	Cao	Bình thường
Thấp	Bình thường	Nhanh
Cao	Bình thường	Chậm
Cao	Thấp	Bình thường
Cao	Thấp	Nhanh
Cao	Bình thường	Nhanh

- Với chức năng tuần hoàn tốt

Chỉ số đường huyết	Cholesterol	Nhịp tim
Bình thường	Cao	Bình thường
Bình thường	Cao	Nhanh
Bình thường	Bình thường	Nhanh
Thấp	Cao	Nhanh
Cao	Cao	Chậm

Cao	Bình thường	Bình thường
Cao	Cao	Bình thường
Cao	Cao	Nhanh

Sau khi có bảng mờ hóa

- Với từng trạng thái dinh dưỡng kết hợp với 3 chỉ số về trạng thái: đường huyết, nhịp tim, cholesterol để đưa ra giá trị thành viên của trạng thái chức năng tuần hoàn.
- Kết hợp thông tin của 3 thuộc tính: đường huyết, nhịp tim, cholesterol bằng toán tử AND và dùng hàm MIN để đưa ra của trạng thái chức năng tuần hoàn . Một trạng thái chức năng tuần hoàn có nhiều trường hợp phụ thuộc vào 3 chỉ số về trạng thái : đường huyết, nhịp tim, cholesterol. Nên giá trị cuối cùng sẽ dùng toán tử MAX của tập các trường hợp

Giá trị của từng trạng thái tuần hoàn:

- $\mu$  (trạng thái chức năng tuần hoàn) =  $\max(\sum_1^n \min ((\mu(\text{đường huyết})_i, \mu(\text{nhịp tim})_i, \mu(\text{cholesterol})_i))$
- Trong đó: n là số trường hợp thỏa mãn điều kiện cho từng trạng thái dinh dưỡng.
- +  $\mu$  (nhịp tim)<sub>i</sub> ( với i có thể là(chậm, bình thường, nhanh) )
- +  $\mu$  (cholesterol)<sub>i</sub> ( với i có thể là(thấp, bình thường, cao) )
- +  $\mu$  (Chỉ số đường huyết)<sub>i</sub> ( với i có thể là(thấp, bình thường, cao) )

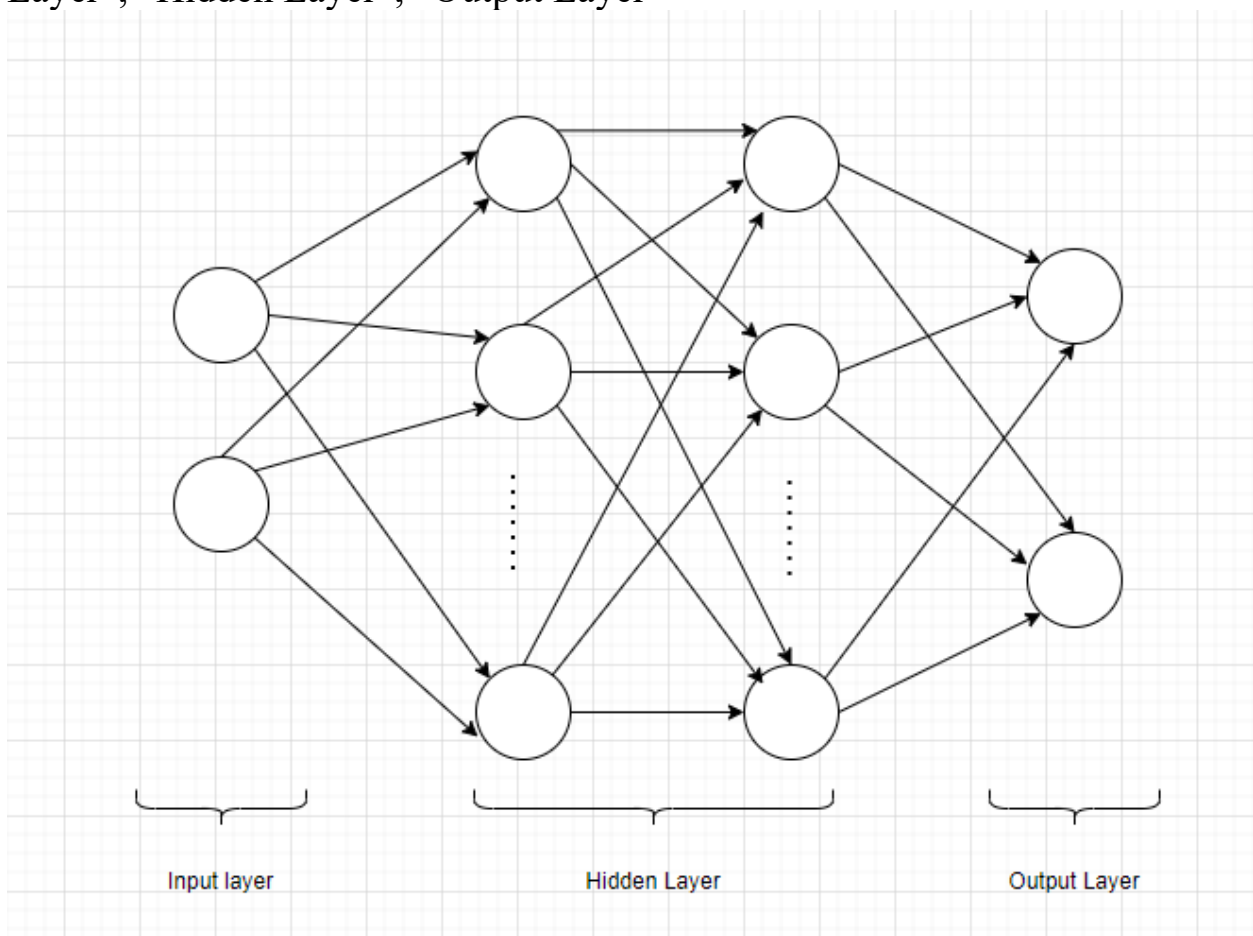
Nếu:  $\mu$  (trạng thái chức năng tuần hoàn) > 0, thì trạng thái trạng thái chức năng tuần hoàn này là thành viên của tập mờ.

