

باسمه تعالی

دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی برق



۲۵۶۴۵ - علوم اعصاب یادگیری، حافظه، شناخت - بهار ۹۹ - ۱۳۹۸

تمرین سری پنجم: شبکه‌های عصبی (قسمت تئوری)

موعد تحویل: جمعه ۲۰ تیر، ساعت ۲۳:۵۵

توضیحات

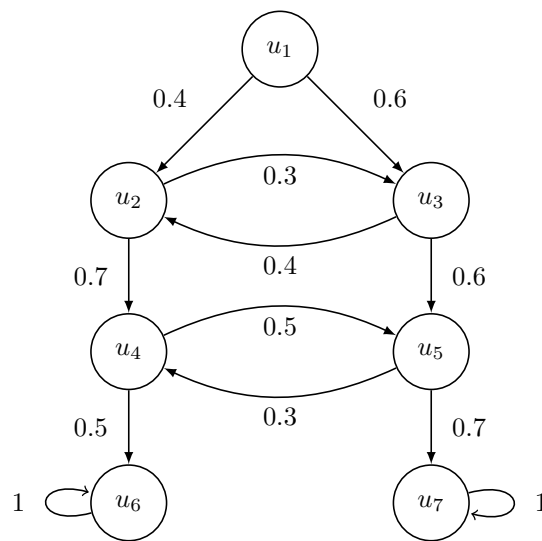
- هدف از تمرین سری پنجم و ششم، آشنایی بیشتر با شبکه‌های عصبی و نحوه‌ی پیاده‌سازی ساده‌ترین انواع این شبکه‌ها می‌باشد. برای این منظور، کتاب Computational Intelligence; A Methodological Introduction در کنار صورت این تمرین در اختیار شما قرار گرفته است. آنچه در این دو تمرین مد نظر است، فصل چهارم این کتاب، و قسمت‌های ۱، ۴، و ۵ از فصل پنجم آن است و با توجه به نکاتی که از مقدمات شبکه‌های عصبی در اسلایدهای درس دیده‌اید، می‌توانید این قسمت‌ها را مستقیماً و بدون نیاز به بررسی فصول ابتدایی کتاب مورد مطالعه قرار دهید. سؤالاتی که در این تمرین پرسیده شده‌اند، به ترتیب و تنها از قسمت‌های مذکور این کتاب طرح شده‌اند. سعی کنید این بخش‌ها را به دقت مطالعه کنید و مطالب بیان‌شده در آن‌ها را به خوبی درک کنید تا علاوه بر آمادگی برای قسمت عملی تمرین، فهم خود را از چگونگی عملکرد شبکه‌های عصبی - که امروزه به عنوان یک ابزار فراگیر در حوزه‌های مختلف علوم مورد استفاده قرار می‌گیرند - عمیق‌تر کنید.
- پاسخ تمرین را در قالب یک فایل با فرمت pdf ذخیره کرده و در سامانه‌ی CW آپلود کنید. نام‌گذاری این فایل حتماً به صورت HW05_StudentNumber.pdf باشد که در آن، به جای Studen_Number شماره‌ی دانشجویی خود را می‌نویسید.
- سؤالات خود در مورد تمرین را از طریق آدرس ایمیل afsharrad.a@gmail.com مطرح کنید.

۱. شبکه‌ی عصبی مصنوعی^۱ را به صورت دقیق تعریف کنید. اجزای این شبکه و توابعی که در آن موجود هستند را نیز (با توضیحی مختصر در مورد هر یک) ذکر کنید.

۲. مطابق توضیحات کتاب، ماتریس شبکه‌ی عصبی نشان داده شده در شکل ۱ را تشکیل دهید. شکل کلی این ماتریس به صورت

$$\begin{pmatrix} w_{u_1u_1} & w_{u_1u_2} & \dots & w_{u_1u_7} \\ w_{u_2u_1} & w_{u_2u_2} & \dots & w_{u_2u_7} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{u_7u_1} & w_{u_7u_2} & \dots & w_{u_7u_7} \end{pmatrix}$$

خواهد بود.



