

به نام خدا



دانشگاه تهران
پردیس دانشکده‌های فنی
دانشکده برق و کامپیوتر



شبکه های عصبی مصنوعی و یادگیری عمیق

تمرین شماره ۳

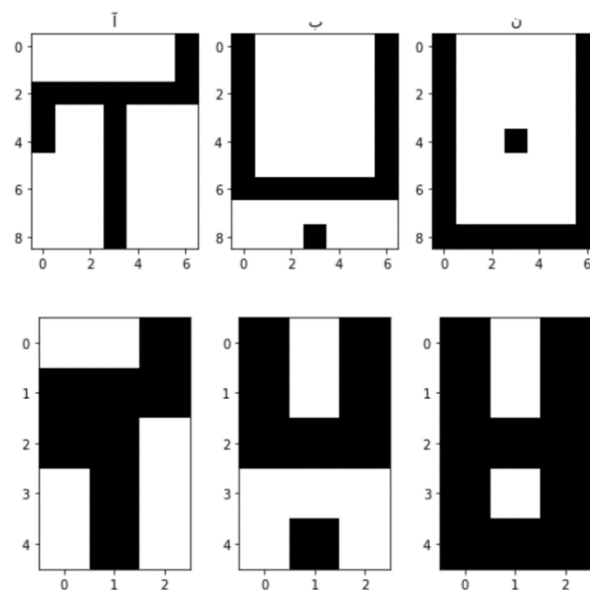
اردیبهشت ۱۴۰۱

فهرست سوالات

- سوال ۱ – Pattern Association using Hebbian Learning Rule ۳
- سوال ۲ – Auto-associative Net ۵
- سوال ۳ – Discrete Hopfield Network ۶
- سوال ۴ – Bidirectional Associative Memory ۷

سوال ۱ – Pattern Association using Hebbian Learning Rule

به کمک Hebbian Learning Rule می‌خواهیم شبکه‌ای را طراحی کنیم که ورودی 9×7 را گرفته و حرف متناظر با ابعاد 5×3 تولید کند. دیتاست این سوال در پوشه Images_Q1 قرار دارد.
توجه: پیکسل‌ها مقدار bipolar دارند.



(۱) الگوریتم Hebbian Learning Rule را توضیح دهید.

(۲) شبکه‌ای طراحی کنید که با گرفتن ورودی 9×7 خروجی 5×3 را تولید کند. وزن‌های شبکه را به کمک Hebbian Learning Rule آپدیت کنید و مقدار آن را به صورت یک ماتریس نشان دهید.

(۳) آیا شبکه شما توانسته خروجی مطلوب هر ورودی را تولید کند؟ خروجی هر ورودی را رسم کنید.

(۴) کوچکترین ابعادی که شبکه می‌تواند ورودی 9×7 را به خروجی مطلوب برساند چیست؟

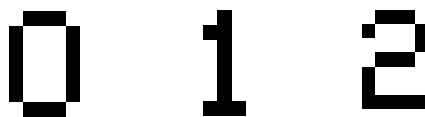
(۵) ورودی 9×7 را با اضافه کردن 20 و 60 درصد noise (تبدیل کردن اعداد +1 و -1 به صورت تصادفی) به شبکه برای هر دو ابعاد خروجی بخش ۲ و ۴ اعمال کنید. خروجی شبکه چیست؟ در چند درصد مواقع خروجی درست تشخیص داده شد؟

۶) ورودی 9×7 را با از بین بردن ۲۰ و ۶۰ درصد اطلاعات (تبدیل کردن اعداد +۱ و -۱ به صورت تصادفی به صفر) به شبکه برای هر دو ابعاد خروجی بخش ۲ و ۴ اعمال کنید. خروجی شبکه چیست؟ در چند درصد مواقع خروجی درست تشخیص داده شد؟

۷) مقاومت شبکه در برابر نویز بیشتر است یا از دست دادن اطلاعات؟ تاثیر ابعاد خروجی بر مقاومت شبکه چیست؟

سوال ۲ – Auto-associative Net

در این سوال تصمیم داریم با استفاده از روش هب به صورت خودانجمنی، عکس‌های قرار گرفته در پوشه‌ی Images_Q2 را به خاطر بسپاریم. توجه فرمایید که هر عکس شامل ۳۵ پیکسل (5×7) است. عکس‌ها را توسط کد خود بخوانید و پیش‌پردازش‌های لازم را برای به خاطر سپاری انجام دهید. (راهنمایی: عکس‌ها را در قالب برداری با ۳۵ درایه متشکل از پیکسل‌های سیاه و سفید درآورده و به تناسب، هر رنگ را به یک یا منفی یک نگاشت کنید).



