

Praktikum 03: Neuronale Netze & Optische Schrifterkennung

In der Vorlesung haben Sie gelernt, dass Neuronale Netze besonders stark darin sind, komplexe, nicht-lineare Muster in Daten zu erkennen.

In diesem Praktikum wenden wir diese Stärke auf ein reales Problem an: Computer Vision (Bilderkennung). Sie werden eine KI trainieren, die handgeschriebene Ziffern (0 bis 9) erkennt. Solche Systeme werden beispielsweise zur automatischen Briefsortierung oder beim Einscannen von Dokumenten eingesetzt.

Wir lassen dabei das klassische Modell aus der Vorwoche (Entscheidungsbaum) gegen ein Neuronales Netz antreten, um zu sehen, welches Modell bessere Ergebnisse erzielt.

Vorbereitung

1. Laden Sie die Dateien `lab-03-numbers-training.csv` und `lab-03-numbers-predict.csv` von der Webseite <http://drumm.sh/is> herunter.
2. Starten Sie **Orange Data Mining** und öffnen Sie einen neuen Arbeitsbereich.

Schritt 1: Das Geheimnis der Bilder entschlüsseln

Wie “sieht” ein Computer eigentlich ein Bild? Ein Bild ist keine Grafik, sondern eine Tabelle voller Zahlen, die Helligkeitswerte repräsentieren. Unsere Ziffern sind 8x8 Pixel groß – das ergibt genau 64 Pixel pro Bild.

Um das zu beweisen, nutzen wir das Bitmap-Tool (<http://drumm.sh/is-slides-st-26/bitmap-tool.html>)

1. Öffnen Sie die Datei `lab-03-numbers-training.csv` in einem Texteditor. Jede Zeile besteht aus genau 65 Zahlen (von 0 bis 16). Die ersten 64 Zahlen repräsentieren die Graphik, die 65. Zahl das korrekte Label.
2. Kopieren Sie aus einer beliebigen Zeile alle Spalten bis auf die letzte Spalte. Das sind genau 64 Zahlen.
3. Öffnen Sie das Bitmap-Tool im Browser.
4. Fügen Sie die Zahlenreihe unten in das Textfeld ein und klicken Sie auf **Vektor visualisieren**.
5. *Erkenntnis*: Die nackten Zahlen aus der Tabelle verwandeln sich sofort in ein 8x8 Pixel großes Bild einer Ziffer! Genau diese 64 Zahlen sind die 64 Eingangs-Neuronen, aus denen unsere neuronales Netz lernen wird.

Schritt 2: Trainingsdaten in Orange laden

Nun übergeben wir unsere 1.787 historischen Bilder an Orange.

1. Ziehen Sie das Widget **CSV File Import** auf die Arbeitsfläche und öffnen Sie damit die Datei `lab-03-numbers-training.csv`.
2. Prüfen Sie die Einstellungen im Import-Dialog des Widgets:
 - Alle 64 Pixel-Spalten (`Pixel_0` bis `Pixel_63`) müssen als Typ (*Type*) auf **numeric** gesetzt sein.
 - Scrollen Sie ganz nach rechts zur Spalte **Ziffer (Ziel)**. Stellen Sie sicher, dass hier der Typ auf **categorical**. Klicken Sie danach auf **OK**.
3. Ziehen Sie das Widget **Select Columns** auf die Arbeitsfläche und verbinden Sie das CSV File Import-Widget damit.
 - Öffnen Sie das Select Columns-Widget:
 - Schieben Sie die Spalte Ziffer (Ziel) in das Feld Target Variable.
 - Stellen Sie sicher, dass alle 64 Pixel-Spalten (`Pixel_0` bis `Pixel_63`) im Feld Features stehen.
4. Verbinden Sie ein **Data Table**-Widget mit dem **Select Columns**-Widget, um sich die Daten anzusehen. Sie sehen die 64 Spalten (`Pixel_0` bis `Pixel_63`).

Schritt 3: Modell vergleichen (Tree vs. Neural Network)

Wir trainieren nun zeitgleich zwei Modelle.

