

OpenHarmony

智慧教育装备领域应用白皮书

互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心



目录

CONTENT

引言

第1章 操作系统的介绍

1.1 通用操作系统.....	3
1.1.1 Windows系统.....	3
1.1.2 Linux操作系统.....	3
1.2 业内常用嵌入式操作系统.....	4
1.3 嵌入式操作系统的体系结构介绍.....	5
1.3.1 内核体系结构.....	5
1.3.2 文件系统.....	6
1.3.3 图形用户界面.....	6
1.3.4 应用软件.....	7

第2章 OpenHarmony操作系统

2.1 技术架构.....	9
2.1.1 内核层.....	9
2.1.2 系统服务层.....	10
2.1.3 框架层.....	11
2.1.4 应用层.....	11
2.2 技术特性.....	11
2.2.1 硬件互助, 资源共享.....	11
2.2.2 一次开发, 多端部署.....	12
2.2.3 统一OS, 弹性部署.....	12

第3章 OpenHarmony 在智慧教育装备中的应用场景

3.1 智慧教室中的应用.....	16
3.1.1 智慧教室建设理念.....	16
3.1.2 基于OpenHarmony 的新型智慧教室整体方案.....	17
3.1.3 基于OpenHarmony的新型智慧教室的构成.....	23
3.2 智慧实验室中应用.....	29
场景1: 智慧实验室可视化智能管理系统.....	29
场景2: 智能弹簧测力计.....	30
场景3: 智能甲醛浓度测试仪.....	31
场景4: 智能地球仪.....	32

3.3 智慧图书馆中应用.....	33
场景1: 智慧图书馆智能借还系统.....	33
场景2: 基于增强现实技术的图书导航系统.....	34
场景3: 电子多功能触控阅览桌.....	35
3.4 智慧体育.....	36
场景1: 大数据乒乓球训练系统.....	36
场景2: 智能跳绳.....	37
场景3: 智能篮球发球装置.....	38
场景4: 智能单杠中考考试系统.....	39
3.5 艺术教育场景应用.....	41
场景1: 智慧音乐系统.....	41
场景2: 智慧美术系统.....	43
场景3: 基于触觉物联网的书法反馈笔.....	44
3.6 可穿戴设备中应用.....	45
场景1: 智慧运动手环.....	45
场景2: 智能感知书包.....	47
场景3: 智能脑电耳机.....	49
3.7 信息技术教育开源硬件.....	50
3.8 家校共育中的应用.....	53
场景1: 儿童数字阅读平台.....	53
场景2: AI智能学习机.....	55
场景3: 基于智慧校园的家校互联系统.....	55
场景4: 智能电子学生证.....	57

第4章 OpenHarmony在智慧教育装备领域中的应用建议

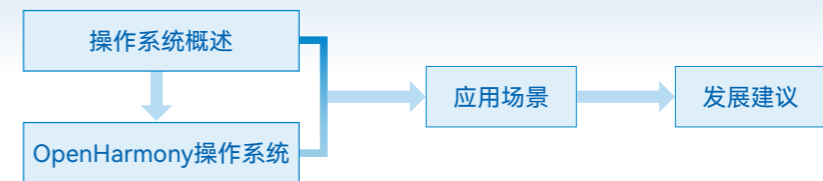
4.1 推动教育装备智能泛在终端普及, 打破教育管理信息孤岛.....	61
4.2 重塑信息科技教育开源软硬件, 打造中国特色开源新生态.....	61
4.3 加强对OpenHarmony的教师培训, 提升数字素养与技能.....	61
4.4 构建基于OpenHarmony的APP Store, 提供丰富优质教育产品.....	62
4.5 确立教育专用操作系统标准, 构建OpenHarmony教育软件应用社区.....	62
4.6 建立OpenHarmony示范点, 探索OpenHarmony教育应用模式.....	62

引言

党的二十大明确提出，要加快建设网络强国、数字中国，推进教育数字化，加快发展数字经济，实施国家文化数字化战略。2021年3月教育部等六部门联合发布了《关于推进教育新型基础设施建设构建高质量教育支撑体系的指导意见》（以下简称“意见”），吹响了教育领域新基建的号角，该意见指出教育新型基础设施以新发展理念为引领，以信息化为主导，面向教育高质量发展需要，聚焦信息网络、平台体系、数字资源、智慧校园、创新应用、可信安全等方面的新型基础设施体系。

操作系统作为最基本、最重要的基础软件，是计算机系统的内核与基石，为教育新基建的建设提供重要支撑，为构建高质量教育体系提供“数字地基”。操作系统作为软件产业核心，不仅影响软件产业发展的核心竞争力，而且对于加强国家信息安全和增强国家的综合实力至关重要。国产操作系统产业自主创新，事关信息技术国家竞争力，甚至国家信息安全。OpenHarmony操作系统具备了包括分布式任务调度和分布式数据管理能力在内的分布式能力，可以搭载各类教育终端设备和各类物联网设备，将人、设备、场景有机地联系在一起，创造了一个超级虚拟终端互联的世界，实现连接极速、硬件互助、资源共享、安全可信，用丰富的教育设备呼应教育场景中的多样需求。

本白皮书章节结构如下图所示



本白皮书第一章首先介绍了操作系统和嵌入式操作系统及其功能情况，第二章介绍了OpenHarmony操作系统的技术架构与技术特性。第三章，结合OpenHarmony操作系统的技术和功能特性，介绍了OpenHarmony在智慧教育装备中的应用场景，调研、总结了OpenHarmony操作系统在智慧教育装备中的八类应用场景。其中，包括智慧教室、智慧实验室和智慧图书馆等教育装备，如智慧教室边缘计算控制系统、智慧实验室可视化智能管理系统和智慧图书馆智能借还系统。同时场景还涵盖了体育、音乐、书法等部分中小学学科，如大数据乒乓球训练系统、智能跳绳、智能篮球发球装置、智能单杠中考考试系统、可视化智能音乐演示系统、智能音乐美育系统、基于触觉物联网的智能反馈笔等。场景还涉及到了多样化的可穿戴设备，如智能个人应急终端、智慧运动手环、智能脑电耳机等。信息技术开源硬件以及家校共育的智能硬件设备都有所阐述。第四章主要从推广OpenHarmony操作系统在教育行业中的应用，打造中国教育专用操作系统的视角提出六条建议，包括普及教育装备智能泛在终端，突破教育管理信息孤岛；重塑信息技术教育开源硬软件，打造中国特色开源新生态；加强对OpenHarmony的教师培训，提升数字素养与技能；构建基于OpenHarmony操作系统的APP Store，提供丰富优质教育产品；确立教育专用操作系统标准，构建OpenHarmony操作系统教育软件应用社区；建立OpenHarmony操作系统示范点，探索OpenHarmony操作系统教育应用模式。

第1章

操作系统的介绍

1.1 通用操作系统

1.1.1 Windows系统

Windows系统是美国微软公司以图形用户界面为基础研发的操作系统，主要用于计算机、平板等设备，是全球应用最广泛的操作系统之一。Windows系统架构由用户模式和内核模式为基础，由系统微内核、硬件抽象层、硬件驱动、Windows子系统模块、系统服务和用户进程等部分组成。用户模式进程可以分为系统支持进程、服务进程、用户应用程序、环境子系统四种基本类型。Windows执行体包含了基本的操作系统服务，其内核是由一组低层次的操作系统功能组成；设备驱动程序包括硬件设备驱动程序、文件系统和网络驱动程序之类的非硬件设备驱动程序；硬件抽象层（HAL, Hardware Abstraction Layer）用来将内核、设备驱动程序和windows执行体的其余部分与平台相关的硬件差异隔离。Windows操作系统架构组成如下图1-1所示：

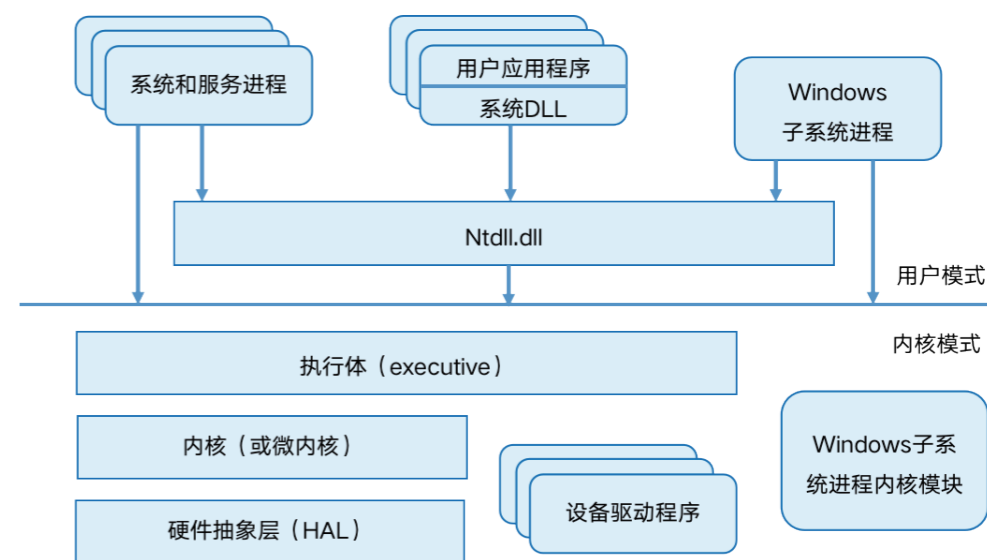


图1-1 Windows操作系统架构组成

1.1.2 Linux操作系统

Linux，全称GNU/Linux，是一种免费使用和自由传播的类UNIX操作系统，能够基于POSIX的多用户、多任务、支持多线程和多CPU的操作系统。它能运行主要的Unix工具软件、应用程序和网络协议，并支持32位和64位硬件。Linux继承了Unix以网络为核心的设计思想，是一个性能稳定的多用户网络操作系统。Linux具有开放源码、没有版权、技术社区用户多等特点，开放源码使得用户可以自由裁剪，

灵活性高，功能强大，成本低。这些特点使得Linux成为开发路由交换设备的理想开发平台。Linux系统一般包含4个主要部分：内核、Shell、文件系统和应用程序，部分层次结构如图1-2所示。

