

Deep Learning with Keras and Tensorflow

洪孝宗 Alex Hung

Ph.D. Student

臺灣師範大學 資訊工程研究所

語音暨機器智能實驗室

TEQMS 2017



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



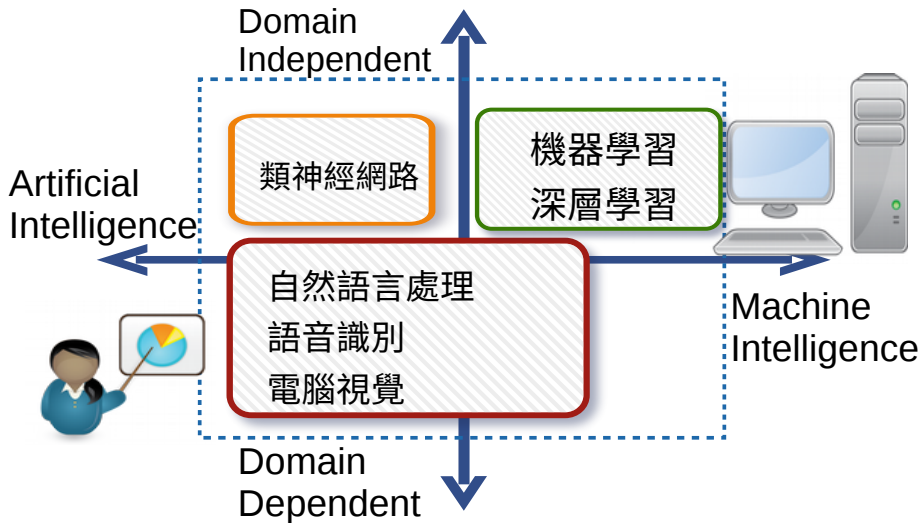
基礎理論與觀念

常見的疑問：

- ▶ 深層學習，機器學習，人工智慧的差異
- ▶ 深層類神經網路，就是多加幾層網路
- ▶ 資源問題
 - ▶ 沒有大數據，就不能參與
 - ▶ 需要昂貴的機器



領域區別



人工智能 v.s. 機器智能

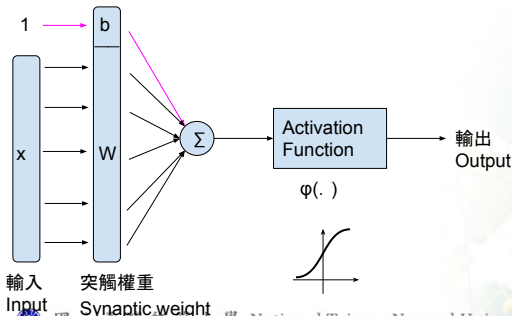
- ▶ 專家介入成份：高 → 低
- ▶ 圍棋專家教電腦下棋 → 專家教電腦如何學棋
- ▶ 資料依賴性：低 → 高
- ▶ 從資料中學習



典型神經元模型

- ▶ 神經元會接受其他細胞的刺激
- ▶ 當刺激量足夠時，神經元會呈現激發狀態

$$y = \phi(\mathbf{w}^T \mathbf{x} + b)$$



學習機器 Learning Machine

- ▶ 腦是一個” Learning Machine”
 - ▶ 大腦可以學習萬物，但腦細胞種類不多
 - ▶ 利用大量神經元，近似各種函數
- ▶ 類神經網路可以近似什麼函數？[1]
 - ▶ \mathbf{x} 和 $f(\mathbf{x})$ 屬於 N 維 Unit Cube $[0, 1]^N$ 空間
 - ▶ 存在 $G(\mathbf{x}) = \sum_j^N \alpha_j \sigma(\mathbf{w}_j^\top \mathbf{x} + \mathbf{b})$
 - ▶ 滿足 $|G(\mathbf{x}) - f(\mathbf{x})| < \epsilon$
 - ▶ 例如” 機率”，Bayesian network
- ▶ $\alpha_j, \mathbf{w}_j, \mathbf{b}$ 是長期記憶， $f(x)$ 是短期記憶



學習機器 Learning Machine

- ▶ 腦是一個” Learning Machine”
 - ▶ 大腦可以學習萬物，但腦細胞種類不多
 - ▶ 利用大量神經元，近似各種函數
- ▶ 類神經網路可以近似什麼函數？[1]
 - ▶ \mathbf{x} 和 $f(\mathbf{x})$ 屬於 N 維 Unit Cube $[0, 1]^N$ 空間
 - ▶ 存在 $G(\mathbf{x}) = \sum_j^N \alpha_j \sigma(\mathbf{w}_j^\top \mathbf{x} + \mathbf{b})$
 - ▶ 滿足 $|G(\mathbf{x}) - f(\mathbf{x})| < \epsilon$
 - ▶ 例如” 機率” ， Bayesian network
- ▶ $\alpha_j, \mathbf{w}_j, \mathbf{b}$ 是長期記憶， $f(x)$ 是短期記憶

