1. **Please answer the following questions about GRU structure (30%)**
   1. **What are its strength and weakness compared to LSTM?**

**GRU:**

僅擁有兩個Gate(update gate, reset gate)，且沒有memory cell

Strength:

1. 計算效率快
2. 訓練速度快
3. 許多時候表現與LSTM相當

Weakness:

1. 參數少
2. 長期記憶能力低

**LSTM:**

擁有三個Gate(input gate, forget gate, output gate)，且有一個memory cell

Strength:

1. 參數多
2. 長期記憶能力高

Weakness:

1. 計算量大
2. 訓練速度慢
3. 比較容易overfitting
   1. **Can we say GRU is an improvement over LSTM? Give your detailed reasoning**

我認為GRU以及LSTM不能拿來比較優劣，主要是他們有不同的應用層面，若在有限的data、算力上，GRU在綜合考慮時間、硬體成本及結果上可能表現會比LSTM佳，然而在需要長期記憶的任務上，LSTM也無法被GRU所替代，因此我認為我們不能夠說” GRU is an improvement over LSTM ”。

1. **How are recurrent neural networks different from other deep learning networks?**

RNN與其他network最大的不同就是RNN具有記憶的能力，他可以保留上一個步驟的數據，並依照過去的數據計算預測現在的結果，讓其擁有記憶並不被新數據覆蓋的能力，這是一般的神經網路無法達成的。也基於他是一步步根據過去結果計算當前的數據，他比其他的神經網路更適合處理序列的問題，包括語言、語音、等有時間順序的任務。不過一般的RNN很容易出現梯度消失很難訓練的問題，因此後續出現LSTM、GRU等會與過去的資料直接做計算，讓其出現shortcut path使梯度消失或爆炸的問題獲得解決的模型。

1. **What are the limitations of recurrent neural networks?**

如同上題所述，RNN的輸出會考慮過去所有的輸出數據做計算，也因此輸出必須一個接著一個，無法一次計算全部數據，導致計算效率低下，也無法做平行化計算，這是RNN最大的弱點，也因此未來才有出現self-attention等可以平行化運算的network。同樣原因，也會使RNN在訓練上耗時更久，且較難保留久遠的訊息，在處理序列中距離較遠的數據時較果不佳。另外，一般的RNN也很容易出現梯度消失或爆炸問題，因此後續才出現LSTM、GRU等可以解決梯度消失/爆炸的模型，有些有可以解決長期記憶衰減的問題。

1. **Please introduce a subtask of NLP**

subtask of NLP: **Text Summarization**

* 1. **What is its goal?**

從輸入之較長的文本輸出簡短的重點整理，並保留文本原意及想法，可以是從原文擷取文句的方式，也可以從頭自己生成新的文章。

* 1. **What common dataset does it use?** 
     1. DUC (Document Understanding Conferences): NIST提供的標準數據庫。
     2. CNN/Daily Mail: 由CNN、Daily Mail收集之新聞數據及摘要。
     3. Gigaword: 由Linguistic Data Consortium（LDC）提供，包含來自美聯社、紐約時報、華盛頓郵報等新聞文章。
  2. **How to calculate its metric?**

常見指標: ROUGE（Recall-Oriented Understudy for Gisting Evaluation）

又主要分成ROUGE-N、ROUGE-L、ROUGE-S

* + - 1. **ROUGE-N**：計算n-gram(單詞、詞組等) recall的數量比例。

一張含有 文字, 字型, 螢幕擷取畫面, 白色 的圖片

自動產生的描述

**Example:**

**N = 1**

Reference：（人工標注）

R1: police killed the gunman.  
R2: the gunman was shot down by police.

自動摘要：（程式生成）

C1: police ended the gunman.  
C2: the gunman murdered police.

分子：C1對應 R1有3字重複、C1對應 R2有3字重複

分母：R1、R2的字數相加

分子：C2對應 R1有3字重複、C2對應 R2有3字重複

分母：R1、R2的字數相加

**N = 2**

Reference：（人工標注）

R1: police killed the gunman.  
R2: the gunman was shot down by police.