توجه: در هر گام علاوه بر تحلیل می‌بایست سه تصویر خروجی شبکه، خروجی مطلوب و تصویر ورودی پس از پیش‌پردازش را برای هر عدد نمایش دهید.

۱. وزن‌های شبکه را با استفاده از دو قاعده‌ی Hebbian Learning Rule و Modified Hebbian Learning Rule بدست آورده و گزارش کنید.

۲. کارایی الگوریتم Hebbian Learning Rule با اعمال تصاویر پوشه‌ی Images_Q2 به عنوان ورودی شبکه بررسی کنید.

۳. الف) کارایی الگوریتم Hebbian Learning Rule را بر روی تصاویر پوشه‌ی Images_Q2 با اعمال نویز ۲۰٪ و نیز ۸۰٪ به عنوان ورودی شبکه بررسی کنید. ب) آیا همه‌ی اعداد به یک میزان نسبت به نویز حساس هستند یا خیر؟ دلیل انتخاب بلی یا خیر خود را توضیح دهید. در صورتیکه جواب شما بلی است، حساس‌ترین عدد نسبت به نویز کدام است؟ (برای اعمال نویز کافی است به جای ۱، -۱ و به جای -۱، ۱ قرار دهید)

۴. قسمت الف گام قبل را برای حالتی که داده‌ها از بین رفته باشند (به جای مقادیر ۱ و -۱ صفر قرار گیرد) تکرار کنید.

۵. (امتیازی) در این گام می‌خواهیم تعداد تصاویر را افزایش دهیم. بدین منظور به سراغ پوشه Extra بروید. اگر بررسی کنید مشاهده می‌فرمایید که الگوریتم‌های ذکر شده در گام قبل کارایی مطلوبی را از خود نشان نمی‌دهند. در این گام از شما می‌خواهیم روش شبه معکوس را پیاده کرده و قدرت به‌خاطر سپاری شبکه برای تصاویر موجود در پوشه Extra را با تکرار گام ۳ مورد بررسی قرار دهید. روش را به مختصر شرح دهید. (توجه نمایید به توضیح الگوریتم بدون پیاده‌سازی یا پیاده‌سازی بدون توضیح مختصر الگوریتم نمره ای تعلق نمی‌گیرد).

سوال ۳ - Discrete Hopfield Network

یک عکس از شخصی به شما داده شده است و در این سوال میخواهیم به کمک شبکه Discrete Hopfield Network این چهره شخص را به خاطر بسپاریم. همچنین چند عکس تست هم به شما داده شده که با ورودی دادن به شبکه باید عکس اصلی را برگرداند.

(۱) در مورد Discrete Hopfield Net مختصر توضیح دهید.

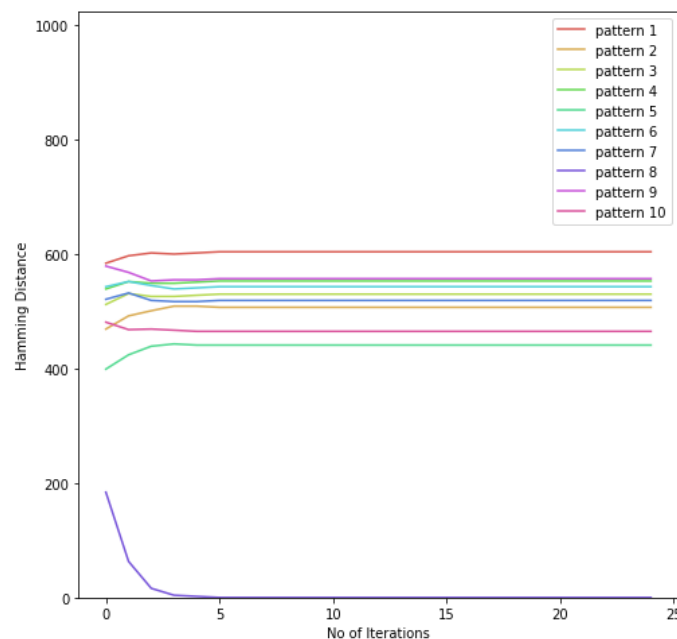
(۲) ابتدا سائز عکس ها را به 64×64 در بیاورید و سپس تصویر حاصل را به فرم Bipolar در بیاورید. (یعنی یک threshold بگذارید و پیکسل هایی با مقدار بیشتر از threshold مقدار 1 و پیکسل هایی با مقدار کمتر از threshold مقدار -1 نسبت دهید). عکس حاصل را در گزارش قرار دهید.