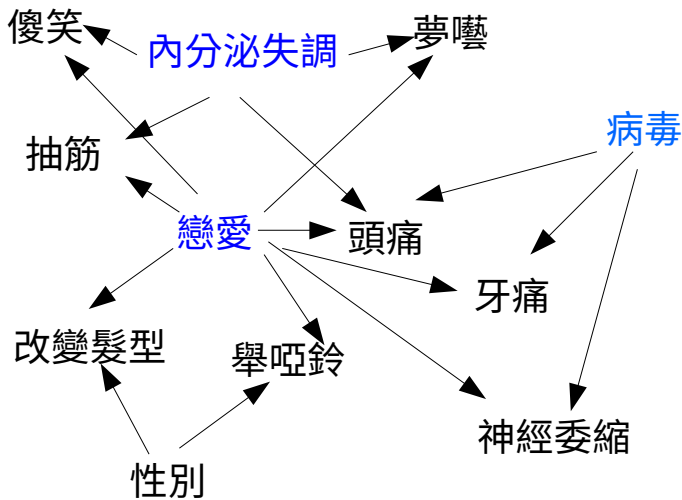


戀愛症候群 – 專家知識

- ▶ 不管性別年齡職業體重學歷長相和血型沒有一個人可以免疫
- ▶ 洗澡洗得特別乾淨，刷牙得特別用力
- ▶ 女人突然改變髮型，男人開始每天練著啞鈴
- ▶ 專家學者研究後相信，戀愛是內分泌失調所引起卻有別人認為戀愛屬於濾過性病毒

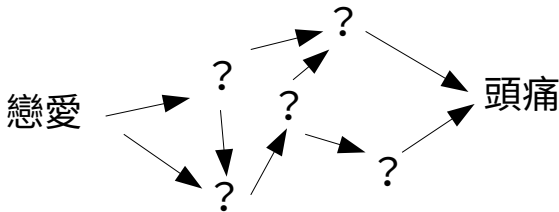


戀愛症候群 – Bayesian Network



深層學習 – 不只是網路多幾層

- ▶ 根據專家的知識，設計一個學習機器
- ▶ 沒有單一模型適用全部任務
- ▶ 填補專家知識不足之處
 - ▶ 當知識可能細節描述
 - ▶ 部份資訊無法取得
 - ▶ 文字，語音，影像需要不同的設計



大公司，大數據，大者恆大

大公司的優勢：

- ▶ 資料越多，未知情況越少[2]
- ▶ 學界(CS)難以跟上實驗規模，無法重製實驗
 - ▶ 加入大公司
 - ▶ 純理論研究相當困難
- ▶ 大量測資的平均表現很好

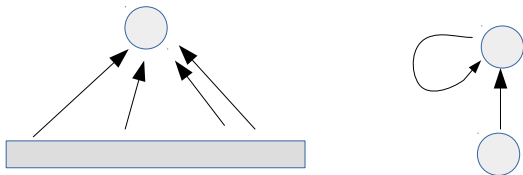
統計學者建議：” Key data” (R-Taiwan)



計算理論的反向思考

問題：輸入資料有 100 個位元，請問加總是多少？

$$f([0, 0, 1, \dots, 1, 0]) = 15$$



計算理論：[3]

► $f: X \rightarrow Y$ 是解釋 三筆資料 (x, y) 的最簡短程式

建議：盡可能簡化搜尋範圍 + 補充 Key Data



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



機器學習 Machine Learning

尋找合理的推論——→尋找參數



檢驗

搜尋參數

設計目標函數

設計模型架構

資料集整理

- ▶ 資料:訓練,[驗證].測試
- ▶ 架構 = 搜尋範圍
- ▶ 目標函數 = 搜尋偏好
- ▶ 從資料學習參數

範例：單車租借量預測¹

- ▶ 問題：預測當日單車租借次數 (day.csv)
- ▶ 輸入資料：
 - ▶ season, yr, mnth 四季，年份，月份 (整數)
 - ▶ holiday, weekday, workingday
是否為工作天？ (整數+布林值)
 - ▶ weathersit, temp, atemp, hum, windspeed
(天氣資訊，實數)

