

# wide&deep改进

## 1.W i d e & D e e p

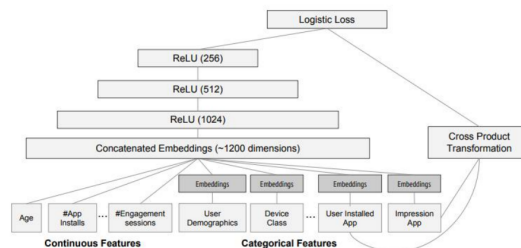


Figure 4: Wide & Deep model structure for apps recommendation.

Wide也是一种特殊的神经网络，他的输入直接和输出相连，属于广义线性模型。Deep就是指Deep Neural Network，输入深度神经网络。该模型通过Wide部分来直接"记忆"历史信息，从而达到"共现"；通过Deep部分让模型具有更高的"泛化"能力。该模型用数学公式表达如下：

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

其中 $\phi(x)$ 相当于对离散变量onehot之后的组合：例如 $\phi(x)$ 仅仅在输入样本X中的特征gender=female和特征language=en同时为1，其余的都为0。所以只要把两个特征的值相乘就可以了。

## 2.Deep&Cross(DCN)

Deep&Cross(DCN)是Wide&Deep的改进版（Wide&Deep中的Cross Product非常限定场景---可以将Wide&Deep看做通过特征工程做特征组合，DCN为自动做特征组合），它把Wide侧的LR换成了CrossLayer，可显式的构造有限阶特征组合，并且具有较低的复杂度。

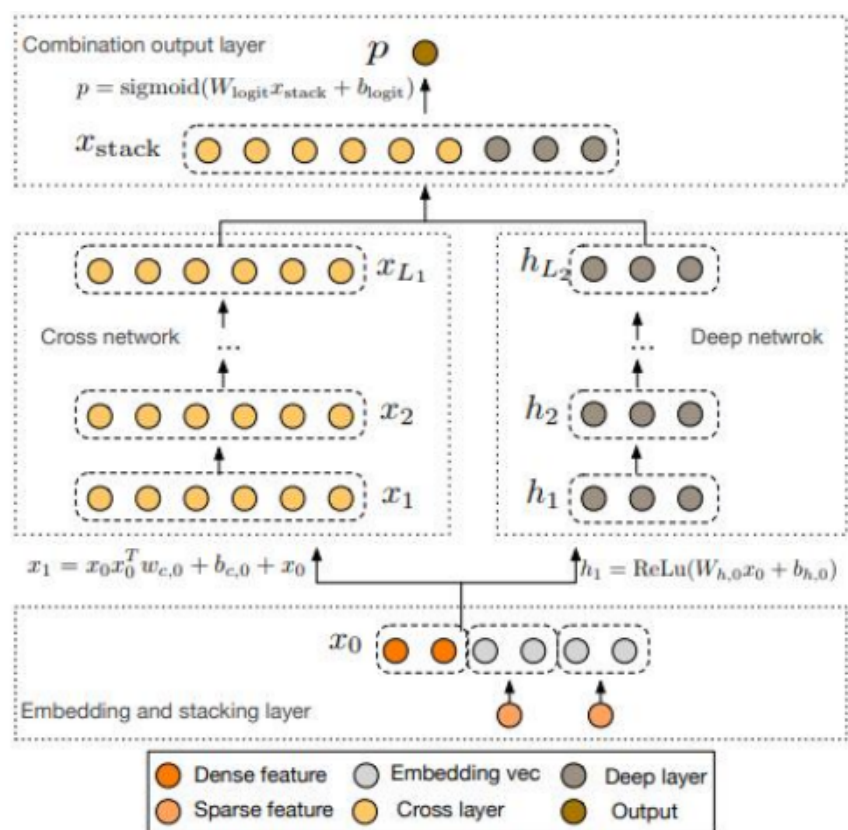
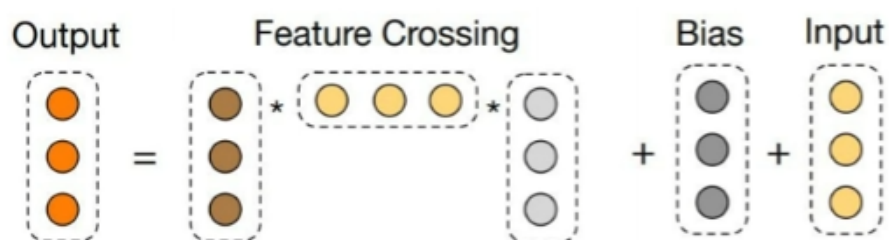


