5G 仿真实验室解决方案

需求分析

不同领域对于网络的要求是多样化的，例如智能家居、智能电网、智能农业和智能抄表需要大量的额外连接和频繁传输小型数据包的服务支撑;自动驾驶和工业控制要求毫秒级延迟和趋于 100%的可靠性，而娱乐信息服务则要求固定的或移动宽带连接。因此，5G 网络需要具备更加灵活的架构以支撑不同环境下的业务诉求。

为使 5G 网络核心业务、核心功能、网络安全、5G+工业互联网等多方面能力得以提前感知、验证，需要建立一套以 5G 功能特性、5G 网络安全、5G+工业互联网等多位一体的实验室环境，用来完成相关功能、性能、安全性测试、验证工作。用于确保现网部署的技术是经过验证和严格测试的。

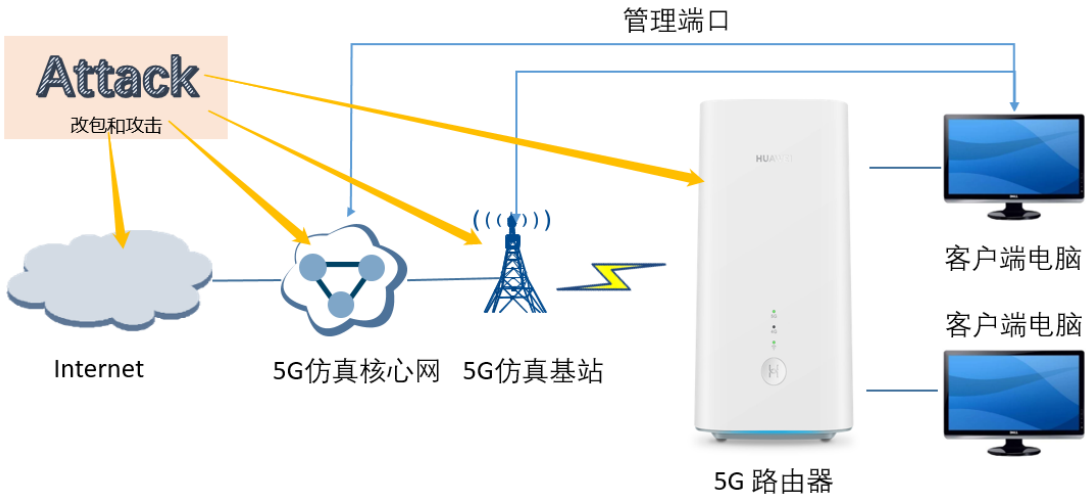
教育行业为了完成 5G 技术的相关教学，也需要搭建部署方便，成本可控的 5G 整体实验室方案，配合 5G 的教材能够让学生不仅能学习理论知识，同时也可以实际动手操作加深理解 5G 协议。

如果采用完全真实的 5G 设备构建实验室，会有 3 个主要的挑战：

- ✧ 真实 5G 设备部署非常复杂，需要完整的核心网，基站，终端环境，调试周期，机房空间，耗电，屏蔽室等不是一般的用户可以轻松掌握的。
- ✧ 采购成本高昂，核心网包括 5GC 和 VONR 2 套环境，接入网的主流设备商基站一般不单独出售，动辄上千万的成本很难负担。
- ✧ 真实的 5G 设备环境没有办法提供海量终端和流量的模拟。真实的 5G 设备需要真实终端接入，用户很难准备海量的真实终端并维护这些终端。

解决方案

根据以上需求，触点互动结合自身产品特性和能力，通过将 5G 核心网仿真仪表、5G 仿真基站组合，在实验室中建立了一套完整的 5G 生态环境。具体环境组合示意图如下：



在本方案中，5G 网络生态环境部署时，是不需要部署一整套真实的 5G 核心网系统的，只需要部署一套触点互动 5G 核心网仿真仪表即可完成 5G 核心网各主要网元的仿真模拟，媒体面部署一套 XproNetworkSimulator 仿真仪表仿真 5G 媒体面功能，同时配合触点互动独立自主研发的 5G 仿真基站或一台小基站，再结合一台 5G 仿真终端或 5G 路由器，即可完成整套 5G 生态环境的搭建。其中：

- 5G 仿真核心网信令面仿真仪表为：Xproreplay 核心网仿真仪表
- 5G 仿真核心网媒体面仿真仪表为：XproNetworkSimulator 网络测试仿真仪表
- 5G 仿真基站设备为：XproRANSimulator 基站仿真器
- 5G 仿真终端设备为：XproUESimulator UE 模拟器