¹<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/bike+sharing+dataset>



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1	instant	dteday	season	yr	mnth	holiday	weekday	workingday	weathersit	temp	atemp	hum
2	1	2011-01-01	1	0	1	0	6	0	2	0.344167	0.363625	0.8
3	2	2011-01-02	1	0	1	0	0	0	2	0.363478	0.353739	0.6
4	3	2011-01-03	1	0	1	0	1	1	1	0.196364	0.189405	0.4
5	4	2011-01-04	1	0	1	0	2	1	1	0.2	0.212122	0.5
6	5	2011-01-05	1	0	1	0	3	1	1	0.226957	0.22927	0.4
7	6	2011-01-06	1	0	1	0	4	1	1	0.204348	0.233209	0.5
8	7	2011-01-07	1	0	1	0	5	1	2	0.196522	0.208839	0.4
9	8	2011-01-08	1	0	1	0	6	0	2	0.165	0.162254	0.5
10	9	2011-01-09	1	0	1	0	0	0	1	0.138333	0.116175	0.4
11	10	2011-01-10	1	0	1	0	1	1	1	0.150833	0.150888	0.4
12	11	2011-01-11	1	0	1	0	2	1	2	0.169091	0.191464	0.6
13	12	2011-01-12	1	0	1	0	3	1	1	0.172727	0.160473	0.5
14	13	2011-01-13	1	0	1	0	4	1	1	0.165	0.150883	0.4
15	14	2011-01-14	1	0	1	0	5	1	1	0.16087	0.188413	0.5
16	15	2011-01-15	1	0	1	0	6	0	2	0.233333	0.248112	0.
17	16	2011-01-16	1	0	1	0	0	0	1	0.231667	0.234217	0.
18	17	2011-01-17	1	0	1	1	1	0	2	0.175833	0.176771	0.
19	18	2011-01-18	1	0	1	0	2	1	2	0.216667	0.232333	0.8
20	19	2011-01-19	1	0	1	0	3	1	2	0.292174	0.298422	0.7
21	20	2011-01-20	1	0	1	0	4	1	2	0.261667	0.25505	0.5
22	21	2011-01-21	1	0	1	0	5	1	1	0.1775	0.157833	0.4
23	22	2011-01-22	1	0	1	0	6	0	1	0.0591304	0.0790696	
24	23	2011-01-23	1	0	1	0	0	0	1	0.0965217	0.0988391	0.4
25	24	2011-01-24	1	0	1	0	1	1	1	0.0973913	0.11793	0.4
26	25	2011-01-25	1	0	1	0	2	1	2	0.223478	0.234526	0.6
27	26	2011-01-26	1	0	1	0	3	1	3	0.2175	0.2036	0.
28	27	2011-01-27	1	0	1	0	4	1	1	0.195	0.2197	0.
29	28	2011-01-28	1	0	1	0	5	1	2	0.202478	0.222217	0.7



資料編碼

- ▶ 類別型資料 → 布林值
 - ▶ 登山車、公路車、折疊車 → $[1, 0, 0]$, $[0, 1, 0]$, $[0, 0, 1]$
 - ▶ 詞典
- ▶ 有順序關係 → 整數
 - ▶ 月份，四季，時間
- ▶ 實數量測值
 - ▶ 氣溫，濕度....

編碼方式不是唯一，例如四季可以沒有順序
也可以改變順序 夏-春-冬-秋 (不好睡 - 好睡)



利用 NumPy 處理資料

讀入CSV檔案，存放為NumPy矩陣
記得資料格式為float32

```
import numpy as np
data=[]
with open('BikeSharingData/day.csv','r') as f:
    f.readline() # skip first row
    for line in f:
        columns = line.strip().split(',')
        # from season to cnt
        data.append(columns[2:])
data_mat = np.asarray(data, dtype=np.float32)
```



讀取，保存

- ▶ np.save, np.load
- ▶ 千萬不要使用 pickle 存放 NumPy資料

```
np.save('BikeSharingData/day.npy', data_mat)
data_restore = np.load('BikeSharingData/day.npy')
```

▶ 檢查資料

```
print(data_restore.shape) # (731, 14)
print(data_restore[0,:])  # first row
print(data_restore[:, -1]) # last column
```



資料集規劃

- ▶ 一般實驗包含三個資料集
 - ▶ 訓練集 (可視)
 - ▶ 驗證集(validation set)(可視)
 - ▶ 測試集 (不可視)
- ▶ 自己分配 8:1:1 (事情況調整)
- ▶ 測試集要避免作弊的可能性
 - ▶ 奇數天，偶數天; 過去，未來

```
# only train set and test set  
tr = data_restore[0:-100,:]  
ts = data_restore[-100:,:]
```



資料正規化

- ▶ 調整至標準常態分布
(Mean Variance Normalization)

$$\hat{x} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

- ▶ 避免被數值範圍大小影響
- ▶ 注意：只能從 可視資料 中計算平均值和標準差

```
mean = np.mean(tr, axis=0)
stdv = np.std(tr, axis=0)
tr = (tr - mean) / stdv
ts = (ts - mean) / stdv
```