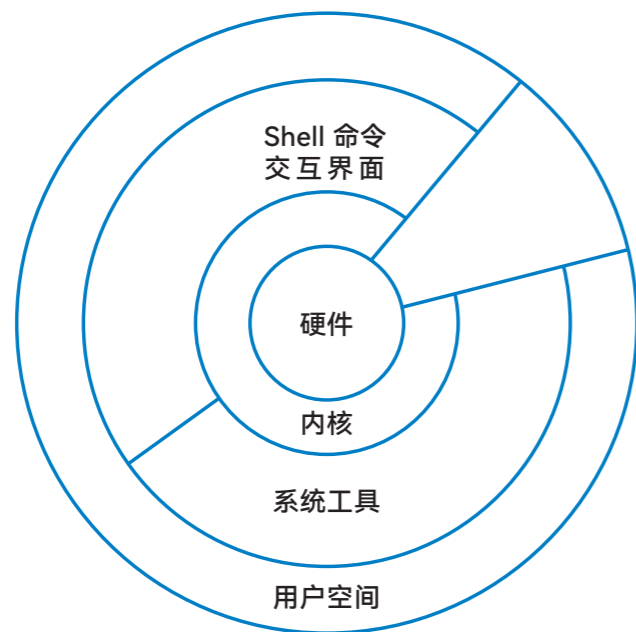


图1-2 Linux操作系统的组成

内核是操作系统的核心，负责管理系统的进程、内存、设备驱动程序、文件和网络系统，决定着系统的性能和稳定性。

Shell是系统的用户界面，提供了用户与内核进行交互操作的一种接口。它接收用户输入的命令并把它送入内核去执行，是一个命令解释器。另外，Shell编程语言具有普通编程语言的很多特点，用这种编程语言编写的Shell程序与其他应用程序具有同样的效果。

文件系统是文件存放在磁盘等存储设备上的组织方法。Linux系统能支持多种目前流行的文件系统，如EXT2、EXT3、FAT、FAT32、VFAT和ISO9660。

1.2 业内常用嵌入式操作系统

嵌入式操作系统历史悠久、门类繁多、用途广泛，不仅包括嵌入式实时多任务操作系统、开源的Linux、机器人和路由器操作系统，还包括新型的物联网操作系统。以下为业内常用的嵌入式操作系统：

表1-1 业内常用的嵌入式操作系统

操作系统	简介
Android操作系统	安卓（Android）是一种基于Linux内核（不包含GNU组件）的自由及开放源代码的操作系统。主要用于移动设备，如智能手机和平板电脑。
iOS操作系统	iOS是由苹果公司开发的移动操作系统。苹果公司最初是设计给iPhone使用，后来陆续套用到iPod touch、iPad上。iOS与苹果的macOS操作系统一样，属于类Unix的商业操作系统。iOS的系统架构分为四层，由上到下依次为：可触摸层（Cocoa Touch layer）、媒体层（Media layer）、核心服务层（Core Services layer）、核心操作系统层（Core OS layer）。
Zephyr操作系统	Zephyr是2016年由Intel、Synopsys、NXP等公司发起的开源实时操作系统平台项目，现在由Linux基金会管理。项目旨在联合整个行业的领导者，构建针对资源小型受限设备，开发一个可扩展的嵌入式实时操作系统。
VXworks操作系统	VXworks是美国Wind River System公司推出的一个实时操作系统。并提供了更丰富的调试、仿真环境和工具。VXworks操作系统具有良好的持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境，在嵌入式实时操作系统领域占据一席之地。
uC/OS	μC/OS和μC/OS-II是专门为计算机的嵌入式应用设计的，绝大部分代码是用C语言编写的。CPU硬件相关部分是用汇编语言编写的、总量约200行的汇编语言部分被压缩到最低限度，便于移植到任何一种其它的CPU。
Amazon FreeRTOS	FreeRTOS是一个迷你的实时操作系统内核。作为一个轻量级的操作系统，功能包括：任务管理、时间管理、信号量、消息队列、内存管理、记录功能、软件定时器、协程等，可基本满足较小系统的需要。
Windows CE	Windows Embedded Compact（即Windows CE）是微软公司嵌入式、移动计算平台的基础，它是一个开放的、可升级的32位嵌入式操作系统，是基于掌上型电脑类的电子设备操作系统，其图形用户界面相当出色，可应用到多种便携式手持设备上，是精简的Windows 95。
RT-Thread OS	RT-Thread在物联网和嵌入式开发者心目中是非常棒的开源软件，RT-Thread是国内目前合作和支持芯片和厂商众多、社区开发者踊跃、组件丰富、应用领域广泛的国产物联网操作系统。

1.3 嵌入式操作系统的体系结构介绍

1.3.1 内核体系结构

(1) 微内核

微内核与宏内核相对应，是操作系统的一种结构形式。操作系统的核心功能包括文件系统、内存和

I/O 设备管理、CPU 调度等，宏内核即指操作系统将上述功能全部“打包集成”在内核里，不同的功能模块之间耦合度高，所以具有高效率的优点。微内核则将系统分为各个小的功能模块，仅将核心的调度、内存管理功能保留在内核中，驱动、文件系统等以“外部模块”的形式与内核连接，相应的优势是易于拓展、易于维护与更新、稳定性高。

(2) 单一内核

操作系统的核心代码，且运行于内核模式下，如果内核的所有模块都在同一进程中，就称为单一内核；如果内核的模块在不同进程中，称为微内核。单一内核是个很大的进程。它的内部又能够被分为若干模块（或是层次或其他）。但是在运行的时候，他是个单独的二进制大体积Image文件。其模块间的通讯是通过直接调用其他模块中的函数实现的，而不是消息传递。所有的内核都设计成单内核。所谓单内核就是把它从整体上作为一个单独的大过程来实现，并同时运行在一个单独的地址空间。如传统的UNIX内核与Linux内核均为单一内核。

(3) 扩展内核

扩展内核是一种加载到操作系统中央组件中的计算机软件。扩展内核可以用来提供功能或硬件支持，否则将不属于内核的一部分。扩展内核通常被允许执行任务或访问操作系统的整部部分软件。在某些操作系统中，扩展内核被称为内核模块。

1.3.2 文件系统

文件系统是操作系统用于明确存储设备或分区上的文件的方法和数据结构。操作系统中负责管理和存储文件信息的软件机构称为文件管理系统，简称文件系统。在计算机中，文件系统是命名文件及放置文件的逻辑存储和恢复的系统。文件系统由三部分组成：文件系统的接口、对对象操纵和管理的软件集合、对象及属性。从系统角度来看，文件系统是对文件存储设备的空间进行组织和分配，负责文件存储并对存入的文件进行保护和检索的系统。具体地说，它负责为用户建立文件，存入、读出、修改、转储文件，控制文件的存取，当用户不再使用时撤销文件等。

1.3.3 图形用户界面

图形用户界面设计主要供用户在前台进行操作，其本质属性是为用户与设备之间以更便利各自理解的方式传递信息。图形用户界面提供了一种视觉承担特质，用户通过程序的后台进行信息传达。优美的图形用户界面丰富了操作时的体验并通过情感链接用户，把设计创新转化成生产力，增加了消费者的购买动力，推动设计与产业对接，进而提升企业的商业价值。

常用的嵌入式图形用户界面开发派系含包括Qt、DirectFB、GTK等。其中最常用的是Qt图形系统和

GTK图形系统。Qt是一个跨平台的C++开发库，主要用来开发图形用户界面（Graphical User Interface, GUI）程序，也可以开发不带界面的命令行（Command User Interface, CUI）程序。Qt的本质是一个GUI库，用来开发图形界面应用程序，GTK是一种图形用户界面（GUI）工具包，是若干个密切相关的库的集合，它支持创建基于GUI的应用程序。GTK可用来创建GUI的许多已经准备好的构造块。

1.3.4 应用软件

应用软件是指用于完成特定任务或解决特定问题的计算机程序，通常是由开发人员编写的。应用软件可以包括各种类型的程序：如文字处理类、电子表格类、图形图像类、网络通信类、简报软件类、统计软件类等。这些软件可以在计算机、手机、平板电脑等设备上运行，帮助用户完成各种工作和娱乐活动。

文字处理类是指：具有文本编辑、文字处理、桌面排版等功能的应用软件，如：WPS、Word等。电子表格类是指：具有表格定义、计算和处理等功能，如：Excel等。图形图像类是指：具有图像处理、几何绘制等功能，如AutoCAD、Photoshop等。网络通信类是指：具有电子邮件、网络文件管理、远程计算、浏览器等功能，如：Outlook Express、Mail等。简报类软件是指：具有制作幻灯片、演讲报告等部分，如：PowerPoint等。统计软件类是指：具有统计、汇总、分析等功能，如：SPSS、SAS等。

OpenHarmony是由开放原子开源基金会（OpenAtom Foundation）孵化及运营的开源项目，目标是面向全场景、全连接、全智能时代，搭建一个智能终端设备操作系统的框架和平台，促进万物互联产业的繁荣发展。

2.1 技术架构

OpenHarmony整体遵从分层设计，从下向上依次为：内核层、系统服务层、框架层和应用层。系统功能按照“系统 > 子系统 > 组件”逐级展开，在多设备部署场景下，支持根据实际需求裁剪某些非必要的组件。OpenHarmony技术架构如下所示：

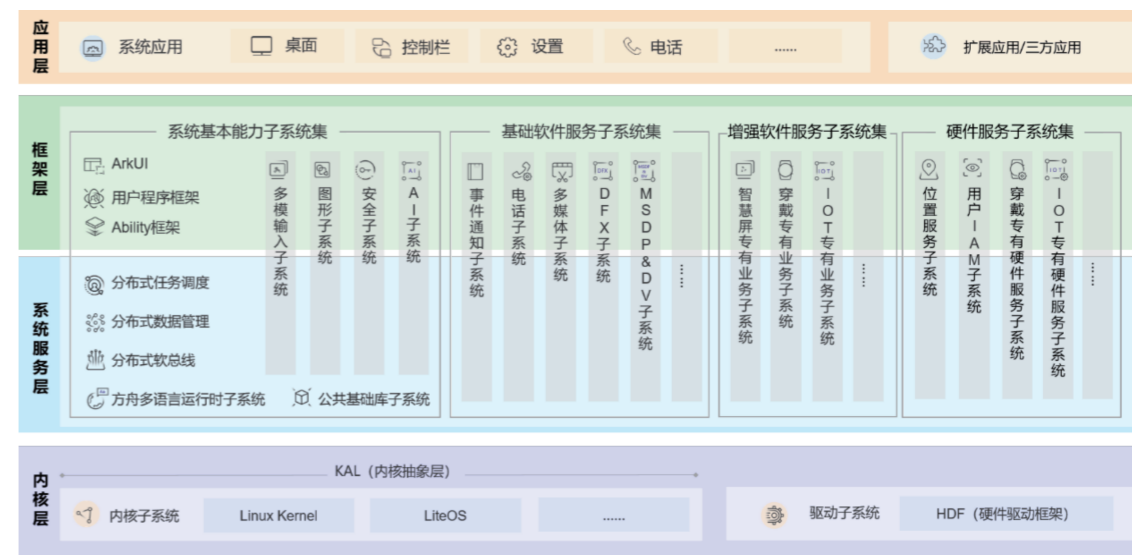


图2-1 OpenHarmony系统的技术架构

内核子系统采用多内核（Linux内核或者LiteOS）设计，支持针对不同资源受限设备选用适合的OS内核。内核抽象层（KAL，Kernel Abstract Layer）通过屏蔽多内核差异，对上层提供基础的内核能力，包括进程/线程管理、内存管理、文件系统、网络管理和外设管理。

