

## 卷積神經網路原理及其C++/Opencv實作(3)

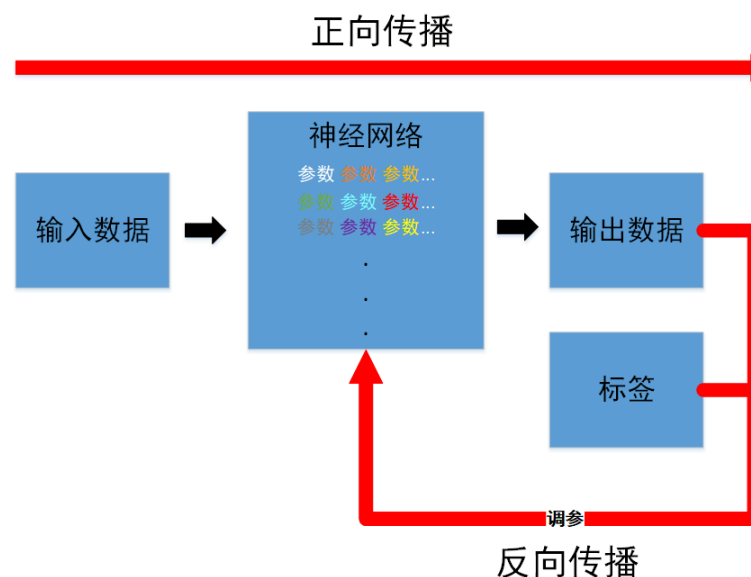
原創 sdf20201029 萌萌噠程序猴 2021-03-16 11:43

在前面的兩篇文章中，我們分別講了卷積神經網路的捲積層、池化層、Affine層、Softmax層等基礎知識。

卷積神經網路原理及其C++/Opencv實作(1)

卷積神經網路原理及其C++/Opencv實作(2)

我們知道，訊號在神經網路中的傳播方向分為**正向傳播**與**反向傳播**：



(1)正向傳播：輸入訊號依序通過神經網路的每一層，一直從輸入端達到最後的輸出端，然後作為最終輸出訊息輸出。

(2)反向傳播：訓練資料時，由於神經網路的參數是根據輸出訊號與標籤的誤差訊息來調節的，因此需要將其誤差訊息從神經網路的輸出端傳遞到輸入端，也即按反方向傳播。

本文我們主要從數學公式的角度來講解以下5層卷積神經網路的正向傳播過程。

### 1. 卷積層C1

C1作為5層網路的第一層，也是輸入層。它的相關資訊列出如下：

**輸入：**1張28\*28的手寫數位影像。

**卷積神經元個數：**6個卷積神經元。

**卷積核尺寸：**每個卷積神經元對應1個5\*5卷積核。

**偏置：**每個卷積神經元對應1個偏移值。

**卷積模式：**Valid卷積模式。

**激活函數：**Relu函數。

**輸出尺寸：**每個卷積神經元輸出 $(28-5+1)*(28-5+1)=24*24$ 的捲積結果，總共6個卷積神經元，因為總共輸出6張24\*24的捲積結果影像。

假設輸入影像為 $I$ ，卷積核為 $k$ ，偏壓為 $b$ ，活化函數為 $f(x)$ ，則C1層的每個卷積神經元的輸出 $Y$ 依照下式計算，其中 $*$ 號為影像的捲積操作，且 $0 \leq i < 6$ 。

這裡可能有人會有疑問，既然卷積的結果為一個二維矩陣，它是怎麼加上作為一個數的偏置，以及怎麼輸入激活函數的？其實前面的文章我們就講過：

- (1) 兩個卷積結果的相加操作，也即矩陣中對應位置值的相加。
- (2) 加上偏壓的操作，也即矩陣中每個值都加上相同的偏執值。
- (3) 透過啟動函數的操作，也即矩陣中每個值都輸入激活函數，然後所有的激活函數輸出值組成相同維度的矩陣，該矩陣就是卷積神經元的輸出。

## 2. 池化層S2

池化原理我們在上篇文章（文章開頭的超連結）已經講過，在本層我們選擇最大值池化的方法對C1層的輸出進行池化。本層資訊列出如下：

**輸入：**6張 $24 \times 24$ 的捲積結果圖。

**池化視窗尺寸：** $2 \times 2$ 。

**池化模式：**最大值池化。

**輸出尺寸：**每張卷積結果圖經過池化之後，變成 $(24/2) \times (24/2) = 12 \times 12$ 的影像，因此該層輸入的6張 $24 \times 24$ 的影像變成6張 $12 \times 12$ 的圖像。

用數學式子表示池化過程如下：

## 3. 卷積層C3

此層的相關資訊列出如下：

**輸入：**6張 $12 \times 12$ 的池化結果圖。

**卷積神經元個數：**12個卷積神經元，每個卷積神經元都輸入6張 $12 \times 12$ 的池化結果圖。

**卷積核尺寸：**每個卷積神經元對應6個 $5 \times 5$ 卷積核。

**偏移：**每個卷積神經元對應一個偏移值。

**卷積模式：**Valid卷積模式。

**激活函數：**Relu函數。

**輸出尺寸：**每個卷積神經元輸出 $(12-5+1) \times (12-5+1) = 8 \times 8$ 的捲積結果，總共12個卷積神經元，因此總共輸出12張 $8 \times 8$ 的捲積結果影像。

那麼C3層的每個卷積神經元的輸出Y就依照下式計算。

#### 4. 池化層S4

本層資訊列出如下：

**輸入：**12張8\*8的捲積結果圖。

**池化視窗尺寸：**2\*2。

**池化模式：**最大值池化。

**輸出尺寸：**每張卷積結果圖經過池化之後，變成 $(8/2)*(8/2)=4*4$ 的影像，因此該層輸入的12張8\*8的影像變成12張4\*4的圖像。

用數學式子表示池化過程如下：

#### 5. 輸出層O5

本層是全連接層，也是5層網路的最後一層，其資訊列出如下：

**輸入：**輸入12張4\*4的池化結果圖，輸入之後將 $12*4*4=192$ 的資料依序展開成長度為192的一維向量X：

**神經元個數：**10個神經元，每個神經元都輸入向量X的192個資料。

**權重個數：**每個神經元對應192個權重，總共10個神經元，因此該層總共有 $10*192$ 個權重。

**偏移：**每個卷積神經元對應一個偏移值，因此總共有10個偏移值。

**激活函數：**Softmax函數。

**輸出尺寸**：每個神經元輸出一個0~1之間的機率值，因此總共輸出10個機率值。

本層的輸出Y可按下列式計算：

好了，本文我們就講到這裡，下篇文章中讓我們繼續探討一下反向傳播吧，敬請期待！

歡迎掃碼追蹤以下微信公眾號，接下來會不定時更新更加精彩的內容噢～

人工智慧 27    深度學習 26    機器學習 33

人工智慧 目錄

上一篇

卷積神經網路原理及其C++/Opencv實作(2)

下一篇

閱讀原文

喜歡此內容的人還喜歡

數位影像處理之gamma矯正  
FPGA開源工作室



混凝土模板荷載與壓力計算  
忒修斯破船



NJ系列電子凸輪應用分享  
Karl工控



