



# SuperSoda

## 高性能开源软件定义无线电

High-performance Open-source Software Defined Radio

团队成员 北京大学计算机学院 梁博 龚晨

指导教师 许辰人 长聘副教授



北京大学计算机学院  
School of Computer Science

# SuperSoda项目背景

- 软件定义无线电（SDR）将传统硬件的信号处理能力转移到可编程的FPGA或DSP上，提供
  - 灵活性与可拓展性
  - 边缘计算能力
- 大量基础设施部署和创新研究都依赖于软件定义无线电，但目前的商用产品
  - 价格昂贵（高性能SDR价格远超A100/A800）
  - 硬件灵活性不足，射频能力和板载算力不对等

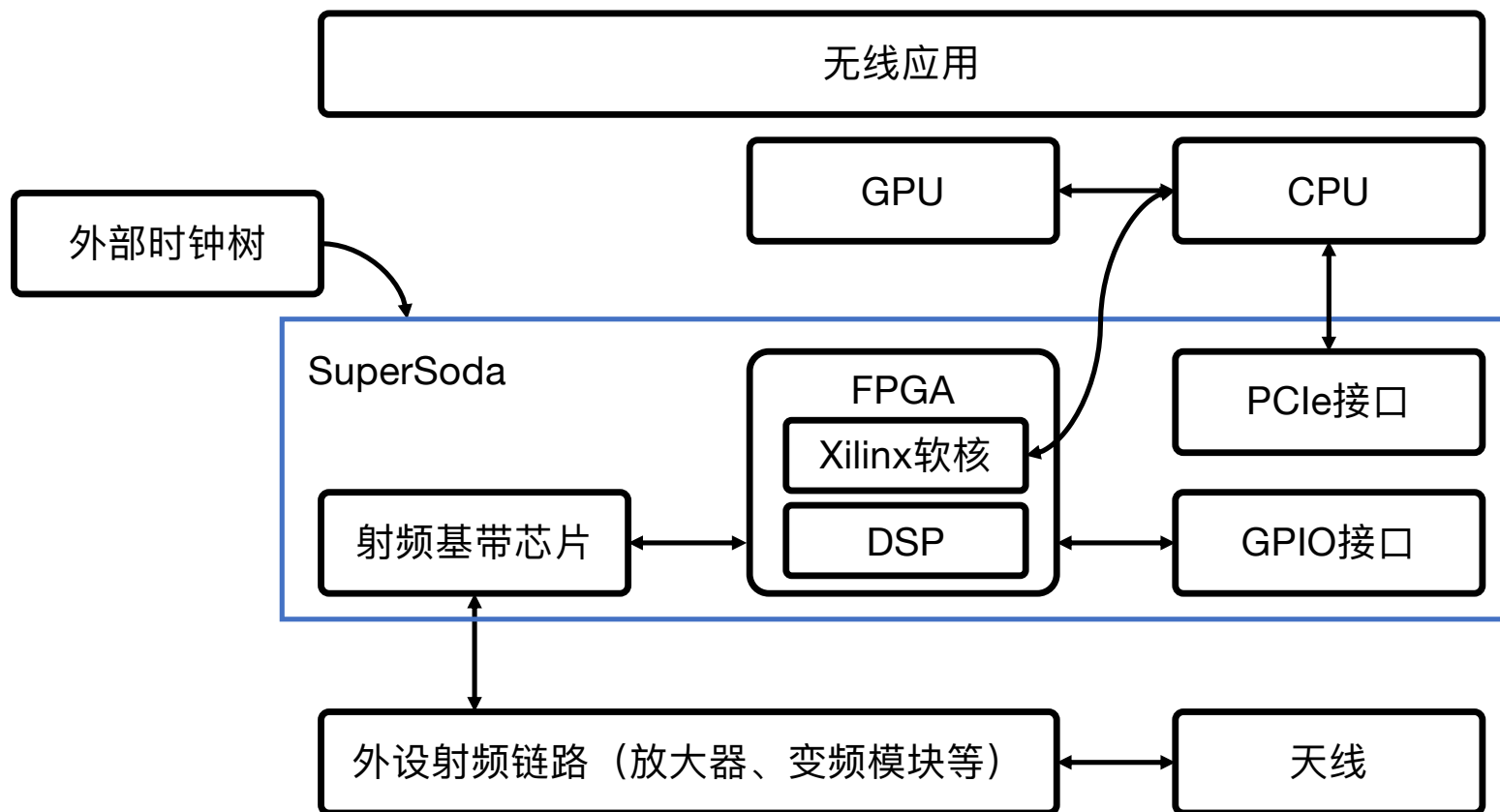


# SuperSoda项目目标

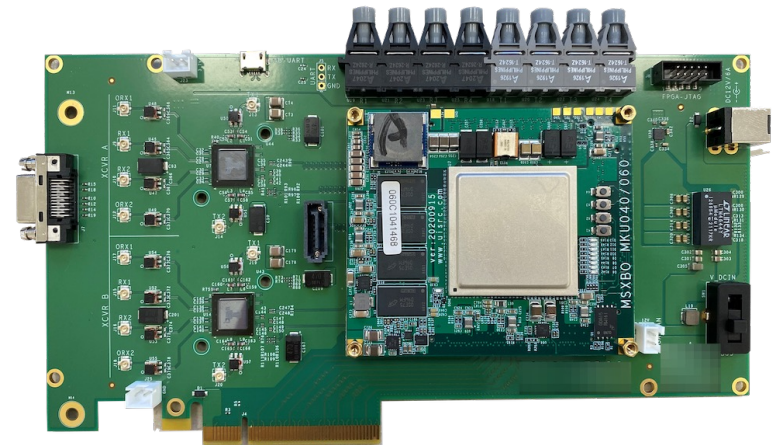
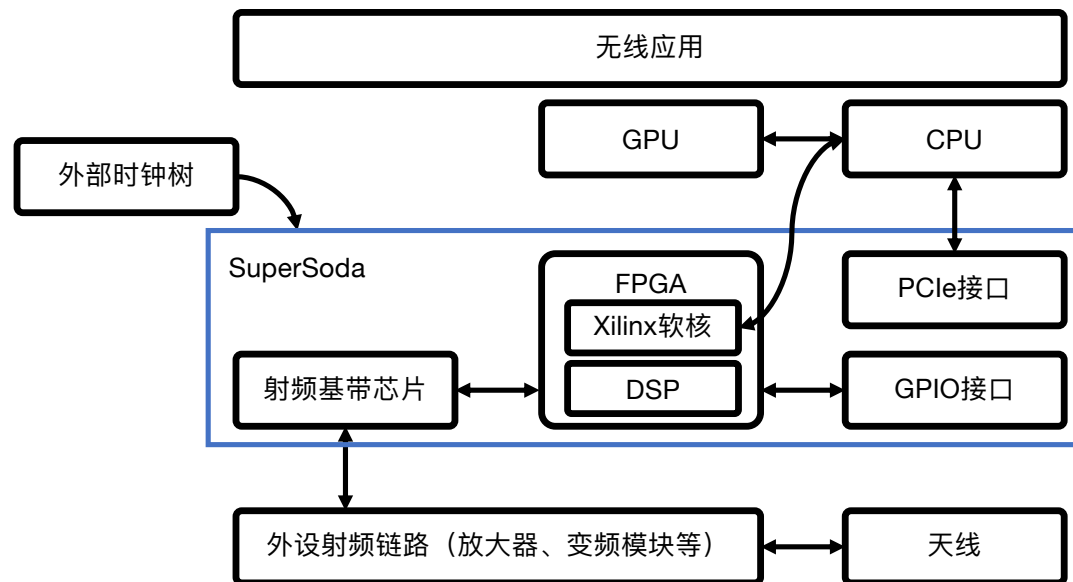
- 支持SOTA性能的宽带收发
  - 支持近年来涌现的多种宽带无线系统，支持高动态范围和低噪声收发
- 支持可拓展的多通道
  - 支持大规模相控阵的无线应用
- 支持灵活的片上/异构实时计算
  - 提供领先的FPGA算力，并为未来升级留下冗余
  - 兼容GPU算力，为Wireless AI提供硬件支持