整套系统通过一台 5G 路由器和公网连接。用户可以通过一台 UE 仿真终端安装定制的 USIM 卡与基站建立连接，再通过核心网完成鉴权上线，用户面通过 N6 口连接 DN 网络，从而完成整个 5G 闭环流程。

维护人员可以通过个人 PC 连接到指定 IP 来维护本实验环境，包括 5G 核心网配置、基站配置等工作。

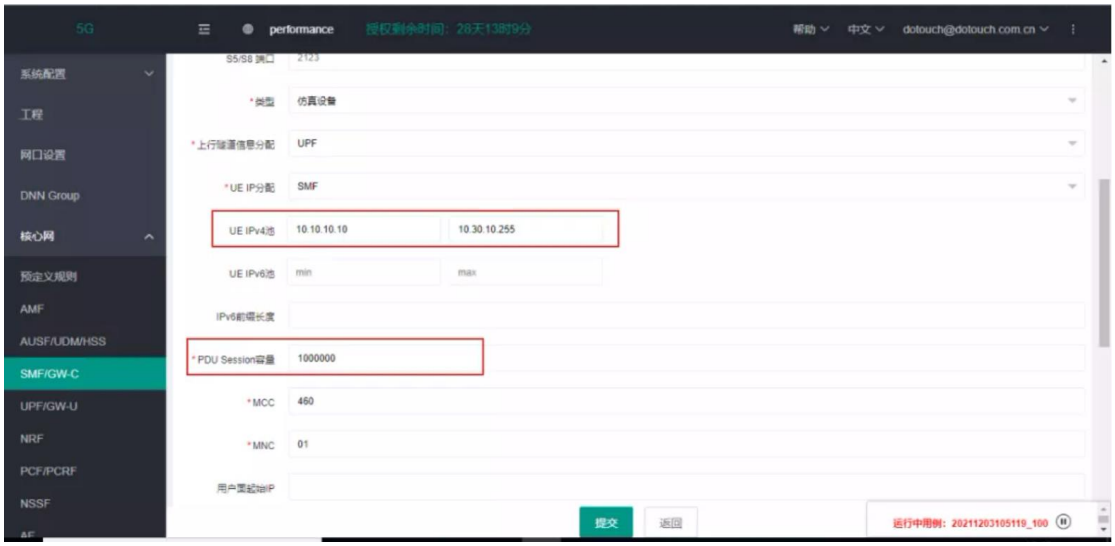
通过 5G 实验室中仿真的 5G 环境，用户可以进行

1) 有目的的学习：可结合 5G 环境制定各种培训课件，针对各大院校提供相关教学环境
2) 有针对性的对网络参数进行调整、修改。学员可以通过实际参数调整、修改，来验证相关网络功能
3) 针对真实 5G 核心网环境仿真，用户可将真实核心网拓扑配置到仿真环境中，实现实验室环境下的真实核心网环境模拟。同时，可通过该环境进行相关网络拓扑的修改、调整，来优化现网拓扑结构
4) 实验室环境提供信令消息篡改功能，用户可在该环境下，通过信令消息/参数的修改来验证网络配置的健壮性。同时，实验室可对被测网元提供信令模糊测试功能，用来挖掘被测网元可能存在的漏洞
5) 5G 实验室可通过可编程协议工具对信令协议进行编辑，实现用户协议“私有化”定制
6) 实验室环境可提供 5G-LAN 仿真，支持 N19 接口仿真
7) 可提供 5G+工业互联网仿真测试
8) 支持其他 R18 新功能特性，如 SCP、NPN 等

