



## TAKE HOME PROBLEM

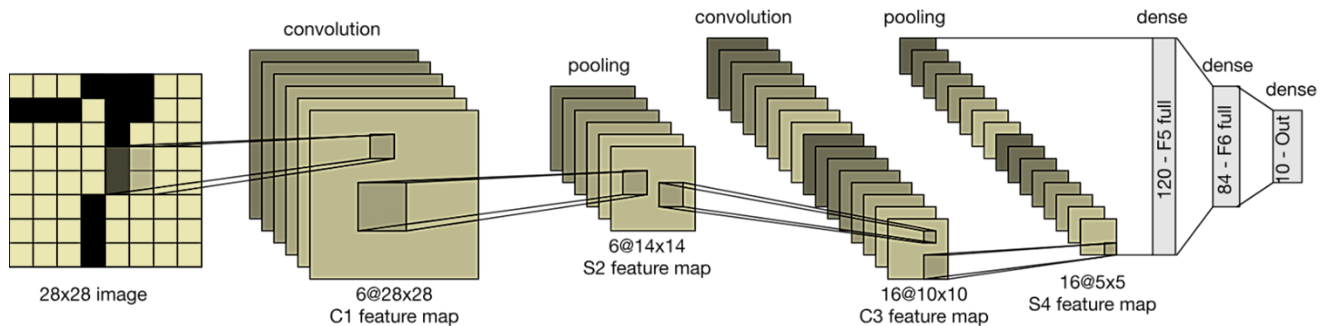
DATE DUE: TIR 06, 1403

### تمارین برنامه نویسی پایتون و پایتورچ: یادگیری نظارت شده

بر اساس آیتم‌های چندگانه زیر کد خود را در یک فایل Jupyter Notebook بصورت مدون آماده‌سازی و به همراه یک گزارش کوتاه ارسال نمایید. در این تکلیف استفاده از کتابخانه‌های زیر مجاز می‌باشد:

**Math, Numpy, Scipy, Matplotlib, Sklearn, Pytorch**

مدل LeNet زیر که برای تشخیص ارقام دستنویس MNIST ارائه شده است را در نظر بگیرید که در آن تمامی توابع فعالساز از جنس GeLU هستند.



1- **Model Generation**: تابعی با نام `get_LeNet()` بنویسید که ورودی‌های زیر را با مقادیر اولیه مشخص شده بگیرد و مدل LeNet را با مشخصات مربوطه تولید کند. توجه شود که نام تک تک لایه‌ها در تعریف به کمک Pytorch تعیین گردد. یک خروجی از تابع نگارش شده در این قسمت بگیرید.

- ورودی‌ها:

- `convFMs={‘c1’: 6, ‘c3’: 16}`
- `AFs={‘Hidden’: ‘GeLU’, ‘Output’: ‘Sigmoid’}`
- `pooling= ‘Max pooling’`
- `initializer= ‘HeNormal’ (kaiming-normal)`
- `num_classes=10`

- خروجی:

- `model`



## Deep Learning

Instructor: Dr. Reza Rasti

Email: [Machinelearning.ui@gmail.com](mailto:Machinelearning.ui@gmail.com)

۲- **Model Training**: تابعی با نام `tr_model()` بنویسید که ورودی‌های زیر را با مقادیر اولیه مشخص شده بگیرد و مدل `LeNet` آموزش یافته را به همراه تاریخچه تغییرات خطای آموزش/ارزیابی مدل به خروجی ببرد. لازم است منحنی `loss-epoch` برای آموزش و ارزیابی در یک منحنی نیز به عنوان خروجی دیگر مدل، ترسیم گردد.