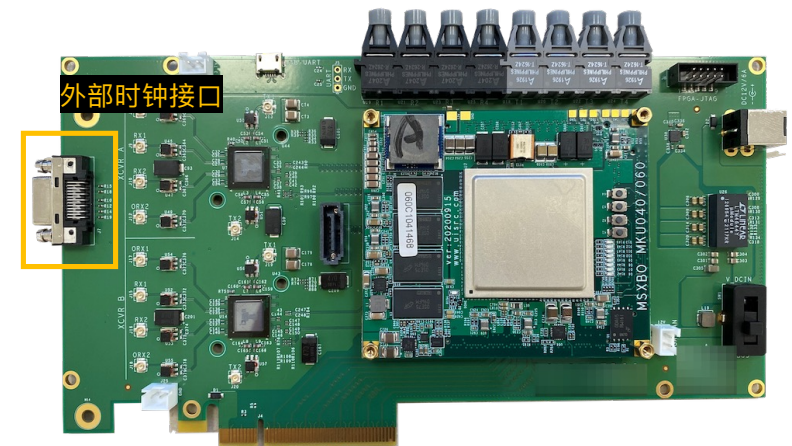
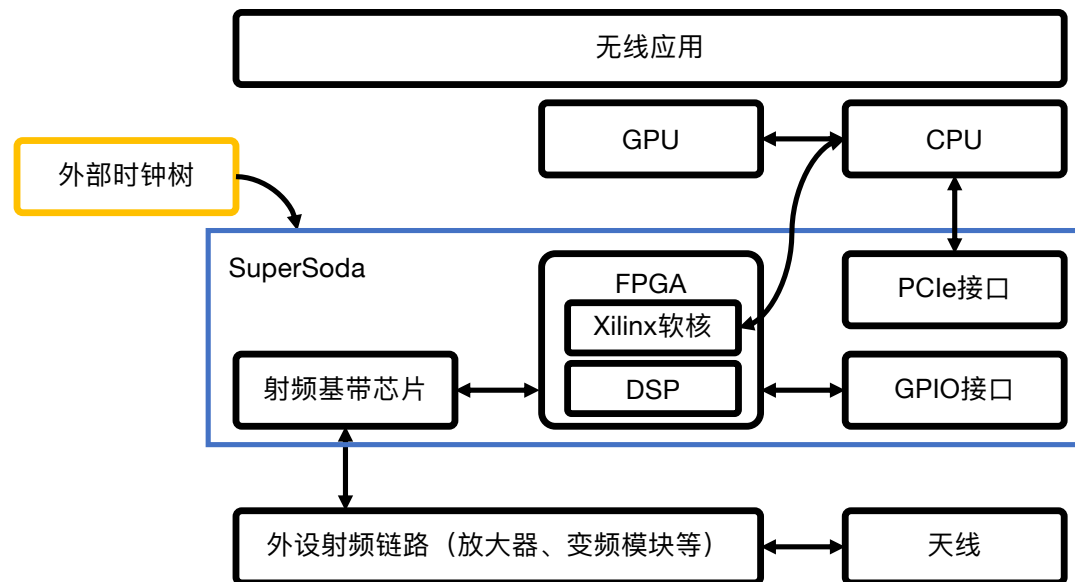
# SuperSoda架构设计



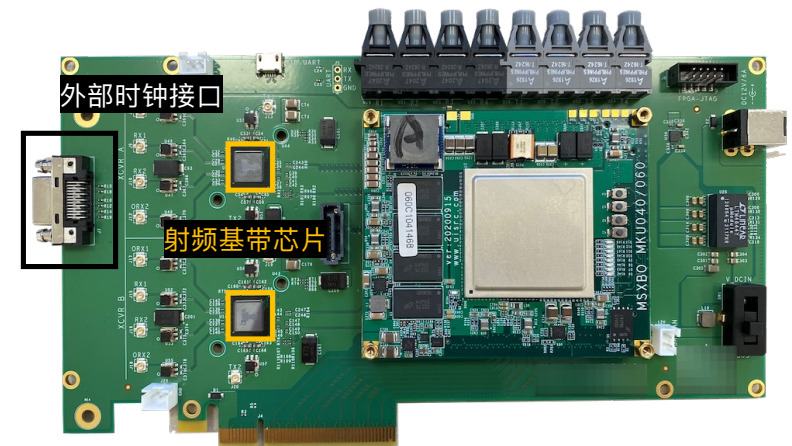
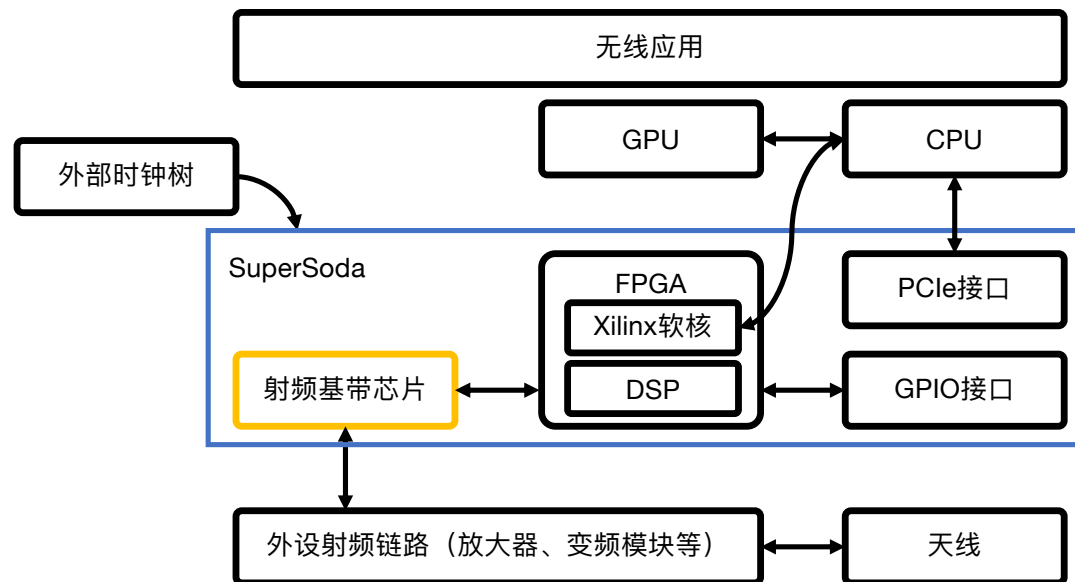
# SuperSoda架构设计



