

# 中兴通讯产学研合作论坛

---

## 基金项目详细说明

(2021 年第二批)

说明：本说明仅限中兴通讯产学研合作论坛成员单位及其他特定合作单位内部使用，未经中兴通讯书面同意，不得以任何方式传递给第三方。。

## 目 录

|                                                |    |
|------------------------------------------------|----|
| 一、无线通信技术.....                                  | 3  |
| 2021H2ZTE01-01 课题名称：面向移动通信的数字孪生网络技术.....       | 3  |
| 二、多媒体技术.....                                   | 4  |
| 2021H2ZTE02-01 课题名称：基于 Windows 的云渲染关键技术研究..... | 4  |
| 2021H2ZTE02-02 课题名称：Web SLAM 关键技术研究.....       | 6  |
| 2021H2ZTE02-03 课题名称：会议室建声及电声效果改进及指标测量.....     | 8  |
| 三、网络安全技术.....                                  | 9  |
| 2021H2ZTE03-01 课题名称：网络身份可信通信技术架构研究.....        | 9  |
| 四、操作系统技术.....                                  | 10 |
| 2021H2ZTE04-01 课题名称：操作系统功能安全的形式化方法研究.....      | 10 |
| 五、数据库技术.....                                   | 11 |
| 2021H2ZTE05-01 课题名称：SQL 查询优化转换器关键技术研究.....     | 11 |
| 六、智能终端技术.....                                  | 12 |
| 2021H2ZTE06-01 课题名称：终端产品结构材料物性研究及仿真.....       | 12 |

## 一、无线通信技术

### **2021H2ZTE01-01 课题名称：面向移动通信的数字孪生网络技术**

#### **合作方向和主要内容：**

B5G/6G 网络智能化发展演进，数字孪生网络技术（Digital Twin Network）是关键技术之一。未来移动通信网络与数字孪生技术结合，构建物理实体网络映射的虚拟数字镜像，通过实体网络和孪生网络实时交互和相互影响，数字孪生网络技术可助力移动网络实现低成本试错、智能化决策和高效率创新。当前数字孪生网络的研究应用在移动通信产业界还处于起步阶段，在信息获取、实时状态感知、系统映射和计算建模，以及在网络生命周期中的作用等都还待研究。本项目的主要目的是辨析数字孪生网络技术在未来网络的潜在应用场景，并研究移动网络数据感知，建模语言定义，移动通信网络建模，模型动态互操作和接口定义等方面技术，展开数字孪生网络在无线算法仿真验证、网络系统管控、网络智能运维等方面的原型应用研究。包括：

1. 数字孪生网络在移动通信的需求、场景和用例研究；
2. 数字孪生网络关键技术研究：
  - 1) 移动通信网络功能模型描述和映射建模方法；
  - 2) 移动通信网络模型互操作机制和可视化呈现方法；
  - 3) 数字孪生网络接口定义；
3. 数字孪生网络应用原型验证研究。

#### **预期目标：**

1. 基于数据感知获取，研究提出物理实体网络的孪生网络的映射建模方案：一方面研究移动通信网络模型映射建模的设计语言和模型设计规范；另一方面研究移动通信网络的实时映射、建模和互操作及呈现方法，比如对移动网络空口、信道、载波、小区直至网络整体的模型表达方案。

2. 基于数字孪生网络技术，研究该技术在无线通信网络仿真、运维和管理领域实际应用场景，比如加速算法仿真验证，辅助提升网络运维效率等，并建立一套数字孪生网络和应用原型。

#### **指标要求：**

上述建立的移动通信数字孪生网络指标要求如下：

1. 数字孪生网络与物理实体网络（1000 基站规模以上）运行趋势匹配度能达到 80%及以上，能够比较准确的复制、预测真实网络的运行状况，关键 KPI 指标变化趋势一致，绝对误差小于 20%；