### III) Mạng nơ ron

#### 1) Cơ sở lý thuyết mạng nơ ron của hệ thống

##### 1.1) Cấu trúc cơ bản

Từ các thành viên của tập mờ ta sẽ xây dựng một mạng nơ ron để huấn luyện cho loại dữ liệu này. Mạng nơ ron có cấu trúc đơn giản với “Input Layer”, “Hidden Layer”, “Output Layer”



*Lớp đầu vào (input layer)*

Lớp đầu vào của chúng ta ở đây là các thành viên tập mờ ở trên

### *Lớp ẩn (hidden layer)*

Dữ liệu đi vào lớp ẩn đến từ lớp đầu vào hoặc các lớp ẩn khác. Mạng nơ-ron nhân tạo có thể có một số lượng lớn lớp ẩn. Mỗi lớp ẩn phân tích dữ liệu đầu ra từ lớp trước, xử lý dữ liệu đó sâu hơn và rồi chuyển dữ liệu sang lớp tiếp theo.

### *Lớp đầu ra (output layer)*

Lớp đầu ra cho ra kết quả cuối cùng của tất cả dữ liệu được xử lý bởi mạng nơ-ron nhân tạo. Lớp này có thể có một hoặc nhiều nút. Ở đây lớp đầu ra sẽ là **một con số biểu thị chỉ số sức khỏe của người dùng**. Chỉ số này có giới hạn là từ 0 đến 1.

*Kiểu kết nối được sử dụng là: Fully connected*

## *1.2) Hàm kích hoạt (Activation Function)*

Sử dụng activation function vì các tính toán trên nơ-ron đều là tuyến tính, sử dụng activation function để giải quyết các bài toán phi tuyến

✧ Công thức hàm kích hoạt

$$Y = \text{Activation} ((\text{weight} * \text{input}) + \text{bias})$$

- weight: là trọng số của đường nối
- input: là thông số đầu vào
- Bias (b) là một tham số bổ sung cho mỗi nơ-ron, tương đương với một thông tin bổ sung cho đầu vào

Activation function là 1 phép biến đổi phi tuyến tính mà chúng ta thực hiện đối với tín hiệu đầu vào. Đầu ra được chuyển đổi này sẽ được sử dụng làm đầu vào của neuron ở layer tiếp theo.

Nếu không có activation function thì weight và bias chỉ đơn giản như 1 hàm biến đổi tuyến tính. Hàm tuyến tính sẽ đơn giản hơn nhiều nhưng sẽ khó có thể mô hình hóa và giải được những vấn đề phức tạp. Một mạng neuron nếu không có activation function thì cơ bản chỉ là model hồi quy tuyến tính. Activation function thực hiện việc biến đổi phi tuyến tính mới có khả năng thực hiện những nhiệm vụ phức tạp hơn.

Để hiểu rõ hơn ta xét một ví dụ mạng nơron có hai lớp:

Giả sử mạng này sẽ nhận vào input là  $X$  và trả ra output  $Y$

$$f(X) \rightarrow Y$$

Trong lớp đầu ta có trọng số  $W[1]$  và hệ số bias  $B[1]$  thì

$$Z[1] = W[1] * X + B[1]$$

Sau khi sử dụng hàm kích hoạt  $g()$  thì thu được kết quả của lớp thứ nhất:

$$a[1] = g(Z[1])$$

Tương tự, output  $a[1]$  là đầu vào của lớp thứ hai:

$$Z[2] = W[2] * a[1] + B[2]$$

Nếu  $g()$  là tuyến tính nên bản chất  $a[1] = m * Z[1]$  ( $m$  là số thực)

Giả sử  $m = 2$  thì

$$\begin{aligned} Z[2] &= W[2] * a[1] + B[2] \\ &= W[2] * 2 * (W[1] * X + B[1]) + B[2] \\ &= 2 * W[2] * W[1] * X + 2 * W[2] * B[1] + B[2] \end{aligned}$$

Viết gọn lại thì

$$Z[2] = W_n * X + B_n$$

$$\Rightarrow a[2] = g(Z[2]) = m' * W_n * X + m' * B_n$$

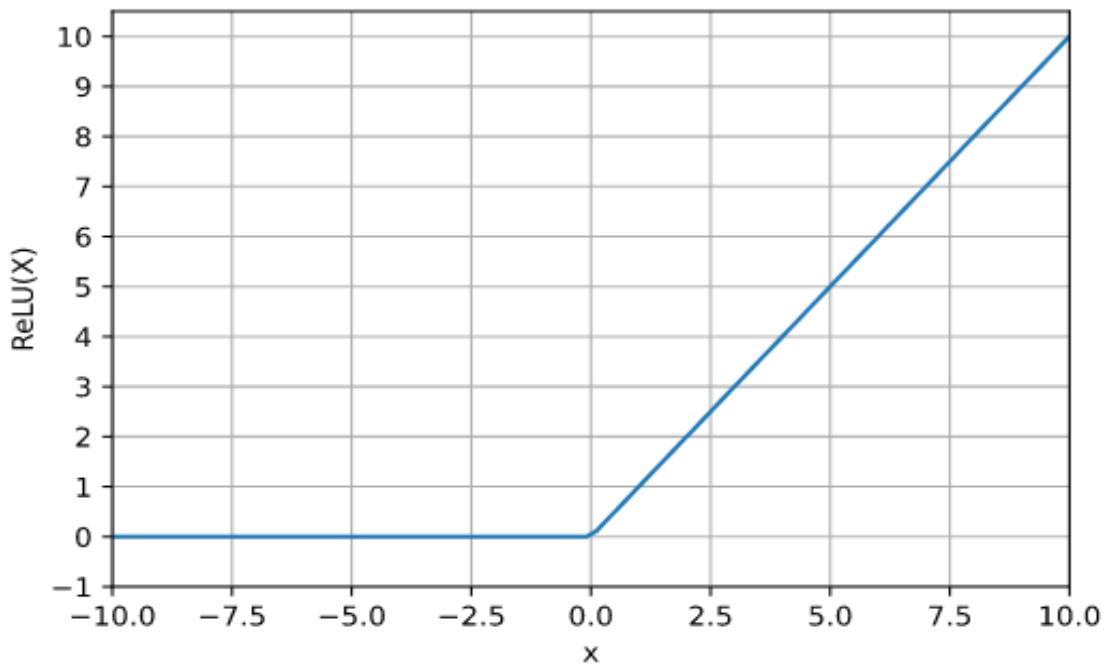
Ta thấy  $a[2]$  vẫn là một hàm tuyến tính do đó việc xếp chồng các neuron lên nhau không có ý nghĩa.

✧ Ở hệ thống này sử dụng hàm kích hoạt là ReLU:

- Công thức

$$f(x) = \max(0, x)$$

- Đồ thị



Hàm ReLU chỉ đơn giản là lọc các giá trị âm. Tuy đơn giản là thế nhưng hàm ReLU có các ưu điểm hơn các hàm khác.