1. Ziehen Sie das Widget **Test and Score** (Kategorie *Evaluate*) auf die Fläche. Verbinden Sie das **Select Columns**-Widget (*Data*) mit **Test and Score** (*Data*).
2. Ziehen Sie das Widget **Tree** auf die Fläche und verbinden Sie den Eingang mit dem **Select Columns**-Widget und den Ausgang mit **Test and Score**.
3. Ziehen Sie das Widget **Neural Network** auf die Fläche und verbinden Sie auch diese mit **Select Columns** und **Test and Score**.
4. Öffnen Sie das **Neural Network**:
 - Tragen Sie bei *Neurons in hidden layers* den Wert 100, 50 ein (Zwei Schichten mit 100 bzw. 50 Neuronen).
 - *Activation*: ReLu, *Solver*: Adam.
5. Öffnen Sie **Test and Score**.
 - *Ergebnis*: Der Entscheidungsbaum schneidet bei Bilddaten meist nur mit ca. 80-85% ab. Das Neuronale Netz dominiert massiv und erreicht meist **über 97%** Genauigkeit (Classification Accuracy, CA)!

Schritt 4: Fehleranalyse (Confusion Matrix)

Welche Ziffern sind für die KI besonders schwer zu unterscheiden?

1. Ziehen Sie die **Confusion Matrix** auf die Fläche und verbinden Sie **Test and Score** damit.
2. Öffnen Sie die Matrix und wählen Sie links das **Neural Network** aus.
3. Suchen Sie nach den Fehlern (Zahlen abseits der farbigen Diagonale).
Welche echte Zahl wurde am häufigsten mit einer anderen verwechselt?

(Oft sind sich die “1”, “7” und “9” ähnlich).

Schritt 5: Inferenz (Erkennen Ihrer eigenen Handschrift!)

Wir testen das Netz nun nicht mit Fremddaten, sondern mit Ihrer eigenen Handschrift.

1. Die Ziffer zeichnen:
 - Öffnen Sie das Bitmap-Tool (<http://drumm.sh/is-slides-st-26/bitmap-tool.html>)
 - Löschen Sie ggf. die Leinwand und zeichnen Sie mit der Maus eine beliebige Ziffer (0 bis 9).
 - Beobachten Sie, wie Ihre Zeichnung in das 8x8 Pixel-Raster und in einen neuen 64-Zahlen-Vektor übersetzt wird.
2. Daten für Orange vorbereiten:
 - Kopieren Sie den generierten Vektor aus dem Tool in Ihre Zwischenablage.
 - Öffnen Sie die Datei `lab-03-numbers-predict.csv` (z.B. im Texteditor).
 - Fügen Sie ganz unten eine **neue, leere Zeile** hinzu.
 - Fügen Sie dahinter Ihre 64 kopierten Zahlen ein.
 - Fügen Sie ein Komma sowie die von Ihnen gemalte Zahl am Ende der Zeile ein und speichern Sie die Datei ab.
3. Die Vorhersage:
 - Gehen Sie in Orange. Ziehen Sie ein **neues CSV File Import-Widget** auf die Fläche und wählen Sie die von Ihnen bearbeitete `lab-03-numbers-predict.csv` aus. Achten Sie auch hier wieder auf die korrekten Spaltentypen (numeric) und die Ziel-Rolle (categorical, Target).
 - Ziehen Sie ein neues **Select Columns-Widget** auf die Fläche und verbinden Sie das neue **CSV-Import-Widget** damit. Stellen Sie auch hier sicher, dass die Struktur übereinstimmt (Pixel als Features, Ziffer als Target Variable).
 - Ziehen Sie das Widget **Predictions** auf die Fläche.
 - Verbinden Sie das **Neural Network** mit **Predictions** (Netz-Logik) und das neue **Select Columns-Widget** mit **Predictions** (Ihre gezeichnete Zahl).
 - Öffnen Sie **Predictions**. Suchen Sie die Zeile mit der von Ihnen gezeichnete Zahl. Hat die KI Ihre Zahl richtig erkannt?

Schritt 6: Validierung & Abgabe

Für die Abgabe laden Sie bitte die von Ihnen bearbeitete Ziffern-Datei hoch. Außerdem geben Sie bitte die von Ihrem neuronalen Netz berechnete Ausgabe für die von Ihnen gemalte Zahl in die entsprechenden Felder ein.