準備輸入特徵、輸出答案

tr 和 ts 是完整的表格，分離輸入 x 和輸出 y
前面 11 維是輸入特徵 x ，最後一維是單車數量 y

```
x_train, y_train = tr[:, 0:11], tr[:, -1:]  
x_test, y_test = ts[:, 0:11], ts[:, -1:]  
print(x_train.shape)  
print(y_train.shape)
```

注意：y 一樣要是矩陣(Rank=2)
資料準備完成！



機器學習 Machine Learning

尋找合理的推論→尋找參數



檢驗

搜尋參數

設計目標函數

設計模型架構

資料集整理

- ▶ 資料:訓練,[驗證].測試
- ▶ 架構 = 搜尋範圍

設計模型架構

- ▶ 定義兩層隱藏層的網路

$$\mathbf{h}_1 = \sigma(W_1 \mathbf{x} + \mathbf{b}_1),$$

$$\mathbf{h}_2 = \sigma(W_2 \mathbf{h}_1 + \mathbf{b}_2),$$

$$y = f(\mathbf{x}) = W_o \mathbf{h}_2$$

- ▶ 在 Tensorflow 中，分為常數、變數、輸入參數
 - ▶ tf.constant, 不會改變的數值
 - ▶ tf.Variable, 變數(可學習)，例如 $W_o, W_1, W_2, \mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2$
 - ▶ tf.placeholder 輸入參數，例如 \mathbf{x}, y



定義變數

- ▶ `tf.Variable`(初始化方式, `name=" 名稱"`)
- ▶ 矩陣大小 = (輸入, 輸出)

```
import tensorflow as tf

feat_dim, hid_dim, out_dim = x_train.shape[1], 16, 1
W_1 = tf.Variable(tf.random_normal([feat_dim, hid_dim],
                                   stddev=1.0), name="W_1")
b_1 = tf.Variable(tf.zeros([hid_dim]), name="b_1")
W_2 = tf.Variable(tf.random_normal([hid_dim, hid_dim],
                                   stddev=1.0), name="W_2")
b_2 = tf.Variable(tf.zeros([hid_dim]), name="b_2")
W_o = tf.Variable(tf.random_normal([hid_dim, out_dim],
                                   stddev=1.0), name="W_o")
```

初始化方式

可以嘗試替換

```
tf.zeros(shape=(4))  
tf.ones(shape=(4))  
-tf.ones(shape=(4))  
tf.random_uniform(shape=(5,4), minval=0,maxval=1.0)  
tf.random_normal(shape=(5,4), stddev=1.0))
```



定義計算圖與輸入參數

- ▶ 允許一次計算多筆資料，所以定義
 $\text{shape}=(\text{None}, \text{feat_dim})$
- ▶ Wx 修正為 XW ，可以維持資料數目在第一微度
- ▶ $(n, \text{feat_dim}) \times (\text{feat_dim}, \text{hid_dim})$
 $\rightarrow (n, \text{hid_dim})$

```
x = tf.placeholder(dtype=tf.float32, shape=(None,
                                             feat_dim), name="x")
h1 = tf.sigmoid(tf.matmul(x, W_1)+b_1)
h2 = tf.sigmoid(tf.matmul(h1, W_2)+b_2)
y = tf.matmul(h2, W_o, name='output')
```

機器學習 Machine Learning

尋找合理的推論→尋找參數



檢驗

搜尋參數

設計目標函數

設計模型架構

資料集整理

- ▶ 資料:訓練,[驗證].測試
- ▶ 架構 = 搜尋範圍
- ▶ 目標函數 = 搜尋偏好

定義目標函數/減損函數

- ▶ 設計一個減損函數評估參數優劣
- ▶ Mean Squared Error

$$L = E \left[\frac{1}{2} |y_i - \hat{y}_i|^2 \right]$$

- ▶ 分類問題: Cross-Entropy

$$L = -E [\hat{y}_i \log(y_i)]$$



Mean Squared Error

- ▶ `tf.reduce_mean` 計算所有元素的平均值
- ▶ 和 `np.mean` 一樣，也可以指定 `axis`
- ▶ 檢查模型輸出 `y` 和正確答案 `y_true` 的維度一致

```
y_true = tf.placeholder(dtype=tf.float32,  
                        shape=(None, 1))  
loss = tf.reduce_mean((0.5)*tf.pow(y-y_true, 2))  
# Check y and y_true  
print (y.shape, y_true.shape)
```



