

# GPS: Genetic Prompt Search for Efficient Few-shot Learning

(Xu et al. 2022)

Nguyễn Trung Kiên	21521024
Võ Đức Dương	21521992
Phạm Quốc Việt	21522792
Lường Đại Phát	21522443

**Computer Science, University of Information Technology**

Ngày 20 tháng 7 năm 2024

# Mục lục

- 1 Prompt
- 2 **GPS: Genetic Prompt Search** for Efficient Few-Shot Learning
- 3 Thực nghiệm phương pháp

# Mục lục

- 1 Prompt
- 2 **GPS**: **G**enetic **P**rompt **S**earch for Efficient Few-Shot Learning
- 3 Thực nghiệm phương pháp

# Prompt là gì?

Prompt là một chuỗi các từ mô tả tác vụ mà một mô hình AI tạo sinh cần đưa ra câu trả lời.

prompt nghĩa là gì?



Từ "prompt" trong tiếng Anh có nhiều nghĩa phụ thuộc vào ngữ cảnh sử dụng:

## 1. Danh từ (noun):

- **Lời nhắc:** Một gợi ý hoặc chỉ dẫn ngắn gọn để thúc đẩy ai đó làm điều gì đó. Ví dụ, trong các hệ thống máy tính hoặc chương trình học tập, "prompt" có thể là một câu hỏi hoặc một đoạn văn ngắn để người dùng phản hồi.
- **Dòng nhắc (trong máy tính):** Là dấu nhắc mà hệ thống hiển thị để người dùng nhập lệnh.

**Hình 1.1:** Theo ChatGPT, prompt là gì?

# Prompting

**Prompting** là quá trình viết hay thiết kế prompt cho mô hình để nó tạo ra phản hồi hoặc kết quả như mong muốn.

## Zero-shot

Classify the sentiment.

I disliked the food and the atmosphere:

## One-shot

Classify the sentiment.

It was a great movie and excellent experience: positive

I disliked the food and the atmosphere:

## Few-shot

Classify the sentiment.

It was a great movie and excellent experience: positive

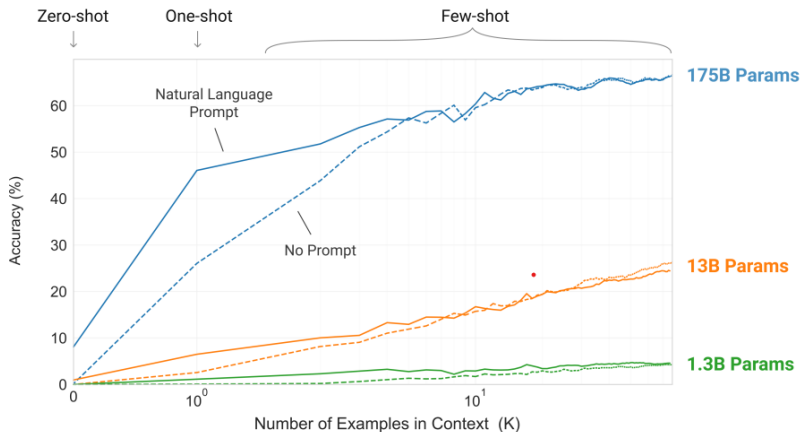
The booths were crowded, and it was way too noisy: negative

I enjoyed myself: positive

I disliked the food and the atmosphere:

Hình 1.2: Zero-shot, One-shot và Few-shot Prompting

# GPT-3 Prompting

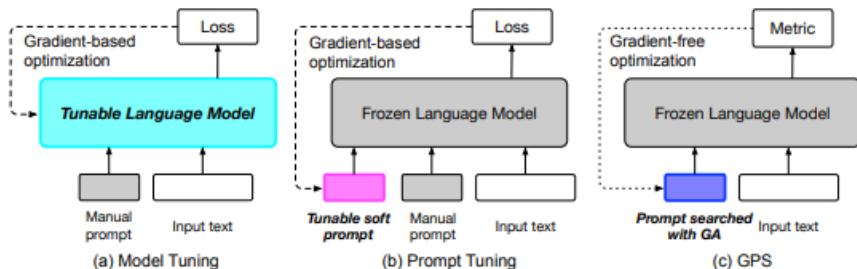


Hình 1.3: Các mô hình lớn nắm bắt văn cảnh tốt hơn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Language Models are Few-Shot Learners

# Tối ưu hóa model output

Với một tác vụ nào đó, làm thế nào để một mô hình ngôn ngữ đưa ra một câu trả lời tối ưu?