系统服务层是OpenHarmony的核心能力集合，通过框架层对应用程序提供服务。该层包含系统基本能力子系统集、基础软件服务子系统集、增强软件系统子系统集、硬件服务子系统集。

框架层为应用开发提供了C/C++/JS等多语言的用户程序框架和Ability框架，适用于JS语言的ArkUI框架，以及各种软硬件服务对外开放的多语言框架API。根据系统的组件化裁剪程度，设备支持的API也会有所不同。

第2章

OpenHarmony 操作系统

应用层包括系统应用和第三方非系统应用。应用由一个或多个FA（Feature Ability）或PA（Particle Ability）组成。其中，FA有UI界面，提供与用户交互的能力；而PA无UI界面，提供后台运行任务的能力以及统一的数据访问抽象。基于FA/PA开发的应用，能够实现特定的业务功能，支持跨设备调度与分发，为用户提供一致、高效的应用体验。

2.1.1 内核层

内核层由内核子系统和驱动子系统组成。

内核子系统：OpenHarmony操作系统采用多内核设计，支持针对不同资源受限设备选用适合的OS内核。内核抽象层（KAL，Kernel Abstract Layer）通过屏蔽多内核差异，对上层提供基础的内核能力，包括进程/线程管理、内存管理、文件系统、网络管理和外设管理等。

驱动子系统：硬件驱动框架（HDF）是OpenHarmony硬件生态开放的基础，提供统一外设访问能力和驱动开发、管理框架。

2.1.2 系统服务层

系统服务层是OpenHarmony操作系统的核心能力集合，通过框架层对应用程序提供服务。该层包含以下几个部分：

系统基本能力子系统集：为分布式应用在OpenHarmony操作系统多设备上的运行、调度、迁移等操作提供了基础能力，由分布式软总线、分布式数据管理、分布式任务调度、公共基础库、多模输入、图形、安全、AI等子系统组成。

基础软件服务子系统集：为OpenHarmony操作系统提供公共的、通用的软件服务，由事件通知、电话、多媒体、DFX（Design For X）、MSDP&DV等子系统组成。

增强软件服务子系统集：为OpenHarmony操作系统提供针对不同设备的、差异化的能力增强型软件服务，由智慧屏专有业务、穿戴专有业务、IoT专有业务等子系统组成。

硬件服务子系统集：为OpenHarmony操作系统提供硬件服务，由位置服务、生物特征识别、穿戴专有硬件服务、IoT专有硬件服务等子系统组成。

2.1.3 框架层

框架层为OpenHarmony操作系统应用开发提供了Java/C/C++/JS等多语言的用户程序框架和Ability框架，两种UI框架（包括适用于Java语言的Java UI框架、适用于JS语言的JS UI框架），以及各种软硬件服务对外开放的多语言框架API。根据系统的组件化裁剪程度，OpenHarmony设备支持的API也会有所不同。

2.1.4 应用层

应用层包括系统应用和第三方非系统应用。OpenHarmony操作系统的应用由一个或多个FA（Feature Ability）或PA（Particle Ability）组成。其中，FA有UI界面，提供与用户交互的能力；而PA无UI界面，提供后台运行任务的能力以及统一的数据访问抽象。FA在进行用户交互时所需的后台数据访问也需要由对应的PA提供支撑。基于FA/PA开发的应用，能够实现特定的业务功能，支持跨设备调度与分发，为用户提供一致、高效的应用体验。

2.2 技术特性

2.2.1 硬件互助，资源共享

搭载OpenHarmony操作系统的设备在系统层面融为一体、形成超级终端，让设备的硬件能力可以弹性扩展，实现设备之间硬件互助，资源共享。OpenHarmony通过分布式软总线、分布式数据管理、分布式任务调度、设备虚拟化四大能力，将四层协议栈精简为一层，提升有效载荷，使开发者像开发同一终端一样开发跨终端分布式应用，使用户享受跨终端无缝协同体验，实现不同终端设备之间的快速连接、能力互助、资源共享，感受流畅的全场景体。

(1) 分布式软总线

分布式软总线是多设备终端的统一基座，为设备间的无缝互联提供了统一的分布式通信能力，能够快速发现并连接设备，高效地传输任务和数据。

(2) 分布式数据管理

分布式数据管理位于基于分布式软总线之上的能力，实现了应用程序数据和用户数据的分布式管理。用户数据不再与单一物理设备绑定，业务逻辑与数据存储分离，应用跨设备运行时数据无缝衔接，为打

造一致、流畅的用户体验创造了基础条件。

(3) 分布式任务调度

分布式任务调度基于分布式软总线、分布式数据管理、分布式Profile等技术特性，构建统一的分布式服务管理（发现、同步、注册、调用）机制，支持对跨设备的应用进行远程启动、远程调用、绑定/解绑、以及迁移等操作，能够根据不同设备的能力、位置、业务运行状态、资源使用情况并结合用户的习惯和意图，选择最合适的设备运行分布式任务

(4) 设备虚拟化

分布式设备虚拟化平台可以实现不同设备的资源融合、设备管理、数据处理，将周边设备作为手机能力的延伸，共同形成一个超级虚拟终端。

2.2.2 一次开发，多端部署

面向开发者，实现一次开发，多端部署。对应用开发者而言，鸿蒙操作系统采用了多种分布式技术，使应用开发与不同终端设备的形态差异无关，从而让开发者能够聚焦上层业务逻辑，更加便捷、高效地开发应用。

OpenHarmony提供用户程序框架、Ability框架以及UI框架，能够保证开发的应用在多终端运行时保证一致性。一次开发、多端部署。多终端软件平台API具备一致性，确保用户程序的运行兼容性，实现多设备终端连接。

①支持在开发过程中预览终端的能力适配情况（CPU/内存/外设/软件资源等）。

②支持根据用户程序与软件平台的兼容性来调度用户呈现。

2.2.3 统一OS，弹性部署

OpenHarmony操作系统可以满足不同能力的设备需求，实现统一OS，弹性部署。对设备开发者而言，OpenHarmony系统采用了组件化的设计方案，可根据设备的资源能力和业务特征灵活裁剪，满足不同形态终端设备对操作系统的要求。

OpenHarmony通过组件化和组件弹性化等设计方法，在多种终端设备间，做到硬件资源的可大可小，按需弹性部署，全面覆盖了ARM、RISC-V、x86等各种CPU，从百KiB到GiB级别的RAM。

第3章

OpenHarmony 在智慧教育装备中的 应用场景

OpenHarmony是一款面向未来、面向全场景的国产化移动操作系统，肩负着国家重要战略使命。目前智慧教室里设备终端之间的互联互通极其不便，硬件方面必须安装辅助的互联互通的设备，软件方面需要安装支持互联互通的协议。OpenHarmony为硬件设备、系统厂商，提供不同硬件参数配置的适配，在互联互通、国产自主可控、算力共享等技术方面具有明显优势。以OpenHarmony作为核心，打通家庭、校园与社会的应用场景，支持家校社的全面链接，轻松实现资源共享、可视化交互、教师研修等。OpenHarmony能够对算力进行分布式部署的特点，使得分布式设备实现能力共享，助力下一代智慧教育装备实现智能感知。

本白皮书以OpenHarmony为核心，结合教育领域不同场景特点，共总结了八大应用场景及多个应用子场景，见图3-1。



图3-1 OpenHarmony操作系统在智慧教育中的主要应用场景

3.1 智慧教室中的应用

3.1.1 智慧教室建设理念

智慧教室作为一种学习空间，借助环境感知，为学习者提供适宜的学习环境，可以实现如下功能：对外连接丰富的学习和智力资源，拓展学习知识的边界；提供各类教与学支架，支持师生双向交互、深化学生的认知深度、促进知识建构和群体智慧的生成；协同多种设备伴随式、无感式对师生教学的多模态数据进行采集、分析和决策建议，服务于课堂教学；创造平等、个性化、愉悦的学习文化氛围，促进每一位教师 and 学生的自我发展和自我探索。

未来的智慧教室是指在现有的数字化教室基础上，以现代学习科学理论为指导，充分考虑师生的教与学需求，借助教室空间布局的优化将高速通讯网络、物联网、人工智能和虚拟现实等新兴技术科学配置在教室之中，打造出具有高交互、高沉浸、高感知等特征的线上线下融合的新型教室。它可以推进学习方式和教学模式的创新，实现学生深度学习和高阶知识建构，满足未来社会对可处理复杂问题的创新性、高层次人才培养需求。

1. 智慧教室的概念及特征

智慧教室是智慧学习环境的物化，是多媒体和网络教室的高端形态。智慧教室通常从教学内容的呈现、学习过程的管理、学习资源的获取、课堂教学的互动、情境感知与检测等五个方面进行优化和提升。

智慧教室的“智慧性”主要体现在内容呈现(Showing)、环境管理(Manageable)、资源获取(Accessible)、及时互动(Real-time Interactive)、情境感知(Testing)五个维度，简称“SMART”概念模型。在“SMART”概念模型中，“环境管理(M)”和“情境感知(T)”两个维度是智慧教室装备的共性要求。“环境管理(M)”维度要求智慧教室能够实现对所有设备、系统、资源的监控和管理。“情境感知(T)”维度包括两个方面，一是对室内的空气、温度、光线、声音、颜色、气味等参数的监控，为“环境管理(M)”提供依据；二是利用课堂录播系统记录教学过程，利用手持设备记录交互过程、监测学习结果，从而完成对学习过程的跟踪。从“内容呈现(S)”、“资源获取(A)”和“及时交互(R)”三个维度可以把教室建成“高清晰”型、“深体验”型和“强交互”型三种典型的智慧教室。“高清晰”型智慧教室更多应用于“传递-接受”式教学模式；“深体验”型智慧教室更多应用于探究性教学模式；“强交互”型智慧教室更多应用于小组的协作学习。

2. 下一代智慧教室

下一代智慧教室以物联网为核心引擎，从智能感知、互联共享、知识计算、智慧服务等维度支持多元、全面、持续的协同感知、多尺度超宽带的泛在网络、知识自主驱动的智能计算、多元个性精准的智