機器學習 Machine Learning

尋找合理的推論→尋找參數



檢驗

搜尋參數

設計目標函數

設計模型架構

資料集整理

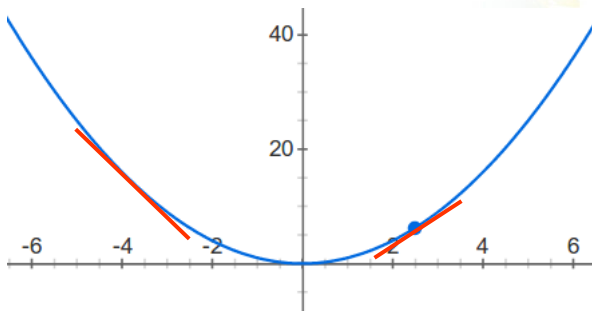
- ▶ 資料:訓練,[驗證].測試
- ▶ 架構 = 搜尋範圍
- ▶ 目標函數 = 搜尋偏好
- ▶ 從資料學習參數

調整參數

- ▶ 利用梯度下降法(Gradient Descent)調整參數
- ▶ 往切線方向移動會上升，反之下降

$$\hat{\theta} = \theta - \eta \frac{\partial L}{\partial \theta}$$

- ▶ η 控制移動步伐



學習步伐調整

- ▶ 隨著更新次數慢慢遞減

$\text{learning_rate} * \text{decay_rate}^{(\text{global_step} / \text{decay_steps})}$

```
batch_size, n_samples = 4, x_train.shape[0]
decay_steps = n_samples / batch_size
global_step = tf.Variable(0, trainable=False)
learning_rate = tf.train.exponential_decay(0.02,
                                             global_step, decay_steps,
                                             decay_rate=0.5)
```

相當於每個 epoch 減半 η



加入慣性

- ▶ Momentum

$$v_t(\theta) = \gamma v_{t-1}(\theta) + \frac{\partial L}{\partial \theta}$$

$$\hat{\theta} = \theta - \eta v_t(\theta)$$

- ▶ 如果設計得當，SGD + Momentum 會是首選
- ▶ 要嘗試不同 η 設計

```
optimizer = tf.train.MomentumOptimizer(learning_rate,  
                                         momentum=0.9)  
train_step = optimizer.minimize(loss, global_step=  
                                global_step)
```

模型儲存 Saver

- ▶ 以上程式碼包含所有運算
- ▶ 開時運算前，用 `tf.train.Saver` 紀錄所有設定
- ▶ 一定要先設計好所有運算再呼叫 `tf.train.Saver`
 - ▶ 預設記憶所有 tensorflow 變數

```
saver = tf.train.Saver()
```



Session

- ▶ 所有的運算都要先建立 Session
- ▶ Session 可以決定運算的資源和 Log 訊息紀錄等

```
sess_config = tf.ConfigProto()  
with tf.Session(config=sess_config) as sess:  
    # ...
```

- ▶ "allow_soft_placement" 允許自動替換裝置
- ▶ "log_device_placement" 留下紀錄訊息



初始化參數

- ▶ `sess.run()` 用來執行運算
- ▶ `sess.run(取出的變數,feed_dict=輸入的參數)`
- ▶ 第一步是初始化參數（重要）

```
with tf.Session(config=sess_config) as sess:  
    sess.run(tf.global_variables_initializer())  
    # ...
```



Mini-Batch Gradient Descent

- ▶ Mini-Batch：一次只用少量的資料
- ▶ Stochastic Gradient Descent：把資料順序打亂

```
with tf.Session(config=sess_config) as sess:
    sess.run(tf.global_variables_initializer())
    idx = np.arange(n_samples) # 0, 1, 2,... n_sample -1
    for epoch in range(1,16): # 1 ~ 15
        np.random.shuffle(idx)
        for beg in range(0, n_samples, batch_size):
            x_batch=x_train[idx[beg:beg+batch_size,:]],
            y_batch=y_train[idx[beg:beg+batch_size,:]]
            sess.run(train_step,
                      feed_dict={x: x_batch,y_true: y_batch})
```


觀察 Loss 變化

► sess.run 計算 loss

```
with tf.Session(config=sess_config) as sess:
    # ...
    for epoch in range(1,16): # 1 ~ 15
        for beg in range (0, n_samples, batch):
            # ...
            tr_loss = sess.run(
                loss, feed_dict={x: x_train, y_true: y_train})
            ts_loss = sess.run(
                loss, feed_dict={x: x_test, y_true: y_test})
            print("epoch %02d: tr_loss=%f, ts_loss=%f"
                  % (epoch, tr_loss, ts_loss))
```

別忘記保存參數

- ▶ 最後一個 epoch 不一定是最佳結果

```
with tf.Session(config=sess_config) as sess:  
    # ...  
    for epoch in range(1,16): # 1 ~ 15  
        for beg in range(0, n_samples, batch):  
            # ...  
            # ...  
            print("epoch %02d: tr_loss=%f, ts_loss=%f"  
                  % (epoch, tr_loss, ts_loss))  
            saver.save(sess, "Model/bike.epoch_%02d" % (epoch))
```



