مشروع نهاية الفصل 8

مقرر Deep Learning — Recurrent Neural Networks — RNN على صفوف الأرقام

الهدف: تقرا كل صورة كتسلسل من ٨ صفوف بـ RNN وتشوف إن الترتيب فارق، وتجرّب leaky state.
الأدوات: Python مع numpy وscikit-learn، وتقدر تشغّل الكود في Google Colab المجاني.

الداتا: sklearn.datasets.load_digits (١٧٩٧ صورة ٨×٨، ١٠ أرقام). مصدرها UCI. مدمجة في scikit-learn.

الأسئلة العملية

1 جهّز (Prepare)

- قسّم digits ٨٠/٢٠ واعتبر كل صف خطوة.

2 RNN (RNN)

- h = tanh(x Wx + h Wh) بأوزان عشوائية ثابتة (hidden = 64).

3 Classifier (Classifier)

- LogisticRegression على آخر hidden state.

4 قارن (Compare)

- قارن بمتوسط الصفوف (من غير ترتيب) وبنسخة leaky (leak = 0.5).

بونس

- بونس: اعكس ترتيب الصفوف واطبع الدقة.
- بونس: غيّر hidden لـ 16 و 128.

أسئلة تفكير (اكتب إجابة في سطرين)

1. ليه متوسط الصفوف أضعف؟
2. إيه اللي بتضيفه البوابة؟

ماذا تسلّم؟

- ملف الكود (أو notebook) بيشتغل من الأول للآخر.
- فقرة قصيرة (٥ أسطر) بتلخّص النتيجة وإيه اللي اتعلمته.

الحل النموذجي

جرّب بنفسك الأول، وبعدين قارن. الأرقام الحقيقية في النتيجة تحت.

الكود

```
# dataset ships inside scikit-learn (no download needed)
import numpy as np
from sklearn.datasets import load_digits
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.linear_model import LogisticRegression

X, y = load_digits(return_X_y=True)
X = X / 16.0
Xtr, Xte, ytr, yte = train_test_split(X, y, test_size=0.2, random_state=0)
rng = np.random.default_rng(0)
H = 64
Wx = rng.normal(0, 0.5, (8, H))
Wh = rng.normal(0, 1 / np.sqrt(H), (H, H)) * 0.9

def features(Z, leak=None):
    S = Z.reshape(-1, 8, 8)
    h = np.zeros((len(S), H))
    for t in range(8):
        new = np.tanh(S[:, t] @ Wx + h @ Wh)
        h = new if leak is None else (1 - leak) * h + leak * new
    return h

def score(f):
    m = LogisticRegression(max_iter=1000).fit(f(Xtr), ytr)
    return m.score(f(Xte), yte)

print('RNN last state :', round(score(features), 3))
print('leaky RNN      :', round(score(lambda Z: features(Z, 0.5)), 3))
print('mean of rows   :', round(score(lambda Z: Z.reshape(-1, 8, 8).mean(1)), 3))
```

النتيجة

```
RNN last state : 0.875
leaky RNN      : 0.9
mean of rows   : 0.481
```

ملاحظات على الإجابات

- متوسط الصفوف بيرمي معلومة الترتيب، والـ RNN بتحتفظ بيها في الـ hidden state.

- الـ leak هنا ثابت مش متعلّم، فهو تقريب لفكرة بوابة الـ update.

Credits: topic follows the matching chapter of Dive into Deep Learning (d2l.ai, CC BY-SA 4.0). Questions, code and explanations are original.