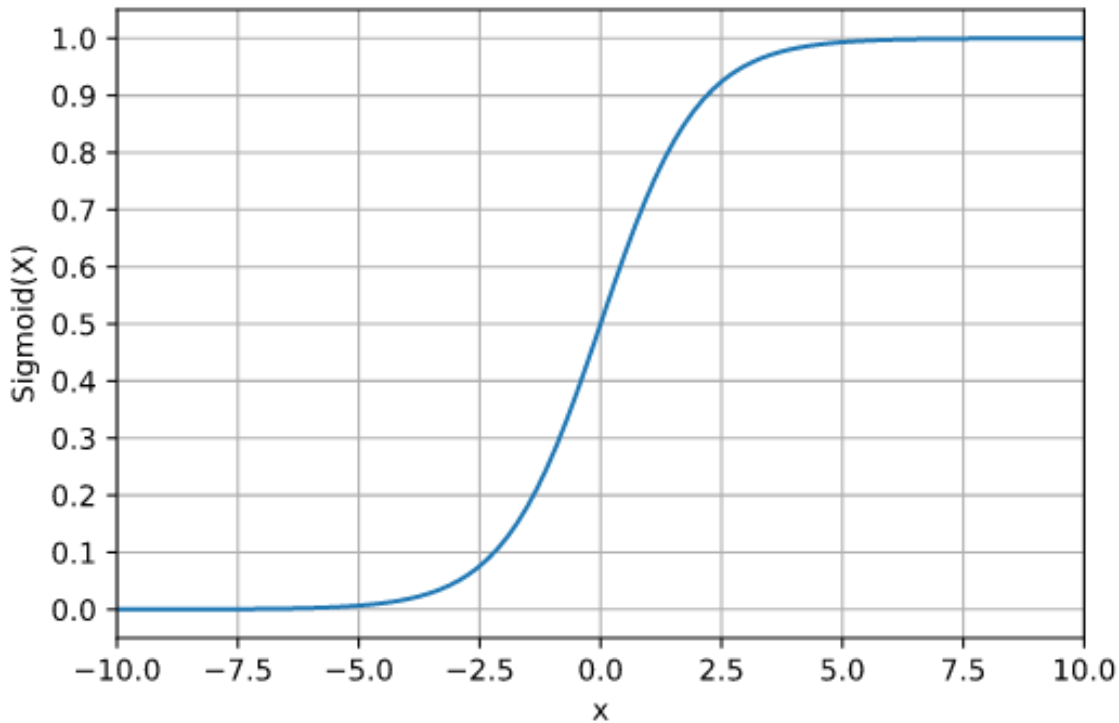
Trước tiên ta xét các tính chất và nhược điểm của một vài hàm phổ biến khác

a. Xét công thức và đồ thị của hàm sigmoid

- Công thức

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

- Đồ thị



Hàm Sigmoid thì chỉ có khoảng giá trị trong (0,1) nên đầu vào nếu là số thực âm rất nhỏ sẽ cho đầu ra tiệm cận 0, ngược lại nếu đầu vào là một số thực dương lớn sẽ cho đầu ra là một số tiệm cận với 1.

Do đó trong trường hợp có 2 trọng số  $w_1$  và  $w_2$  cần được tối ưu

$$\Delta w = \frac{de}{dw_k} = \frac{de}{da} \frac{da}{dw_k}$$

Mà theo hàm tổng hợp ta có:

$$f = \sum w_k x_k + b \Rightarrow \frac{df}{dw_k} = x_k$$

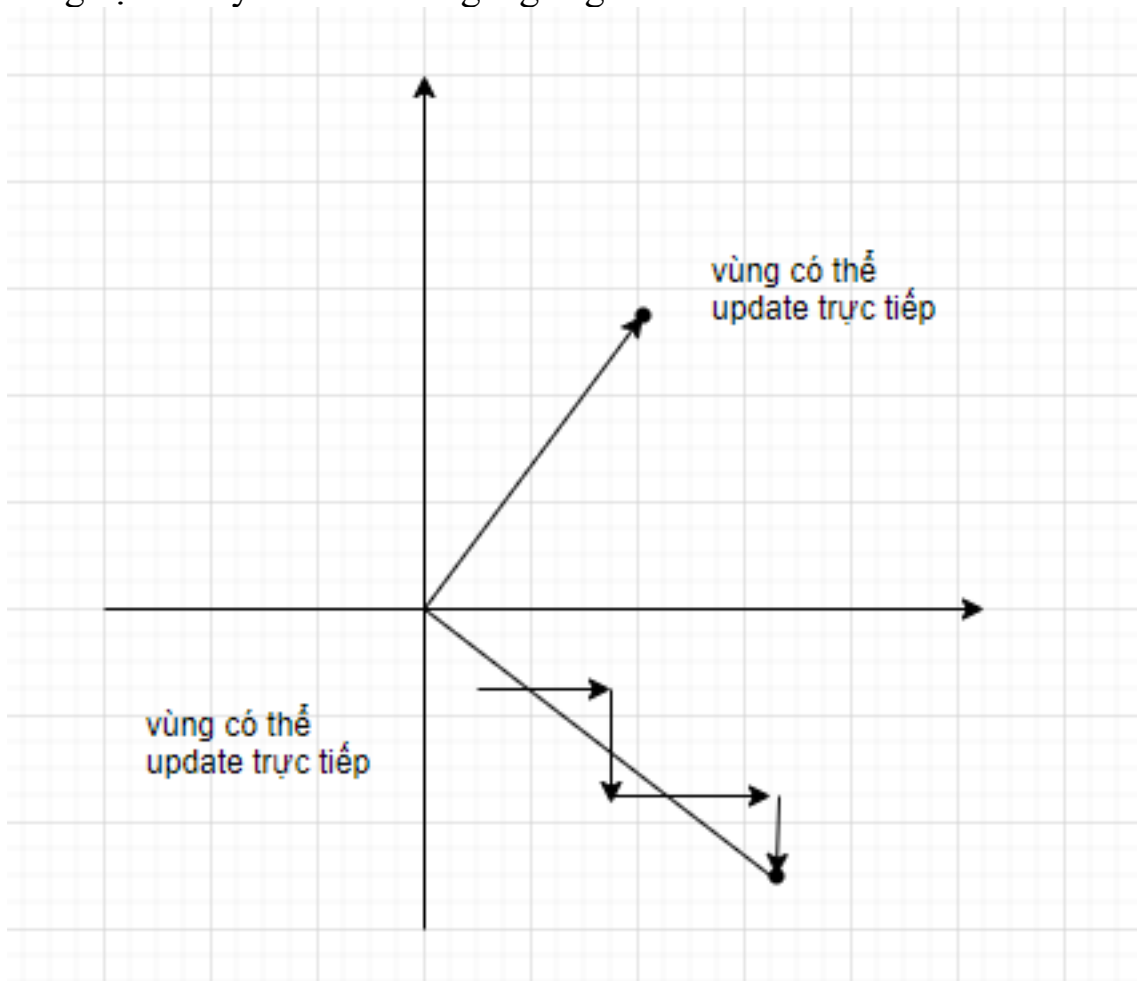
Ta lại có

$$\frac{da}{dw_k} = \frac{da}{df} \frac{df}{dw_k} = \frac{da}{df} x_k$$

nên giả sử  $x_k$  đều lớn hơn 0 nên  $\frac{da}{dw_k}$  cùng dấu với  $\frac{da}{df}$