慧服务，打通时空知识壁垒，提供时空跨界、知识汇聚、定制学习，如图3-2所示。智联教室感知方面，多维度、全方位捕捉学生、教师、环境、知识反馈等信息。智联教室网络方面，教育资源、信息、数据、进行互动合作的管道，远程教学授课、远程讨论与互动、优质资源共享、多校异地联动教学、全球师生社交协作，开放流动融合、交互即时高效。知识计算方面，链条化体系化、个性推演计算，多元数据沉淀挖掘，支撑教学练测评全链条计算，学生能力图谱、课程进度精准跟踪、智能作业批改、教学全链条可视化、教学知识图谱。智慧服务方面，支持多元智慧定制、满足个性需求。大数据和智能计算驱动，提供多元精准个性化教育服务，如个性化学习路径规划、实时消息通知、精准学习内容推荐、虚拟实践教育设计、新模式新业态定制培养。

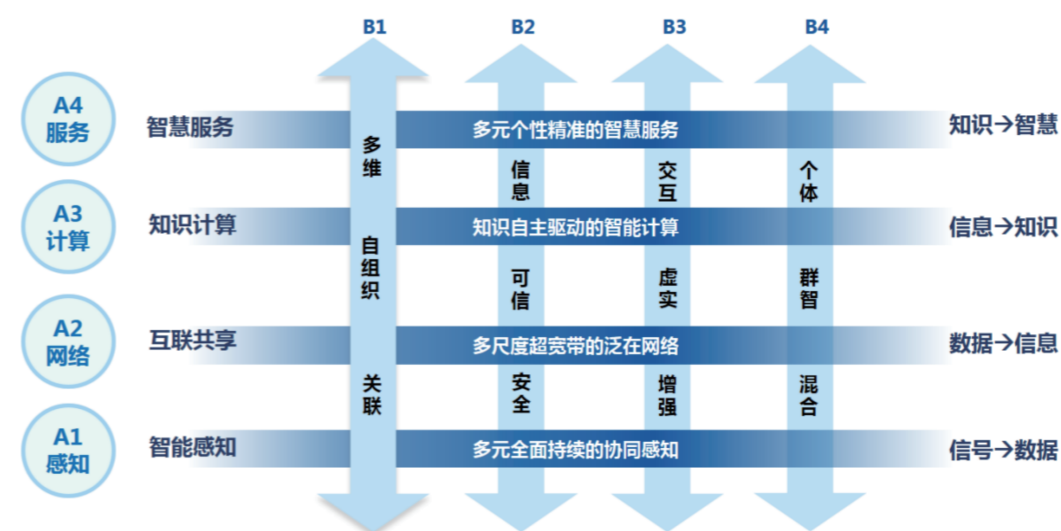


图3-2 下一代智慧教室

利用OpenHarmony的诸多新特性，部署到智能感知教室中的各类设备中，能够充分发挥其强大的物联网特性，从而实现各类设备的相互通联。尤其是利用OpenHarmony的分布式软总线技术，改造智能感知教室的智慧中控系统，无缝连接与切换智慧感知教室中的各类多媒体设备。

下一代智慧教室以智慧、互联为理念，基于物联网技术框架，重塑“人机物环”关系，打通空间、时间、知识之间的壁垒，构建以人为中心的教育生产关系，适应新时代教育生产力变革，释放教育生产力，为学生和教师提供“有价值的成长”，支撑中国特色社会主义教育强国建设。

3.1.2 基于OpenHarmony 的新型智慧教室整体方案

1. 基于OpenHarmony 的新型智慧教室的整体设计

新型智慧教室主要包含F5G室内光纤网络和以OpenHarmony为控制核心的智慧教室控制终端。

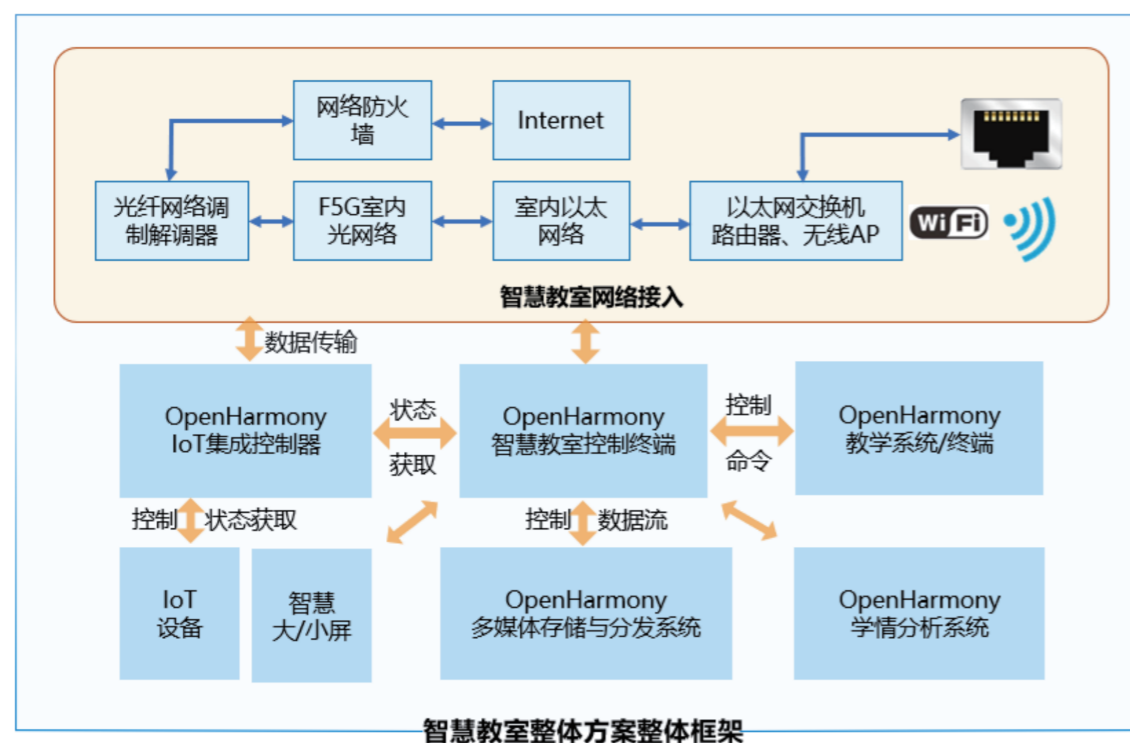


图3-3 智慧教室整体方案整体框架

新型智慧教室的网络环境依托F5G高带宽网络通信，基于其高带宽、低延时、高效传输、网络设备模块化、集成化与维护简便的特性，能够根据智慧教室的具体使用要求方便、快速增减网络设备模块，实现校园多媒体存储资源高速分发，从而支持VR/AR教学场景。

基于OpenHarmony的智慧教室控制终端是新型智慧教室的核心控制设备，同时也是新型智慧教室物联网的核心网关。基于OpenHarmony的诸多物联网特性，智慧教室控制终端可将连接至其本身的任何可控设备通过分布式软总线接入到用户PC和手持终端。连接的设备不仅有传统物联网设备，还包括智慧大屏与智慧小屏，以及多媒体存储与分发系统。

基于OpenHarmony的智慧教室控制终端能够做到无缝连接管理员或教师的终端设备，如教学系统和终端。教师能够登录学校的OpenHarmony教学系统，并在教学终端上进行备课，上传课件资源，或利用教学系统的课件资源，远程登录学校教学系统在线远程备课；上课时，教师只需进入智慧教室，刷手机NFC或刷校园卡即可通过OpenHarmony智慧教室控制终端登录OpenHarmony教学系统，从而在智慧教室打开教学课件等资料。

2. 智慧教室OpenHarmony IoT控制器

智慧教室网络作为智慧教室高效运行的中枢，能够根据使用需求设置不同使用模式，快速增减网络设备模块。OpenHarmony IoT控制器通过控制设备接入，将不同设备之间进行联接、数据采集与转发，

实现远程控制及设备与云端之间的双向通信连接。进入OpenHarmony IoT设备控制即可进行设备管理服务，主要有灯光控制、声音控制、显示设备控制、空气净化、温湿度控制和电子班牌控制。主要有灯光控制、声音控制、显示设备控制、空气净化、温湿度控制和电子班牌控制，在OpenHarmony IoT控制模式上有实验室模式、课前准备模式、考场模式、远程交互模式、教学模式与娱乐模式，可以根据不同的教学需求选择对应的控制模式，实现智慧互联。

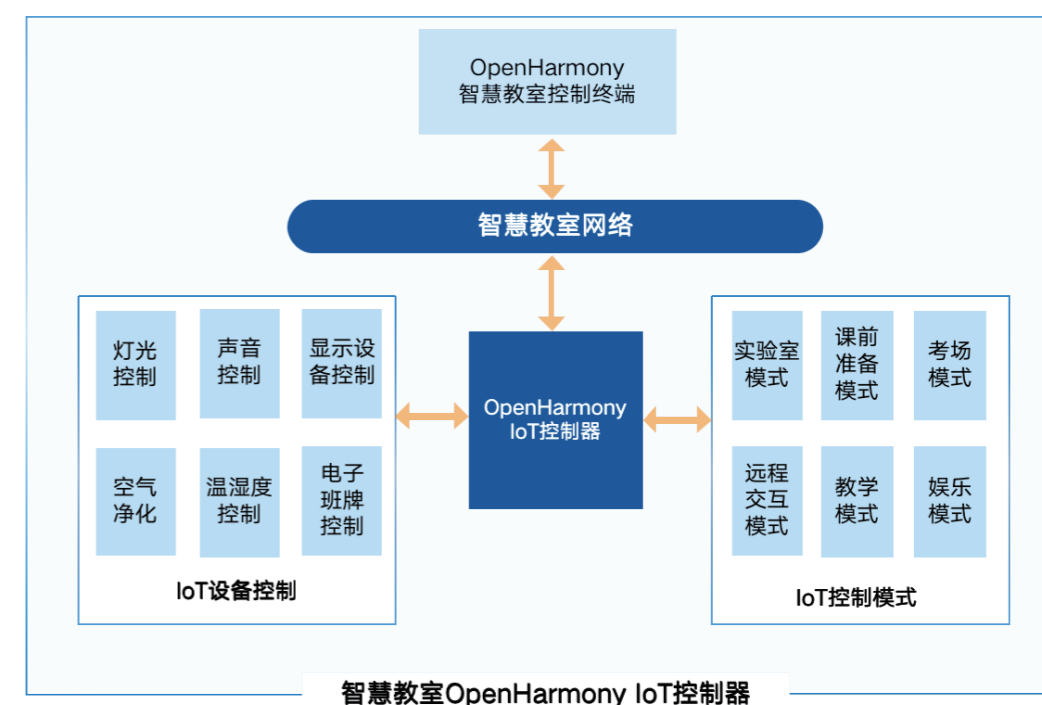


图3-4 智慧教室方案OpenHarmony物联网控制系统

3. 智慧教室OpenHarmony教学系统与终端

在新型智慧教室方案中，人与人的连接得到拓展，各类交互设备进入课堂，这就需要部署大量的无线物联网传感器，对教师数据、学生数据等各种有价值的教育数据进行数据采集，使得设备成为智能终端，加强校园数据的统一化、标准化，真正实现物联网智慧校园生态。OpenHarmony智慧教室控制终端是新型智慧教室的核心控制设备，是智慧教室的“管家”，智慧教室内的所有物联网设备均受OpenHarmony智慧教室控制终端的控制。

