

© 2024 Institute of Electronic Design Automation, Peking University

iMoB_AppNote_2D

(2024 年 8 月)

无锡北京大学电子设计自动化研究院



EDA 北京大学EDA研究院
INSTITUTE OF ELECTRONIC DESIGN AUTOMATION, PEKING UNIVERSITY

版本信息

本应用说明针对iMoB_V2.0_Release_2024Q3,在使用较早版本时需要做一些微调。

目录

摘要	4
背景介绍	5
基于机器学习的一站式建模及电路仿真流程:	6
iMoB解决方案	10

摘要

iMoB 是基于机器学习的建模及电路仿真一站式平台。本应用说明以MoS2为例介绍建模及仿真流程，包含以下几步，首先将数据导入iMoB，训练过程中可选择使用选项卡设置神经网络，也可采用脚本设置神经网络，设置完成后进行训练，其次，训练结束后将生成预测数据及误差，根据误差调整训练。接着，在训练误差符合要求后，可一键式生成Verilog-A器件模型，最后将器件模型编译并进行SPICE仿真。**iMoB** 将提供MoS2的样例数据、机器学习训练模板、器件仿真网表及反相器仿真网表。

背景介绍

新材料和新结构的涌现，推动了半导体领域的创新。然而，目前仍然缺乏完善的器件模型和有效的验证手段来评估这些新材料在电路中的性能，这使得快速建立相应的器件模型变得尤为紧迫。

在前期 iMoB 基础上，无锡北京大学电子设计自动化研究院研发推出了建模工具 **iMoB_V2.0_Release_2024Q3**。可实现从数据到建模再到电路仿真一站式解决方案，加速数据到电路模型的转换过程，从而加速新材料在实际应用中的开发和部署。

iMoB 从建模到电路仿真一站式解决方案流程：



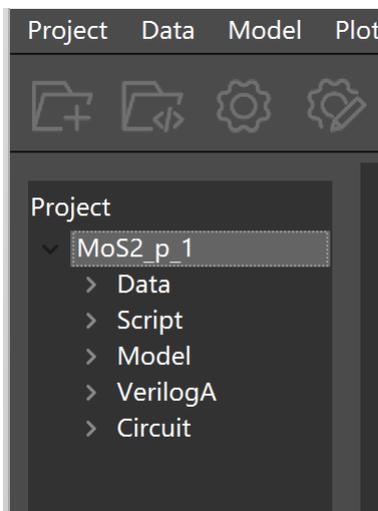
本应用说明现以二维材料MoS2为例，基于iMoB_release_2024S3介绍了从数据到建模再到仿真的一站式解决方案

基于机器学习的一站式建模及电路仿真流程：

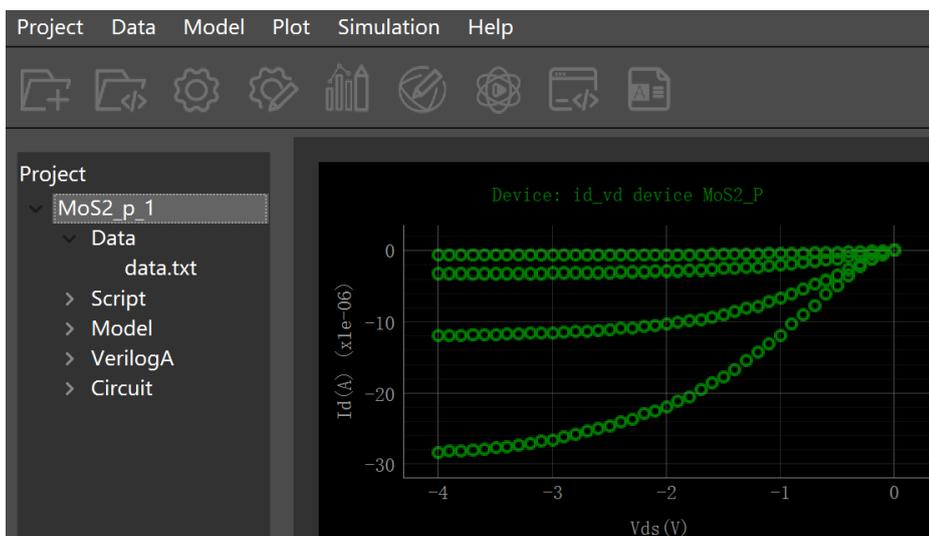
支持器件模型集成的定制化

- 步骤01** 导入测试数据
- 步骤02** 设置神经网络结构 (选项卡/脚本)
- 步骤03** 采用机器学习求解参数
- 步骤04** 根据求解参数预测数据
- 步骤05** 对比测试数据和预测数据
- 步骤06** 生成Verilog-A
- 步骤07** 进行SPICE仿真

