

$X_{train} = \text{Matrix}(\text{Batch\_size}, 28 \times 28)$   
 $Y_{train} = \text{Matrix}(1 \times \text{batch\_size})$

$h$  hidden\_Layer\_size (100)

$W_1 = \text{Matrix}(28 \times 28, h)$   
 $b_1 = \text{Matrix}(1, h)$

$W_2 = \text{Matrix}(h, k)$   
 $b_2 = \text{Matrix}(1, k)$  }  $k = 10$  [Anzahl Klassen]

step-size float  
 reg float

Learning

for 1 to epochs (100):

forward pass  
 $d = \text{mul}(X_{train}, W_1)$   $d_{ik} = \sum_{j=1}^m X_{train,ij} \cdot W_{1,jk}$  Matrix multiplication  
 $h_1 = d + b_1$   $h_{1,k} = d_{ik} + b_{1,k}$  Add Matrix & Vector  
 $h_{1,relu} = \max(0, h_1)$  element wise  $\max(0, x)$

$d_2 = \text{mul}(h_{1,relu}, W_2)$

$\text{score} = d_2 + b_2$

gradient backpropagation  
 $\text{score} \Rightarrow$  alle Werte die  $\leq 0$  auf 0 setzen  
 $\text{scores} \Rightarrow$  den Wert der richtigen Klasse um 1 verringern  
 $\text{scores} \Rightarrow$  jeden Wert durch batch\_size dividieren

$dW_2 = \text{mul}(h_1^T, \text{scores})$

$db_2 = \text{summe scores axis=0, wenn batch\_size} \neq 1$   $db_2 = \text{scores}$

$d\text{hidden} = \text{mul}(\text{scores}, W_2^T)$   
 $d\text{hidden} \Rightarrow$  alle Werte  $\leq 0$  auf 0 setzen

$dW_1 = \text{mul}(X_{train}^T, d\text{hidden})$

$db_1 = \text{summe } d\text{hidden axis=0, wenn batch\_size} \neq 1$   $db_1 = d\text{hidden}$

$dW_2 += \text{reg} * W_2$   
 $dW_1 += \text{reg} * W_1$

$W_1 += -\text{step\_size} * dW_1$   
 $b_1 += -\text{step\_size} * db_1$   
 $W_2 += -\text{step\_size} * dW_2$   
 $b_2 += -\text{step\_size} * db_2$