OpenHarmony教学系统/终端包括课件制作系统、OpenHarmony学生信息数据库、OpenHarmony语言训练系统、作业布置与作业收发、OpenHarmony考试系统、OpenHarmony外语教学系统。系统可以实现优质教育资源的规模化传播和复制，统一学生信息数据的收集。OpenHarmony语言训练系统与OpenHarmony外语教学系统用于智能检测英语学习进度、智能规划英语学习路径、智能外语教学、复习巩固等，让学生可以自主通过系统进行趣味学习，便于学生的英语个性化学习训练。Open-

Harmony考试系统、作业布置与作业收发集合在线题库、网上考试、练习、网上阅卷、布置作业，让组织考试布置作业简单高效，节省了考试成本，如图3-5所示。

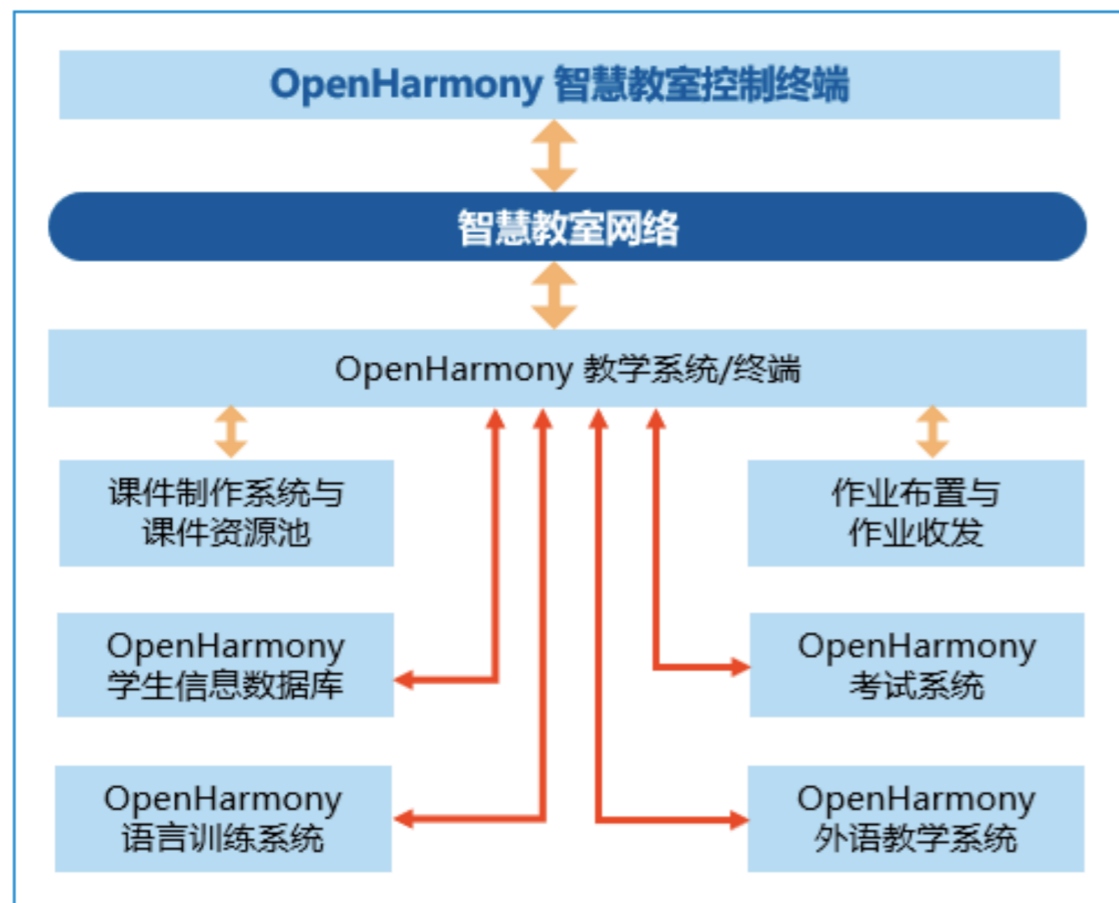


图3-5 智慧教室方案OpenHarmony教学系统与终端

智慧大屏显示终端包含学生端和公共大屏显示终端，如图3-6、3-7所示。

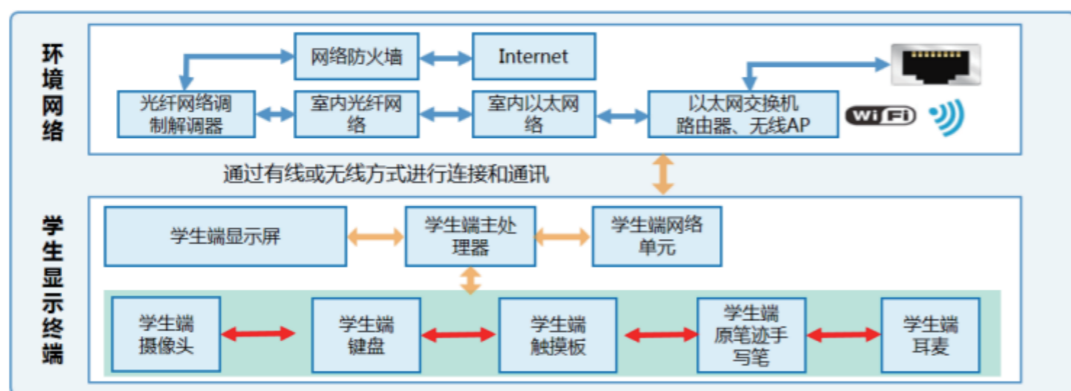


图3-6 智慧交互终端学生端

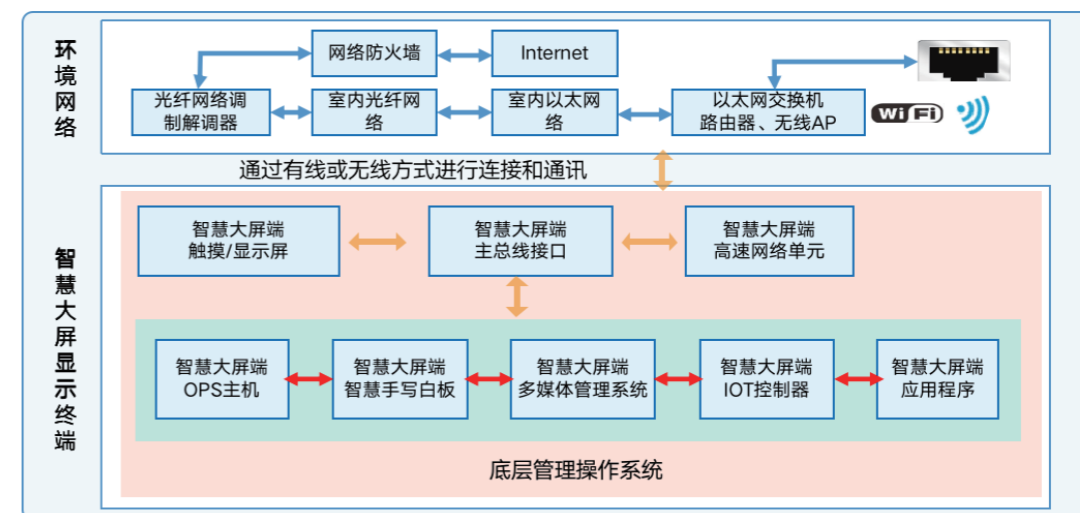


图3-7 智慧交互终端公共大屏端

OpenHarmony智慧教室控制终端的物联基础主要依靠OpenHarmony的分布式软总线技术，即智慧教室的所有物联设备连接至OpenHarmony智慧教室控制终端，且OpenHarmony智慧教室控制终端可在分布式软总线上作为OpenHarmony手持或固定终端设备的“外设”，由此可实现智慧教室中的所有物联设备的感知或控制数据皆可在OpenHarmony智慧教室控制终端设备中呈现。具体使用或维护智慧教室设备的教师或运维工程师，可在此智慧教室中通过任何显示设备显示OpenHarmony控制界面，实现对智慧教室中设备的控制，控制方式如图3-8所示。

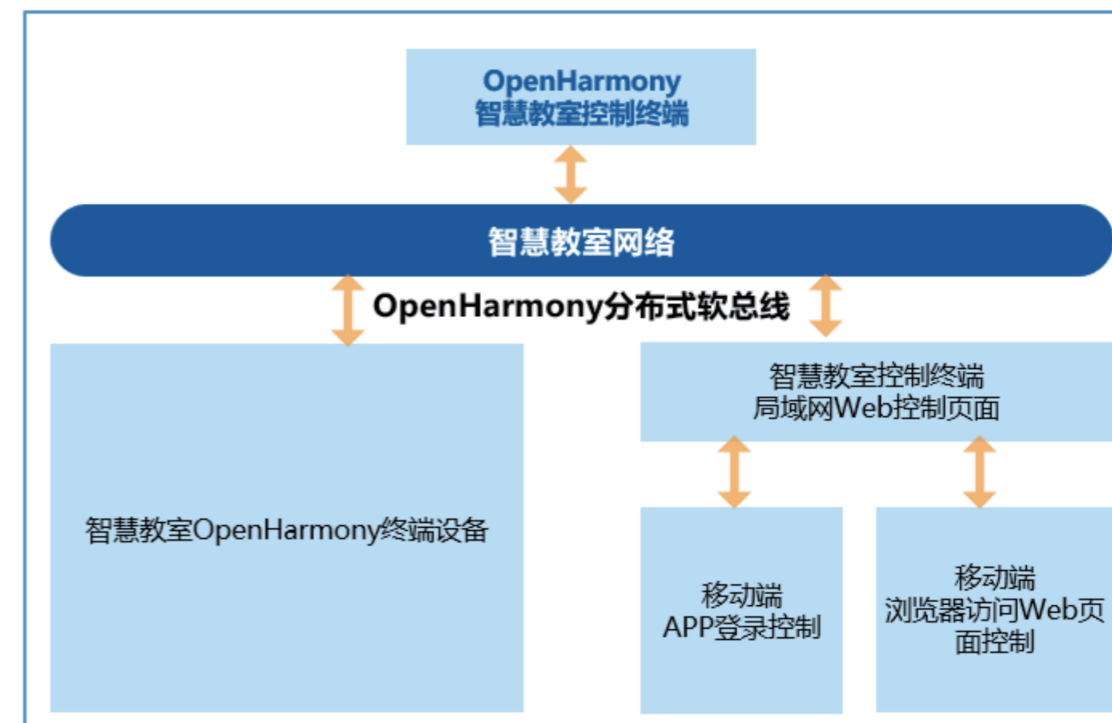


图3-8 智慧教室方案OpenHarmony跨平台控制方式

OpenHarmony智慧教室控制终端通过多种方式向用户提供物联控制服务。用户手持端设备可通过分布式软总线的方式，通过移动端APP或移动端Web浏览器访问和操控物联设备。