نکته: مقادیر threshold مختلف تست کنید. این threshold مقدار عددی است بین 0 تا 255.

(۳) ماتریس وزن ها را بر اساس تصویر قسمت قبلی بسازید.

(۴) با کمک ماتریس وزن های قسمت ۳ سعی کنید تصویر اصلی را بازیابید. در هر ۵۰ iteration عکس حاصل را چاپ کنید.




(۵) نمودار Hamming Distance per iterations هر تصویر تست را رسم کنید. مثلاً:



سوال ۴ – Bidirectional Associative Memory

در این سوال قصد داریم شبکه BAM را در قالب یک بازی پیاده کنیم تا با یکی از کاربردهای عملی این شبکه آشنا شوید. فرض بفرمایید ۳ شخصیت داریم و به هر شخص یک ویژگی منتسب می‌کنیم. در این بازی می‌خواهیم هرگاه اسم شخصی می‌آید، یاد ویژگی او بیافتیم و همچنین هر زمان که ویژگی تعریف شده ای صدا زده می‌شود، یاد شخصی بیافتیم که آن ویژگی را دارد.

حال اشخاص را با ویژگی‌هایشان معرفی می‌کنیم.

	اسم شخصیت	ویژگی شخصیت
	Clinton	President
	Hillary	FirstLady
	Kenstar	Gentleman

اکنون شروع به حل این بازی با شبکه‌های عصبی می‌کنیم. با توجه به اینکه قرار است با اعمال ورودی، خروجی تداعی شود و خروجی نیز ورودی را، طبیعتاً شبکه‌ی BAM می‌تواند گزینه مناسبی برای حل سوال باشد. اما نکته این است که ما در شبکه‌های عصبی با داده‌های عددی سر و کار داریم. یکی از راه‌حلهایی که آشنا شدیم استفاده از پیکسل‌های تصاویر (حروف اسم و ویژگی) بود اما در این مسئله راه حل ما برای شما این است که به سراغ کدهای اسکی هر یک از حروف بروید.

جدول این کدها را می‌توانید در زیر مشاهده کنید.

LETTER	ASCII VALUES	BINARY VALUES	LETTER	ASCII VALUES	BINARY VALUES
A	65	01000001	A	97	01100001
C	67	01000011	C	99	01100011
D	68	01000100	D	100	01100100
E	69	01000101	E	101	01100101
F	70	01000110	F	102	01100110
G	71	01000111	G	103	01100111
H	72	01001000	H	104	01101000
I	73	01001001	I	105	01101001
J	74	01001010	J	106	01101010
K	75	01001011	K	107	01101011
L	76	01001100	L	108	01101100
M	77	01001101	M	109	01101101
N	78	01001110	N	110	01101110
O	79	01001111	O	111	01101111
P	80	01010000	P	112	01110000
Q	81	01010001	Q	113	01110001
R	82	01010010	R	114	01110010
S	83	01010011	S	115	01110011
T	84	01010100	T	116	01110100
U	85	01010101	U	117	01110101
V	86	01010110	V	118	01110110
W	87	01010111	W	119	01110111
X	88	01011000	X	120	01111000
Y	89	01011001	Y	121	01111001
Z	90	01011010	Z	122	01111010

از مقادیر باینری این کدها معادل با هر حرف استفاده کنید و هر کلمه را بر اساس این مقادیر بازنویسی نمایید. برای سادگی اسم و ویژگی تمامی شخصیت‌ها را به صورت باینری در جدول زیر آورده‌ایم:

X


Clinton	1000011	1101100	1101001	1101110	1110100	1101111	1101110		
Hillary	1001000	1101001	1101100	1101100	1100001	1110010	1111001		
Kenstar	1001011	1100101	1101110	1110011	1110100	1100001	1110010		
Y									
President	1010000	1110010	1100101	1110011	1101001	1100100	1100101	1101110	1110100
FirstLady	1000110	1101001	1110010	1110011	1110100	1001100	1100001	1100100	1111001
Gentleman	1000111	1100101	1101110	1110100	1101100	1100101	1101101	1100001	1101110

۱. ماتریس وزن را بدست آورید و در گزارش مکتوب کنید.