شکل ۱

۳. ساختار داخلی یک نورون از یک شبکه‌ی عصبی را - در کلی‌ترین حالت ممکن - شرح دهید.

۴. منظور از فاز ورودی^۲ و فاز کاری^۳ در محاسبات یک شبکه‌ی عصبی چیست؟

۵. منظور از یک ترتیب توپولوژیک^۴ در شبکه‌ی عصبی چیست؟ چنین مفهومی در کدام نوع از شبکه‌های عصبی قابل تعریف است؟

۶. جدول ۲-۴ کتاب را در نظر بگیرید. با اندکی دقت به وضوح این جدول اشتباه است (به نظر می‌رسد که هنگام تایپ کردن کتاب، به اشتباه جدول ۱-۴ را به صورت تکراری در محل جدول ۲-۴ نیز قرار داده‌اند). شکل صحیح این جدول را محاسبه کنید و ده سطر ابتدایی آن را در گزارش ذکر کنید.

۷. منظور از یک فرآیند یادگیری معین^۵ در یک شبکه‌ی عصبی چیست؟ در این حالت تعریف خطا در شبکه‌ی عصبی به چه صورت انجام می‌شود؟

۸. منظور از یک فرآیند یادگیری آزاد^۶ در یک شبکه‌ی عصبی چیست؟ تفاوت آن با فرآیند یادگیری معین چه می‌باشد؟ چرا نمی‌توان در این حالت معیاری مشابه با حالت قبلی برای خطا تعریف کرد؟ آیا می‌توانید روشی برای سنجش خطا و چگونگی عملکرد شبکه‌ی عصبی در این حالت پیشنهاد دهید؟

¹artificial neural network

²input phase

³work phase

⁴topological ordering

⁵fixed learning task

⁶free learning task

۹. منظور از یک پرسپترون r لایه‌ای^۷ چیست؟ تعریف دقیق ریاضی آن را بیان کنید.
۱۰. تعریف کلی یک تابع سیگموئید^۸ چیست؟ سه مثال از توابع سیگموئید بزنید که به ترتیب ناپیوسته، پیوسته و مشتق‌ناپذیر، و مشتق‌پذیر باشند.
۱۱. گیت فردکین^۹ چیست؟
۱۲. چرا طراحی یک شبکه‌ی عصبی چندلایه با توابع فعال‌سازی و خروجی خطی موضوعیتی ندارد؟
۱۳. ایده‌ی کلی روش گرادیان کاهشی^{۱۰} در حل یک مسأله‌ی بهینه‌سازی چیست؟ آیا این روش برای توابع مشتق‌ناپذیر قابل استفاده است؟
۱۴. منظور از یادگیری دسته‌ای^{۱۱} و یادگیری برخط^{۱۲} و تفاوت این دو را بیان کنید.
۱۵. قاعده‌ی ریاضی به‌روزرسانی وزن‌های یک شبکه‌ی عصبی برای نوروهای لایه‌ی آخر چیست؟ چه مشکلی باعث می‌شود نتوان دقیقاً با همین قاعده، وزن لایه‌های میانی یک شبکه‌ی عصبی را نیز به‌روزرسانی کرد؟
۱۶. روش انتشار رو به عقب^{۱۳} چگونه مشکل مذکور در پرسش قبل را حل می‌کند؟ قاعده‌ی ریاضی به‌روزرسانی وزن‌های لایه‌های میانی در یک شبکه‌ی عصبی چیست؟
- تذکر: برای دو پرسش آخر، نیازی نیست چگونگی محاسبه‌ی روابط به‌روزرسانی وزن‌ها را ذکر کنید و کافی است تنها جواب آخر را بیان کنید؛ با این حال اکیداً توصیه می‌شود که روش به دست آوردن آن‌ها را به دقت مطالعه کنید و سعی کنید آن را درک کنید. این کار فهم شما از چگونگی عملکرد شبکه‌های عصبی را به شدت تحت تأثیر قرار خواهد داد.

^۷r-layer perceptron^۸sigmoid function^۹Fredkin gate^{۱۰}gradient descent^{۱۱}batch learning^{۱۲}online learning^{۱۳}backpropagation