**背景：**

普通RNN不仅存在梯度消失和梯度爆炸的问题，而且无法选择性地存储信息，这限制了其对长期依赖关系的建模能力。比如在NLP任务中，如果处理一个很长的句子，到句子末尾时，普通RNN将记不住这个句子开头部分的详细内容，因此无法有效地捕捉长期依赖关系。

为了解决这些问题，LSTM被提出作为一种优化的RNN结构。LSTM引入了门控机制来控制每一时刻的信息的记忆与遗忘，使其具备选择性存储信息的能力。相比于普通RNN，LSTM能够更好地处理长期依赖关系，因为它可以选择性地记住重要的信息并遗忘不重要的信息。

但是LSTM也存在一些不足之处。它的结构相对复杂，导致计算效率较低，训练速度较慢。相比之下，GRU很多情况下的实际表现与LSTM相差无几，但其具有更简单的结构，GRU使用了同一个门控z来同时进行遗忘记忆和选择记忆。所以GRU更容易训练，能够很大程度上提高训练效率。这就是为什么更倾向于GRU。

**GRU的结构：**

参考如下：

[人人都能看懂的GRU - 知乎 (zhihu.com)](https://zhuanlan.zhihu.com/p/32481747)

我们将GRU的结构分为输入输出结构和内部结构两部分。GRU的输入输出结构：有一个当前的输入xt ，和上一个节点传递下来的隐状态ht-1，这个隐状态包含了之前节点的相关信息。结合xt和ht-1， GRU会得到当前隐藏节点的输出yt和传递给下一个节点的隐状态 ht。

由于GRU的输入输出结构和普通RNN一样，所以我们重点关注其内部结构。首先GRU根据输入的xt和ht-1计算得到两个门控重置门控r和更新门控z，分别用来记忆当前状态和更新状态。再使用重置门控r来重置ht-1，得到ht-1’，将ht-1’与输入xt拼接，用tanh缩放数据范围到-1~1，得到h’，h’记忆了当前时刻的状态。接下来是更新记忆阶段，使用更新门控z来实现。Z的范围是0~1，接近1代表记忆的多，接近0代表遗忘的多。更新用一个式子即可表示：ht=(1-z)ht-1+zh’(知乎链接里有)，(1-z)ht-1表示对原本隐藏状态的选择性遗忘，zh’表示对包含当前记忆的信息h’的选择性记忆。这个式子表现了GRU和LSTM的一个重要区别：GRU只使用了一个记忆门控z就可以同时进行遗忘和选择记忆，而LSTM则要使用多个门控来实现遗忘和选择记忆。

**GRU的应用**

[【论文导读】2019阿里CTR预估模型---DIEN（深度兴趣演化网络） (qq.com)](https://mp.weixin.qq.com/s/fXt1SA0zO8Ak-VIe1Tlz3A)

GRU在很多领域都有应用，这里我们详细讲述一下CTR估计中，使用 GRU 建模用户序列的阿里DIEN 模型。

**CTR估计是什么？**

每点击付费(CPC) 是广告系统中最常见的计费形式之一，广告商对广告的每次点击进行收费。在CPC广告系统中，点击率(CTR)预测的效果不仅影响整个平台的最终收益，还会影响用户体验和满意度。在大多数非搜索的电子商务场景中，用户不主动表达自己当前的意愿。因此设计能够捕捉用户动态兴趣的模型是提高CTR预测性能的关键。

**为什么使用GRU？**

之前的一些研究表明，为了获取用户对物品的兴趣，将用户行为直接视作兴趣，然而潜在的兴趣很难通过显式的行为得到充分的体现。而且用户兴趣是随时间不断发展的，捕捉用户兴趣的动态变化也是非常重要的。RNN模型就可以被用来捕捉用户兴趣的动态变化，它可以随时间记录用户的物品交互。但传统的RNN模型仍然存在一些问题：

1.直接将整个序列结构看作潜在的兴趣，而这些隐藏状态缺乏对兴趣表示的特殊监督。

2.大多数基于RNN的模型都连续且均等地处理相邻行为之间的所有依赖关系。但并非所有用户的行为都严格取决于每个相邻的行为。 每个用户都有不同的兴趣，并且每个兴趣都有其自己的发展轨迹，例如书籍和衣服的发展过程几乎是各自独立的。 对于目标物品，这些模型只能获得一个固定的兴趣演化轨迹，可能会受到兴趣漂移的干扰。其中兴趣漂移是指用户可能在一段时间内对各种书籍产生兴趣，在另一段时间内又需要衣服。

**怎么使用GRU的？**

基于上述问题，DIEN被提出了。该模型有两个层使用了GRU，分别是兴趣提取器层和兴趣演化层。兴趣提取层用来基于行为序列提取兴趣序列，兴趣演化层用来对与目标物品相关的兴趣演化过程进行建模。

兴趣提取层中，DIEN选择GRU来建模两行为之间的依赖性。在电子商务系统中，用户行为是潜在兴趣的载体，用户采取一种行为后，兴趣就会发生变化。在兴趣提取器层，需要从用户行为中提取一系列兴趣状态。而用户的点击行为非常丰富，即使在很短的时间内，用户历史行为序列的长度也很长。因此DIEN选用了GRU来解决普通RNN梯度消失、难以处理长期依赖的问题和LSTM速度慢、训练效率低的问题。(这部分没有完全理解怎么用GRU的，应该要补充吧)

兴趣演化层中，DIEN使用了注意力机制和GRU相结合的机制，首先是注意力分数at(公式在链接里有)，attention分数at反映了目标物品ea和当前兴趣状态ht的关系，相关性越大，则分数越大。在输入中，it’=ht\*at，并将更新门控z更换为at，式子变为ht’=(1-at)\*ht-1’+at\*ht’。注意力机制可以增强相对兴趣的影响，并减弱来自兴趣漂移的干扰(这里我没弄懂为什么z换成at就可以减弱兴趣漂移，这个不知道需不需要解释)。