Nên khi gradient luôn cùng dấu ta chỉ có thể di chuyển theo 2 hướng trong hình bên dưới. Nên giả sử điểm cần đến ở trong 2 góc còn lại ta sẽ phải mất công dịch chuyển theo đường zig zag.

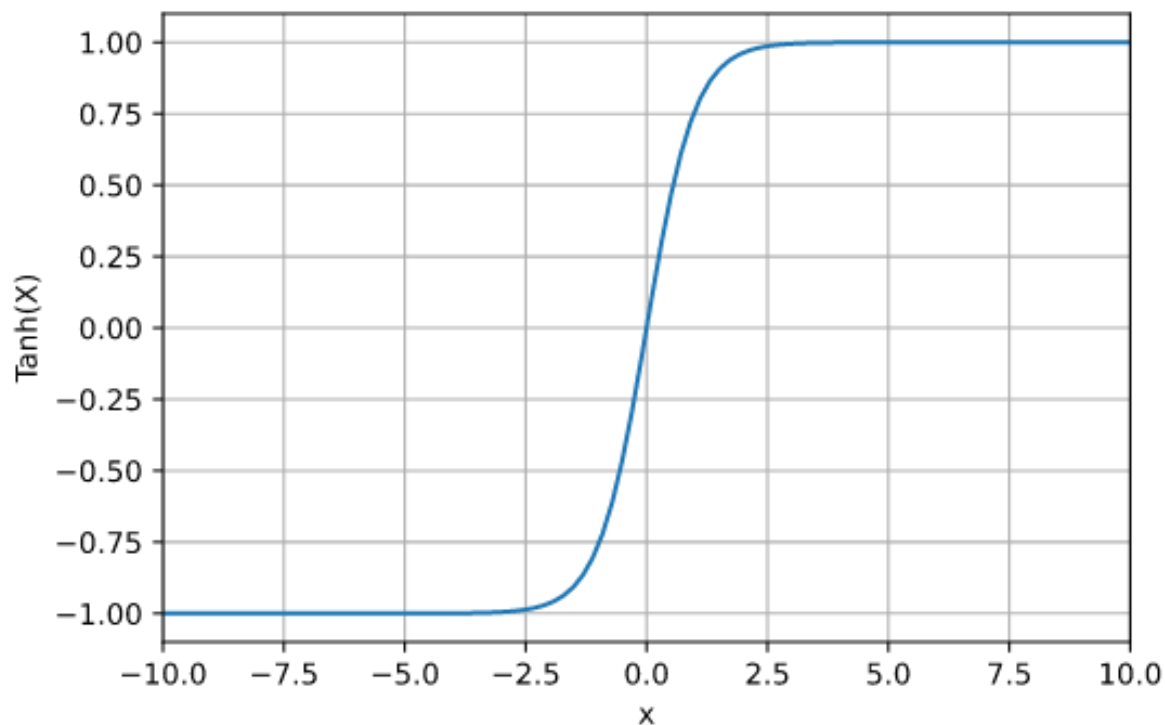


b. Xét công thức và đồ thị của hàm tanh

- Công thức

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

- Đồ thị



Hàm Tanh nhận đầu vào là một số thực và chuyển thành một giá trị trong khoảng  $(-1;1)$ . Đầu vào là số thực âm rất nhỏ sẽ cho đầu ra tiệm cận với -1, ngược lại nếu đầu vào là một số thực dương lớn sẽ cho đầu ra là một số tiệm cận với 1.

Hàm Tanh có thể khắc phục nhược điểm của Sigmoid là không có trung tâm là 0 gây khó khăn cho việc hội tụ. Tuy nhiên cả hàm Tanh và Sigmoid bị bão hòa ở hai đầu khi có giá trị dương lớn hoặc âm nhỏ gây ảnh hưởng đến việc các hệ số đang xét gần như không được cập nhật mới.

