

Fuzzy logic and Fuzzy sets

تمرین اول :

تابع عضویت Z با دو پارامتر l و r ($l < r$) تابع عضویت باز از چپ Z شکل است که با ضابطه ی زیر تعریف می شود:

$$Z = \begin{cases} 1, & \text{for } x \leq l \\ 1 - 2 \left(\frac{x-l}{r-l} \right)^2, & \text{for } l < x \leq \frac{l+r}{2} \\ 2 \left(\frac{r-x}{r-l} \right)^2, & \text{for } \frac{l+r}{2} < x \leq r \\ 0, & \text{for } r < x \end{cases}$$

1) برنامه ای بنویسید که آن را رسم نماید.

2) مقادیر متفاوت پارامترها را امتحان کنید و نتایج را رسم کنید.

3) Crossover point ها را مشخص کنید.

4) برنامه های مشابهی برای دریافت پارامترها از ورودی و رسم توابع عضویت الف) مثلثی

ب) دوزنقه ای ج) زنگوله ای د) سیگمونی بنویسید.

نکته مهم این است که استفاده از کتابخانه های مربوط به منطق فازی در این تمرین مجاز **نمیباشد**.

تمرین دوم :

در این تمرین هدف طراحی یک سیستم خبره فازی برای تشخیص زمان لازم برای گرم شدن غذا در مایکروویو میباشد.

ورودی های این مسئله شامل موارد زیر است:

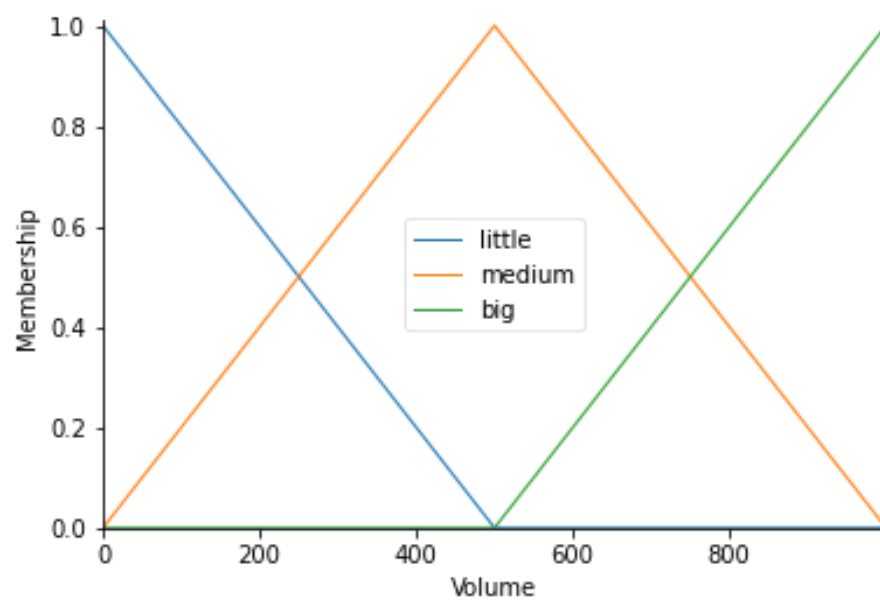
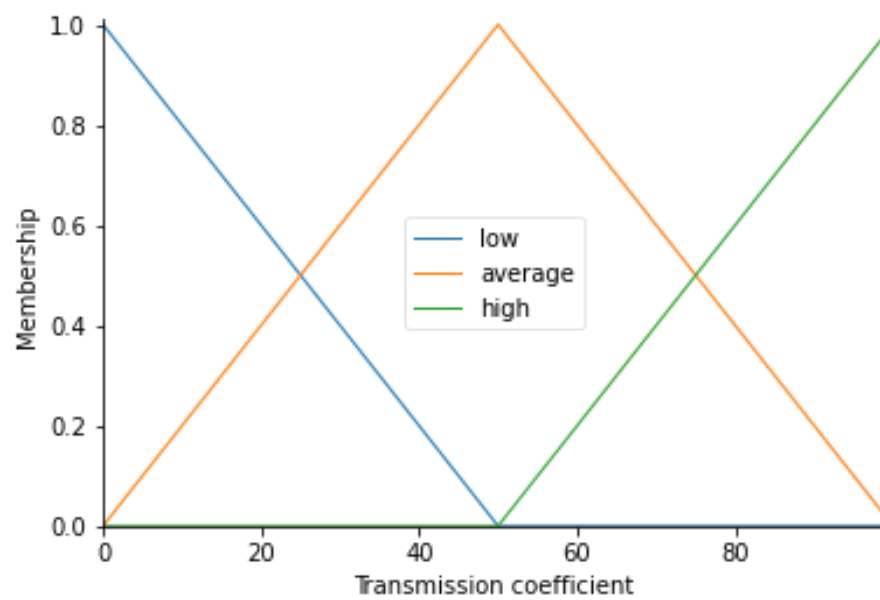
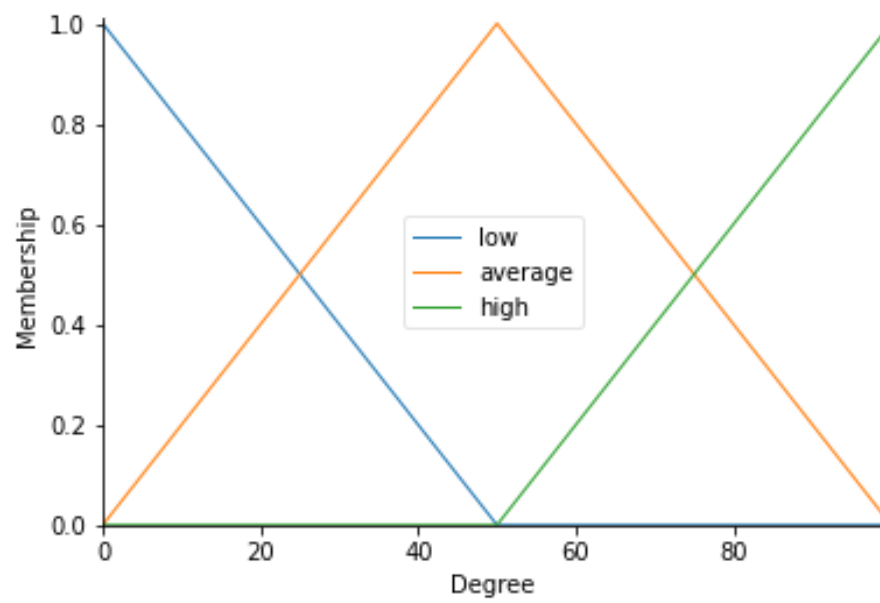
- دمای غذا
- حجم غذا
- ضریب انتقال گرمای ظرف غذا

ورودی ها را به صورت دستی از ورودی بخوانید و در نهایت خروجی مسئله زمان لازم برای گرم شدن غذا را مشخص می کند که در ادامه جزئی تر توضیح داده شده است.

