

Bert

xbZhong

2025-07-29

[本页 PDF](#)

Bert

架构

基于 EMLO 与 GPT 改进，融合了这两个模型的特征：

- EMLO 使用的是**双向的 RNN**
- GPT 使用的是**transformer**

而 Bert 使用的是**双向 transformer**

两步工作

1. 无监督学习的预训练
 - 使用大量无标记的文本进行预训练，也就是文字填空和 NSP，使得模型学习到词元的特征和句子之间的关系
2. 有监督学习的微调
 - 使用有标记的文本进行微调，目的是为了让模型适应下游任务，**原始论文采用全参微调**
 - 微调会保留 Bert 的预训练权重，但在任务数据上继续训练，并加上**适应该任务的头部层**

无标号的大数据的训练比有标号的一定大小的数据的训练有用

解决的任务

1. 做文字填空（MLM）
 - 会随机 mask 掉一些词，然后根据上下文进行词的填空
 - 有 **15%** 的概率选中一些词，又有 **80%** 的概率把**这些词 mask 掉**，还有 10% 的概率换成词表原有的词，剩下 10% 的概率什么都不做
 - 这种做法会导致 bert 在进行微调的时候**有性能损失**，因为**微调的时候并不会去进行掩码**
2. 做下一个句子的预测（NSP）
 - 随机抽取两个句子，判断其中一个句子是不是另一个句子的下一句
 - 有 **50% 的正样本，50% 的负样本**

输入向量

输入 = **Token Embedding + Segment Embedding + Position Embedding**

- **Token Embedding**: WordPiece 分词（处理未登录词如“unhappiness” → “un” , “##happiness”）。
- **Segment Embedding**: 标记句子归属（第一句为 0，第二句为 1）。
- **Position Embedding**: 绝对位置编码（最长支持 512 个 Token）。

文本标记

- [CLS]：这是一个向量，它会与句中所有其他词交互，聚合全局语义信息，它的**最终隐藏层状态会作为分类器的输入特征**，可以用于分类任务
- [SEP]：这个标记用于明确句子边界

WordPiece

基于子词的一种分词算法

核心目标：把单词拆分为更小的、有语义的子词单元

- **减小词表大小：**避免为所有单词单独分配向量
- **提升泛化能力：**通过子词组合处理未见过的词

合并策略是基于语言模型的似然概率，优化目标是最大化语料库的似然概率

前缀标记：非词首子词用 ## 标记（如 ##ing），区分词内和词首位置

训练阶段

1. 将语料库中所有单词拆分为单字符，统计字符概率
2. 计算候选子词对的得分，使用似然增益公式，将得分最高的子词对加入词汇表，直到词汇表达到预设大小

$$score(s) = \log P(s) - (\log P(s_1) + \log P(s_2))$$

其中：

- $P(s)$: 合并后的子词 s 在语言模型中的概率
- $P(s_1)$ 和 $P(s_2)$: 未合并时两个子词独立出现的概率