

به نام خدا



دانشکده مهندسی کامپیوتر

درس هوش محاسباتی

دکتر ناصر مزینی

تمرین سری چهارم

دستیار آموزشی:

ریحانه شاهرخیان

تاریخ تحویل:

۱۴۰۳/۰۹/۲۳

نکات تکمیلی:

۱. پاسخ سؤالات را به صورت کامل در یک فایل PDF و کدهای سؤالات در فرمت ipynb. (همراه با خروجی سلول های نوت بوک) در یک فایل فشرده به شکل HW4_StudentID.zip قرار داده و تا زمان تعیین شده بارگذاری نمایید.
۲. در مجموع تمام پروژه ها، $48 + 72$ ساعت تاخیر در ارسال پاسخ ها مجاز است و پس از آن به ازای هر روز تاخیر ۱۰ درصد از نمره کسر می گردد.
۳. چنانچه دانشجویی پروژه را زودتر از موعد ارسال کند و ۷۵ درصد از نمره را کسب کند، تا سقف ۲۴ ساعت به ساعات مجاز تاخیر دانشجو اضافه می گردد.
۴. حداکثر تأخیر برای ارسال هر تمرین ۵ روز می باشد و بعد از ۵ روز امکان ارسال وجود ندارد.
۵. لازم به ذکر است توضیح کدها و نتایج حاصله باید در فایل PDF آورده شوند و از کد بدون گزارش نمره کسر می شود.
۶. ارزیابی تمرین بر اساس صحیح بودن راه حل، گزارش کامل و دقیق است.
۷. تمرین ها باید به صورت انفرادی انجام شوند و حل گروهی تمرین مجاز نیست.
۸. لطفاً برای انجام تمرین زمان مناسب اختصاص دهید و انجام آن را به روزهای پایانی موکول نکنید.
۹. سؤالات خود را می توانید در گروه مربوطه مطرح نمایید.

سؤال ۱:

یک شبکه هاپفیلد پیاده‌سازی کنید که بتواند الگوهای زیر را به‌خاطر بسپارد: (۲۵ نمره)

$$X1 = [-1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1]$$

$$X2 = [-1, -1, -1, -1, -1, 1, -1, -1]$$

$$X3 = [-1, 1, 1, -1, -1, 1, -1, 1]$$

a. بررسی کنید آیا الگوهای فوق برای شبکه هاپفیلد پایدار هستند یا خیر.

b. قابلیت شبکه را در بازیابی الگوهای ورودی نویزی بررسی کنید. برای این منظور، الگوهای نویزی

زیر که نمونه‌های تغییر یافته‌ای از الگوهای اصلی هستند، تعریف شده‌اند:

$$X1n = [1, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 1]$$

$$X2n = [1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, -1]$$

$$X3n = [1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1]$$

در اینجا:

$X1n$ شامل یک بیت خطا است.

$X2n$ و $X3n$ هر کدام دارای دو بیت خطا هستند.

الگوهای نویزی را به شبکه وارد کنید و عملیات به‌روزرسانی را تا رسیدن به یک نقطه پایدار ادامه دهید.

آیا تمام الگوها به الگوهای اصلی خود همگرا شده‌اند؟

سؤال ۲:

توضیح دهید که چگونه تابع انرژی در شبکه هاپفیلد محدود است و همواره به یک حداقل محلی همگرا می‌شود. همچنین نشان دهید که در هر به‌روزرسانی ناهم‌زمان (asynchronous update)، انرژی شبکه یا کاهش می‌یابد یا بدون تغییر باقی می‌ماند. (۲۰ نمره)

سؤال ۳:

شبکه‌های هاپفیلد، شبکه‌های کوهونن، و پرسپترون‌های چندلایه (MLP) را در زمینه طبقه‌بندی ارقام دست‌نویس مقایسه کنید. توضیح دهید که چگونه هر یک از این شبکه‌ها می‌توانند برای تشخیص الگو در تصاویر رقمی به کار گرفته شوند. همچنین تفاوت‌های روش‌های آموزشی، قابلیت ذخیره و بازیابی الگو، توانایی تعمیم، و

کارایی محاسباتی آنها را تحلیل کنید. در نهایت، نقاط قوت و ضعف هر روش را در حل این مسئله بررسی کنید.
(۱۵ نمره)

سؤال ۴:

در این سؤال هدف این است که با استفاده از قانون یادگیری هب (Hebbian)، یک شبکه هاپفیلد را آموزش دهید. برای انجام این تمرین، به نوت‌بوک پیوست مراجعه کرده و بخش‌های خواسته‌شده را تکمیل کنید.
(۴۰ نمره)

موفق باشید.