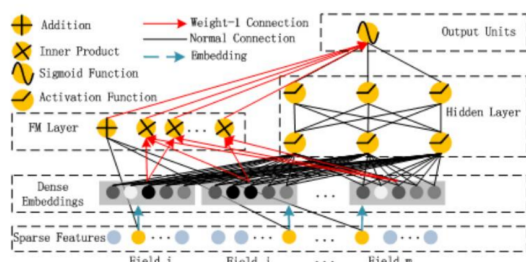
Figure 1: The Deep & Cross Network

输入 $x_0$ 为连续特征和离散特征（经过embedding）后的拼接，对于第 $l$ 层的Crossnetwork： $x_{l+1} = x_0 x_l^T w_l + b_l + x_l = f(x_l, x_l, b_l) + x_l$ 。



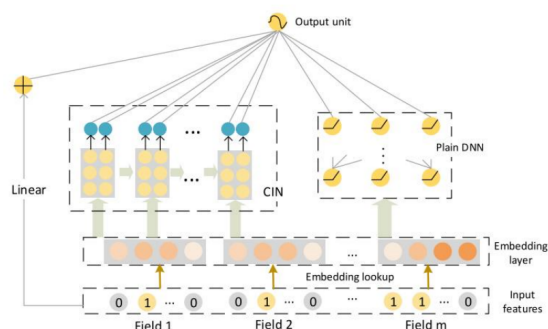
### 3.DeepFM

DeepFM 是 Deep 与 FM 结合的产物，也是 Wide&Deep 的改进版，只是将其中的 LR 替换成了FM，提升了模型 Wide 侧提取信息的能力。

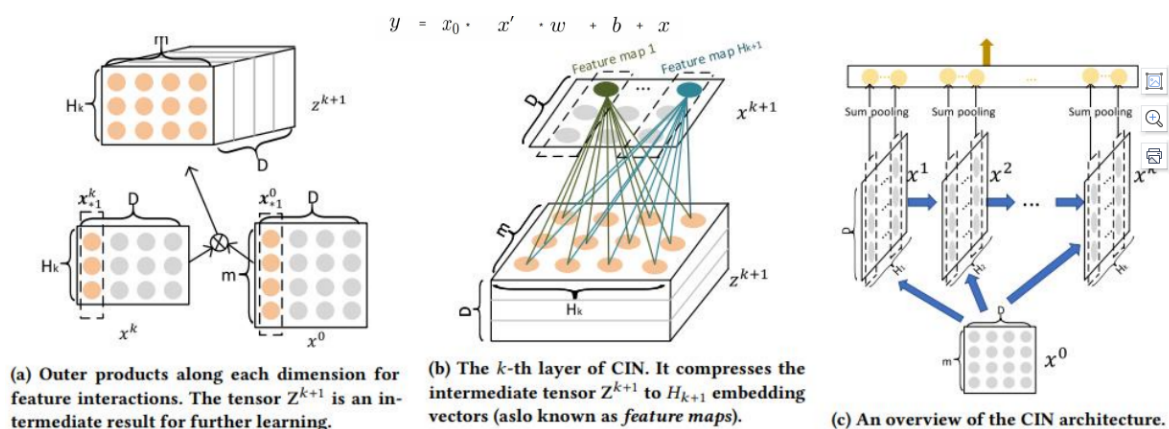


## 4.xDeepFM

xDeepFM 是 Wide & Deep 的改进版，在此基础上添加了 CIN层(压缩感知层) 显式的构造有限阶特征组合。xDeepFM 虽然名字跟 DeepFM 类似，但是两者相关性不大，DCN(Deep&Cross) 才是它的近亲。(我个人认为xDeepFM就是把两个矩阵相乘 $BA^T$ ,这两个矩阵行表示field\_dims, 列表示embed\_dim,分解成了embed\_dim个 $[\text{field\_dims} \times 1] \times [1 \times \text{field\_dims}]$ 相加)。下面是xDeepFM的计算方式。



下面是CIN的具体计算流程：



数学公式可表示为：