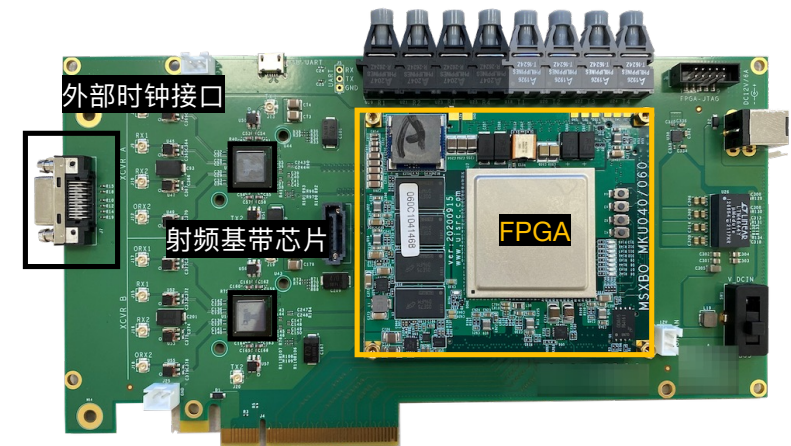
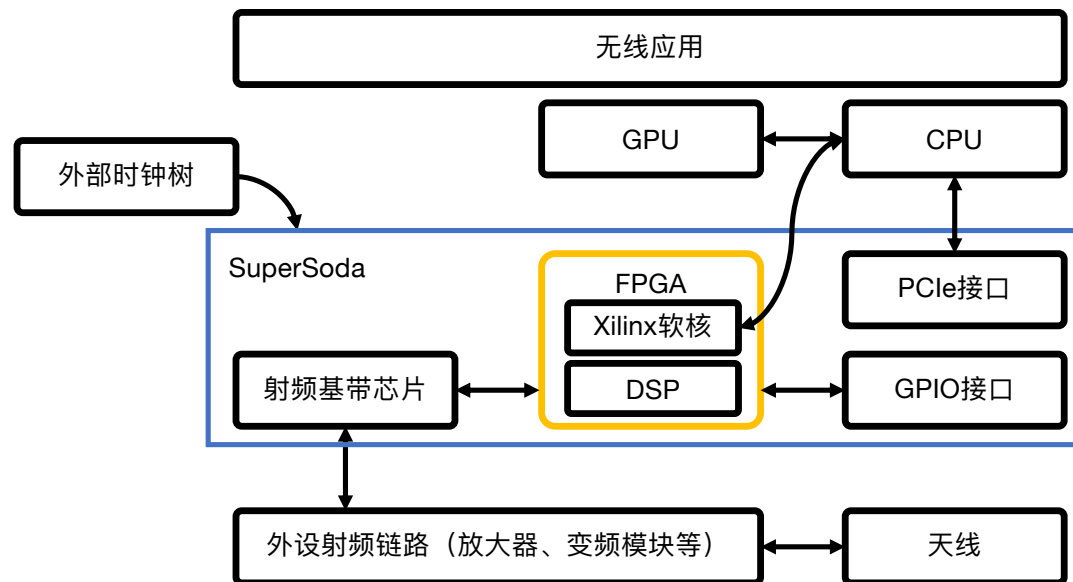
# SuperSoda架构设计



