

# Wide & Deep [2016]:

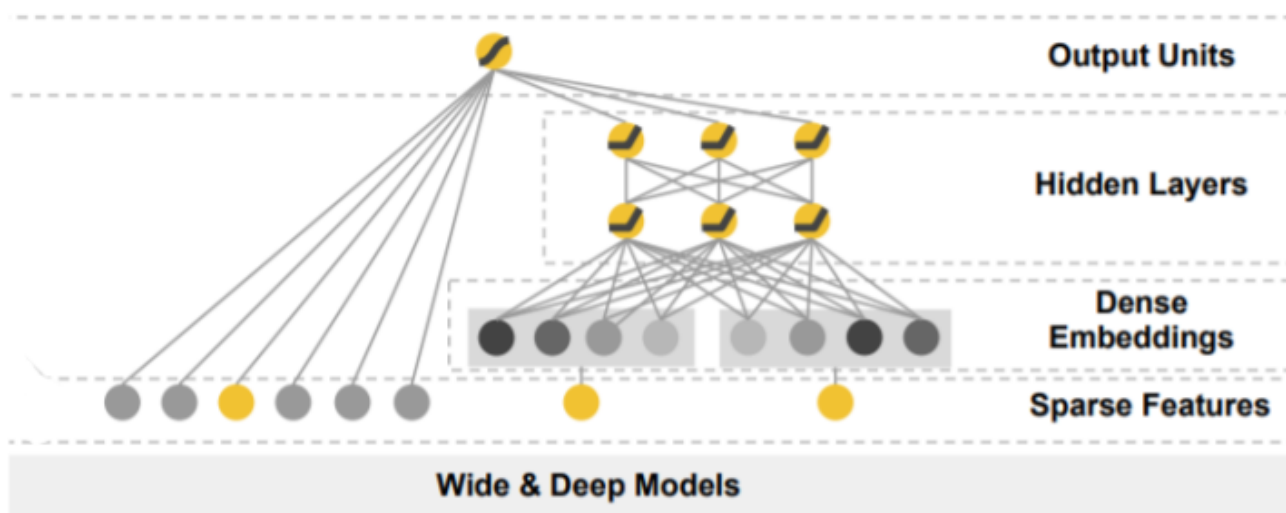
出自论文：Wide & Deep Learning for Recommendation Systems。

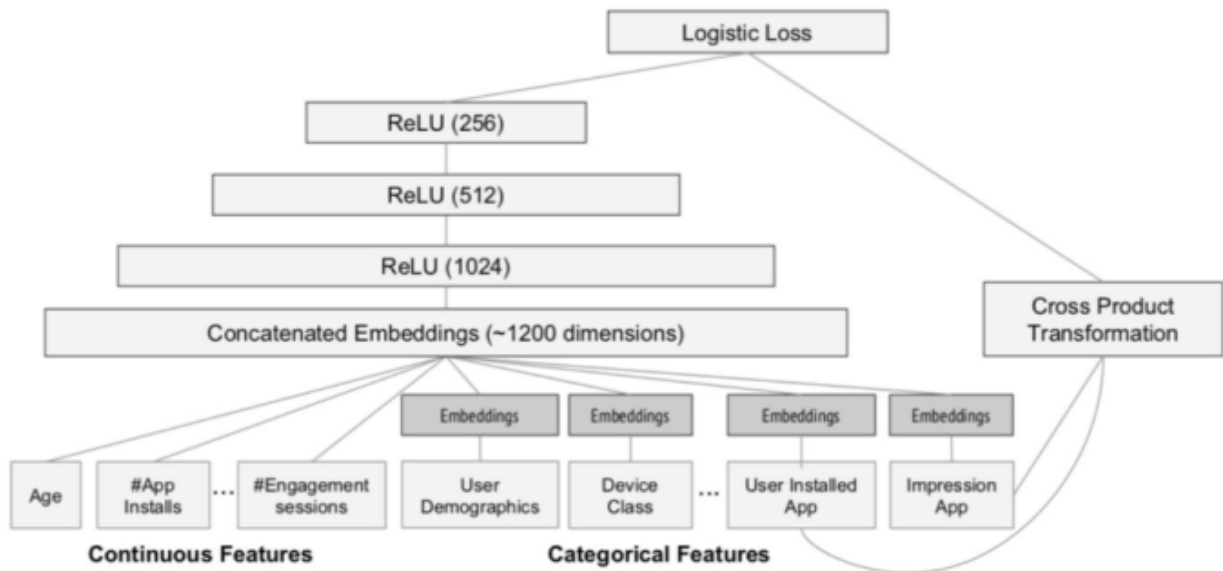
Wide x& Deep是 2016年 Google提出的用于Google Play app推荐业务的一种算法。其核心思想是通过结合**Wide线性模型的记忆性 (memorization)** 和**Deep深度模型的泛化性 (generalization)** 来对用户行为信息进行学习建模。

如果推荐的内容都是精准内容（记忆性），用户兴趣收敛，无新鲜感，不利于长久的用户留存；推荐内容过于泛化，用户的精准兴趣无法得到满足，用户流失风险很大。所以，要结合记忆性和泛化性才好。

Memorization of feature interactions through a *wide* set of cross-product feature transformations are effective and interpretable,... and directly relevant to the items on which users have **already performed actions**. *deep* neural networks can generalize better to **unseen feature combinations** through low-dimensional dense embeddings learned for sparse features. However, deep neural networks with embeddings can over-generalize and recommend less relevant items when the user-item interactions are sparse and high-rank.

其实，这里和信息检索里面的神经信息检索 & 基于exact match的检索是类似的，神经信息检索不免会引入一些不相关的召回结果。





- Wide侧：线性模型通常输入二进制的one-hot稀疏表示特征进行训练。比如特征“user\_installed\_app=netflix”为1，表示用户已安装netflix。交叉特征AND（user\_installed\_app=netflix, impresion\_app=Pandora）表示既安装了netflix app同时又浏览过Pandora的用户特征为1，否则为0。wide模型可以通过利用**交叉特征**高效的实现**记忆能力**，达到准确推荐的目的。例如在这个例子中，模型可以“记住”，当用户安装了netflix的时候，点击Pandora的标签是1，之后出现同样的样例时，就可以直接根据这个给出答案。

wide模型通过加入一些宽泛类特征实现一定的泛化能力，例如AND(user\_installed\_category = video, impression\_category = music)。但是受限与训练数据，wide模型无法实现训练数据中**未曾出现过的泛化**。

注意，这里的wide端并没有对**所有特征**都做交叉，而只是做deep端的必要补充，所以只对user\_installed\_app和impression\_app这两个域进行了特征交叉。“shallow component can be a supplement to the deep models”。

- Deep侧：像FM和DNN这种Embedding类的模型，可以通过学习到的**稠密向量**实现模型的**泛化能力**，包括可以实现对未见过的内容进行泛化推荐。

总体的公式：

$$P(Y = 1|\mathbf{x}) = \sigma(\mathbf{w}_{wide}^T[\mathbf{x}, \phi(\mathbf{x})] + \mathbf{w}_{deep}^T a^{(l_f)} + b)$$

其中， $x$ 是原始的稀疏特征， $\phi(x)$ 是交叉特征。