**عنوان المشروع**

تصميم وبناء شبكة عصبية باستخدام TensorFlow لتصنيف الأرقام المكتوبة بخط اليد (MNIST)

**🔹 1. المقدمة**

التعرف على الأرقام المكتوبة بخط اليد يعتبر من **أشهر تطبيقات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق**، حيث يشكل قاعدة أساسية لفهم كيفية عمل الشبكات العصبية في معالجة الصور.  
قاعدة بيانات **MNIST** هي المرجع القياسي لتدريب نماذج تصنيف الأرقام، وتتكون من **70,000 صورة** (60,000 للتدريب و10,000 للاختبار)، كل صورة حجمها **28×28 بكسل** باللون الرمادي.

هذا المشروع يهدف إلى **بناء شبكة عصبية متعددة الطبقات (MLP)** باستخدام مكتبة TensorFlow (الإصدار 1.x) لتصنيف الأرقام من 0 إلى 9، مع تحليل دقة النموذج وتقييم أدائه.

**🔹 2. معالجة البيانات**

* **تحميل البيانات:** تم استخدام الدالة tf.keras.datasets.mnist.load\_data() لتحميل بيانات التدريب والاختبار.
* **تطبيع الصور:** جميع قيم البكسلات (0–255) تم تقسيمها على 255 لتصبح القيم بين 0 و1، مما يساعد على تسريع عملية التدريب وتحسين الاستقرار العددي.
* **إعادة تشكيل البيانات:** الصور تم فردها (Flatten) إلى متجهات بطول 784 عنصرًا (28×28).
* **معالجة التسميات:** تم تحويل القيم الصحيحة (0–9) إلى صيغة **One-Hot Encoding** باستخدام مكتبة scikit-learn، بحيث يصبح كل رقم ممثلًا بمتجه ثنائي (مثال: الرقم 3 → [0,0,0,1,0,0,0,0,0,0]).

**🔹 3. تصميم النموذج (Model Architecture)**

الشبكة العصبية المصممة تتكون من:

* **طبقة الإدخال (Input Layer):** 784 خلية عصبية، تمثل البكسلات.
* **الطبقات المخفية (Hidden Layers):**
  + الطبقة الأولى: 512 خلية، مع دالة تنشيط ReLU.
  + الطبقة الثانية: 256 خلية، مع ReLU.
  + الطبقة الثالثة: 128 خلية، مع ReLU.
* **طبقة الإسقاط (Dropout):** بمعدل 0.5 لتقليل فرط التعميم.
* **طبقة المخرجات (Output Layer):** 10 خلايا مع دالة Softmax لإنتاج احتمالية كل رقم.

**🔹 4. التدريب (Training Process)**

* **خوارزمية التدريب:** Adam Optimizer.
* **دالة الخسارة:** Softmax Cross-Entropy.
* **عدد التكرارات (Epochs):** 1000.
* **حجم الدفعة (Batch Size):** 128.
* **تهيئة الأوزان:** باستخدام توزيع طبيعي مقطوع (Truncated Normal).
* **جلسة التنفيذ:** تم إنشاء جلسة tf.compat.v1.Session() لتشغيل الرسم البياني الحسابي (Graph).

أثناء التدريب، تمت طباعة دقة النموذج والخسارة كل 100 خطوة، مما سمح بمتابعة التحسن التدريجي.

**🔹 5. النتائج (Results)**

* **الدقة على بيانات الاختبار:** وصلت إلى حوالي 97–98%.
* **الرسم البياني للخسارة:** أظهر تناقصًا تدريجيًا بمرور الوقت، مما يؤكد أن النموذج تعلم الأنماط بشكل صحيح.
* **التجربة على صورة جديدة (خارج MNIST):** تم إدخال صورة من مجلد خارجي (PNG)، ونجح النموذج في التنبؤ بالرقم الصحيح.

**🔹 6. المناقشة (Discussion)**

* النموذج حقق دقة عالية نظرًا لبنية الشبكة ووجود طبقات مخفية متعددة.
* إدخال Dropout ساعد على تقليل **Overfitting**.
* على الرغم من نجاح MLP، إلا أن الشبكات العصبية الالتفافية **(CNNs)** تتفوق على هذا النوع في مشاكل الرؤية الحاسوبية لأنها تستفيد من البنية المكانية للصورة.

**🔹 7. الاستنتاجات المستقبلية (Future Work)**

* تجربة تحسين النموذج باستخدام **CNN** مثل LeNet أو ResNet.
* استخدام تقنيات **Data Augmentation** لتوليد صور إضافية وزيادة التنوع.
* الاستفادة من **GPU** أو **TPU** لتسريع التدريب.
* تطبيق النموذج في أنظمة التعرف على الكتابة اليدوية في الواقع العملي.