- ورودی‌ها:

- `model`
- `tr_Data`
- `val_Data`
- `max_epochs=50`
- `batch_size=128`
- `optimizer= 'adam'`
- `lr=0.001`
- `loss= 'cross-entropy'`

- خروجی‌ها:

- `optimized_LeNet`
- `History={'Train': Tr_Error_List, 'Validation': Val_Error_List }`
- `+ tr/val loss-epoch figure plot`

بس از فراخوانی پایگاه داده‌ی `MNIST` دادگان آموزشی و آزمایش را در بازه `0.5` تا `-0.5` نرمالسازی نموده و یک خروجی از تابع نگارش شده در این قسمت بگیرید. دقت بفرمایید بخش آموزش و آزمایش این پایگاه داده مجزاست لذا برای ارزیابی (`val`) مدل در حین آموزش می‌توانید `1000` نمونه‌ی پایانی مجموعه‌ی داده‌ی `train` را مورد استفاده قرار دهید.



## Deep Learning

Instructor: Dr. Reza Rasti

Email: [Machinelearning.ui@gmail.com](mailto:Machinelearning.ui@gmail.com)

۳- **Model Evaluation**: تابعی با نام `eval_model()` بنویسید که ورودی‌های زیر را بگیرد و معیارهای Accuracy, Precision, Recall و AUC را برای عملکرد مدل فوق در یک جدول ترسیم کند.

- ورودی‌ها:

- `model`
- `te_Data`

- خروجی:

- `accuracy`
- `precision`
- `recall`
- `AUC`
- `+ table print`

با فراخوانی داده‌ی MNIST آزمایش در بالا (`te`) یک خروجی از تابع نگارش شده در این قسمت بگیرید.

### ۴- Normalization Layer Impact Exploration

در این سوال قصد داریم اثر نوع روش نرمال‌سازی نسبت به `Batch-size` را بر روی عملکرد مدل بررسی کنیم. برای این منظور از سه روش نرمال‌سازی زیر استفاده کنید: (۱) بدون نرمال‌سازی (`None`), (۲) `Batch Normalization` و (۳) `Group Normalization`. این روش‌ها را در مختصات درستی از معماری شبکه همراه با دلایل کافی اعمال نموده و این آزمایش‌ها را با `Batch-size`های مختلف انجام دهید: ۲، ۸، ۳۲ و ۱۲۸.

- برای هر ترکیب از روش نرمال‌سازی و `Batch-size`، مدل را آموزش دهید و معیارهای `eval_model()` نهایی آن را روی داده‌های `Test` محاسبه کنید. نتایج آزمایش‌های خود را در یک `plot` چنگانه نشان دهید. (هر `subplot` باید شامل روش نرمال‌سازی، `Batch-size` و یکی از معیارهای عملکردی مدل باشد).

- تاثیر هر روش نرمال‌سازی را بر عملکرد مدل توضیح دهید.

- تاثیر `Batch-size` را بر عملکرد مدل برای هر روش نرمال‌سازی توضیح دهید.





## **Deep Learning**

Instructor: Dr. Reza Rasti

Email: [Machinelearning.ui@gmail.com](mailto:Machinelearning.ui@gmail.com)

- به طور کلی، کدام روش نرمال‌سازی بهترین عملکرد را نشان داده است؟ آیا Batch-size تاثیر معناداری بر صحت مدل داشته است؟ توضیح دهید.

❖ نکات:

- تنها از ۱۰۰۰ تصویر اول در بخش **train** دادگان برای آموزش مدل بهره ببرید. از بخش‌های دیگر دیتا (val/test) بطور کامل می‌توانید استفاده کنید.
- هر بار که مدل را آموزش می‌دهید، سعی کنید سایر عوامل (مانند تعداد epochها، نرخ یادگیری و ...) ثابت بمانند تا تنها تاثیر روش نرمال‌سازی و Batch-size بررسی شود. (مشخصات مسئله‌ی ۲ را ملاک عمل قرار دهید).
- برای هر ترکیب از روش نرمال‌سازی و Batch-size، حداقل سه بار آزمایش را تکرار کنید و میانگین صحت نهایی را گزارش کنید تا نتایج قابل اعتمادتر باشند.

**پیروز و تندرست باشید.**