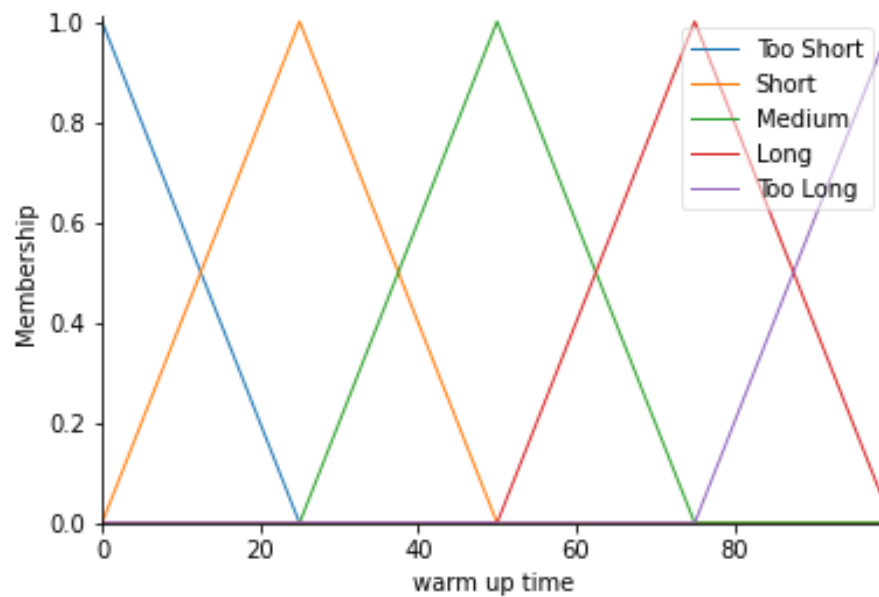
مرحله اول : فازی سازی (Fuzzification)

برای حل مسئله به کمک منطق فازی، لازم است مقادیر از حالت مطلق به فازی (نسبی) تبدیل شوند. به این مرحله Fuzzification یا فازی سازی گفته میشود.

به این منظور میبایست مجموعه های فازی تعریف شوند و طبق تابع تعلق میزان تعلق هر مقدار به مجموعه حساب شود. برای این منظور تابع های تعلق مجموعه های مورد نیاز در شکل های صفحه بعد آمده است :



نمودار خروجی که میزان زمان لازم برای گرم شدن غذا را مشخص میکند هم در شکل زیر آمده است:



برای سادگی کار تابع های تعلق به صورت خطی تعریف شده اند و در پیاده سازی میبایست باتوجه به شکلهای بالا معادله خطوط را به دست آورد. بدیهی است که معادله های بالا معادلات خطوط ساده میباشند که با دو نقطه به دست می آیند.

به عنوان مثال در نمودار دما داریم:

$$\text{if } 0 \leq x \leq 50 \quad \text{membership - function}(\text{low}) = \frac{50-x}{50}$$

$$\text{if } 50 \leq x \leq 100 \quad \text{membership - function}(\text{high}) = \frac{x-50}{50}$$

مرحله دوم: استنتاج (Inference)

در مرحله بعد لازم است مقادیر فازی به دست آمده در قوانین موجود برای حل مسئله بررسی شوند. به این مرحله

Inference گفته میشود. قوانین زیر را باید در نظر بگیرید:

If (degree is low) and (volume is little) and (transmission coefficient is low) then (time is long)

If (degree is low) and (volume is little) and (transmission coefficient is average) then (time is medium)

If (degree is low) and (volume is little) and (transmission coefficient is high) then (time is short)

If (degree is low) and (volume is medium) and (transmission coefficient is low) then (time is medium)

If (degree is low) and (volume is medium) and (transmission coefficient is average) then (time is medium)

If (degree is low) and (volume is medium) and (transmission coefficient is high) then (time is long)

If (degree is low) and (volume is big) and (transmission coefficient is low) then (time is too long)

If (degree is low) and (volume is big) and (transmission coefficient is average) then (time is too long)

If (degree is low) and (volume is big) and (transmission coefficient is high) then (time is long)

If (degree is average) and (volume is little) and (transmission coefficient is low) then (time is short)

If (degree is average) and (volume is little) and (transmission coefficient is average) then (time is short)

If (degree is average) and (volume is little) and (transmission coefficient is high) then (time is short)

If (degree is average) and (volume is medium) and (transmission coefficient is low) then
(time is
medium)

If (degree is average) and (volume is medium) and (transmission coefficient is average) then
(time is
medium)

If (degree is average) and (volume is medium) and (transmission coefficient is high) then
(result is short)

If (degree is average) and (volume is big) and (transmission coefficient is low) then (time is
long)

If (degree is average) and (volume is big) and (transmission coefficient is average) then
(time is medium)