實際觀察結果 - 讀取最佳參數

- ▶ 假如 epoch 14 是最佳結果
- ▶ 利用 `saver.restore` 還原
- ▶ 輸入測試資料，取出 `y` 的結果

```
with tf.Session() as sess:  
    saver.restore(sess, "Model/bike.epoch_014")  
    y_pred = sess.run(y, feed_dict={x: x_test, y_true:  
                                    y_test})
```



實際觀察結果 - 還原

- ▶ 資料有正規化處理，需要還原才知道單車數量

```
with tf.Session() as sess:  
    saver.restore(sess, "Model/bike.epoch_014")  
    y_pred = sess.run(y, feed_dict={x: x_test, y_target:  
                                    y_test})  
  
cnt_pred = y_pred * stdv[-1] + mean[-1]  
cnt_true = y_test * stdv[-1] + mean[-1]
```



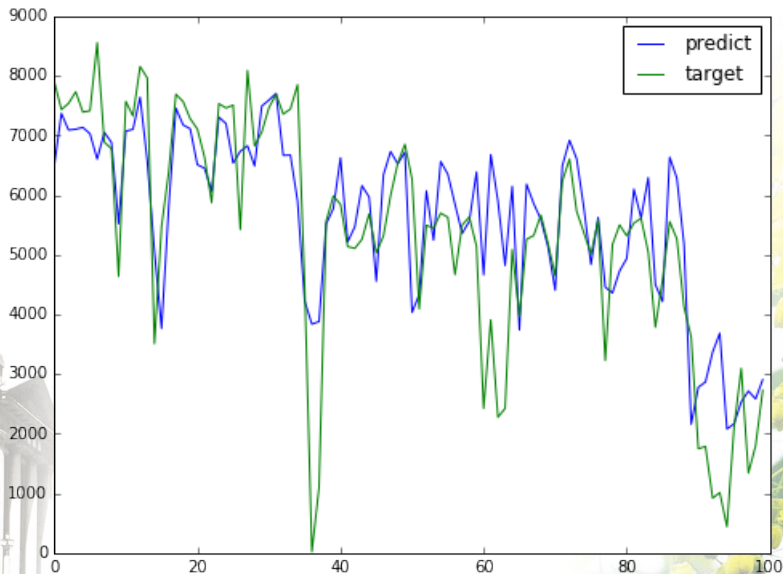
實際觀察結果 - 繪圖

- ▶ 以 matplotlib 為範例，可以用任何熟悉的方法

```
import matplotlib.pyplot as plt
day = range(100)
plt.plot(day, cnt_pred, label='predict')
plt.hold(True)
plt.plot(day, cnt_true, label='target')
plt.legend()
plt.show()
plt.savefig('BikeSharing.png')
```



還不錯！



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



深層學習的基本問題

- ▶ sigmoid 的導函數存在極值 0.25

$$\sigma'(x) = \sigma(x) \cdot (1 - \sigma(x))$$

- ▶ 許多新想法是考量 ” error flow” [4]

$$\frac{\partial e(W_L)}{\partial e(W_{L+1})}$$

- ▶ 流量, 流向



克服流量問題

- ▶ constant error flow

$$\frac{\partial e(W_L)}{\partial e(W_{L+1})} = 1$$

- ▶ Rectified Linear Unit

$$f(x) = \max(0, x)$$

- ▶ short cut:

- ▶ 平滑化 : $\mathbf{h}_t = \mathbf{h}_{t-1} + \tilde{\mathbf{h}}_t$
- ▶ 殘差 (Residual Learning) : $x + g(\mathbf{x})$



speaker: Kaiming He

Revolution of Depth

```

graph TD
    L1[11x11 conv, 96, /4, pool/2] --> L2[5x5 conv, 256, pool/2]
    L2 --> L3[3x3 conv, 384]
    L3 --> L4[3x3 conv, 384]
    L4 --> L5[3x3 conv, 256, pool/2]
    L5 --> L6[fc, 4096]
    L6 --> L7[fc, 4096]
    L7 --> L8[fc, 1000]
  
```

3x3 conv, 64
 3x3 conv, 64, pool/2
 3x3 conv, 128
 3x3 conv, 128, pool/2
 3x3 conv, 256
 3x3 conv, 256
 3x3 conv, 256, pool/2
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512, pool/2
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512
 3x3 conv, 512, pool/2
 fc, 4096
 fc, 1000

4

ICML 2016 tutorial: Deep ResNet

speaker: Kaiming He

<http://techtalks.tv/talks/deep-residual-networks-deep-learning-gets-way-deeper/62358/>