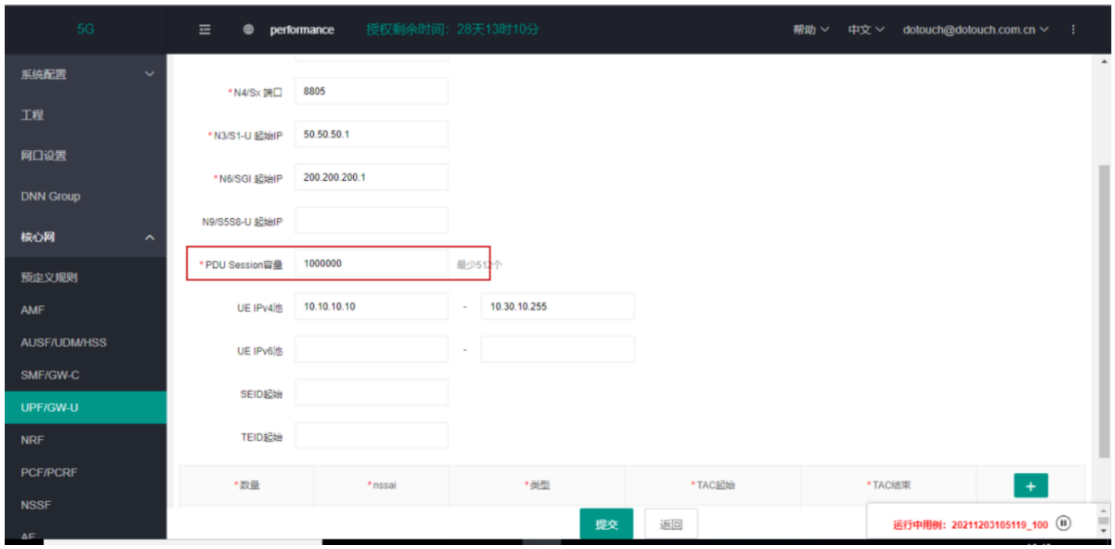
此套方案全部部署在 X86 平台之上，只需要 2 台 X86 服务器就可以完成仿真核心网和基站的部署。完美的解决了之前采用真实 5G 设备部署实验环境的挑战。不论从部署特性，成本特性，用户和流量模拟这几个方面都可以提供最佳方案。

5G 实验室能力展示

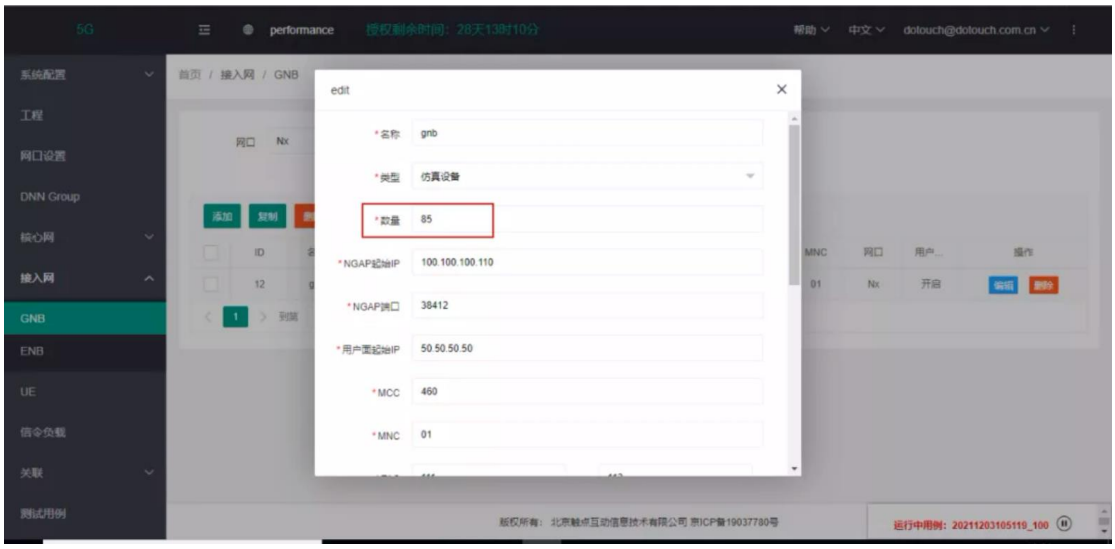
触点互动在自己的 5G 实验室环境仿真出百万级 UE 及数千个仿真基站并发在线，并且能够做到精准控制仿真 UE 进行多种业务行为，超高速率长时间运作。
例如，实验室环境中使用单台服务器，基于浪潮 NF 8480M5 4U 服务器进行测试，同时仿真 5 种业务场景 100 万手机并发在线，每秒钟能够达到 4.8 万手机的注册速率。
以下为实验室实测的相关截图：
A.SMF 网元中 PDU Session 容量需要根据业务会话量配置，UE 地址池需要大于或等于 UE 数量。共配置仿真了 100 万个手机用户(UE)。