# SuperSoda架构设计

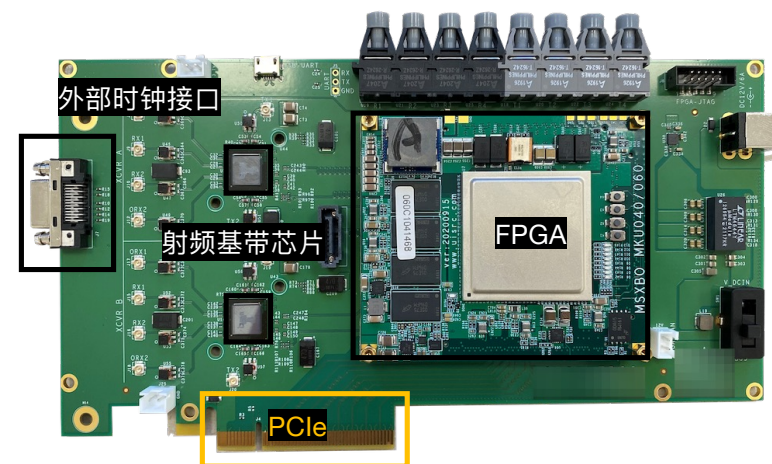
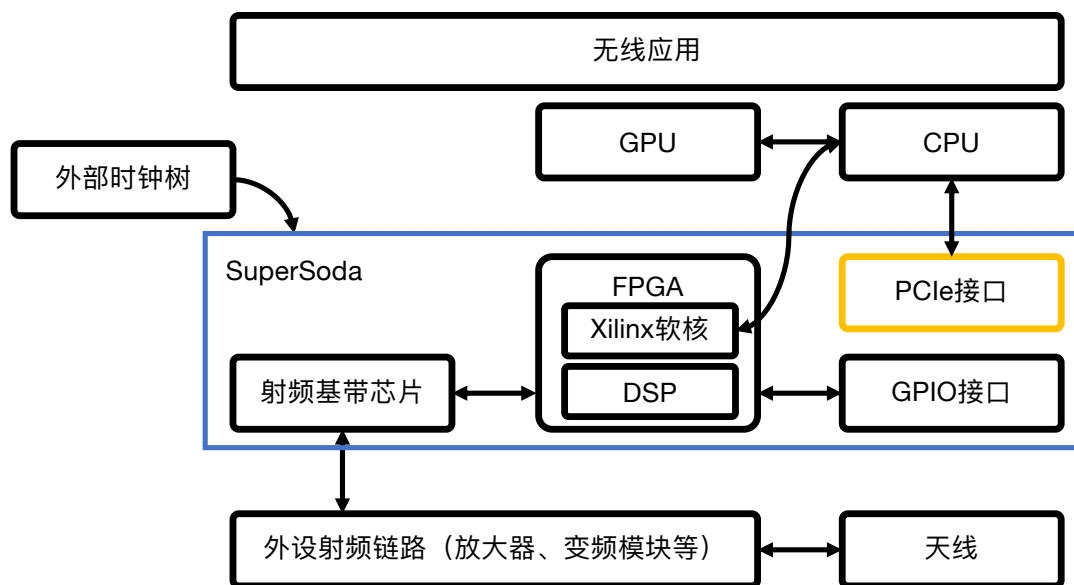


# SuperSoda架构设计

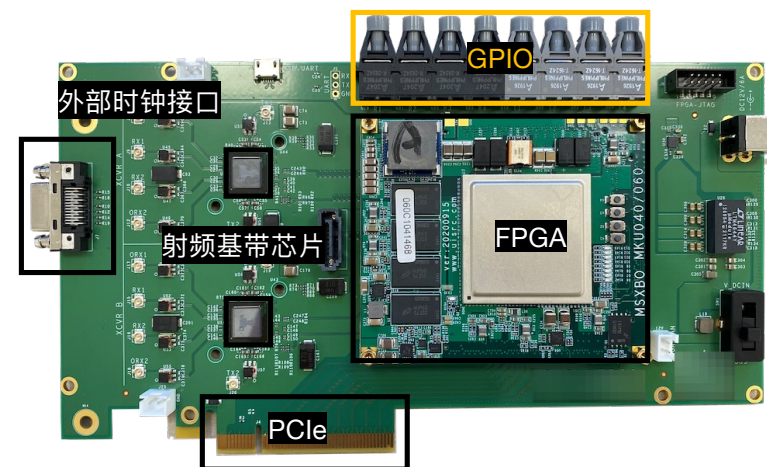
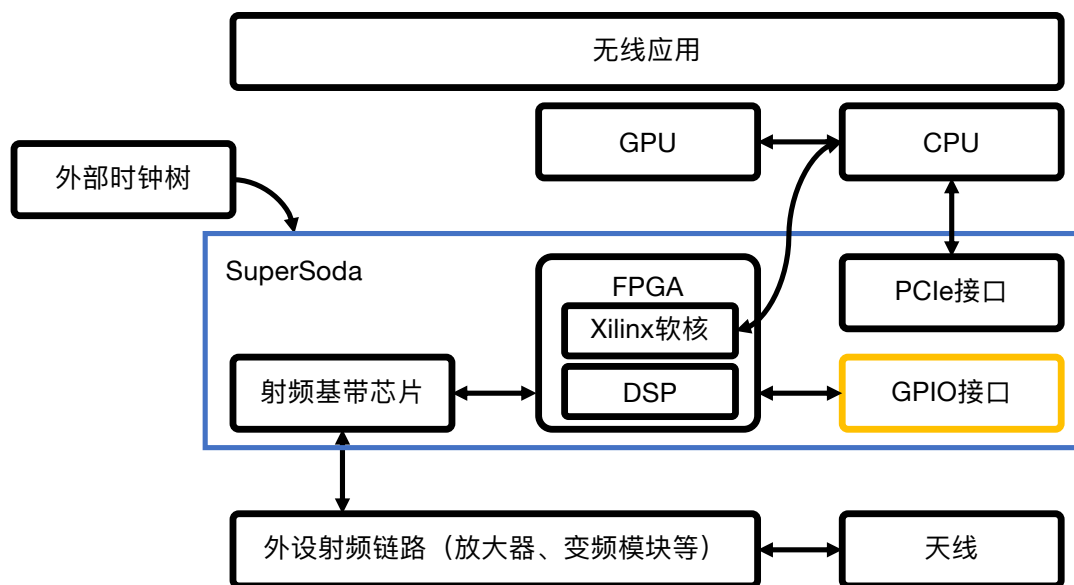