4. 智慧教室OpenHarmony多媒体存储与分发系统

OpenHarmony多媒体存储与分发系统克服传统基于网络的多媒体信息发布系统中的技术不足，高带宽传输实现多媒体的快速分发，降低了多媒体分发对网络、服务宽带、性能的限制，提高了多媒体的更新速度。系统依据用户提交的申请，将所提交的多媒体文件存储在多媒体存储机柜中，OpenHarmony多媒体存储与分发系统包括了大屏视频播放、课程录制、OMO状态下数据暂存、VR/AR数据传输与显示、AI图像识别与计算、教学课件资源存储与发放、考试模式下作业数据存储、数据备份等功能。这些多媒体内容以高带宽在多媒体存储机柜中传输，用户通过客户端将多媒体文件上传至OpenHarmony多媒体存储与分发系统，同时OpenHarmony多媒体存储与分发系统通过硬件与多媒体数据下行通道与接口进行连接。

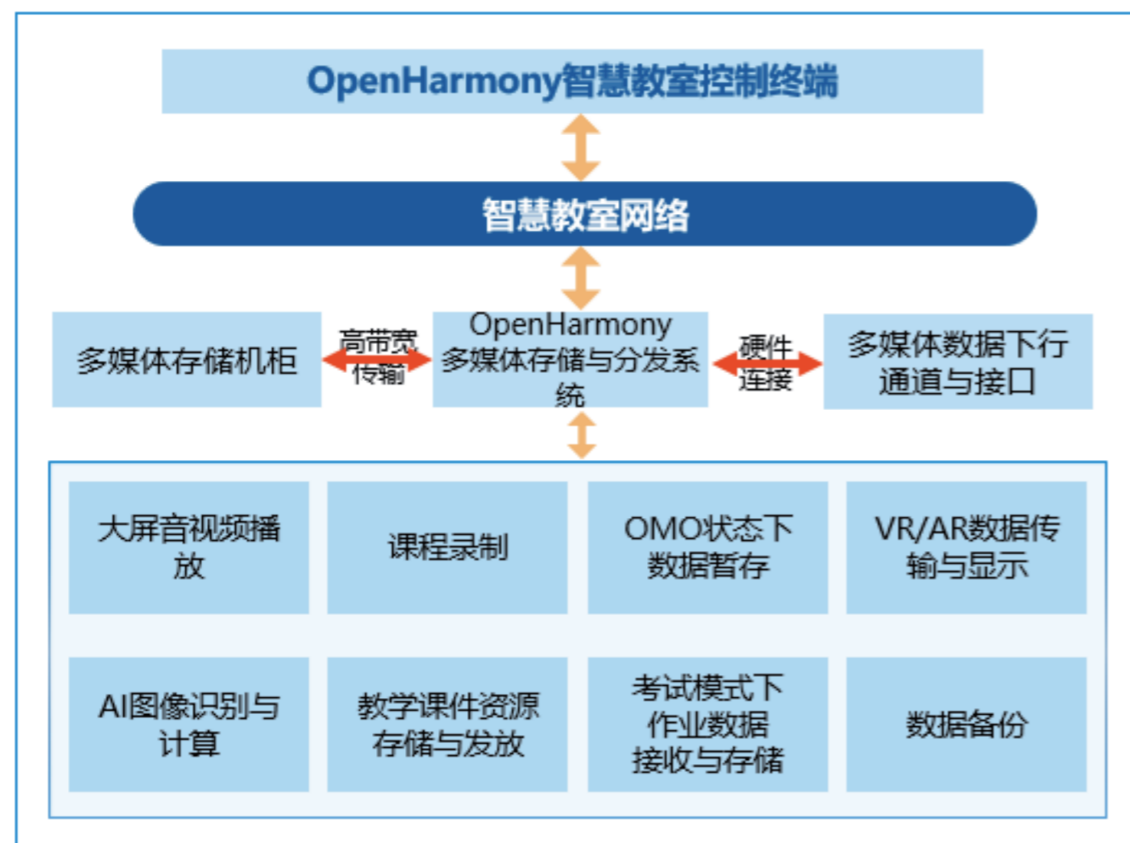


图3-9 智慧教室OpenHarmony多媒体存储与分发系统

5. 基于OpenHarmony的智慧教室设备升级改造

建设智慧教室会涉及众多硬件设施，智慧设备为智慧教学注入了活力。这就需要对传统教学设备进行升级改造以满足智慧教室对设备的需求，将传统的大屏与小屏更换为OpenHarmony特性的大屏与小屏，

将传统空调更换为OpenHarmony特性的空调，将传统电动窗帘控制器更换为OpenHarmony特性的电动窗帘，将传统教学摄像头更换为OpenHarmony特性的教学摄像头，将传统空气净化器更换为OpenHarmony特性的空气净化器，将传统设备集群遥控器更换为OpenHarmony特性的红外集群遥控器，将传统室内视频监控更换为OpenHarmony特性的室内视频监控。采用具有OpenHarmony特性的设备将教学设备进行升级改造，让课堂更加简单、智能、更高效，有助于开发学生自主思考能力与学习能力。

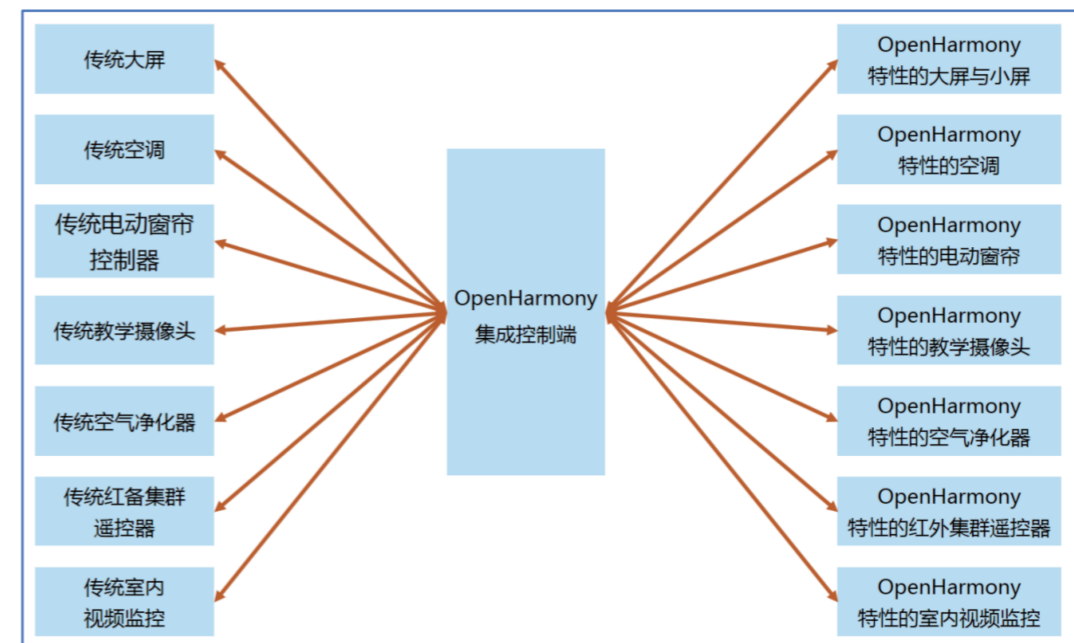


图3-10 基于OpenHarmony集成控制器的智慧教室设备升级改造

3.1.3 基于OpenHarmony的新型智慧教室的构成

1. 智慧教室F5G高带宽网络通信

网络是智慧教室的物联、传输、通讯的基础，是实现智慧教室高效运行的中枢。我国部分城镇和农村学校在教育和学习环境建设上还存在网络质量无法保证实时畅通，网络承载能力较弱，无法满足带宽、时延、可靠性等指标，无法兼顾后续智慧教学、VR/AR等新教育应用承载需求。

F5G（第五代固定网络）技术，由欧洲电信标准协会定义，是以10G PON、WiFi 6、200G/400G和OSU-OTN等技术为代表的第五代固定网络，具有超大带宽、全光联接、低时延、安全稳定等特点，致力于从光纤到户迈向光联万物。F5G包含了全光接入网和全光传送网两大部分。全光接入网可为新型智慧教室提供极致的连接效率。全光网络极大提升新型智慧教室单位线缆所能容纳的数据量，简化了新型智慧教室的单位连接成本，详见图3-11。

在新型智慧教室的建设中，F5G技术的室内光纤网络成为刚需，基于F5G的VR/AR传输将为一对多和多对多的音视频内容传输提供通信基础。基于F5G的智慧教室网络将使得OMO网络教室以端对端的光纤连接，一根光纤即可同时传输OMO场景下的多个拍摄机位，使得网络教学不再受制于高峰状态下的网络拥堵，进而实现真正的实时传输，低延时和高速率。

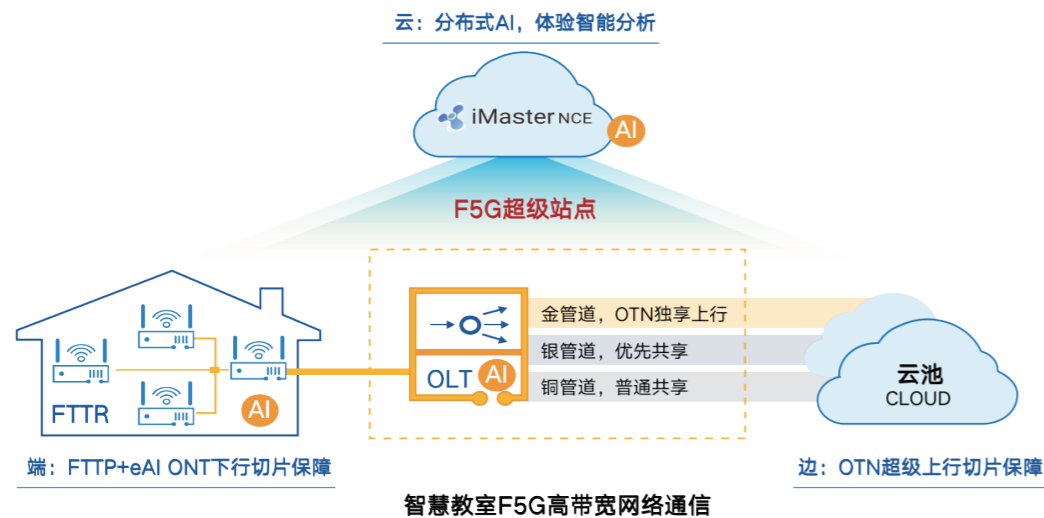


图3-11 智慧教室F5G高宽带网络通信

2. 智慧教室边缘计算控制系统

传统的智慧教室中央控制器是由教室或中央系统发起控制请求后，由校园中央系统集中通过校园网络下发指令控制各教室的设备。此种控制流程单一并且完全依赖中央服务器的性能和校园网络的稳定性，不能有效的满足高效、流畅的现代化教学信息技术要求。