۲. کارایی شبکه در بازیابی اطلاعات از هر دو جهت را بررسی کنید و نتایج را به طور کامل گزارش نمایید.

۳. در این گام به صورت تصادفی ابتدا ۱۰٪ بیت‌ها و سپس ۲۰٪ بیت‌ها برای هر یک از ورودی‌ها در هر دو جهت را نویزی کرده و درصد خروجی درست شبکه را گزارش کنید.
 (دقت کنید که در این گام می‌بایست تشابه را بر اساس تعداد بیت‌های برابر خروجی شبکه و خروجی مطلوب بر حسب درصد گزارش کنید. برای آنکه نتایج شما قابل تعمیم باشد، می‌بایست در یک حلقه‌ی صدتایی این میزان را بررسی کنید و نهایتاً ۶ عدد را به ازای ۱۰٪ نویز تصادفی برای رفت و برگشت و نیز ۶ عدد به ازای ۲۰٪ نویز تصادفی برای رفت و برگشت بر حسب درصد در یک جدول ارائه کنید. همچنین برای اعمال نویز کافی است به جای ۱، -۱ و به جای ۱، -۱ قرار دهید).

۴. حال یک شخصیت دیگر را در کنار سه شخصیت قبلی در آموزش شرکت دهید و بررسی کنید چه تعداد از خروجی‌ها توسط ورودی‌ها و چه تعداد از ورودی‌ها توسط خروجی‌ها قابل بازیابی است؟ آیا کارایی شبکه کاهش یافته است یا خیر؟ دلیل خود را شرح دهید.

	Lewisky	SweetGirl
--	---------	-----------

نکات:

- مهلت تحویل این تمرین ۲۳ اردیبهشت است.
- گزارش را در قالب تهیه شده که روی صفحه درس در Elearn بارگذاری شده، بنویسید.
- گزارش شما در فرآیند تصحیح از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لطفاً تمامی نکات و فرض‌هایی که برای پیاده‌سازی‌ها و محاسبات خود در نظر می‌گیرید را در گزارش ذکر کنید.
- در گزارش خود برای تصاویر زیرنویس و برای جداول هم بالانویس اضافه کنید.
- الزامی به ارائه توضیح جزئیات کد در گزارش نیست. اما باید نتایج بدست آمده را گزارش و تحلیل کنید.
- دستیاران آموزشی ملزم به اجرا کردن کدهای شما نیستند. بنابراین هرگونه نتیجه و یا تحلیلی که در شرح سوال از شما خواسته شده است را به طور واضح و کامل در گزارش بیاورید. در صورت عدم رعایت این مورد، بدیهی است که از نمره تمرین کسر می‌شود.
- در صورت مشاهده تقلب امتیاز تمامی افراد شرکت‌کننده در آن، ۱۰۰- لحاظ می‌شود.
- برای انجام تمرین‌ها و مینی پروژه‌ها، تنها زبان برنامه نویسی مجاز Python است.
- استفاده از کدهای آماده برای تمرین‌ها به هیچ وجه مجاز نیست. اما برای مینی پروژه‌ها فقط برای قسمت‌هایی از کد و به عنوان راهنمایی برای پیاده‌سازی، می‌توانید از کدهای آماده استفاده کنید.
- نحوه محاسبه تاخیر به این شکل است: مهلت ارسال بدون جریمه تا تاریخ اعلام شده و پس از آن به ازای هر روز ۵ درصد نمره کسر خواهد شد و حداکثر تا یک هفته امکان ارسال با تاخیر وجود، پس از بازه تاخیر نمره تکلیف صفر خواهد شد.
- لطفاً گزارش، فایل کدها و سایر ضمایم مورد نیاز را با فرمت زیر در سامانه مدیریت دروس بارگذاری نمایید.

HW3_[Lastname]_[StudentNumber].zip

- در صورت وجود هرگونه ابهام یا مشکل می‌توانید از طریق رایانامه‌های زیر با دستیاران آموزشی مربوطه آقایان دانیال سعیدی (سوالات ۱ و ۳) و عباس بدیعی (سوال ۲ و ۴) در تماس باشید:

saeedi.danial@gmail.com

mohammadh.badie@gmail.com