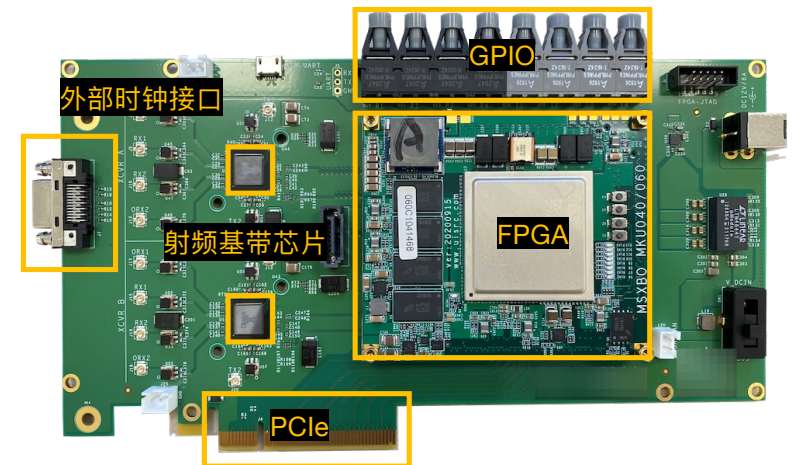
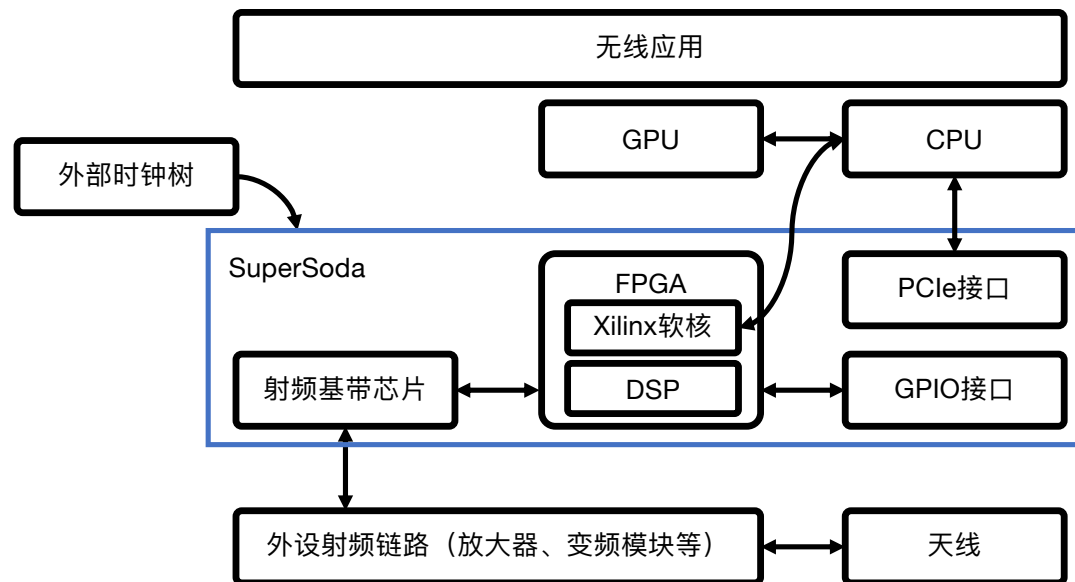
# SuperSoda架构设计



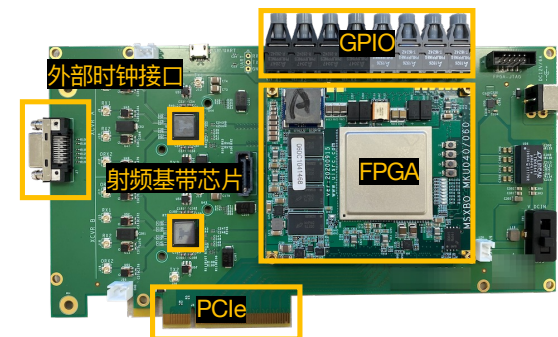
# SuperSoda架构设计



# SuperSoda架构设计



# SuperSoda设计总结



## • 射频设计

- 单板集成两枚ADRV 9009射频基带芯片，工作频率75 MHz - 6 GHz
- 支持**16 Bit**高动态范围直采，最大发射功率30 dBm
- 单板最大支持200 MHz宽带**1Tx/4Rx**或400 MHz瞬时宽带**1Tx/2Rx**
- 多板并联可支持**200 MHz 8Tx/32Rx**