第一步，在project下创建新项目，项目创建的同时将生成多个附属文件夹，覆盖data、circuit等，后续操作均默认保存在对应文件夹下，在iMoB面板可查看。可同时打开多个项目，激活项目后方可对项目操作。如下所示。

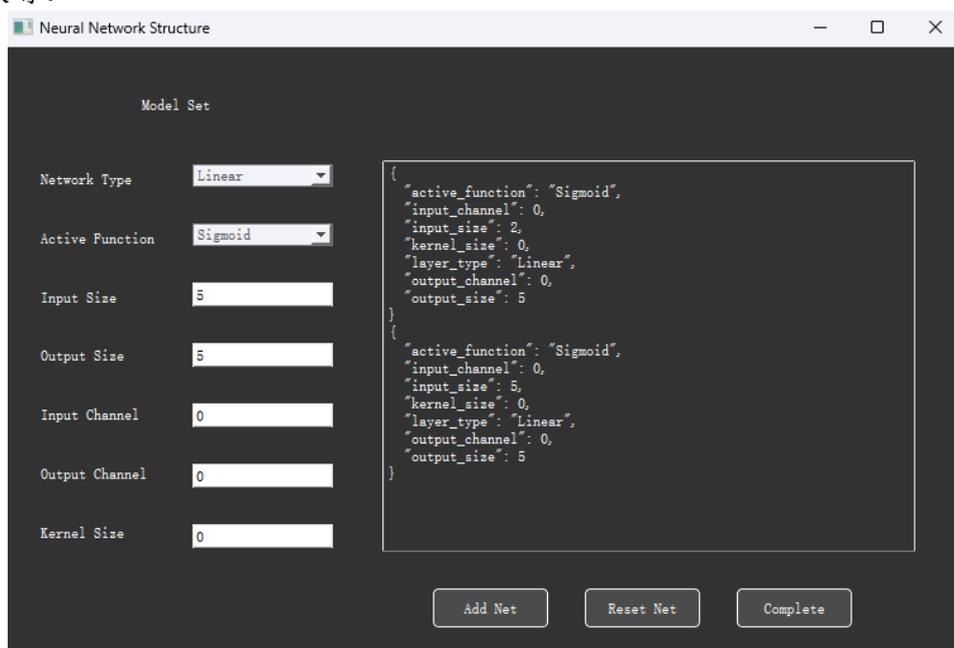


第二步，导入MoS2输出特性测试数据，导入后可在plot中进行绘图查看。如下所示

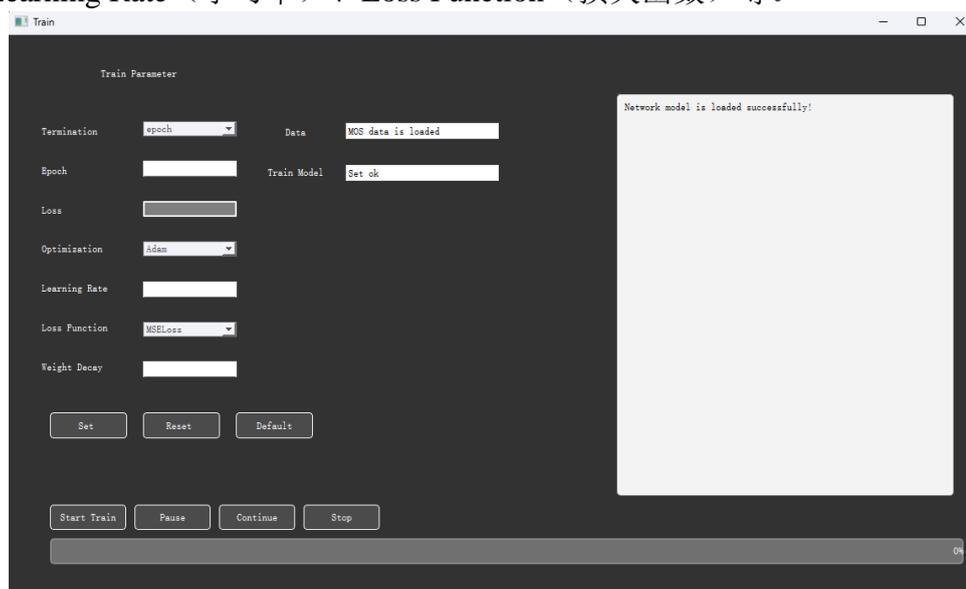


第三步，设置神经网络训练，可自主选择神经网络训练设置方式，训练完成后将ANN训练预测数据绘图，可根据预测数据与测试数据误差重新调整神经网络训练设置。此处有三种设置神经网络训练的方式。

方案一，首先采用选项卡设置神经网络，在训练面板上可设置神经元数量、网络层数、激活函数等。



其次采用选项卡设置训练参数，在训练面板上可以设置的参数有：Termination（训练终止条件）、Epoch（训练步长）、Loss（终止Loss值）、Optimization（优化函数）、Learning Rate（学习率）、Loss Function（损失函数）等。