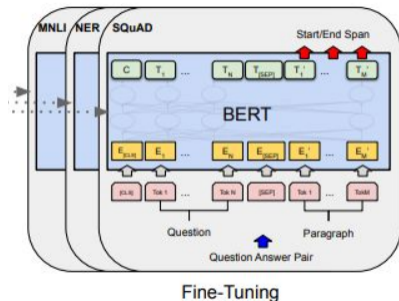
Hình 1.4: Fine-Tuning, Prompt Tuning<sup>2</sup> và GPS<sup>3</sup>

<sup>2</sup>The Power of Scale for Parameter-Efficient Prompt Tuning

<sup>3</sup>GPS: Genetic Prompt Search for Efficient Few-shot Learning

# Fine-Tuning

- Với một tác vụ mới và một mô hình pre-trained, thực hiện cập nhật tham số của mô hình sử dụng một dataset được gán nhãn dành riêng cho tác vụ đó.

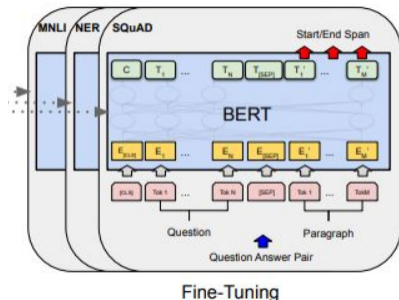


Hình 1.5: Model Tuning



# Fine-Tuning

- Với một tác vụ mới và một mô hình pre-trained, thực hiện cập nhật tham số của mô hình sử dụng một dataset được gán nhãn dành riêng cho tác vụ đó.
- Nhược điểm: Tiêu tốn tài nguyên, khả năng multi-task không tốt.



Hình 1.5: Model Tuning

# Mục lục

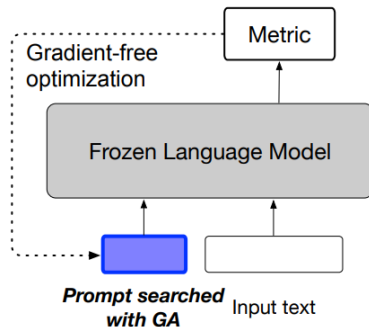
1 Prompt

2 **GPS: Genetic Prompt Search for Efficient Few-Shot Learning**

3 Thực nghiệm phương pháp

# GPS

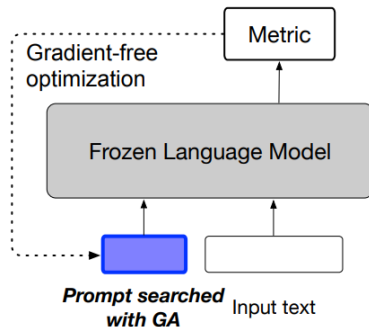
- Với mỗi tác vụ, GPS sẽ tìm ra hard prompt tối ưu theo tư tưởng của Genetic Algorithm (Mitchell, 1980).



Hình 2.1: Prompt Tuning

# GPS

- Với mỗi tác vụ, GPS sẽ tìm ra hard prompt tối ưu theo tư tưởng của Genetic Algorithm (Mitchell, 1980).
- Làm thế nào mà GPS tìm ra prompt tối ưu cho mỗi tác vụ?



Hình 2.1: Prompt Tuning

# Thuật toán GPS

GPS hoạt động với:

- $T$  là số các iteration.
- $G^t$  là tập các prompts cho mỗi iteration.
- $f_{GPS}$  là hàm mục tiêu giúp chọn ra  $K$  prompts có  $f_{GPS}$  cao nhất trên  $D_{dev}$ , tạo thành tập  $G_*^t$ .
- $g_{GPS}$  là hàm giúp tạo ra các prompts mới. Từ  $G_*^t$ ,  $g_{GPS}$  tạo ra tập  $G^{t+1}$ .