B.UPF 网元中 PDU Session 容量与 SMF 网元中一致



C.网元 GNB 数量需要与测试仪表核心数一致或倍数关系

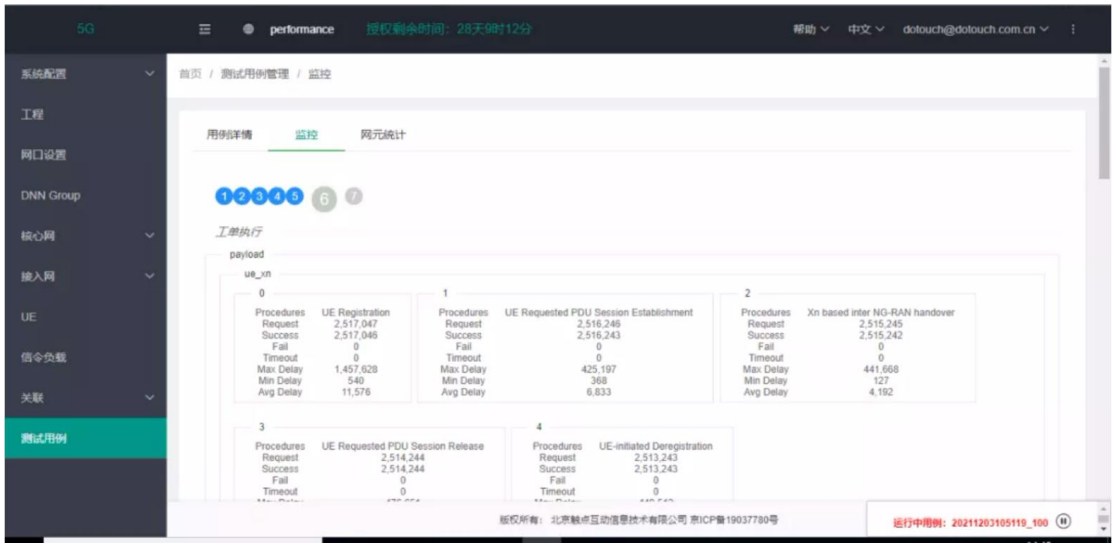


D.此报告场景中使用的 X86 CPU 核心为 85 个

```
[root@localhost st]# cat /etc/base.json
{
        "nicports":[
                {
                "portid":0,
                "rx_cores":"2",
                "tx_cores":"3",
                "buss_cores": "4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,49,50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,90,91",
                "debug":0
                }
            ],
        "tester" :{
                "enable" : 1,
                "cores": "1"
                },
        "nas_int_check":1,
        "loop_send":3,
        "fail_ignore":1,
        "enable_xdr":0,
        "msg_custom":0
}
```