方案二，通过加载脚本模板设置神经网络训练，iMoB为用户提供了神经网络算法训练脚本模板，用户可使用默认模板进行训练，也可基于默认模板进行自定义设置。

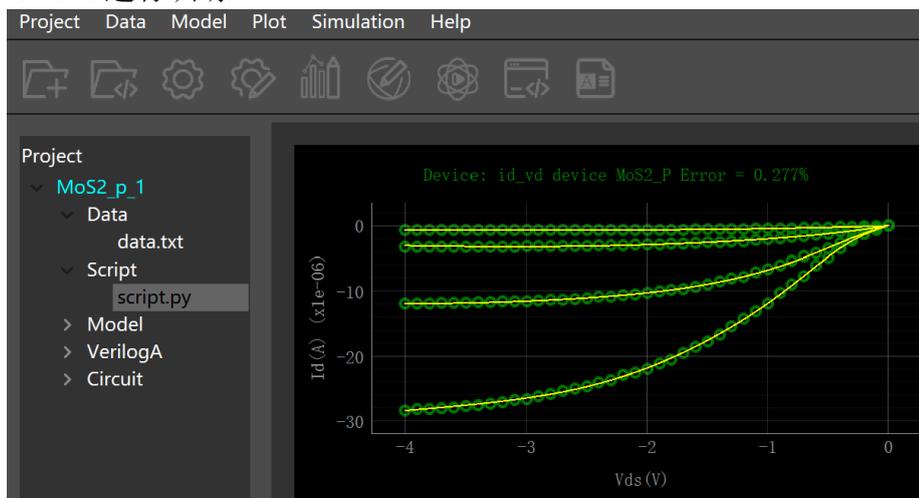
```
input_size = 2
hidden_size1 = 8
hidden_size2 = 5
output_size = 1
lr = 0.04
weight_decay = 1e-5
num_epochs = 6500

model = MLP(input_size, hidden_size1, hidden_size2, output_size)
criterion = nn.MSELoss()
optimizer = optim.Adam(model.parameters(), lr=lr, weight_decay=weight_decay)

print('Model set ok!', flush=True)

# Training the model
train_losses = []
test_losses = []
```