---

## Algorithm 1 Genetic Prompt Search

---

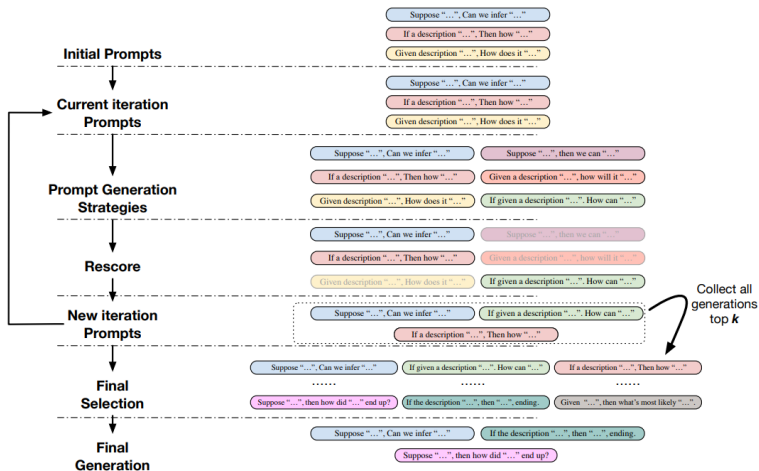
**Require:**  $G^0; D_{dev}; f_{GPS}; g_{GPS}; T; K;$

**Ensure:** Final optimized prompts,  $G^{T+1}$

- 1: obtain handcrafted prompts  $G^0$  as initialization
  - 2: **for** each  $t \in [0, T]$  **do**
  - 3:     store  $G^t$
  - 4:     calculate score for each prompt in  $G^t$  using  $f_{GPS}$ ,
  - 5:     from  $G^t$ , select top  $K$  prompts as reproductive group  $G_*^t$ ,
  - 6:     generate  $G^{t+1}$  based on  $G_*^t$  using  $g_{GPS}$ ,
  - 7: **end for**
  - 8: from stored  $\{G_*^0, \dots, G_*^T\}$ , select top  $K$  prompts as optimal prompts group  $G^{T+1}$  using  $g_{GPS}$ .
  - 9: **return**  $G^{T+1}$ ;
- 

Hình 2.2: Genetic Prompt Search

## Ví dụ



Hình 2.3: Pipeline thực hiện của GPS

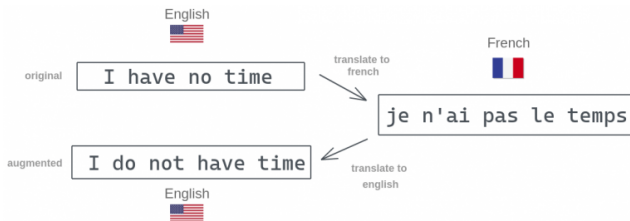
# *gGPS* - Prompt Generation Strategies

Nhóm tác giả thực hiện 3 chiến lược để tạo ra prompt mới cho iteration kế tiếp, bao gồm:

- Back Translation.
- Cloze.
- Sentence Continuation.

# Back Translation

- Back Translation là một kỹ thuật tăng cường dữ liệu trong NLP.
- Một câu được dịch sang ngôn ngữ khác và sau đó tiếp tục dịch câu mới về ngôn ngữ gốc.



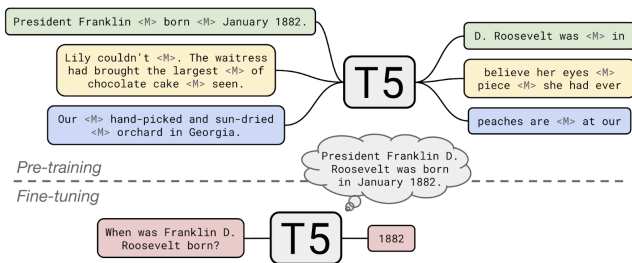
Hình 2.4: Back Translation

- Với GPS, mỗi prompt được dịch từ tiếng Anh sang 11 ngôn ngữ khác (Trung, Hàn, Nhật, ...) rồi sau đó được dịch lại về tiếng Anh.



# Cloze

- Khởi tạo thủ công các prompt, sau đó loại bỏ đi một số từ (token)
- Sử dụng mô hình T5 (large pretrained text-to-text model) để điền vào các chỗ trống, tạo ra các prompt mới.