基于OpenHarmony边缘计算操作系统的智慧教室控制方法，旨在通过对教室设备控制的计算处理下沉到边缘侧，部署边缘计算控制系统，根据个人操作习惯并综合设备模型中当前教室设备参数进行计算处理，实现对教室设备的智能化控制。主要包括部署用于教室设备控制的边缘计算控制系统；建立教室设备模型和个人模型。教室设备模型用于对教室设备与各设备的功能和参数进行对应关联与存储；获取用户操作数据，输入个人模型中学习得到个人操作习惯数据；获取当前教室环境和/或设备参数以及用户的身份数据，通过OpenHarmony边缘计算控制系统，根据教室设备模型和个人模型中的数据进行计算处理，向当前教室设备输出控制信号。OpenHarmony边缘计算控制系统与教室各设备通过网络或数据总线进行通信连接，获取相关参数处理后输出控制信号，详见图3-12。

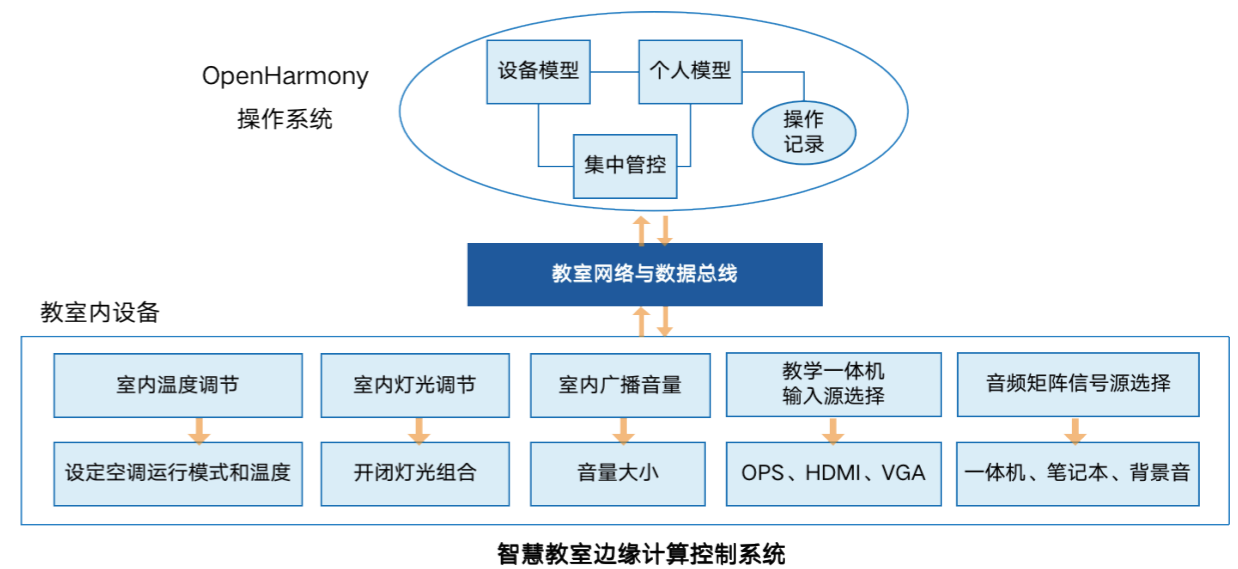


图3-12 OpenHarmony边缘计算操作系统控制图

3. 智慧教室大屏系统

智慧教室内的的大屏系统，搭载OpenHarmony，主要承载了多种内容的显示和传统黑板的功能，具备OpenHarmony的多种新特性。

搭载OpenHarmony的智慧教室大屏，可实现与智慧教室中学生的无缝互联，可通过常规的室内局域网进行连接，也可通过OpenHarmony的分布式软总线进行连接。在与远程的终端设备互联时，可通过5G网络实现高速无缝连接，为课堂教学中的“无感”互动切换提供便利，改善当下阶段的OMO线上线下一融合互动教学环境体检。

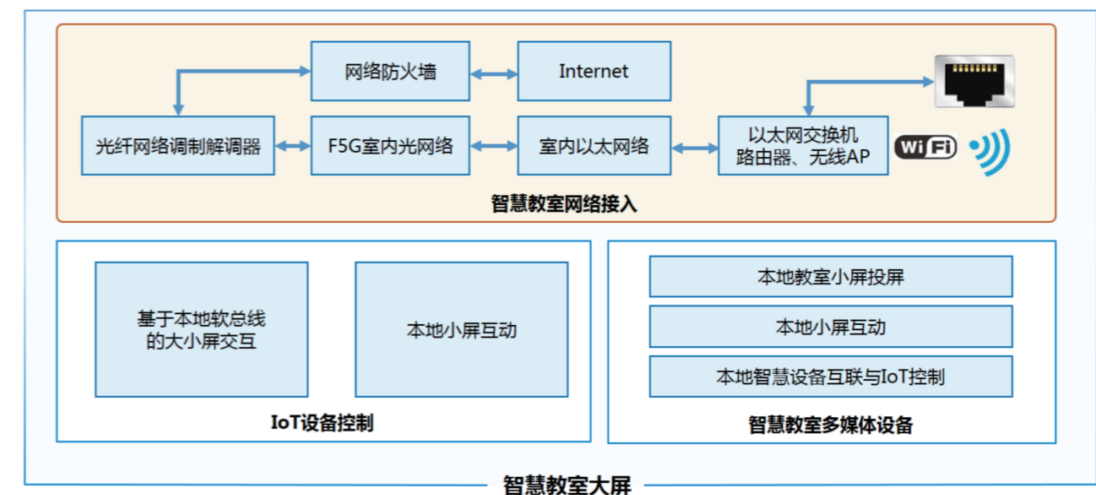


图3-13 智慧教室大屏功能结构图

搭载OpenHarmony的AR/VR显示设备可与智慧大屏连接，教师可使用“滑动手势”将多媒体资源发送到学生的AR/VR头显设备中。在新型智慧教室中，OpenHarmony智慧大屏能大幅度推动授课教师的无纸化授课与办公。教师可在OpenHarmony的备课设备上完成课件制作等，通过教师账号的联动，在线浏览打开备课课件等内容。

4. 智慧光网络课桌

智慧光网络课桌将多种功能有机融为一体，构建智慧阅读空间，帮助学生在有限空间内承载更多的学习和生活资料。

智慧光网络课桌在硬件上包括控制装置、桌面触摸大屏、可升降桌面和丰富的外部接口。控制装置内设置有网络通讯模块、主机控制模块及电源模组；网络通讯模块通过网线与教师讲桌和学生课桌进行连接。学生端包括课桌本体与镶嵌在课桌上的可触摸显示屏，内置控制模块及OpenHarmony。主控单元置于课桌本体内部，外部接口包括用于接VR/AR/MR的近场5GHz通讯接口、5G无线网络接入、RJ45有线接口、光纤通讯接口，智慧光网络课桌结构图如图3-14所示。

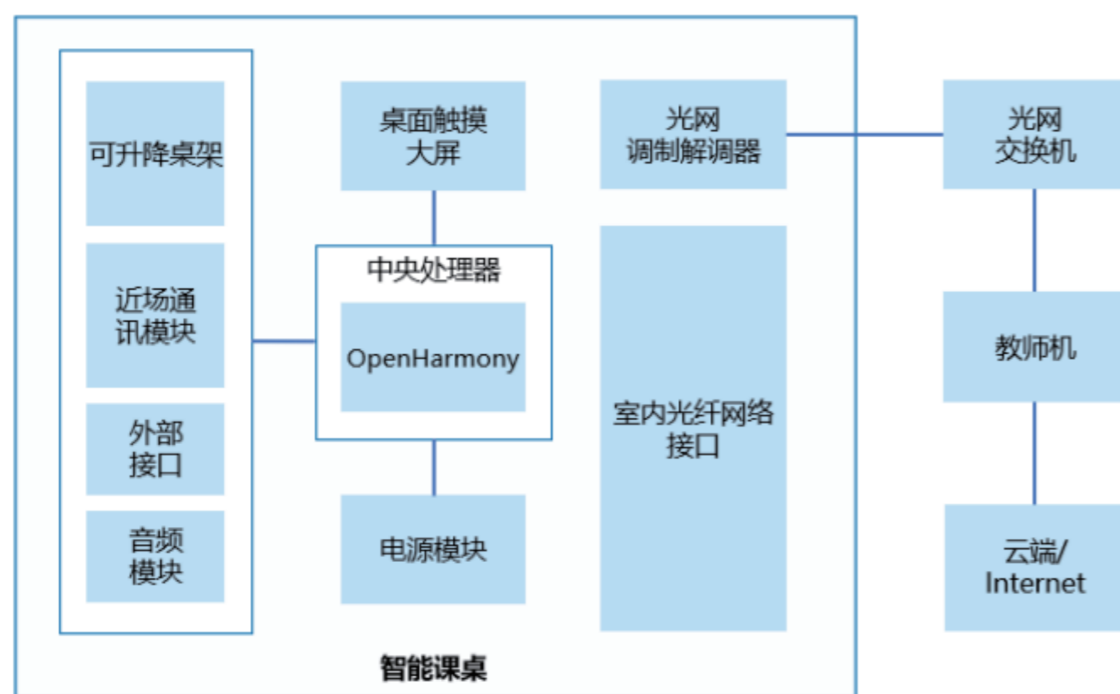


图3-14 智慧光网络课桌结构图

搭载OpenHarmony的智慧光网络课桌有如下新特性：

1. 基于传感器的升降桌面

智慧光网络课桌能够基于OpenHarmony的物联网特性，利用距离传感器，侦测到学生坐姿的身高

高度，根据大数据算法能够自动调整桌面高度，从而根据不同学生的身高尺寸完成自动调节。此外，当学生放学时，教室处于关闭状态，教室内的所有智慧光网络课桌能够设置成统一高度，让教室显得整齐划一；当上课时，智慧光网络课桌能够自动恢复到适合学生学习使用的桌面高度。

