

如果碰到服务器无法访问外网情况，可设置环境变量

- 在文件开始写入这两行代码，代表访问HG的镜像社区

```
import os
os.environ['HF_ENDPOINT'] = 'https://hf-mirror.com'
```

- 或者在终端输入 `export USE_MODELSCOPE_HUB=1` 或者 `export HF_ENDPOINT=https://hf-mirror.com`

peft是一个微调开源库，导入 `peft` 名下的 `LoraConfig` 与 `get_peft_model`，可以快速完成微调

- `LoraConfig`

```
self.loraconfig = LoraConfig(
    r=config["lora"]["r"],
    target_modules=config["lora"]["target_modules"],
    bias=config["lora"]["bias"],
    lora_alpha=config["lora"]["lora_alpha"],
    lora_dropout=config["lora"]["lora_dropout"],
)
```

- `r`：秩，直接决定微调的参数数量
 - `lora_alpha`：一般为 $2r$ 或者 r
 - `lora_dropout`：随机将低秩矩阵参数置0
 - `target_modules`：对哪几个层进行微调
- `get_peft_model`
 - 传入加载好的模型和配置好的lora参数，可以得到一个配置好的模型
 - `.print_trainable_parameters()` 可以查看能微调多少参数

```
self.peft_model = get_peft_model(self.model, self.loraconfig)
self.peft_model.print_trainable_parameters()
```

导入 `transformers`，可以快速加载模型，提词器，以及量化配置

- `AutoModelForCausalLM`

- 加载预训练模型的工具

- `device_map`：使用什么设备加载模型参数
- `quantization_config`：量化配置
- `trust_remote_code`：是否信任远程代码

```
self.model = AutoModelForCausalLM.from_pretrained(
    config["model"]["model_path"],
    device_map=config["model"]["device_map"],
    trust_remote_code=config["model"]["trust_remote_code"],
    quantization_config=quan_configs,
)
```

- `AutoTokenizer`

- **自动化分词器加载工具**，将文本转换为模型可理解的数字形式，指定了模型路径会自动下载匹配的分词器

```
self.tokenizer = AutoTokenizer.from_pretrained(
    config["model"]["model_path"],
    trust_remote_code=config["tokenizer"]["trust_remote_co"]
)
```

- 用分词器处理文本

- `max_length`：能接受的文本最大长度，超过这个长度则截断
- `return_tensors`：可为 `pt`，最后返回的就是张量
- `truncation``：采取何种截断方式

```
tokenized = self.tokenizer(
    combined_texts,
    truncation=True,
    max_length=config["tokenizer"]["max_length"],
    padding=False,
```

```
        return_tensors=None # 返回Python列表而不是张量
    )
```

◦ `.tokenizer.encode` : 将原始文本（字符串）转换为模型可理解的 Token ID 序列

- `text` : 输入文本
- `add_special_tokens` : 是否添加特殊token
- `max_length` : 截断
- `truncation` : 是否启用截断
- `return_tensors` : 返回格式（如 `pt`）

```
turn_tokens = self.tokenizer.encode(
    self.tokenizer.apply_chat_template([turn],
    add_special_tokens=False
)
```

◦ `.apply_chat_template` : 将多轮对话历史转换为模型所需的标准化格式

- `tokenize` : 是否返回token IDs，为true则返回模型能理解的数字
- `return_tensors` : 返回张量格式，`"pt"` (PyTorch), `"np"` (NumPy)
- `max_length` : 最大token长度
- `truncation` : 超长是否截断
- `padding` : 填充方式，`"longest"`、`True`、`False`
- `return_dict` : 是否返回字典格式

```
tokenized = self.tokenizer.apply_chat_template(
    conversation,
    tokenize=True,
    max_length=config["tokenizer"]["max_length"],
    truncation=config["tokenizer"]["truncation"],
    return_tensors=None,
```

```
        return_dict=True
    )
```

- BitsAndBytesConfig

- 模型量化的工具，最后要作为参数传入给 load_model

- load_in_8bit : 最后以8bit整数保存模型参数
 - load_in_4bit : 最后以4bit整数保存模型
 - torch_dtype : 模型训练的过程中使用的参数类型

```
quan_configs = BitsAndBytesConfig(
    load_in_8bit=config["model"]["load_in_8bit"],
    torch_dtype=config["model"]["torch_dtype"]
)
```