方案三，通过加载自定义脚本文件进行神经网络训练设置，用户可配置本地编辑器编辑脚本导入iMoB进行训练。



第四步，模型训练完成后，一键式生成Verilog-A模型文件。

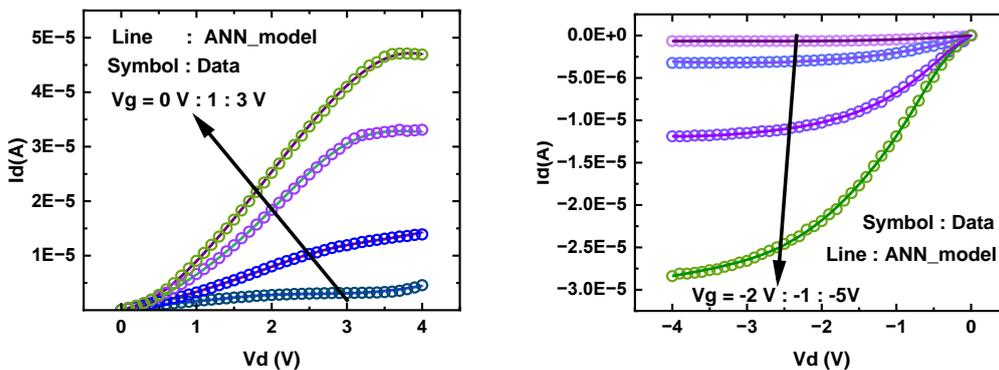
The screenshot shows the iMoB software interface with the project tree on the left and the generated Verilog-A code on the right. The project tree shows 'MoS2_p_1' with sub-items: 'Data' (data.txt), 'Script', 'Model', 'VerilogA' (MoS2_p_1.va), and 'Circuit'. The Verilog-A code is as follows:

```
`include "discipline.h"
module MoS2_p_1(drain, gate, source, body);
inout drain, gate, source, body;
electrical drain, gate, source, body;

parameter type = 1.0;
//Input layer
parameter w1_1_1=-0.4471585750579834;
parameter w1_1_2=1.8531664609909058;
```

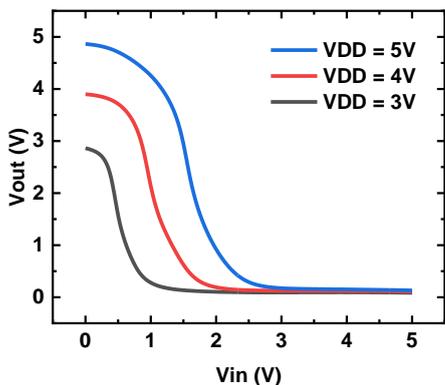
第五步，使用生成的.va文件进行SPICE仿真。

使用神经网络训练生成的MoS2_n.va、MoS2_p.va进行器件输出特性SPICE仿真，ANN_model表示神经网络训练生成的模型进行SPICE仿真获得的数据，采用实线表示，实测数据采用空心圆符号表示，仿真与测试对比如下：

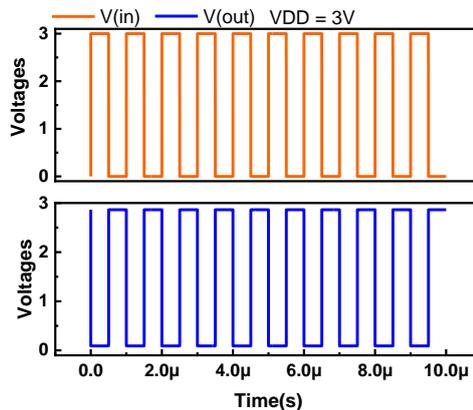


用户可采用MoS2_n.va、MoS2_p.va进行SPICE仿真。例如：Invdc、Inverter

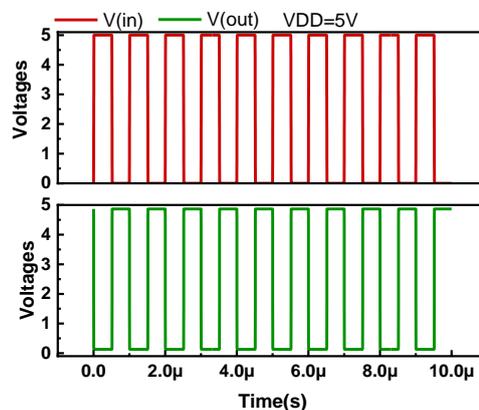
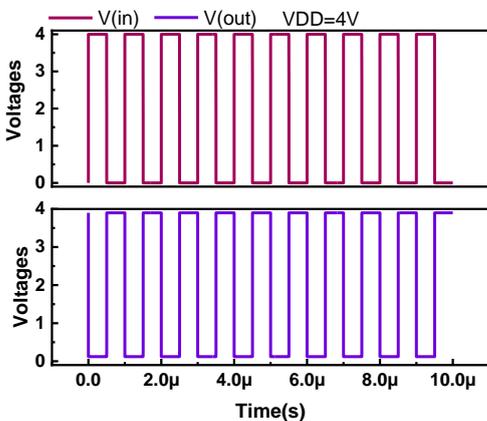
Invdc:



Inverter:



Inverter :



iMoB解决方案

软件安装

提供iMoB的安装包，一键完成python环境配置及iMoB安装，建模过程中如有遇到问题，我方将提供技术支持。

联系我们: digital_eda@pkueda.org.cn