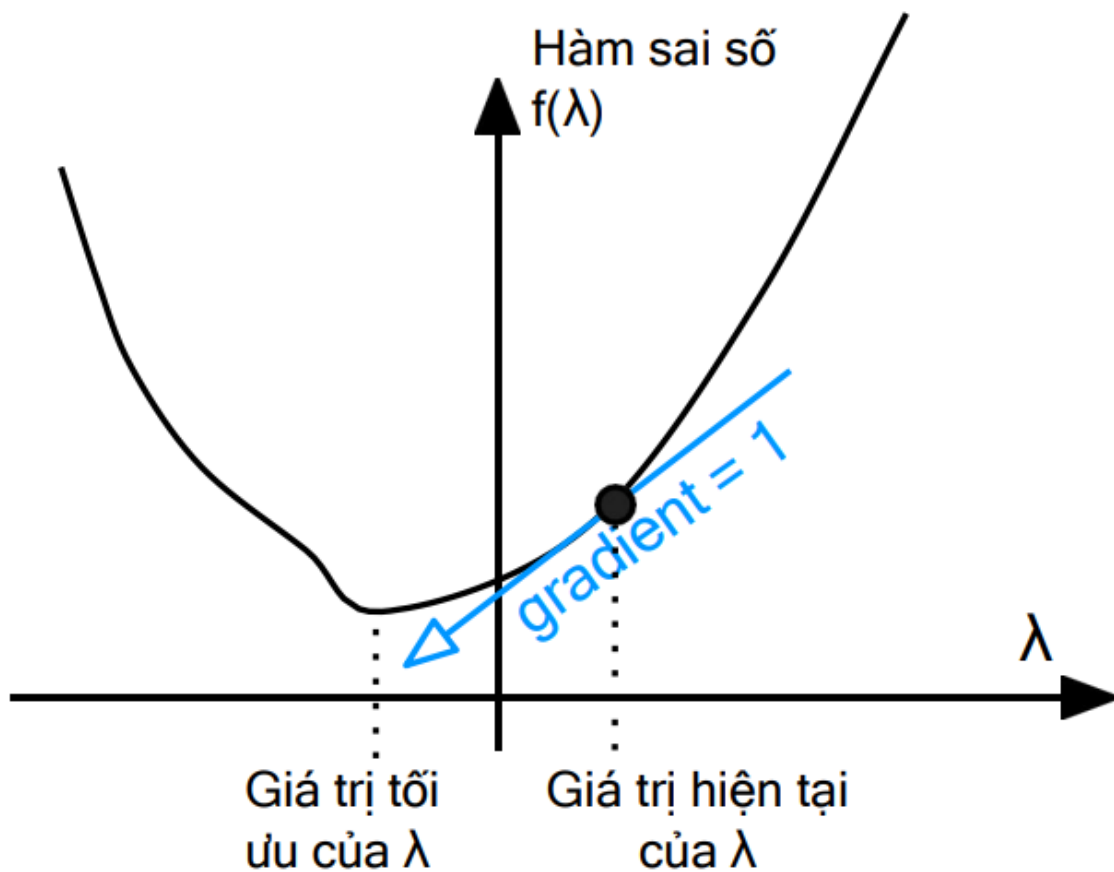
✧ Quay trở lại với hàm ReLU

- Tốc độ hội tụ của ReLU nhanh hơn hai hàm trên do việc ReLU không bị bão hòa ở 2 đầu như Sigmoid và Tanh.

- Tính toán nhanh và không tốn chi phí do việc Tanh và Sigmoid sử dụng hàm e mũ (exp) và công thức phức tạp hơn ReLU rất nhiều.

### 1.3) Gradient Descent

- ✧ Gradient Descent là một thuật toán tối ưu hóa để tìm điểm cực tiểu cục bộ của một hàm xác định. Ý tưởng là thực hiện các bước lặp lại theo hướng ngược lại của gradient (hoặc gradient gần đúng) của hàm tại điểm hiện tại. Sai số đầu ra là một hàm của các trọng số.



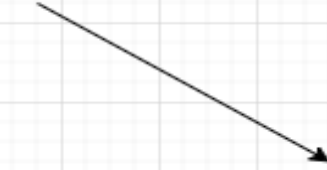
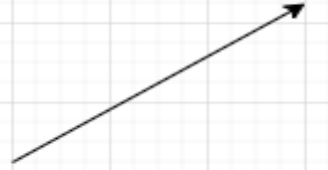
Xét hàm số bậc hai một biến cùng đạo hàm và đồ thị:

$$f(x) = \frac{1}{2}x^2$$

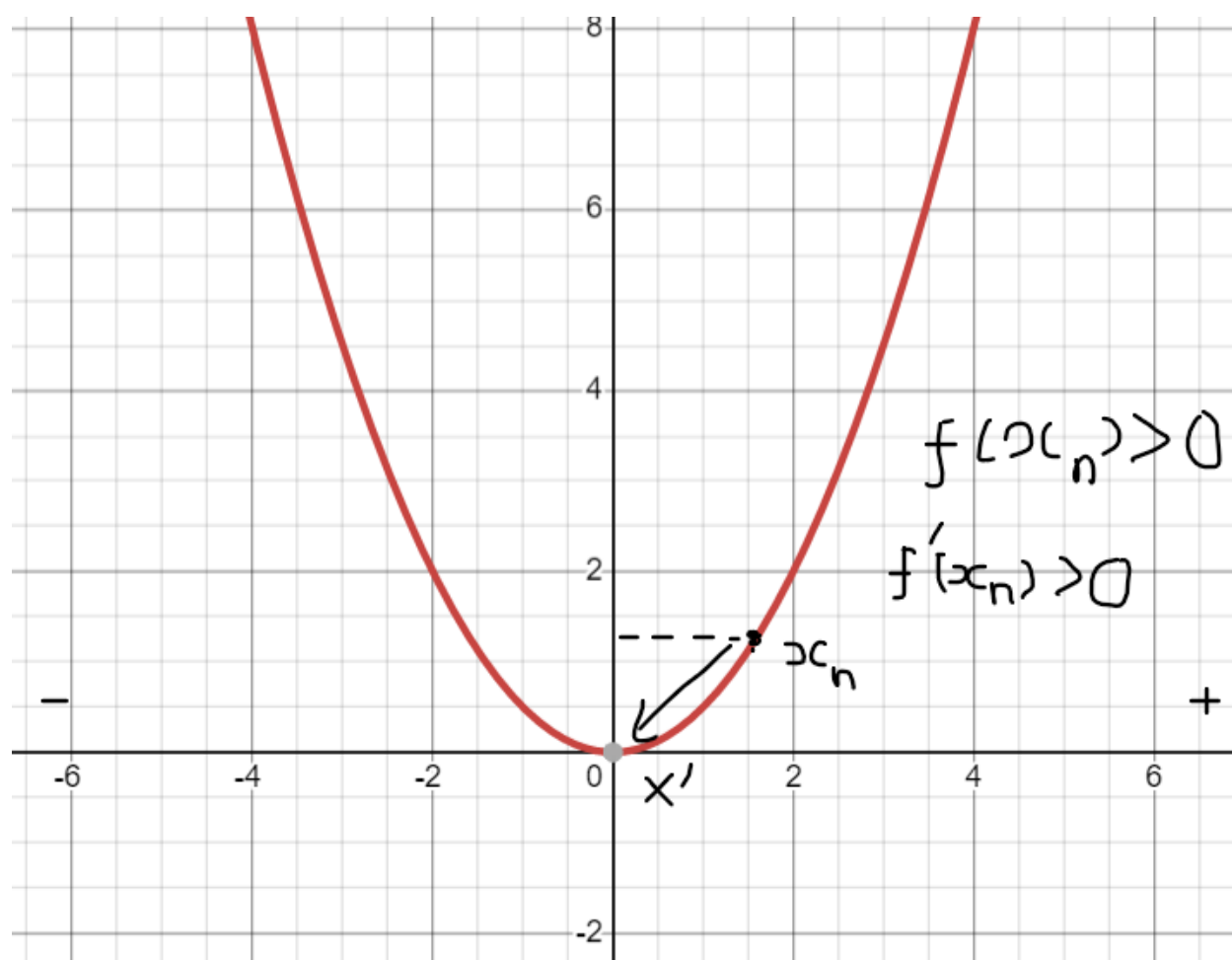
Đạo hàm

$$f'(x) = x$$

Bảng biến thiên của đồ thị

$x$	$-\infty$		$0$		$+\infty$
$f'(x)$	$-\infty$	$-$	$0$	$+$	$+\infty$
$f(x)$	$+\infty$				
					$+\infty$