If (degree is average) and (volume is big) and (transmission coefficient is high) then (time is
medium)

If (degree is high) and (volume is little) and (transmission coefficient is low) then (time is
short)

If (degree is high) and (volume is little) and (transmission coefficient is average) then (time is
medium)

If (degree is high) and (volume is little) and (transmission coefficient is high) then (time is too
short)

If (degree is high) and (volume is medium) and (transmission coefficient is low) then (time is
long)

If (degree is high) and (volume is medium) and (transmission coefficient is average) then
(time is
medium)

If (degree is high) and (volume is medium) and (transmission coefficient is high) then (time is
short)

If (degree is high) and (volume is big) and (transmission coefficient is low) then (time is too long)

If (degree is high) and (volume is big) and (transmission coefficient is average) then (time is long)

If (degree is high) and (volume is big) and (transmission coefficient is high) then (time is medium)

فرض کنید داشته باشیم:

TransmissionCoefficient = 80, Volume = 400, Degree = 20

در نتیجه داریم:

MembershipFunction(Degree is low) = 0.6

MembershipFunction(Degree is average) = 0.4

MembershipFunction(Volume is little) = 0.2

MembershipFunction(Volume is medium) = 0.8

MembershipFunction(TransmissionCoefficient is high) = 0.6

MembershipFunction(TransmissionCoefficient is average) = 0.4

حال اگر اعداد را در قوانین جایگذاری کنیم داریم:

If 0.6 and 0.2 and 0.6 then time is short

If 0.6 and 0.2 and 0.4 then time is medium

If 0.6 and 0.8 and 0.6 then time is long

If 0.6 and 0.8 and 0.4 then time is medium

If 0.4 and 0.2 and 0.6 then time is short

If 0.4 and 0.2 and 0.4 then time is short

If 0.4 and 0.8 and 0.6 then time is short

If 0.4 and 0.8 and 0.4 then time is medium

همانطور که می دانید در منطق فازی روشهای مختلفی برای محاسبه عملگرهای اجتماع و اشتراک وجود دارد. در اینجا از روش ماکسیمم و مینیمم استفاده میکنیم. در نتیجه $AND=min$ و $OR=max$ میباشد. به کمک گفته های بالا عبارت های زیر حاصل میشود:

$$\text{Membership(short)} = \min(0.6, 0.2, 0.6) = 0.2$$

$$\text{Membership(medium)} = \min(0.6, 0.2, 0.4) = 0.2$$

$$\text{Membership(long)} = \min(0.6, 0.8, 0.6) = 0.6$$

$$\text{Membership(medium)} = \min(0.6, 0.8, 0.4) = 0.4$$

$$\text{Membership(short)} = \min(0.4, 0.2, 0.6) = 0.2$$

$$\text{Membership(short)} = \min(0.4, 0.2, 0.4) = 0.2$$

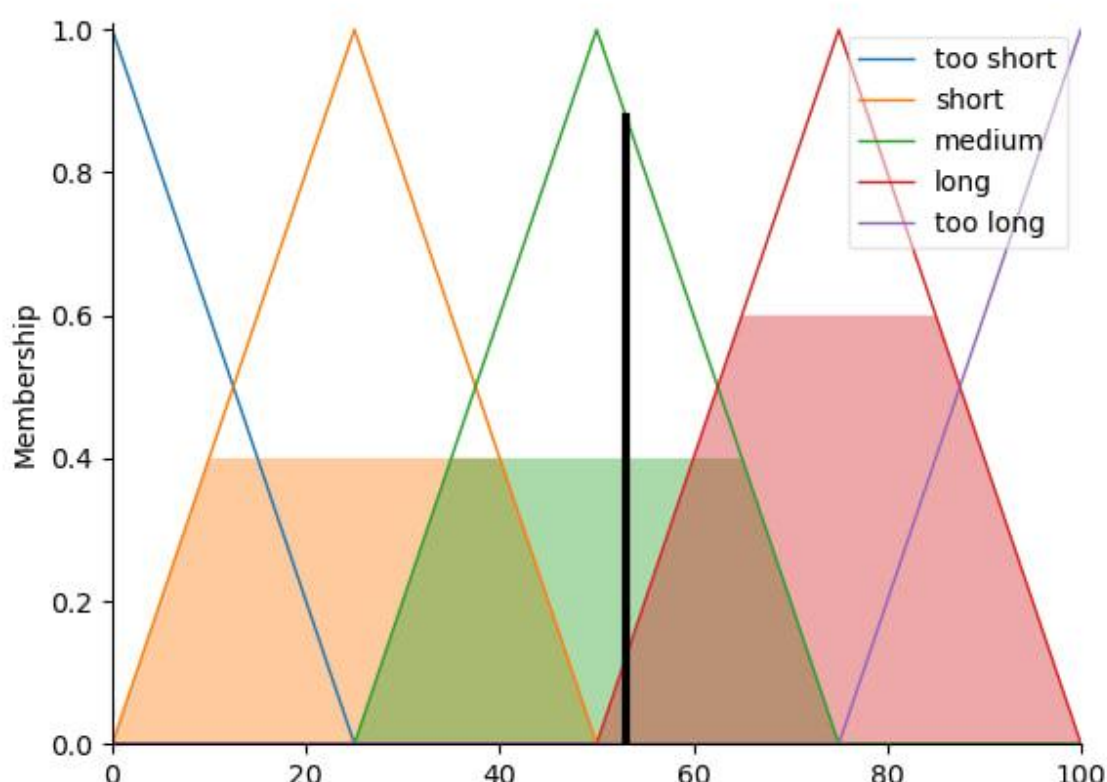
$$\text{Membership(short)} = \min(0.4, 0.8, 0.6) = 0.4$$

$$\text{Membership(medium)} = \min(0.4, 0.8, 0.4) = 0.4$$

مرحله سوم: غیرفازی سازی (Defuzzification)

مرحله آخر Defuzzification نام دارد. در این مرحله به کمک استنتاج های انجام شده مجدد به دنیای مقادیر مطلق برمیگردیم تا جواب را به صورت مقدار مطلق به دست آوریم. برای غیرفازی سازی روش های مختلفی وجود دارد که از مهمترین و پرکاربردترین آنها روش مرکز جرم میباشد.

توجه شود در مواردی ممکن است بیش از دو قانون فعال شوند و ممکن است چندین مجموعه مقدار مطلق داشته باشند. در این موارد باید جواب های به دست آمده را باهم ترکیب کنیم. برای اینکار تمام پاسخ ها را باهم OR میکنیم یا به عبارتی max خروجی تمام قواعد را به دست میآوریم. در مثال بالا خروجی به شکل زیر است:



پس از آنکه تمام قاعده ها را باهم ترکیب کردیم مرکز جرم شکل حاصل شده را به دست می-آوریم. برای محاسبه مرکز جرم استفاده از هر کتابخانه ای و یا روشی مجاز است.

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z) \cdot z \, dz}{\int \mu_C(z) \, dz}$$

● هرگونه کپی کردن باعث عدم تعلق نمره به تمامی افراد مشارکت کننده در آن میشود .(لازم به ذکر است که گروه ها میتوانند یک فایل مشترک ارسال کنند.)

● استفاده از کتابخانه های مربوط به منطق فازی در تمرین اول مجاز نمیباشد .

● پیاده سازی تمرین دوم ،با استفاده از کتابخانه های مربوط به منطق به فازی مشکلی ندارد. (پیاده سازی بدون

استفاده از کتابخانه های مربوط به منطق به فازی نمره اضافی دارد .)

● به همراه هر تمرین گزارشی کوتاه و یک صفحه ای از آن تحویل دهید .

● تمرین ها و گزارش تمرین ها را در قالب فایل فشرده و به فرمت زیر در سایت کونرا ارسال کنید:

HW-[FULLNAME]-[STUDENTID]

موفق باشید