2. 数字孪生网络模型互操作有效性达到 90%及以上；

3. 基于数字孪生网络的现网无线算法仿真迭代周期缩短 20 倍；

4. 基于数字孪生网络的无线网络运维管理效率提升 50%。

交付物：

1. 项目报告：移动通信网络数字孪生技术总体项目技术报告；移动通信网络数字孪生技术典型应用场景、用例及性能指标报告；

2. 移动通信数字孪生网络建模方案、数字孪生网络模型和应用原型方案及源代码；

3. 高质量论文 1 篇和专利方案 1 件。

期望期限：

1 年。

## 二、多媒体技术

### 2021H2ZTE02-01 课题名称：基于 Windows 的云渲染关键技术研究

#### 合作方向和主要内容：

XR 平台云化部署有三种方式：虚机、容器、裸机。XR 业务本身的强交互业务的实时性要求很高，因此需要云化部署，而裸机不适合公有云部署；当前业界主推虚机部署的方式，但需要大量资源分配，特别是渲染需要的 GPU 资源对于虚拟机又是独占，因此通过 GPU 进行虚拟部署的方式配置厚重，成本较高。

容器化部署基于 vGPU 调度，更适合 VR 游戏等轻量级应用。

基于容器部署的情况，需要对 GPU 进行虚拟化，算力调度，充分利用硬件资源，一块 GPU 卡可支持多路计算、渲染和编码，满足大规模轻量级并发的需求。因此基于 vGPU 的容器化部署是云渲染的更为理想的解决方案。

容器化部署要求端到端<30ms。现有的渲染图像再视频编码的流水线架构方式，导致端到端时延较大。

边侧需要通过使用多种方法，保证渲染流程、编码流程和传输流程的时延低

且稳定，但是目前普遍能够达到的时延仍然无法令用户拥有极致的体验效果，目前各阶段流程梳理发现，渲染时延与编码时延较大，影响全流程端到端时延，需要通过一些技术手段改进，减少渲染与编码时延，缩减全流程时延。

## 1. Windows 沙盒[Sandboxie]实现原生 SteamVR 一机多路功能

基于 Windows 沙盒技术，实现 Windows 平台同时运行多个 SteamVR 应用。

引入 Sandbox 目的：从资源利用的角度看，如何限制一个进程或者一组进程可以使用哪些资源是一个亟待解决的问题，即隔离。Sandbox 将一个应用程序或者一组应用程序隔离在一个受限的环境中，使其无法逃逸。

借此能力，实现 Windows 平台 SteamVR 应用多开，实现一台机器、多人同时游戏并编码推流的能力。要求 Windows 平台运行的 SteamVR 内容兼容所有 OpenVR 接口版本。

## 2. 基于标准 Openstack 平台实现 Windows Docker+ vGPU 虚拟化技术融合，实现 Windows Docker 中渲染+编码的能力

基于 Windows Docker+GPU 虚拟化技术，在 Windows Docker 中实现 OpenGL/DirectX 渲染+GPU 编码功能。

引入 Windows Docker 目的：Docker 是一种轻量级的虚拟化技术，即容器技术。随着 Docker 的开源，Docker 凭借其“轻”的特点得到迅速的普及。

Docker 容器技术主要作用是隔离，通过对系统的关键资源的隔离，实现了主机抽象。

基于容器部署的情况，需要对 GPU 进行虚拟化，算力调度，充分利用硬件资源，一块 GPU 卡可支持多路计算、渲染和编码，满足大规模轻量级并发的需求。

借此能力实现基于 OpenStack 平台环境 Windows docker+vGPU，实现 OpenGL/DirectX 渲染+GPU 编码功能。

即：基于 Windows 容器+GPU 虚拟化技术，实现 Windows 平台渲染节点容器化部署。

## 3. 低时延编码技术。[实现端到端时延 30ms，一块 RTX6000 GPU 支持 6 个图像渲染并发]

由于云 VR 在云端进行渲染后需要通过网络传输给终端，而终端的交互及姿态信息也需要通过网络反馈给云端，因此端到端的时延大小将严重影响到用户能

否流畅使用边缘云 VR 业务。边缘侧需要通过使用多种方法，保证渲染流程、编码流程和传输流程的时延低且稳定，但是目前普遍能够达到的时延仍然无法令用户拥有极致的体验效果，这将是边缘云 VR 行业未来需要重点关注的挑战。