Đồ thị hàm số



Giả sử sau  $n$  lần lặp ta tới được điểm  $x_n$  mà điểm ta muốn tiến tới là  $x'$ .  
Theo đồ thị ta có

- ◆ Nếu đạo hàm của hàm số tại  $x_n$  .  $f'(x_n) > 0$  thì  $x_n$  nằm về bên phải so với  $x'$  (và ngược lại). Để tới được điểm gần hơn với  $x'$  ta cần di chuyển  $x_n$  về phía bên trái, tức là phía âm hay là di chuyển ngược dấu với đạo hàm.

$$x_{n+1} = x_n + t$$

(với  $t$  là một đại lượng ngược dấu với đạo hàm tại  $x_n$ )

- ◆ Nếu  $x_n$  càng xa  $x'$  về phía bên phải thì  $f'(x_n)$  càng lớn hơn 0 và ngược lại do đó đoạn di chuyển sẽ phải tỉ lệ thuận với  $-f'(x_n)$

Ta có thể tính đại lượng  $t$  ở trên bằng

$$t = -f'(x_n) * \text{learning\_rate}$$

$$\Rightarrow x_{n+1} = x_n - f'(x_n) * \text{learning\_rate}$$

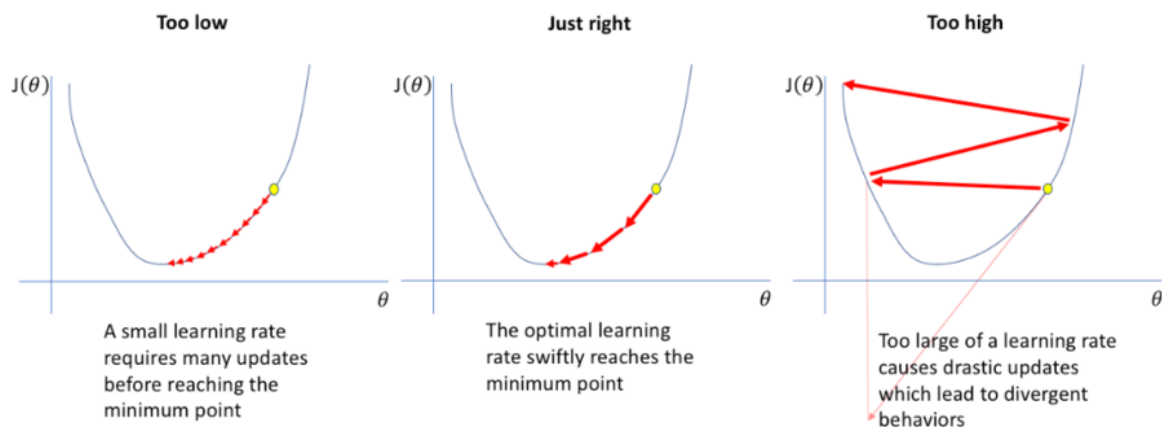
Trong bài toán này ta sử dụng hàm ReLu với công thức

$$f(x) = \max(0, x) = \begin{cases} 0 & \text{nếu } x < 0 \\ x & \text{nếu } x \geq 0 \end{cases}$$

Đạo hàm của ReLu

$$f'(x) = \begin{cases} 0 & \text{nếu } x < 0 \\ 1 & \text{nếu } x \geq 0 \end{cases}$$

- ✧ Learning Rate (tốc độ học) là một tham số kiểm soát tốc độ mô hình thay đổi các trọng số để phù hợp với bài toán. Tốc độ học lớn giúp mạng nơ ron được huấn luyện nhanh hơn nhưng cũng có thể làm giảm độ chính xác.



## 2) Các bước huấn luyện mạng nơ ron

### 2.1) Khởi tạo mạng neural network

Mạng neural với đầu vào là 4 tham số

- + Số node đầu vào (inputNodes)
- + Số lớp ẩn (hiddenLayers)
- + Số node của một lớp ẩn (hiddenNodes)
- + Số node đầu ra (outputNodes)

Ngoài ra ta cần khởi tạo ngẫu nhiên các giá trị weight là trọng số của đường nối, giá trị bias cho mạng nơ ron và lựa chọn activation function của bài toán.

```
public NeuralNetwork(int inputNodes, int hiddenLayers,  
                     int hiddenNodes, int outputNodes) {  
    this.inputNodes = inputNodes;  
    this.hiddenLayers = hiddenLayers;  
    this.hiddenNodes = hiddenNodes;  
    this.outputNodes = outputNodes;  
    initializeDefaultValues();  
    initializeWeights();  
    initializeBiases();  
}
```

- Thiết lập learning rate = 0.1 và hàm kích hoạt là ReLu

```
private void initializeDefaultValues() {  
    this.setLearningRate(0.1);  
    this.setActivationFunction(ActivationFunction.RELU);  
}
```

- Trọng số sẽ được lưu trong một ma trận có kích thước bằng  $n \times n$  (với  $n = \text{số lớp ẩn} + 1$ , do cần chứa thêm trọng số của lớp đầu vào tới lớp ẩn và từ lớp ẩn ra lớp đầu ra)

Khởi tạo trọng số ngẫu nhiên trong khoảng từ -1 đến 1.

+ Lớp trọng số đầu tiên sẽ có số lượng bằng số phần tử lớp ẩn nhân với số phần tử lớp đầu vào.

- + Lớp trọng số cuối tương tự cũng sẽ bằng số phần tử bằng số phần tử lớp ẩn nhân với số phần tử lớp đầu ra.
- + Các lớp còn lại sẽ có số phần tử bằng bình phương số phần tử của lớp ẩn.

```
private void initializeWeights() {
    weights = new SimpleMatrix[hiddenLayers + 1]; // kích thước số lớp ẩn + 1
    // khởi tạo trọng số ngẫu nhiên
    for (int i = 0; i < weights.length; i++) {
        if (i == 0) { // lớp trọng số đầu tiên kết nối input với lớp ẩn
            weights[i] = SimpleMatrix.random64(hiddenNodes, inputNodes,
                minValue: -1, maxValue: 1, random);
        } else if (i == weights.length - 1) { // lớp trọng số đầu tiên kết nối lớp ẩn với output
            weights[i] = SimpleMatrix.random64(outputNodes, hiddenNodes,
                minValue: -1, maxValue: 1, random);
        } else { // everything else
            weights[i] = SimpleMatrix.random64(hiddenNodes, hiddenNodes,
                minValue: -1, maxValue: 1, random);
        }
    }
}
```