本次测试结果，混合业务监控统计如下：

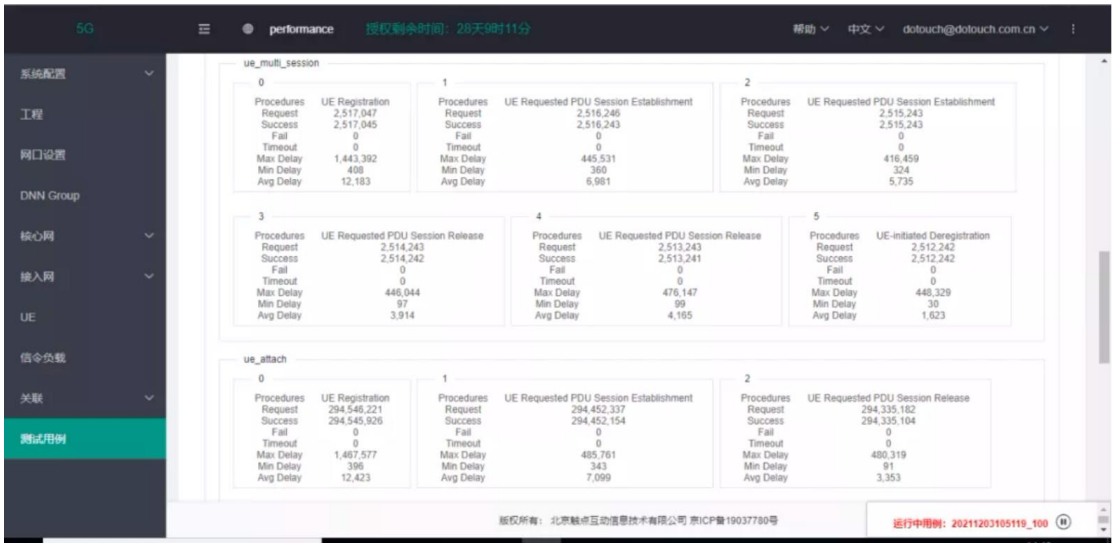
1. XN 切换流程截图



2.UE 触发服务请求流程截图



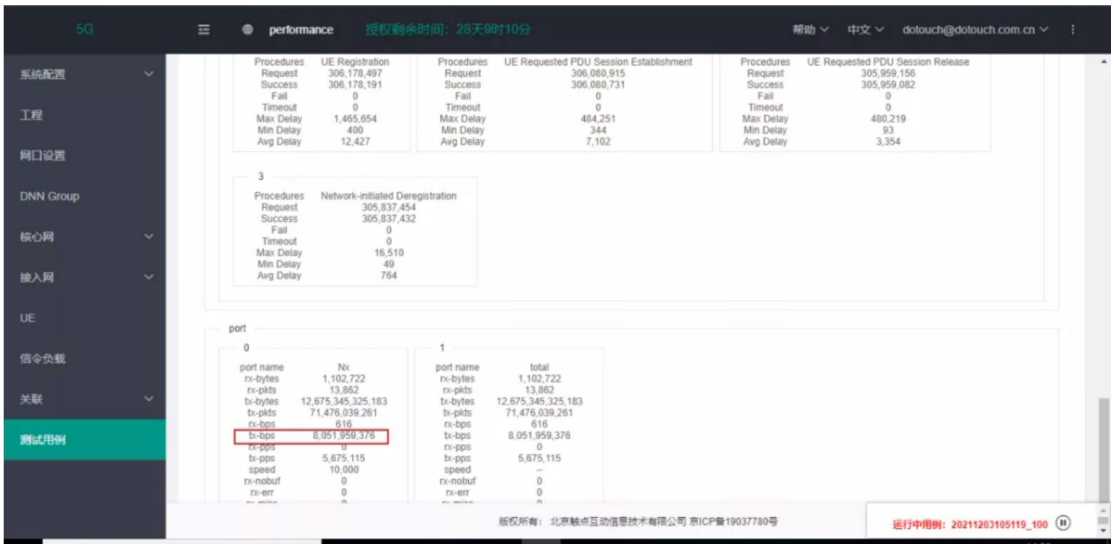
3.多 PDU Session 流程截图



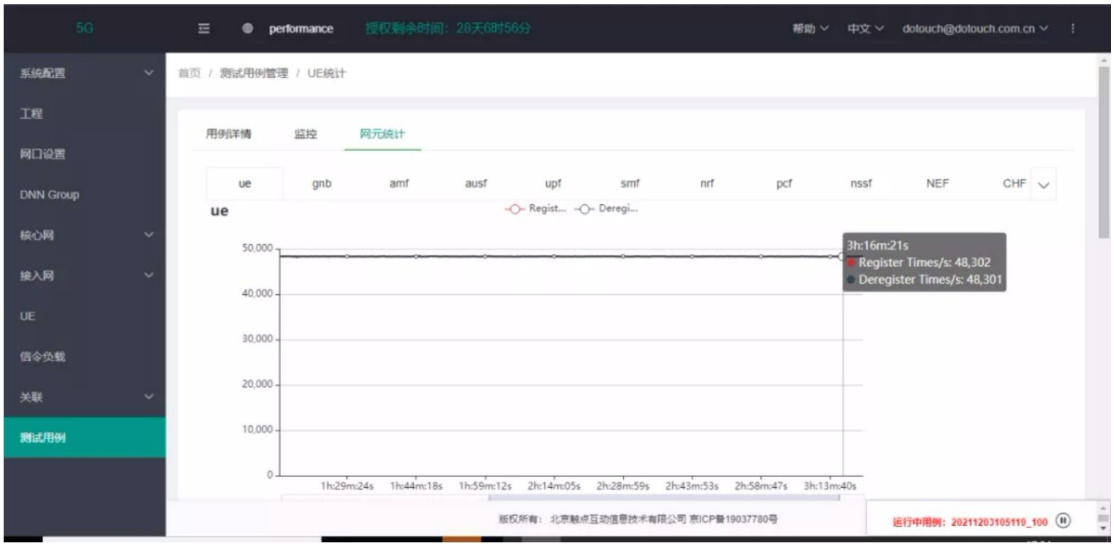
4.初始注册流程截图



5.网络侧 UE 注销及混合业务下流速统计截图



6.网元统计截图



7. 测试总结

仪表仿真输出了如下混合业务模型和性能指标，并成功稳定运行了 3 个小时

业务过程	UE 数量	流量大小	上线速度	测试时长
上下线	100 万	8.0G	4.8w/s	3h
多 PDU session				
XN 切换				
UE 触发服务请求				
网络侧 UE 注销				

这一指标目前处于业界领先水准，其技术创新来自于触点互动采用 DPDK 平台设计的高性能核心网协议栈架构。触点互动的高性能架构完美地平衡了高性能协议栈和复杂的 5GC 核心网仿真功能，在输出业界最高的 5G 信令流量仿真能力的同时依然可以快

速支持最新的 3GPP R16 特性。