Revolution of Depth

AlexNet, 8 layers
(ILSVRC 2012)



VGG, 19 layers
(ILSVRC 2014)



ResNet, **152 layers**
(ILSVRC 2015)



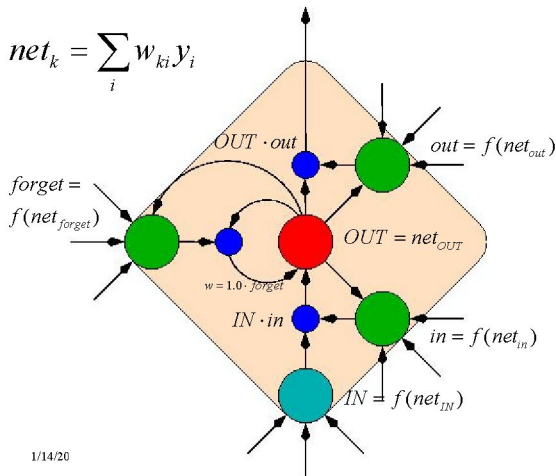
流向問題

- ▶ 只要還有錯誤，所有參數都會調整
- ▶ 矛盾：穩定，可塑性
- ▶ ANN領域：Adaptive Resonance Theory
- ▶ Deep learning：資料選擇，保護沒使用的資料
- ▶ 例如：注意力機制（Attention Mechanism），閘門(Gate)



Long Short-Term Memory

當 Gate = 0，關閉部份網路



1/14/20

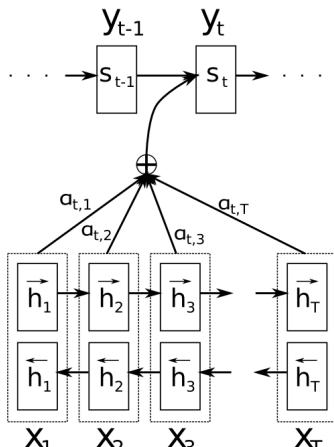
17



Attention Mechanism

機器翻譯[5]

利用神經元學習權重 a , 將 T 個資訊結合



為何一定要認識Keras?

Tensorflow 的問題：

- ▶ Tensorflow 是從基礎運算開始建立
- ▶ 高階和低階函式混雜在一起，且不能混用
- ▶ 太多程式細節（全域，區域變數，命名範圍...）
- ▶ 缺乏統一風格（同一件事有多種寫法）
- ▶ Python 程式應保持簡潔

已經講得很累，但仍不足 <(_ _)>



Keras 簡介



<http://keras.io>

- ▶ 生於 Tensorflow 幼兒期
- ▶ 站在 Theano 和 TF 的肩膀上
- ▶ 手冊精簡，明確
- ▶ Google 修改TF，迎合 Keras 的程式界面
- ▶ 雖然是高階函式庫，但具備彈性



設計方法一：Sequential

▶ 單車租借為例：

```
from keras.models import Sequential
# ...

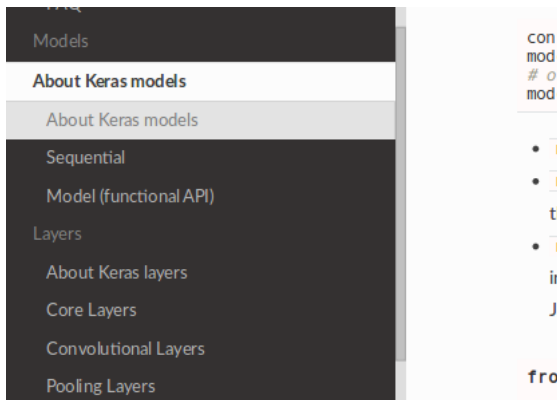
model = Sequential([
    Dense(16, activation='sigmoid', input_shape=(11,)),
    Dense(16, activation='sigmoid'),
    Dense(1),])

drate = 4.0/x_train.shape[0]

sgd = optimizers.SGD(lr=0.2, decay=drate, momentum=0.9)
model.compile(optimizer=sgd, loss='mean_squared_error')
model.fit(x_train, y_train, epochs=15, batch_size=4)
```

說明

- ▶ Keras元件的命名和手冊階層一致
- ▶ 可以自由替換



說明

Sequential :

- ▶ 第一層一定要指定輸入資料維度
- ▶ input_shape 不用包含Batch Size
- ▶ 如果輸入資料不多，直接存放 (資料數, 特徵維度)
- ▶ model.fit 可以自動切割 batch

Optimizer :

- ▶ SGD需要指定參數，所以特別宣告
- ▶ Adam 和 Adadelata 可以不指定參數
- ▶ 使用預設參數：optimizer=' Adam'



說明

Loss function :