目前各阶段流程梳理发现，渲染时延与编码时延较大，影响全流程端到端时延，需要通过一些技术手段改进，减少渲染与编码时延，缩减全流程时延。

**预期目标:**

**竞争力要求:**

1. 实现 Windows 平台原生 SteamVR 应用多开，实现一台机器、多人同时游戏并编码推流的能力。一块 RTX6000 GPU 直通方式支持 6 路图像渲染并发，每路流 3K 60fps，码率 40~80Mbps。

2. 基于 Windows 容器+GPU 虚拟化技术，实现 Windows 平台渲染节点容器化部署。在标准 OpenStack 平台可部署。

3. 实现基于 Windows 平台，渲染+编码传输+解码，端到端全流程时延<30ms。

**交付物:**

1. 原型系统及算法（协议）源码；

2. 3 篇发明专利；

3. 3 份研究报告。

**期望期限:**

1 年。

**2021H2ZTE02-02 课题名称: Web SLAM 关键技术研究**

**合作方向和主要内容:**

自 2009 年 FLARToolKit 诞生以来，标志着 AR 技术进入了 Web 时代，由于 Web AR 可以轻松地运行在 Android、IOS、Windows、Mac 等系统的浏览器中，无需安装 App 便可快速实现 AR 业务体验，符合 5G 消息、web 小程序等新型社交媒体信息快速流动的基本技术要求，具有广泛的应用价值。

目前 Web AR 处于技术发展初期，部分关键技术问题还未完全解决，如对场景纹理要求严苛，算力要求高，6Dof 定姿误差大等问题、无法实现稳定流畅的 AR 交互等，尤其在复杂场景和实时跟踪方面，Web AR 相较操作系统的 Native AR SDK（如 ARKit，ARCore）的性能仍具有一定的差距。因而基于上述问题，为解

决 Web 端的 AR SDK 向 Native 看齐，提出本课题研究内容。

1. 结合单目相机实现移动端 Web 的实时 VI0，在丰富纹理场景下可实时计算出当前设备的 6DoF 位姿；
2. 具备平面检测，尺度恢复，环境光检测，稀疏点云提取，稠密网格重建功能；
3. IOS 支持 Safari 浏览器，Android 支持 Chrome 浏览器，提供 javascript 库，开放方便易用 API；
4. 可支持上层应用在多种场景下（如室内商场、室外景区等）开展 Web AR 景观、Web AR 导航等业务。

## 预期目标:

### 竞争力要求:

#### 1. 6DOF 实时跟踪符合以下要求:

- 1) 帧率不低于 20 帧；
- 2) 跟踪准确率不低于 95%，即测试数据集中的同时符合以下要求的帧数不低于总帧数 95%；
  - A) APE（绝对位置误差）小于 10cm 或小于摄像头运动轨迹的 5%（以较大值为准）；
  - B) ARE（绝对旋转误差）小于  $6^{\circ}$ ；
  - C) 与前 0.1s 时刻的相对位置误差不超过 3cm；
  - D) 与前 0.1s 时刻角度误差不超过  $2^{\circ}$ 。

#### 2. 平面检测符合以下要求:

- 1) 处理帧率与 6DOF 跟踪帧率保持一致；
- 2) 平面位置精度误差不超过 2cm/m。

#### 3. 尺度恢复符合以下要求:

- 1) 真实环境的估计值与其真实值偏差不超过 15%；
- 2) 耗时不超过 2s。

#### 4. 环境光检测符合以下要求:

- 1) 对于环境变化的响应时间应不超过 1s；
- 2) 场景光照颜色的估计值与真值的误差应不超过 0.3。



5. 稀疏点云提取应符合以下要求：

- 1) 处理帧率与 6DOF 跟踪帧率保持一致；
- 2) 稀疏点云的位置精度误差不超过 3cm/m。

6. 稠密网格重建应符合以下要求：

- 1) 处理帧率与 6DOF 跟踪帧率保持一致；
- 2) 稠密网格的几何精度误差不超过 3cm/m。

交付物：

1. 原型系统及符合上述技术要求的（协议）源码；
2. 发明专利 2 篇；
3. 研究报告 1 份。

期望期限：

1 年。

## **2021H2ZTE02-03 课题名称：会议室建声及电声效果改进及指标测量**

**合作方向和主要内容：**

视频会议会议室普遍存在由于建声电声方面的缺陷，导致语音模糊，收听会议效果差的问题，我们需要能够对会议室进行建声学 and 电声学建模，解决建声、电声方面的问题，改善会议室收听效果，并建立相关的测量指标。