## • FPGA设计

- 使用Xilinx UltraScale XCKU060 FPGA core
  - 含726k逻辑资源和2.7k DSP切片，注重性能功耗平衡



# SuperSoda设计总结

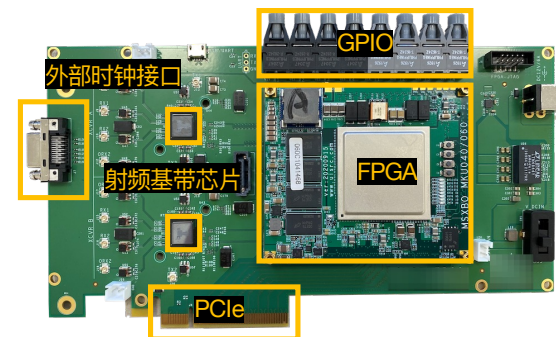
- 接口设计

- PCIe Gen3 8x

- 支持64 Gbps数据传输，稳定性更高
    - 支持SDR与GPU直连，降低数据传输的负担，提高深度学习任务实时性

- 8通道光口GPIO

- 提供更加灵活的外设支持能力，例如执行器、传感器等
    - 提供更加灵活的数据监控能力



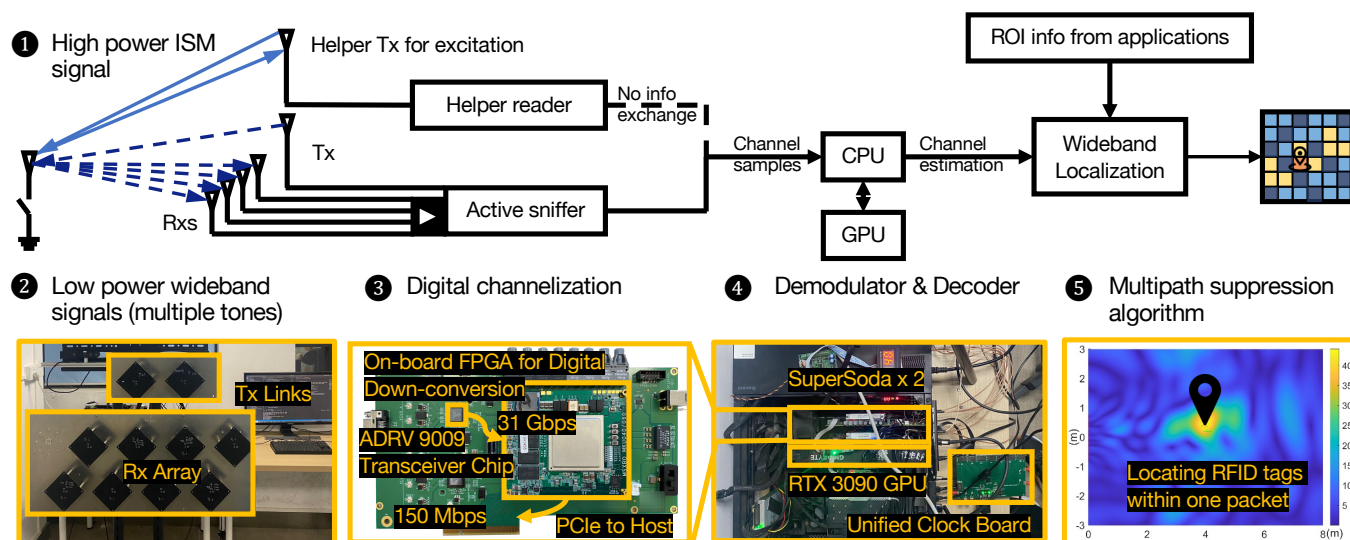
# 竞品比较

型号	频率范围	带宽	通道数	ADC/DAC	板载算力	价格
HackRF	1 M – 6GHz	20 MHz	1 Tx/Rx	8 bit	LPC4330	\$ 300
PlutoSDR	325 M - 3.8 GHz	20 MHz	1 Tx/Rx	12 bit	Cortex-A9 MPCore	\$ 230
bladeRF	47 M – 6 GHz	28 MHz	2 Tx/Rx	12/16 bit	Cyclone IV (150k LUTs)	\$ 520
USRP B210	70 M – 6 GHz	56 MHz	2 Tx/Rx	12 bit	Spartan-6 (75k LUTs)	\$ 2615
YunSDR Y780	1 M – 6 GHz	200 MHz	8 Tx/Rx	14 bit	ZU19EG (1143K LUTs)	\$ 25000
USRP X410	1 M - 7.2 GHz	400 MHz	4 Tx/Rx	12/14 bit	ZU47DR (595K LUTs)	\$ 29950
<b>SuperSoda</b>	<b>75 M – 6 GHz</b>	<b>200 MHz</b>	<b>1Tx/4Rx</b>	<b>16/14 bit</b>	<b>XCKU060 (725K LUTs)</b>	<b>~ \$4000</b>



# 应用实例：[NSDI'23] RF-Chord

- 大带宽和多天线可以帮助定位系统实现高距离分辨率与高角度分辨率，从而提升定位可靠性
- 基于2x SuperSoda + Nvidia RTX 3090的RF-Chord实现了8通道200 MHz宽带信道采集，支持170标签每秒的高精度RFID定位