自動摘要：（程式生成）

C1: police ended the gunman.  
C2: the gunman murdered police.

分子：C1對應 R1有1組2字重複、C1對應 R2有1組2字重複

分母：R1、R2的2字詞組數相加

分子：C2對應 R1有1組2字重複、C2對應 R2有1組2字重複

分母：R1、R2的2字詞組數相加

* + - 1. **ROUGE-L**：LCS (Longest Common Subsequence)，利用最大共同子序列來評估生成的摘要與參考摘要之間的匹配度。

**Example:**

References (人工標註):

R1: police killed the gunman

Summary (程式生成):

S1: police kill the gunman.  
S2: the gunman kill police.

原論文公式如下:

X → Reference（人工給的摘要），長度為m。

Y → 自動摘要（程式生成），長度為n。

β：控制P和R的相對重要性。

一張含有 文字, 字型, 筆跡, 數字 的圖片

自動產生的描述

公式看似很複雜，但實際上主要考慮的只是Rlcs。

這種算法的優點是可以用單字順序篩選出最正確的答案，若同樣這個例子我們使用上一個算法: ROUGE-2，得到結果為:

兩者明明語義完全相反，但使用ROUGE-2卻得到同樣的分數，這就是原先ROUGE-N的劣勢。

但同樣的，若我們將輸出結果的動詞改變，如下:

S1: police save the gunman.  
S2: the gunman was killed by police.

也會使算法有錯誤的判斷。或是我們有一個新的輸出為

S3: the gunman policed killed

S3明明是最符合原語句的結果，但使用ROUGE-L仍只能得到與S2相同的分數，因為最長匹配的單字序列僅有2，這些就是ROUGE-L的劣勢。

* + - 1. **ROUGE-S**：測量具有間距的skip-gram序列的匹配度，也就是詞組可以不用連續出現。

**Example:**

References (人工標註):

R1: police killed the gunman

Summary (程式生成):

S1: police save the gunman.  
S2: the gunman was killed by police.

S3: the gunman policed killed

S1和R1有3個skip-bigram: police the, police gunman, the gunman

S2和R1有1個skip-bigram: the gunman

S3和R1有2個skip-bigram: police killed, the gunman

原論文公式如下:

X → Reference（人工給的摘要），長度為m。

Y → 自動摘要（程式生成），長度為n。

SKIP2(X, Y): skip-bigrams的數量。

β：控制P和R的相對重要性。

一張含有 文字, 字型, 螢幕擷取畫面, 白色 的圖片

自動產生的描述

令β = 1

以ROUGE-S計算的結果優至劣排列為:

結論比較三種計算方式，大致來說ROUGE-S比另外兩種計算方式好，然而對於特定任務如極短的摘要來說，ROUGE-1及ROUGE-L表現優異。

* 1. **What are its practical applications in real-life?**

當想要快速了結一篇長篇文章的重點時，現在人就常使用大型語言模型幫忙完成Text Summarization的任務，包含學術文章、新聞報導、公司財報、著作文章等，可以大幅降低使用者的時間成本。

**Reference:**

[**https://en.wikipedia.org/wiki/ROUGE\_(metric)**](https://en.wikipedia.org/wiki/ROUGE_(metric))

[**https://mycollegenotebook.medium.com/rouge-%E8%A9%95%E4%BC%B0%E6%96%B9%E6%B3%95-%E8%87%AA%E5%8B%95%E6%96%87%E6%9C%AC%E6%91%98%E8%A6%81-8d9e9516698b**](https://mycollegenotebook.medium.com/rouge-%E8%A9%95%E4%BC%B0%E6%96%B9%E6%B3%95-%E8%87%AA%E5%8B%95%E6%96%87%E6%9C%AC%E6%91%98%E8%A6%81-8d9e9516698b)