**预期目标：**

1. 对会议室进行声学建模，建模后的测试结果和主观以及其它客观指标吻合。需提供声学建模公式、测试方案、测试代码及实际测试结果文档；
2. 对会议室提出语音清晰度指标，并提出混响噪声等建声学指标，提出实际测试方案及测试代码，使得二者测试结果吻合（提供测试对比文档），并和主观打分吻合。并能够给出提高会议室语音清晰度的方法，需提供相关的分析及指导文档；
3. 对会议室电声设备提出电声学指标，衡量其清晰度，明确某些电声设备声音清晰度低的原因，并能够给出选择合适电声设备的方法，需提供相关的分析及指导文档；
4. 应用声学建模结果和语音清晰度、混响噪声等指标，对 2-3 个语音清晰度差的会议室进行测试，并进行实际改进，改进后语音清晰度改善明显。提供分析



及指导文档。

期望期限：

1 年。

### 三、网络安全技术

#### **2021H2ZTE03-01 课题名称：网络身份可信通信技术架构研究**

##### **合作方向和主要内容：**

网络身份可信通信技术是网络 5.0、6G 等未来网络的核心技术方向之一。该技术通过在 IP 网络中构建可信的网络标识，建立以网络为核心的端到端的可信关系，以及域内域间的信任传递，确保网络标识可验证，提升网络身份在端到端通信中的真实性交互能力，充分保障业务和应用未来的持续发展。网络身份可信通信通常采用的方式是访问控制或密码学机制，但这些网络身份可信通信技术存在系列问题，如 SAVA 技术可信度和完整性欠缺（包括局域网内的 IP 假冒、身份位置分离情况下缺乏对终端身份的控制等）；HIP 未涉及公私钥管理机制、未进行中间节点验证；TrueIP 中密钥会随地址发生改变等。

本课题主要研究面向未来网络的网络身份可信通信技术架构和方案，包括系统框架、关键技术点，系统性提升端到端的通信安全能力，以及网络的攻击免疫能力：

1. 针对未来网络场景存在的网络安全问题和缺陷，进行网络通信过程中身份真实性需求的重要程度分析和对比；

2. 明确高效的网络身份可信通信技术架构和方案。建立网络身份可信通信技术架构，研究网络身份的可信表达、信任传递、验证机制，保证通信端网络身份在通信业务传送过程中的真实可信。

##### **预期目标：**

1. 针对地址假冒产生的攻击问题进行系统性分析，并对典型攻击（包括但不限于泛洪攻击、反射式攻击、单包攻击、中间人攻击等，100%覆盖 RFC6959 中的攻击类型）的风险和危害进行对比分析；

2. 梳理现有网络身份可信通信技术方向，提供网络身份可信通信技术体系、技术路线（包括但不限于密码学、访问控制等），关键技术以及约束条件（包括

但不限于处理性能、安全性等），方案覆盖现有 IP 架构以及身份分离架构，解决目标 1 提到的典型攻击，输出 1 篇研究报告；

3. 针对目标 2 提供方案验证仿真系统，至少覆盖目标 1 中的 2 类攻击类型，引入的路由转发开销低于 15%；交付仿真系统原代码。

4. 1 篇发明专利。

5. 高质量论文。

期望期限：

1 年（不超过 1.5 年）。

## 四、操作系统技术

### **2021H2ZTE04-01 课题名称：操作系统功能安全的形式化方法研究**

#### **合作方向和主要内容：**

调度算法是汽车 OS 的基础核心功能，高可靠领域普遍采用对任务建立分区的方式，管理多个任务之间的时间配额。形式化验证方法是 ISO 26262 ASIL D 安全等级推荐的技术方法之一。希望通过课题合作，在形式化方法与技术进行理论探索与实践，基于形式化方法对多核环境下的实时分区调度算法和同步互斥机制进行正向的设计和验证。对形式化方法相关的核心技术问题进行分析、探索，期望完成如下内容：