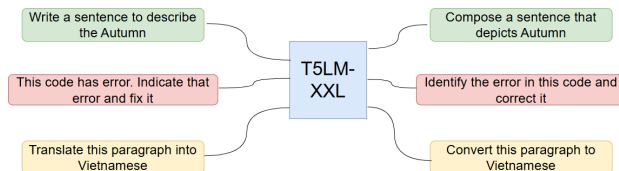
Hình 2.5: Fill in the blanks with T5

# Sentence Continuation

Lấy ý tưởng từ DINO<sup>4</sup>, sử dụng một pretrained language model để phát sinh ra các prompt mới theo template:

Write two question that mean the same thing.

- Sentence 1: « **manual prompt** ».
- Sentence 2: « **new prompt by PLM** »



Hình 2.6: Sentence Continuation

<sup>4</sup>Generating Datasets with Pretrained Language Models

# Mục lục


1 Prompt

2 **GPS**: **G**enetic **P**rompt **S**earch for Efficient Few-Shot Learning


3 Thực nghiệm phương pháp

# Cài đặt


- Phát sinh prompt: Sentence Continuation
- Pretrained model sử dụng: T0 (3B), T5LM-XL  
T0: test samples  
T5: prompt generation

 `google/t5-base-lm-adapt`


 Text2Text Generation • Updated Jan 24, 2023 •  2.79k •  15

 `google/t5-large-lm-adapt`


 Text2Text Generation • Updated Jan 24, 2023 •  7.91k •  7

 `google/t5-small-lm-adapt`

 Text2Text Generation • Updated Jan 24, 2023 •  235 •  7

 `google/t5-xl-lm-adapt`

 Text2Text Generation • Updated Jan 24, 2023 •  1.39k •  12

 `google/t5-xxl-lm-adapt`

 Text2Text Generation • Updated Jan 24, 2023 •  609 •  8

Hình 3.7: T5 models

# Cài đặt

- Số lượng tác vụ: 4 tác vụ
- Số lượng data set: 10 datasets
- Số lượng mẫu trong  $D_{dev}$ : 32 mẫu  
→ 8 shot cho mỗi tác vụ
- Số lượng step (iteration): 8 steps
- Input prompt: template

# Cài đặt

- tham số `choices_in_prompt`: true

Các answer choices (label) nằm trong prompt. Metric: accuracy

- tham số `choices_in_prompt`: false

Reference nằm trong prompt. Metric: BLEU và ROUGE

→ Dự đoán answer choices (labels)

→ Prompt scoring: Accuracy on  $D_{dev}$

```
templates:
  02f3b466-738b-46e4-a4ba-2e26c1b22aa8: !Template
    answer_choices: Yes ||| Maybe ||| No
    id: 02f3b466-738b-46e4-a4ba-2e26c1b22aa8
    jinja: '{{premise}} Based on the previous passage, does this "{{hypothesis}}"
      make sense? ||| {{ answer_choices[label] }}'
    metadata: !TemplateMetadata
      choices_in_prompt: true
      metrics:
        - Accuracy
```

Hình 3.8: input prompt template example - ANLI R1 dataset

# Kết quả thực nghiệm

<b>Dataset</b>	<b>Author</b>	<b>Our Results</b>
anli_r1	<b>49.85</b>	48.30
anli_r2	<b>61.23</b>	44.53
anli_r3	<b>58.20</b>	45.73
hellaswag	<b>40.23</b>	36.06
super_glue_cb	<b>79.86</b>	78.57
super_glue_copa	<b>96.82</b>	85.57
super_glue_rte	<b>89.69</b>	76.30
super_glue_wic	<b>61.38</b>	59.18
super_glue_wsc	<b>70.93</b>	67.00
winogrande_winogrande_xl	<b>56.34</b>	53.86

**Bảng 1:** Comparison of Author and Our Results

# Tài liệu tham khảo

- GPS: Genetic Prompt Search for Efficient Few-Shot Learning
- Multitask Prompted Training Enables Zero-Shot Task Generalization
- The Power of Scale for Parameter-Efficient Prompt Tuning
- Large Language Models are Zero-Shot Reasoners
- Language Models are Few-Shot Learners
- Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer
- Model-tuning Via Prompts Makes NLP Models Adversarially Robust
- Generating Datasets with Pretrained Language Models
- Making Pre-trained Language Models Better Few-shot Learners