- Khởi tạo giá trị cho bias gần như tương tự khởi tạo trọng số

```
private void initializeBiases() {
    biases = new SimpleMatrix[hiddenLayers + 1];
    for (int i = 0; i < biases.length; i++) {
        if (i == biases.length - 1) { // bias lớp output
            biases[i] = SimpleMatrix.random64(outputNodes, numCols: 1,
                minValue: -1, maxValue: 1, random);
        } else {
            biases[i] = SimpleMatrix.random64(hiddenNodes, numCols: 1,
                minValue: -1, maxValue: 1, random);
        }
    }
}
```

## 2.2) Các hàm tính toán

- Hàm kích hoạt ReLu trả về 0 nếu giá trị nhỏ hơn hoặc bằng 0 ngược lại trả về chính giá trị ban đầu.

```
public SimpleMatrix applyActivationFunctionToMatrix(SimpleMatrix input) {
    SimpleMatrix output = new SimpleMatrix(input.numRows(), input.numCols());
    for (int i = 0; i < input.numRows(); i++) {
        // only = 0 vì có 1 cột input
        double value = input.get(i, col: 0);
        double result = value > 0 ? value : 0;
        output.set(i, col: 0, result);
    }
    return output;
}
```

- Hàm tính toán giá trị cho layer ( $Y = \text{Activation}((\text{weight} * \text{input}) + \text{bias})$ )

```
private SimpleMatrix calculateLayer(SimpleMatrix weights, SimpleMatrix bias,
                                    SimpleMatrix input, ActivationFunction activationFunction) {
    SimpleMatrix result = weights.mult(input); // weight * input
    result = result.plus(bias); // (weight * input) + bias
    return applyActivationFunction(result, derivative: false, activationFunction);
}
```

- Hàm tính toán Gradient

+ Hàm tính đạo hàm của hàm kích hoạt

```
public SimpleMatrix applyDerivativeOfActivationFunctionToMatrix(SimpleMatrix input) {
    SimpleMatrix output = new SimpleMatrix(input.numRows(), input.numCols());
    for (int i = 0; i < input.numRows(); i++) {
        double value = input.get(i, col: 0);
        double result = value > 0 ? 1 : 0;
        output.set(i, col: 0, result);
    }
    // for input > 0: 1, else 0
    return output;
}
```



+ Hàm tính toán Gradient = đạo hàm kích hoạt \* (độ chênh lệch giữa target và kết quả tính toán được) \* learning rate

```
private SimpleMatrix calculateGradient(SimpleMatrix layer, SimpleMatrix error,
                                      ActivationFunction activationFunction) {
    SimpleMatrix gradient = applyActivationFunction(layer, derivative: true, activationFunction);
    gradient = gradient.elementMult(error); // đạo hàm activation func * (target - calc_output)
    return gradient.scale(learningRate); // gradient * learning_rate
}
```

+ Hàm tính toán delta = gradient tính toán ở trên \* trọng số của các node trong layer

```
private SimpleMatrix calculateDeltas(SimpleMatrix gradient,
                                     SimpleMatrix layer) {
    return gradient.mult(layer.transpose());
}
```

### 2.3) Hàm huấn luyện mạng neural

Sau khi tính toán giá trị cho từng lớp layer. Ta sẽ tính toán ngược từ lớp output lên với

- Bước đầu là tính toán sai số đầu ra
- Tính gradient
- Tính delta = gradient \* trọng số của các node trong layer
- Áp dụng gradient cho bias
- Áp dụng delta cho trọng số weight
- Tính toán và đặt lại sai số cho lớp trước

```

// tính toán giá trị cho từng lớp layer
SimpleMatrix layers[] = new SimpleMatrix[hiddenLayers + 2];
layers[0] = input;
for (int j = 1; j < hiddenLayers + 2; j++) {
    layers[j] = calculateLayer(weights[j - 1], biases[j - 1],
        input, activationFunction);
    input = layers[j];
}
for (int n = hiddenLayers + 1; n > 0; n--) {
    // tính toán sai số
    SimpleMatrix errors = target.minus(layers[n]);
    // tính gradient
    SimpleMatrix gradients = calculateGradient(layers[n], errors,
        activationFunction);
    // tính delta
    SimpleMatrix deltas = calculateDeltas(gradients, layers[n - 1]);
    // áp dụng gradient vào bias
    biases[n - 1] = biases[n - 1].plus(gradients);
    // áp dụng delta vào weights
    weights[n - 1] = weights[n - 1].plus(deltas);
    // tính toán và đặt lại target cho lớp trước
    SimpleMatrix previousError = weights[n - 1].transpose().mult(errors);
    target = previousError.plus(layers[n - 1]);
}

```

## 2.4) Hàm chuẩn đoán kết quả

Sau khi huấn luyện ta sẽ thử một bộ input và tính toán dựa trên trọng số weight và bias đã được điều chỉnh và cho ra kết quả.

```
public double[] guess(double[] input) {  
    if (input.length != inputNodes){...} else {  
        ActivationFunction activationFunction =  
            activationFunctionFactory.getActivationFunctionByKey(activationFunctionKey);  
        SimpleMatrix output = MatrixUtilities.arrayToMatrix(input);  
        for (int i = 0; i < hiddenLayers + 1; i++) {  
            output = calculateLayer(weights[i], biases[i], output, activationFunction);  
        }  
        return MatrixUtilities.getColumnFromMatrixAsArray(output, column: 0);  
    }  
}
```