# SuperSoda更新日志



- ✓ 2021 SuperSoda立项
- ✓ 2022.10 SuperSoda硬件设计和软件驱动开源
- ✓ 2023.04 第一款应用（RF-Chord）在NSDI'23上汇报
- ✓ 2023.11 SuperSoda现在可以支持在Windows和Linux上运行
- ✓ 2024.04 第二款应用研究成果在投

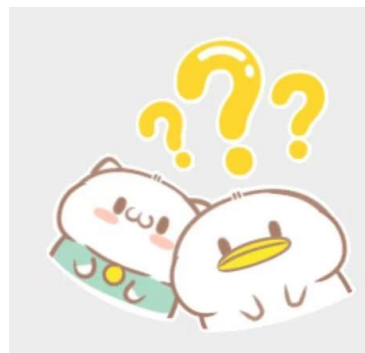
欢迎访问 <https://soar.group/projects/rfid/rfchord/> !



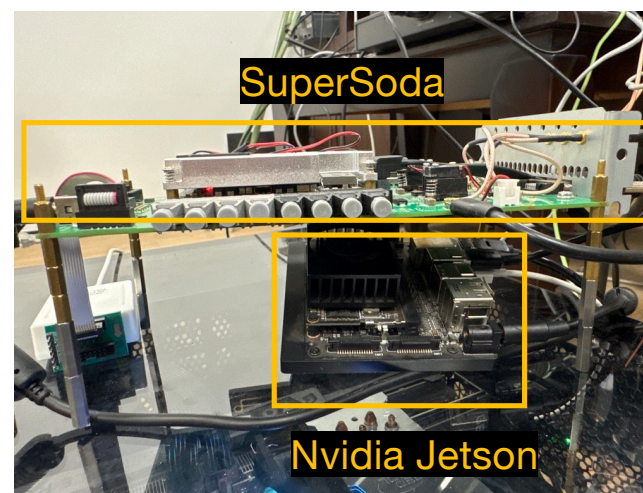
北京大学计算机学院  
School of Computer Science



# SuperSoda实机演示



紧急加班



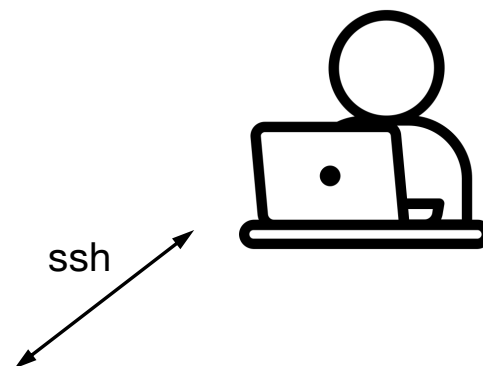
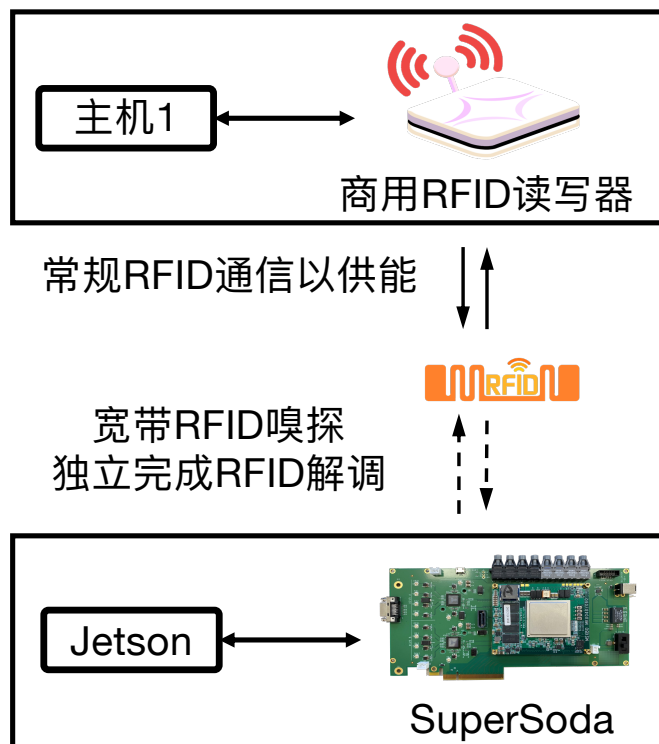
SuperSoda全系统  
40 kg, 1.5 m \* 1.5 m \* 0.5 m

为本次演示定制的mini版本  
X86 → ARM  
3090 → Jetson



北京大学计算机学院  
School of Computer Science

# SuperSoda实机演示



- SuperSoda开机
- Jetson开机, 连接SuperSoda
- 设置SuperSoda发射功率
- 设置SuperSoda发射频率和相位
- SuperSoda发送信号并解调标签EPC ID

