

جامعة دمشق – كلية الهندسة المعلوماتية

السنة الرابعة - قسم الذكاء الصناعي

عملي شبكات عصبونية

تصميم وتنفيذ مكتبة Mini Neural Network

الهدف :

بناء مكتبة لتصميم شبكة عصبونية مصغرة mini neural network تشبه في بنيتها المكتبات الشهيرة TensorFlow, Pytorch لكن بشكل أبسط يهدف لفهم:

كيفية عمل الشبكات العصبونية من الداخل

كيف تتم عمليات الانتشار الأمامي Forward

كيف يتم حساب المشتقات الجزئية لتابع الخسارة بالنسبة للأوزان في الانتشار الخلفي Backpropagation

كيف تُحدَّث الأوزان باستخدام خوارزميات الأمثلة المختلفة Optimizers

تقنيات التدريب المختلفة للمساعدة في بناء شبكة عصبونية متينة train robust neural networks

طريقة البحث عن أفضل قيم لل hyperparameter

كيف يمكن تصميم إطار (Framework) يساعد على بناء أي شبكة عصبونية بسهولة

المطلوب :

تصميم وتنفيذ بنية structure لمكتبتك والمكونة من مجموعة من الصفوف classes الأساسية وبكل صف التوابع المناسبة له بحيث يمكن استخدامها لاحقاً في بناء أي شبكة عصبونية باستخدام لغة البرمجة python والاستفادة من المكتبات الخارجية الأساسية فقط مثل numpy.

البنية المقترحة :

بما أن الشبكة العصبونية عبارة عن مجموعة طبقات متسلسلة والبيانات تتدفق خلالها، وفي كل طبقة تُنفَّذ مجموعة من العمليات الحسابية مثل (matrix multiplication, element-wise operations) وتُطبق هذه العمليات في مرحلة الانتشار الأمامي forward والانتشار الخلفي backward .

لذا سنعرّف الصفوف الأساسية التالية:

(1) صف (Base Class) Layer

يمثل أي طبقة في الشبكة ويحتوي على توابع مجردة:

Forward 

Backward 

(2) صف لطبقة Dense (Affine)

لتنفيذ العمليات الحسابية من نوع $\text{matrix multiplication (input + weight)}$ والعملية الحسابية $\text{element wise addition for BiasAdd}$ في حالة الانتشار الامامي والخلفي

(3) مجموعة من الصفوف لطبقة ال Activation ومنها :

Linear Class 

Relu Class 

Sigmoid Class 

Tanh Class 

..... 

لتنفيذ العمليات الحسابية من نوع (Elements Wise Operation) في حالة الانتشار الامامي والخلفي

(4) مجموعة من الصفوف للطبقة الاخيرة في الشبكة ومنها:

MeanSquaredError class 

SoftmaxCrossEntropy class 

(5) صفوف لطبقات اضافية (لتحسين وتسريع تدريب الشبكة سيتم شرحها خلال المحاضرات القادمة لمن لم يأخذها بعد)

Dropout class

BatchNormalization class

(6) صفوف Optimizers التي تستخدم اثناء التدريب في الجزء المتعلق بتحديث الاوزان ومنها

Class SGD

Class Adam

Class Adagrad

Class Momentum

.....

يجب ان يحتوي كل صف على تابع لتحديث الاوزان `update(params, grads)`

لذا يفضل بناء كلاس مجرد اسمه مثلا `Optimizer` يحوي تابع مجرد `update` وكل صف ابن يرث منه

(7) صف `NeuralNetwork` الذي يمثل الشبكة العصبونية أي مجموعة الطبقات مع بعضها (الدخل + المخفية + الخرج)

يحوي على مجموعة من التوابيع المهمة

`init_weight` لتهيئة اوزان الشبكة

`predict` لحساب خرج الشبكة

`Loss` لحساب مقدار الخسارة

`Accuracy` لحساب دقة الشبكة

`Gradient` لحساب المشتقات الجزئية بالنسبة لمعاملات الشبكة `parameters`

.....

(8) صف Trainer يستخدم هذا الكلاس لتدريب الشبكة بالاعتماد على نوع ال Optimizer المستخدم وقيم ال gradient المحسوبة نقوم بتحديث بارامترات الشبكة في كل خطوة تدريب train_step وايضا يتم حساب دقة الشبكة على بيانات التدريب وبيانات الاختبار

يحتوي على مجموعة من التوابع منها:

Train_step
Fit
.....

(9) صف Hyperparameter Tuning والذي يستخدم لضبط قيم hyperparameters

learning rates, batch sizes , number of epoch , number of layer, Optimizer Type , size of layer(number of neurons or units inside layer), Dropout rate,Activation function,....

اختبار مكتبتك :

بناء شبكة عصبية بسيطة باستخدام المكتبة التي صممتها مثلا شبكة

Dens > Sigmoid > BatchNorm > Dense > Relu > Dense > SoftmaxWithLoss

وتدريبها على اي بيانات بسيطة مثل Iris , digit ,....

ملاحظات:

ليس من الضرورة ان تنقيد بالبنية المقترحة في حال قمت بتصميم بنية أخرى تقوم بنفس الهدف وتقوم

بالمطلوب ومن دون استخدام مكاتب خارجية

يمكن الاضاقه والتحسين على البنية المقترحة بما تراه مناسباً

اسم المكتبة هو YourlastnameMiniNN

يمكن تنظيم الملفات والصفوف كما تشاء، بشرط أن تكون البنية النهائية واضحة، وقابلة لإعادة الاستخدام، وسهلة الفهم عند التقييم.

يجب أن تكون البنية واضحة وقابلة للتوسّع (سهولة اضافة طبقات اخرى لاحقا)، ويمكن استخدامها لبناء أي شبكة عصبية.

أمور تنظيمية:

الوظيفة فردية

سيتم فحص الكود على أدوات كشف التشابه وعند وجود تشابه فوق عتبة محددة سيتم تصفير الكود

المتشابه

اي كود يثبت توليده من خلال ادوات generative ai مثل GPT,Deepseek,..... سينال علامة الصفر

التسليم 28 / 12 / 2025، على الرابط التالي: <https://forms.gle/bRjvMCQppuGaaM3H7> ، والمقابلات

يُحدد موعدها لاحقاً.

بالتوفيق والنجاح للجميع

مدرسو العملي