



باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق

۲۵۶۴۵ - علوم اعصاب، حافظه، یادگیری، شناخت - ترم پاییز ۱۴۰۲

۱۴۰۲-۰۳

تمرین سری سوم

۱ مدل FitzHugh-Nagumo و بررسی صفحه فاز و انشعاب

۱,۱ سوال اول

در مدل نورونی فیتزهیو-ناگومو (معادلات زیر)، نقش هر متغیر و پارامتر را شرح دهید.

$$\begin{cases} \dot{V} = V - V^3 - w + I \\ \dot{w} = 0.08(v + 0.7 - 0.8w) \end{cases}$$

۳,۱ سوال دوم

به ازای $I=0.3$ نقاط تعادل سیستم را پیدا کرده و با استفاده از ماتریس ژاکوبین نوع و پایداری آن‌ها را تعیین کنید. آیا این نتیجه با شبیه‌سازی قسمت قبل هماهنگ است؟ (این قسمت را با تحلیل ریاضی معادلات پاسخ دهید).

۴,۱ سوال سوم

با در نظر گرفتن I به عنوان پارامتر انشعاب تغییر رفتار سیستم را به ازای مقادیر مختلف آن بررسی کنید.

۵,۱ سوال چهارم

آیا این مدل نورونی چرخه حدی دارد؟

۶,۱ سوال پنجم

اگر معادله دوم را به صورت زیر تغییر دهیم، آیا برای $a \gg 1$ مدل می‌تواند چرخه حدی داشته باشد؟ برای پاسخ‌تان دلیل ارائه کنید.

$$\dot{w} = a(v + 0.7 - 0.8w)$$

۲ فضای فاز و انشعاب**۱,۲ سوال اول**

انشعاب زین-گره در سیستم $\dot{x} = x^2 - a$ نمودار نقاط تعادل برحسب پارامتر a را رسم کنید. در این نمودار قسمت‌های مربوط به نقاط تعادل ناپایدار را با نقطه‌چین رسم کنید. به این نمودار، نمودار انشعاب می‌گویند.

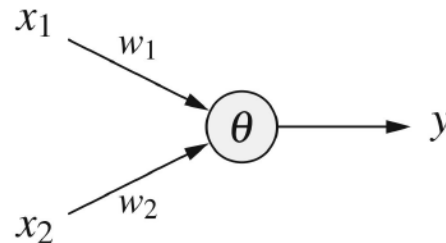
۲,۲ سوال دوم

برای سیستم درجه اول $\dot{x} = f(x)$ استدلال کنید که انشعاب زین-گره زمانی رخ می‌دهد که $f'(x) = 0$ برقرار باشد. می‌توانید از بخش قبل کمک بگیرید.

۳ مدل پرسپترون

۱,۳ سوال اول

شبکه عصبی زیر را در نظر بگیرید. در این شبکه خروجی با تابع زیر تعریف می‌شود.



$$y = \begin{cases} 1 & \mathbf{w}^T \mathbf{x} = \sum_{i=1}^n w_i x_i \geq \theta \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

مقدار وزن‌ها و آستانه را طوری بدست‌آورید که شبکه تابع And منطقی را پیاده‌سازی کند.

۲,۳ سوال دوم

مقدار وزن‌ها و آستانه را طوری بدست‌آورید که شبکه تابع Or منطقی را پیاده‌سازی کند.

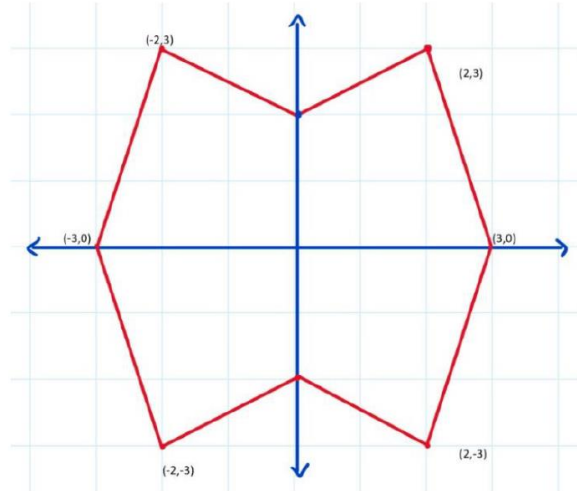
۳,۳ سوال سوم

می‌خواهیم مقادیر وزن‌ها و آستانه را به‌گونه‌ای تعیین کنیم که شبکه تابع XOR را پیاده‌سازی کند. آیا با این شبکه این کار ممکن است؟ علت را توضیح دهید و شبکه‌ای طراحی کنید که معادل با این تابع باشد.

۴ مدل پرسپترون چندلایه

۱,۴ سوال اول - تئوری

یک شبکه از پرسپترون‌های خطی طراحی کنید که X و Y را به عنوان ورودی می‌گیرد و مشخص می‌کند که آیا این نقطه درون شکل زیر قرار می‌گیرد یا نه.



۲,۴ سوال دوم - شبیه‌سازی

شبکه نورونی بدست آمده را در پایتون شبیه سازی کنید و برای ورودی‌های مختلف عملکرد شبکه را نشان دهید.