1. 解决状态空间爆炸问题。随着系统复杂度的增加，模型检查的状态空间数会呈指数级增长，会带来庞大的模型计算压力（甚至无法计算）；

2. 提出对操作系统的时间属性的验证方法或工具。针对硬实时系统，需要定量地验证系统的最差执行时间（WCET）或故障容忍时间间隔（FTTI）是否符合预期的时间门限，并控制模型的计算空间；

3. 提出自动化建模方法或工具。研究基于代码自动建模的方法或工具，降低此技术的应用门槛。

#### **预期目标：**

1. 对调度模块设计方案的形式化验证，输出设计文档及建模模型文件；

2. 对调度模块源代码（约 4 千行规模）的形式化验证，输出形式化验证的设计方案、建模模型文件、测试用例、总结报告；

3. 对状态空间爆炸、时间属性验证、自动化建模方法输出技术分析报告和试验原型，试验原型对应的设计文档及实现源码、测试用例；

4. 一篇形式化验证方面的专利。

期望期限：

1 年（不超过 1.5 年）。

## 五、数据库技术

### 2021H2ZTE05-01 课题名称：SQL 查询优化转换器关键技术研究

#### 合作方向和主要内容：

在分布式数据库大力发展的今天，往往面临对其它厂商数据库的替换和割接。这其中不仅仅包含数据迁移、也包含 SQL 语句的转换。因为数据库厂商在 ANSI SQL 92/99 外往往具有很多常用的方言和数据类型(以 Oracle 为例，其方言包括但不限于 dual 虚表、长度函数、随机序列函数、时间格式转换函数、条件转换函数、行列转换函数、截断函数、字符串连接函数、rownum 语法、左右外连接语法 等等)、它们可能会出现在整条复杂 SQL 语句的子查询中，所以 SQL 语句转换一方面需要保证复杂 SQL 转换的逻辑正确性、另一方面也需要保证改写后的 SQL 语句具有较高的解析和执行效率。依靠手工修改 SQL 语法的迁移模式对人力要求较高，亟待采用自动化方案实现异构数据库之间的复杂 SQL 转换、提升迁移效率以加速分布式数据库在业界的推广。

#### 预期目标：

合作目标：SQL 语句转换算法，目标将具有特定方言的源 SQL 转换为 MySQL 8.0 能够高效、正确的解析和执行的目标 SQL。

预期成果：转换算法源代码、转换工具原型及代码、1 篇相关专利、1 篇相关论文。

指标要求：TPC-C+TPC-DS+TPC-H+我司自定义测试负载中，能够将 80%以上包含 Oracle 方言的 SQL 正确高效的转换成 MySQL 8.0 支持的 SQL。

期望期限：

1 年。

## 六、智能终端技术

### **2021H2ZTE06-01 课题名称：终端产品结构材料物性研究及仿真**

#### **合作方向和主要内容：**

本项目聚焦于终端产品结构材料，对材料的特征如弹性模量、泊松比、密度、导热系数、比热容、热膨胀系数、屈服极限、断裂极限、断裂伸长率等开展研究和测试。总结其结构材料物性参数；对本构模型进行研究，建立粘弹性模型、超弹模型等材料模型等；对其进行失效分析和模型比对；相关材料的热仿真研究。

#### **预期目标：**

1. 对我们提供的常用 PC、PC+玻纤、铝合金、背胶、泡棉、硅胶等多款不同品牌材料进行测定，提交其材料物性表；
2. 建立常用的泡棉，背胶，硅胶等多款软质材料的粘弹性模型和超弹模型及参数，提交能够在 hyperwork，Abaqus 等软件内调用的相关模型；
3. 提供上述所有材料的失效分析实验数据，将其建立起失效分析模型，与已有的普通模型和新建立模型进行比对，在 Abaqus 中对所获得的材料本构对材料模型的测试进行模拟，控制误差不超过 5%，提供分析比对报告；
4. 热仿真：对采用上述材料的终端产品的热仿真模型进行简化和优化，在不损失精度的前提下，提升建模速度和仿真速度，提交能够在 Flotherm 软件内调用的相关模型或二次开发程序；输出 1 篇高质量论文。

#### **合作期限：**

具体洽谈。