- Trainer

- 训练执行引擎

- model : 待训练的模型，微调的话则需要传入 peft_model
 - tokenizer : 分词器
 - args : TrainingArguments 实例
 - train_dataset : 训练集
 - eval_dataset : 测试集
 - data_collator : 数据整理器
 - callbacks : 回调函数，用于早停

```
trainer = Trainer(
    model=model,
    tokenizer=self.tokenizer,
    args=training_args,
    train_dataset=train_dataset,
    eval_dataset=eval_dataset,
    data_collator=data_collator,
```

```
callbacks=[EarlyStoppingCallback(config["training"]
)
```

- TrainingArguments

- 控制训练过程的超参数和基础设施配置

- `output_dir` : 输出目录
- `learning_rate` : 初始学习率
- `num_train_epochs` : 训练轮次
- `weight_decay` : 权重衰减, L2正则化
- `per_device_train_batch_size` : 训练的时候每个设备处理的批次大小, 占用显存
- `per_device_eval_batch_size` : 推理的时候每个设备处理的批次大小, 不占用显存
- `eval_strategy` : 模型评估策略
- `save_strategy` : 模型保存策略
- `eval_steps` : 每N步评估一次
- `save_steps` : 每N步保存一次
- `logging_steps` : 每N步记录日志
- `logging_dir` : TensorBoard日志目录
- `report_to` : 日志上报平台
- `fp16` : 是否启用混合精度训练
- `gradient_accumulation_steps` : 梯度累积步数, 用时间换空间策略
- `gradient_checkpointing` : 是否开启梯度检查点, 开启的话可以节省显存, 因为正向传播的时候系统不会暂存中间值, 而是重新计算
- `max_grad_norm` : 梯度裁剪, 防止梯度爆炸
- `load_best_model_at_end` : 最佳模型自动保存

- 启用自动保存后，保存模型的步数要是评估步数的倍数，要保证每次评估之后都能保存，而不是评估到一半保存
- `lr_scheduler_type`：学习率调度器
 - `cosine`：余弦退火
 - `linear`：线性衰减
- `metric_for_best_model`：

```
training_args = TrainingArguments(
    output_dir=config["model"]["output_path"],
    learning_rate=config["training"]["learning_rate"],
    num_train_epochs=config["training"]["num_epochs"],
    weight_decay=config["training"]["weight_decay"],
    per_device_train_batch_size=config["training"]["per_device_train_batch_size"],
    per_device_eval_batch_size=config["training"]["per_device_eval_batch_size"],
    eval_strategy=config["training"]["eval_strategy"],
    save_strategy=config["training"]["save_strategy"],
    eval_steps=config["training"]["eval_steps"],
    save_steps=config["training"]["save_steps"],
    logging_steps=config["training"]["logging_steps"],
    logging_dir=config["training"]["logging_dir"],
    report_to=config["training"]["report_to"],
    load_best_model_at_end=config["training"]["load_best_model_at_end"],
    fp16=config["training"]["fp16"],
    gradient_accumulation_steps=config["training"]["gradient_accumulation_steps"],
    dataloader_num_workers=4, # 增加数据加载器的工作进程
)
```

- `datasets.Dataset` 是 Hugging Face `datasets` 库中的核心类，用于高效处理大规模数据集
 - `.from_dict()`：用于快速构建数据集，返回的是字典
 - `.map()`：对数据集中的每一行或批次应用自定义函数
 - `function`：函数名
 - `batched`：是否批次处理
 - `batch_size`：每批次的样本数
 - `num_proc`：使用的进程数
 - `.save_to_disk`：存储Dataset格式的数据集
- `load_dataset`：是 `datasets` 中一个加载数据集的方法

- `split` : 用于指定加载数据集的哪个子集，可以指定加载百分之多少，使用切片语法
- `streaming` : 是否启用流式加载，避免OOM，不会一次性把数据集读入内存，仅受磁盘空间限制

```
self.dataset = load_dataset("BelleGroup/multiturn_chat_0.8M", spl
```

- `DataCollatorForSeq2Seq` : 用于动态批处理输入数据，并自动处理填充、注意力掩码和标签对齐
 - `tokenizer` : 分词器
 - `model` : 模型，可用于自动推断解码器结构
 - `padding` : 填充策略
 - `max_length` : 文本最长的长度
 - `pad_to_multiple_of` : 将长度填充到该值的倍数
 - `label_pad_token_id` : 标签序列的填充 Token ID
 - `return_tensors` : 返回的张量格式

```
data_collator = DataCollatorForSeq2Seq(
    tokenizer=self.tokenizer,
    pad_to_multiple_of=config["dataloader"]["pad_to_multip
    return_tensors=config["dataloader"]["return_tensors"],
    padding=config["dataloader"]["padding"],
    label_pad_token_id=config["dataloader"]["label_pad_tok
)
```