- ▶ `mean_squared_error` 數值預測
- ▶ `categorical_crossentropy` 分類問題(softmax)
- ▶ `binary_crossentropy` 兩類分類(sigmoid)

Model Compile

- ▶ 建立計算圖



參數訓練

- ▶ ” fit” 是自動化訓練
- ▶ 過程會自動顯示訊息
- ▶ 當資料太大無法一次讀取，改用 fit_generator
- ▶ Callbacks 是訓練過程中可以執行的動作
 - ▶ 例如 ModelCheckpoint 保存每個 epoch 的參數
 - ▶ ModelCheckpoint(' epoch_{epoch:02d}.hdf5')



```
model.fit(x_train , y_train , epochs =15 , batch_size =4, callb
```

Using TensorFlow backend.

Epoch 1/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 1.6569

Epoch 2/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 1.1511

Epoch 3/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 0.3538

Epoch 4/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 0.2598

Epoch 5/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 0.2306

Epoch 6/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 0.1670

Epoch 7/15

631/631 [=====] - 0s - loss: 0.1469



保存，讀取

- ▶ Keras 將模型架構和參數分開存放
- ▶ `save_to_json` 和 `save_to_yaml` 可以輸出字串
- ▶ 用任何方法紀錄字串即可
- ▶ `model_from_json` 可以回覆架構
- ▶ 可以用`model.summary()` 檢查架構是否正確



model.summary()

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_1 (Dense)	(None, 16)	192
dense_2 (Dense)	(None, 16)	272
dense_3 (Dense)	(None, 1)	17
Total params: 481		
Trainable params: 481		
Non-trainable params: 0		



設計方法二：functional API

- ▶ 每個元件要指定輸入
- ▶ 可以合併多個輸入
- ▶ 可以重複利用(共享參數)

```
from keras.models import Model
from keras.layers import Input, Dense

i1 = Input(shape=(5,))
i2 = Input(shape=(5,))
b = Dense(32)(i1,i2)
shared_c = Dense(32)
c1 = shared_c(i1)
c2 = shared_c(i2)

model = Model(inputs=[i1,i2], outputs=[b,c1,c2])
```

Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



建立舒適的工作環境

硬體設備

- ▶ 遊戲卡 GPU 相當便宜
- ▶ 文字，聲音，影片序列資料會需要記憶體
- ▶ 一張卡只能一個工作
- ▶ 多張卡買同規格
- ▶ 噪音，熱氣



建立舒適的工作環境

軟體環境

- ▶ 推薦用 Jupyter-Notebook 學習
 - ▶ 用網頁開啟，也可以傳檔案，開啟終端機...
- ▶ 伺服器用 Linux (學生不會偷玩 GAME)
- ▶ 個人電腦可以是任何 OS
- ▶ 進階：用 Docker 維護 Tensorflow



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



總結

- ▶ 深度學習是開放的舞台
 - ▶ 學術研究不限系所
 - ▶ 職場工作需要不一樣的人才
- ▶ 入行門檻不在設備、大數據
- ▶ 進行AI工作：Keras → Tensorflow
- ▶ 流程不相似，但需要高速矩陣運算：Tensorflow



工商服務時間

- ▶ 台師大暑期AI課程 <https://hpc.ntnu.edu.tw>
- ▶ 課程時間 8/21 9/8 (三週)
- ▶ 週一到週五下午



專題發表
分組，合作

進階深度學習

了解原則，動手設計



基礎功夫

Tensorflow, Keras



多媒體應用

語音，文字，影像

大數據處理

Spark, Pandas,...



Outline

① 建立基礎觀念

- Deep Learning 簡介，觀念釐清

② 機器學習流程

- NumPy+Tensorflow

③ 深層學習的特色

- Keras

④ 建立舒適的工作環境

⑤ 結語

⑥ 16:00-18:00 Tutorial session



Reference I



G. Cybenko, “Approximation by superpositions of a sigmoidal function,” *Mathematics of Control, Signals and Systems*, vol. 2, no. 4, pp. 303–314, Dec. 1989.



V. Vapnik, *Statistical learning theory*. Wiley New York, 1998, vol. 1.



J. Schmidhuber, “Discovering neural nets with low kolmogorov complexity and high generalization capability,” *Neural Networks*, vol. 10, no. 5, pp. 857–873, 1997.



J. F. Kolen and S. C. Kremer, “Gradient flow in recurrent nets: The difficulty of learning longterm dependencies,” in *A Field Guide to Dynamical Recurrent Networks*. Wiley-IEEE Press, 2001, pp. 237–243.



D. Bahdanau, K. Cho, and Y. Bengio, “Neural machine translation by jointly learning to align and translate,” *ArXiv preprint arXiv:1409.0473*, 2014.

