

Data Structure

Program Homework 1

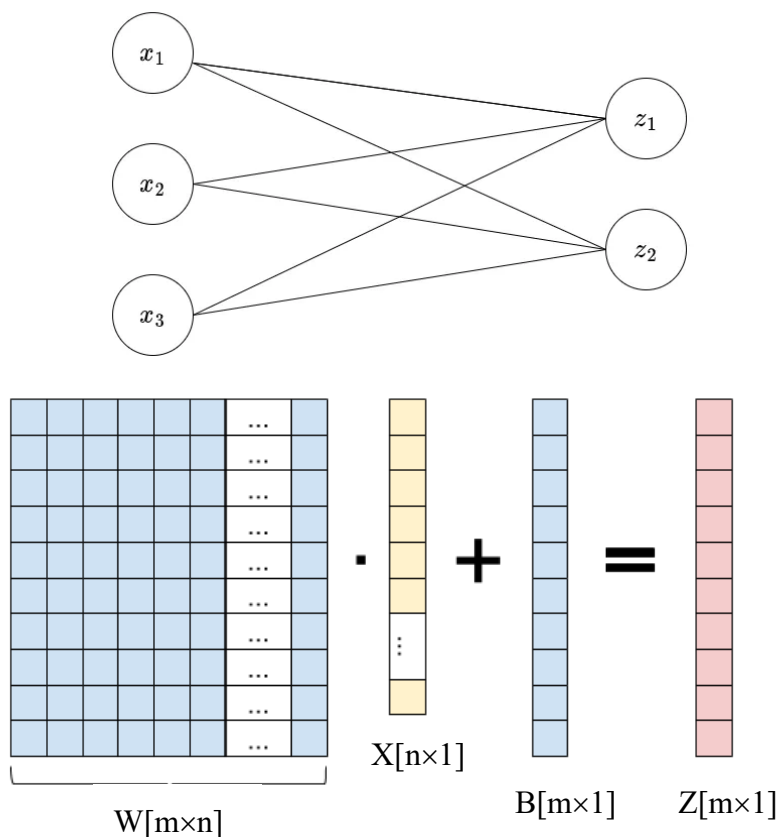
使用稀疏矩陣實作矩陣運算並模擬神經網路全連接層

● 作業說明

以 C/C++ 語言寫一個程式，使用稀疏矩陣的資料結構表示法，實作矩陣相乘及相加運算，並用來模擬神經網路全連接層。

在神經網路的全連接層中，運算可以表示為： $Z = W X + B$ ，其中：

- W 是權重矩陣，大小為 $m \times n$ 。
- X 是輸入向量，視為大小為 $n \times 1$ 的矩陣。
- B 是偏差向量，視為大小為 $m \times 1$ 的矩陣。
- Z 是輸出，大小為 $m \times 1$ 的矩陣。



作業目標：

1. 使用稀疏矩陣的壓縮表示法（triple 表示法）來存儲 X 、 W 和 B 。
2. 實作稀疏矩陣與矩陣的乘法運算。
3. 實作稀疏矩陣與矩陣的加法運算。
4. 使用矩陣運算來模擬神經網路全連接層的運算。

說明：

1. 向量 X: 將向量 X 視為大小為 $n \times 1$ 的矩陣，並使用稀疏矩陣表示法來儲存其非零元素。
2. 矩陣 W: 將權重矩陣 W 使用稀疏矩陣表示法來儲存其非零元素，以節省空間。
3. 偏差向量 B: 偏差項 B 視為 $m \times 1$ 的稀疏矩陣，也使用稀疏矩陣表示法來儲存非零元素。

功能要求：

1. 稀疏矩陣的表示與儲存：
 - 必須以課本所介紹之稀疏矩陣(sparse matrix)的表示法做為內部表示法來儲存矩陣 X, W, 和 B。
 - 輸入儲存後，可指定矩陣之行列，輸出該位置數值。(15 分)
2. 兩個稀疏矩陣表示法的相乘運算：
 - 實作函數 `sparse_matrix_multiply(W, X)`，計算稀疏矩陣 W 與矩陣 X 的乘積 $W X$ 。
 - 注意處理兩個相乘的矩陣，對應行列維度是否正確。(20 分)
3. 兩個稀疏矩陣表示法的相加運算：
 - 實作函數 `sparse_matrix_add(Y, B)`，計算矩陣 Y 與稀疏矩陣 B 的加法 $Y + B$ 。
 - 確保兩個相加矩陣的維度相等。(15 分)
4. 組合運算以模擬一層全連接層：
 - 將上述乘法和加法運算組合起來，完成全連接層的計算 $Z = W X + B$ 。
 - 輸出 Z 的非零項。(10 分)

(額外功能) (20 分)

1. 對 Z 進行 ReLU/Sigmoid 激活函數(activation function)。(10 分)
2. 可指定多個全連接層(W 及 B)輸入，且其維度可不相同(e.g. $m \times n$, 然後 $n \times k$)，進行多個全連接層運算完再輸出最後 Z 的非零項。(10 分)

● 程式評分標準

1. 正確性(基本功能 60 分, 額外功能 20 分)。
2. 自行設計輸出入介面設計(考慮操作及輸入便利性, 結果顯示方式是否清楚明瞭), 程式模組化程度(10 分)。
3. 書面報告(10 分): (基本) 各主要 procedure 功能簡要說明, 輸出入介面說明, (其他) 顯示自行測試結果。

● Turned in

從 moodle 上傳 (必須附書面報告及 source code), 若需要請配合助教在規定時間內 demo。

☆明顯相互抄襲程式內容(e.g. 只有變數名稱不同者)、未繳交書面報告說明(如何使用及輸入測試)、無法執行且未配合助教 demo 者，以 0 分計算。