## IV) Lưu dữ liệu

### 1) Cách lưu dữ liệu dùng cho Fuzzy logic

- Lưu dữ liệu trong file csv:
- Bao gồm 12 cột: giới tính, tuổi, chiều cao thấp(cm), chiều cao cao(cm), cân nặng gầy(kg), cân nặng béo(kg), chỉ số đường huyết thấp(mg/dL), chỉ số đường huyết cao(mg/dL), nhịp tim chậm(lần/phút), nhịp tim nhanh(lần/phút), cholesterol thấp(mg/dL), cholesterol cao(mg/dL)
- Mỗi thuộc tính đo đặc sức khỏe: chiều cao, cân nặng, chỉ số đường huyết, nhịp tim, cholesterol. Sẽ bao gồm 2 cận: cận giưới và cận trên. Thông số đo đặc nằm giữa hai cận này thể hiện thông số đấy là bình thường với giới tính và độ tuổi.
- Bao gồm 100 dòng: ứng với 2 giới tính nam và nữ, thuộc độ tuổi từ 1-50 tuổi, và các thông số đo đặc tiêu chuẩn sức khỏe theo độ tuổi và giới tính.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Giới tính	độ tuổi	hiều cao thấp(cm)	chiều cao cao(cm)	cân nặng gầy(kg)	cân nặng béo(kg)	chỉ số đường huyết thấp(mg/dL)	chỉ số đường huyết cao(mg/dL)	nhịp tim chậm(lần/phút)	nhịp tim nhanh(lần/phút)	cholesterol thấp(mg/dL)	cholesterol cao(mg/dL)
2	nam	1	74,5	82,9	8,9	10,4	5,5	9,9	80	130	200	240
3	nu	1	74	81,7	8,9	10,1	5,5	9,9	80	130	200	240
4	nam	2	81,7	93,9	9,7	15,3	5,5	9,9	80	130	200	240
5	nu	2	80	92,9	9	14,8	5,5	9,9	80	130	200	240
6	nam	3	88,1	107,2	11,3	18,3	5,5	9,9	80	130	200	240
7	nu	3	87,4	102,7	10,8	18,1	5,5	9,9	80	130	200	240
8	nam	4	94,1	115,9	12,7	21,2	5,5	9,9	80	120	200	240
9	nu	4	94,1	111,3	12,3	21,5	5,5	9,9	80	120	200	240
10	nam	5	100,7	123,9	14,1	24,2	5,5	9,9	80	120	200	240
11	nu	5	99,9	118,9	13,8	24,9	5,5	9,9	80	120	170	199
12	nam	6	111,2	121	18,4	24,6	4,95	9,9	70	110	170	199
13	nu	6	109,7	119,6	18,3	22,9	4,95	9,9	70	110	170	199
14	nam	7	120	123,9	20	24,9	4,95	9,9	70	110	170	199
15	nu	7	123,5	125,1	22	26,4	4,95	9,9	70	110	170	199
16	nam	8	124	131,7	24,5	30,7	4,95	9,9	70	110	170	199
17	nu	8	127,6	135,3	25	31,4	4,95	9,9	70	110	170	199
18	nam	9	130,1	135,3	27,3	32,4	4,95	9,9	70	110	170	199
19	nu	9	132,3	138	28,5	33,4	4,95	9,9	70	110	170	199
20	nam	10	133	140,4	28,1	33,2	4,95	9,9	70	110	170	199
21	nu	10	137	142,3	29	33,5	4,95	9,9	70	110	170	199

## 2) Cách lưu dữ liệu dùng cho mạng Nơ ron

- Lưu dữ liệu trong file csv:
- Bao gồm 7 cột: giới tính, tuổi, chiều cao(cm), cân nặng (kg), chỉ số đường huyết (mg/dL), nhịp tim (lần/phút), cholesterol (mg/dL)
- Bao gồm 1000 dòng: ứng với 2 giới tính nam và nữ, thuộc độ tuổi từ 1-50 tuổi, và các thông số đo đặc tiêu chuẩn sức khỏe theo độ tuổi và giới tính.

Giới tính	độ tuổi	chiều cao (cm)	cân nặng (kg)	chỉ số đường huyết (mg/dL)	nhịp tim (lần/phút)	cholesterol (mg/dL)
nam	1	74.5	8.9	5.5	80	200
nu	1	74	8.9	5.5	80	200
nam	2	81.7	9.7	5.5	80	200
nu	2	80	9	5.5	80	200
nam	3	88.1	11.3	5.5	80	200
nu	3	87.4	10.8	5.5	80	200
nam	4	94.1	12.7	5.5	80	200
nu	4	94.1	12.3	5.5	80	200
nam	5	100.7	14.1	5.5	80	200
nu	5	99.9	13.8	5.5	80	170
nam	6	111.2	18.4	4.95	70	170

## V) Kịch bản hệ thống

- Hệ thống hiển thị danh sách các thông số đo đặc về sức khỏe người dùng theo hai chỉ số là giới tính và tuổi.
- Người dùng nhập đúng định dạng và đơn vị đo đặc của các thông số sức khỏe của bản thân. Sau đó gửi dữ liệu vừa nhập lên hệ thống để xử lý.

Ví dụ: người dùng nhập vào hệ thống: nam, 10 tuổi, chiều cao: 135 cm, cân nặng: 27kg, đường huyết: 6mg/dL, nhịp tim: 100 lần/phút, cholesterol: 185 mg/dL

Hệ Thống Đánh Giá Chỉ Số Sức Khỏe

[Giới thiệu](#)[Hệ thống](#)

Giới tính

Nam

\* Tuổi

10

\* Chỉ số nhịp tim (lần/phút)

100

\* Chỉ số cholesterol (mg/dL)

185

\* Chỉ số đường huyết (mg/dL)

6

\* Chiều cao(cm)

27

\* Cân nặng (kg)

135

Submit

- Hệ thống trả về chỉ số sức khỏe và gợi ý thang đo tương ứng đánh giá chỉ số sức khỏe

Kết quả

×

Chỉ số sức khỏe: 0,25  
(0->0.3: rất kém  
0.31->0.5 kém  
0.51->0.7 bình thường  
0.71->0.85 tốt  
0.86->1 rất tốt)

Cancel

OK

## VI) Nguồn chỉ số dữ liệu tham khảo

- Bài giảng Mạng nơ ron nhân tạo - Môn Các hệ thống dựa trên tri thức - TS. NGUYỄN ĐÌNH HÓA - HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
- Bài giảng Hệ Mờ - Môn Các hệ thống dựa trên tri thức - TS. NGUYỄN ĐÌNH HÓA - HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG
- Bảng chiều cao cân nặng chuẩn từ 1-20 tuổi (nubesttall.vn)
- Chỉ số đường huyết ở trẻ bao nhiêu là cao, thấp? Cảnh báo nguy cơ - CÔNG TY CP DƯỢC MỸ PHẨM MYPHARMA (mpsuno.vn)
- Nhịp tim bình thường của trẻ em là bao nhiêu? | Vinmec
- 12 nguyên nhân khiến cholesterol cao (fremo.vn)
- <http://cs231n.github.io/neural-networks-1/>
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid\\_function](https://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoid_function)
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperbolic\\_functions](https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperbolic_functions)
- [http://cs231n.stanford.edu/slides/2017/cs231n\\_2017\\_lecture6.pdf](http://cs231n.stanford.edu/slides/2017/cs231n_2017_lecture6.pdf)
- <https://data.world/datasets/health>
- <https://healthdata.gov/>
- <https://odsc.medium.com/15-open-datasets-for-healthcare-830b19980d9>
- <https://www.who.int/data/collections>
- <https://guides.lib.berkeley.edu/publichealth/healthstatistics/rawdata>
- <https://datasetsearch.research.google.com/>
- <https://research.google/tools/datasets/>