2. 用于接入AR/VR/MR的近场通讯5GHz接口

AR/VR/MR创设清晰直观的教学场景，将教学内容实景化，将晦涩难懂的事物具象化。结合OpenHarmony的分布式软总特性，智慧光网络课桌作为Host端，可自由连接任意一台虚拟现实或增强现实眼镜或头盔。利用5GHz无线频段的高速率和低延时特性，多媒体资源能够流畅的播放，学生也不会受到有线虚拟现实或增强现实眼镜或头盔的束缚，能够自由体验虚拟资源。

3. 室内光纤网络到桌面F5G

利用室内光纤网络连接教师机与学生的智慧光网络课桌，能够大大减少管线的用量，节省空间，同时带来网络通信带宽的增强，为高质量教学资源提供良好的通信保障。

5. 交互式智能教鞭

在教育现代化的中小学智慧课堂中，需要一款新型的交互式智能教鞭为教师的课堂教学提供便利。交互式智能教鞭在传统教鞭基础上集成了可伸缩的金属杆、激光指示、电子白板控制、录音、触控、便携非接触式测温、测量室内温湿度，蓝牙连接和红外遥控功能，增强了教学的便捷性和互动性。

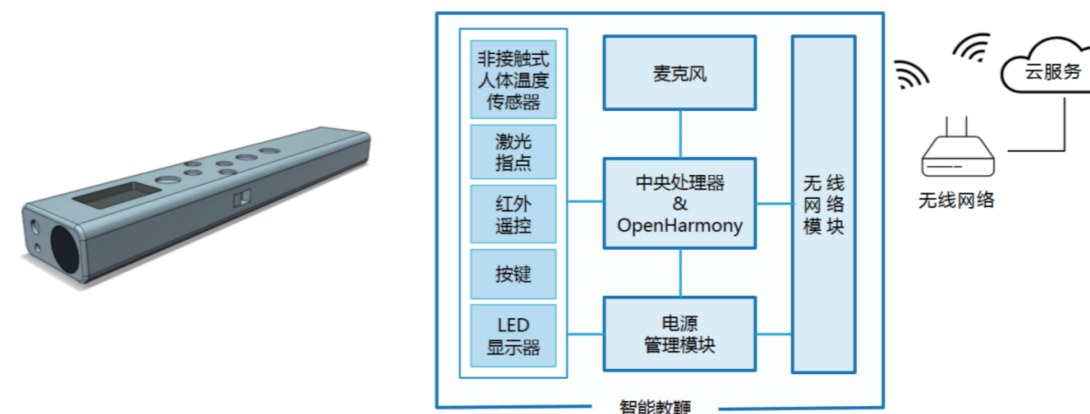


图3-15 交互式智能教鞭

图3-16 交互式智能教鞭结构

交互式智能教鞭包含了教鞭杆体。杆体的指示端设有激光笔和拾音设备，杆体的手持端设有电子白板控制按钮和激光笔指示按钮，杆体内部设有控制电路板，控制电路板上集成了激光笔控制器、摄像头控制器、录音模块、电子白板控制器和电池组系统，杆体的表面嵌有微型OLED液晶显示屏。激光笔控制器接收激光笔指示按钮的电平信号，以控制激光笔的发射或关闭。

交互式智能教鞭有录音按钮。可以开启录音功能或进入上课模式。上课模式时麦克风开启，连接教室多媒体发音。电子白板控制器接收电子白板控制按钮的电平信号，以控制连接电子白板的计算机系统实现白板翻页功能。交互式智能教鞭内置非接触式测温传感器。便携非接触式测温按钮按下，将传感器置于距离额头或手腕5cm左右，可测量人体温，并将结果显示在液晶屏上；此外，交互式智能教鞭设有电子白板控制器，包含红外发射模块和红外接收模块，交互式智能教鞭能通过红外遥控器学习或通过网络更新获得最新的红外遥控码，从而通过红外的方式控制其他设备。

交互式智能教鞭能够与OpenHarmony相结合，其结构图如图3-16所示，基于OpenHarmony的物联网新特性，从而创造出有利于提升教育现代化的新型交互式智能教鞭。搭载OpenHarmony的交互式智能教鞭有如下新特性：

1. 互联互通：利用OpenHarmony的分布式软总线特性，教师能够使用搭载OpenHarmony的手机与交互式智能教鞭连接。交互式智能教鞭上搭载的多种设备可通过OpenHarmony的分布式软总线成为教师手机的一部分，利用交互式智能教鞭自带按键，教师能够控制OpenHarmony设备。

2. 多模态功能：结合OpenHarmony的物联网特性，教师能够通过交互式智能教鞭录制课堂发言，通过手机接收来自交互式智能教鞭的音频数据，根据需要可以通过手机对语音进行处理并通过网络分享到网络服务器中，学生的课时表现能够通过记录的语音得到，帮助教师更好的教学。

6. 辅助学生书写与学习的点阵笔

在下一代智慧教室中，辅助学生书写与学习的点阵笔，主要采集学生笔迹数据和书写姿势数据，实现数字化书写信息及时呈现，及时纠正书写姿势。同时，依托OpenHarmony控制终端，通过分布式软总线的方式接入此点阵笔，实现智能互联，为点阵笔提供AI计算能力。

辅助学生书写与学习的点阵笔具有基于光学点阵的扫描窗、数据处理MCU和搭载OpenHarmony的SoC级芯片，通过内置的锂电池为硬件系统提供能源，如图3-17。

点阵书写笔的笔尖可更换成任何书写介质，如铅笔、油性笔、中性笔、水墨笔等；在学生书写过程中点阵笔能够通过其笔尖搭载的光学点阵扫描窗获取学生的书写笔迹和书写过程，以及书写内容，这为辅助学生书写提供数据基础。通过点阵笔上搭载的电子墨水屏可将学生书写时的错别字通过连接到的OpenHarmony控制终端进行AI识别，并将识别处理的结果返回到点阵笔的电子墨水屏幕上。此外，点阵笔也能记录、识别和纠正学生在书写内容时的错误，如书写古诗词时，大段的内容需要书写，在易错的内容书写时及时提供书写纠错，可帮助学生提高学习效率。

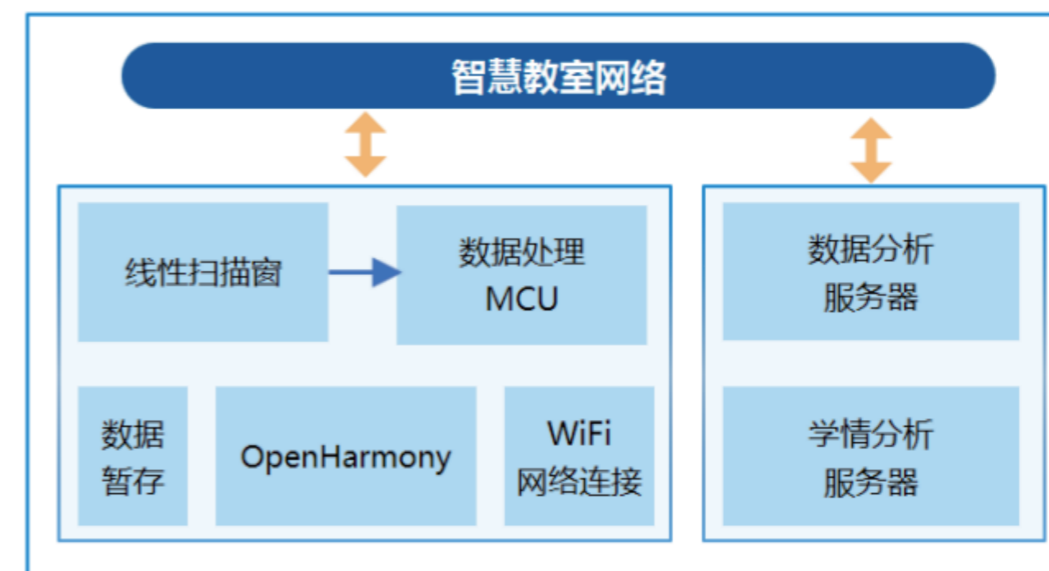


图3-17 辅助学生书写与学习的点阵笔结构

3.2 智慧实验室中应用

场景1：智慧实验室可视化智能管理系统

智慧实验室可视化智能管理系统可搭载 OpenHarmony，其结构图如图3-18所示，可视化智能管理系统包括实验室本体，前端开设有观测玻璃，内部设置有检测装置，前端设置有控制面板，控制面板与检测装置电连接，内部设置有智能管理系统，智能管理系统与实验数据管理系统电连接。

可视化智能管理系统包括总控电路、储存模块、警报模块和传输模块，其结构图如图3-19所示。总控电路分别与存储模块、警告模块和传输模块联接，存储模块与摄像监测组件联接，总控电路通过传输装置与实验数据管理系统相联接。

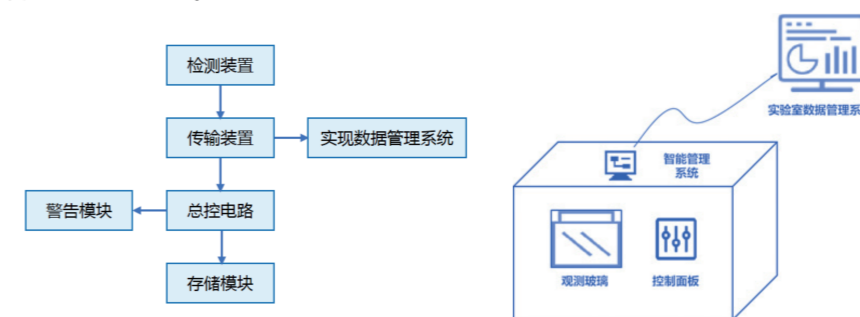


图3-18 可视化智能管理系统整体结构图

图3-19 智能管理系统连接模块图

基于OpenHarmony操作系统的微内核和新型物联网特性，该可视化智能管理系统具有四点功能：一是信息实时传送；气体检测器、温度感应器、湿度感应器和摄像监测组件用于检测实验室本体内环境实验指数，且相应组件分别与智能管理系统电连接，气体检测器、温度感应器和湿度感应器对实验室本体内的空气、内部湿度以及内部温度进行实时监控和数据传送。二是综合管理和实时监控；实现对实验室场所、人员、设备、环境与安全保障的综合智能化管理。三是可视化显示；对教室教学设备能耗、月度能耗趋势、年度能耗、设备在线和离线状态以及故障报警分析进行统计，并以可视化形式进行呈现。四是故障预警；获取实验室内部的网络拓扑和电源结构，针对所述网络拓扑和电源结构进行故障特征分析，确定故障类型，如网络故障、电路故障、参数设置故障，接收故障类型信息，并依此获取故障特性，进而确定故障定位结果。

场景2：智能弹簧测力计

在智能化的场景中，新式智能弹簧测力计搭载了WiFi/BT无线通讯模块、力学传感器和微控制器，能够完成实验数据的获取和表单生成，并将数据回传到数据处理终端，其结构图如图3-20所示。

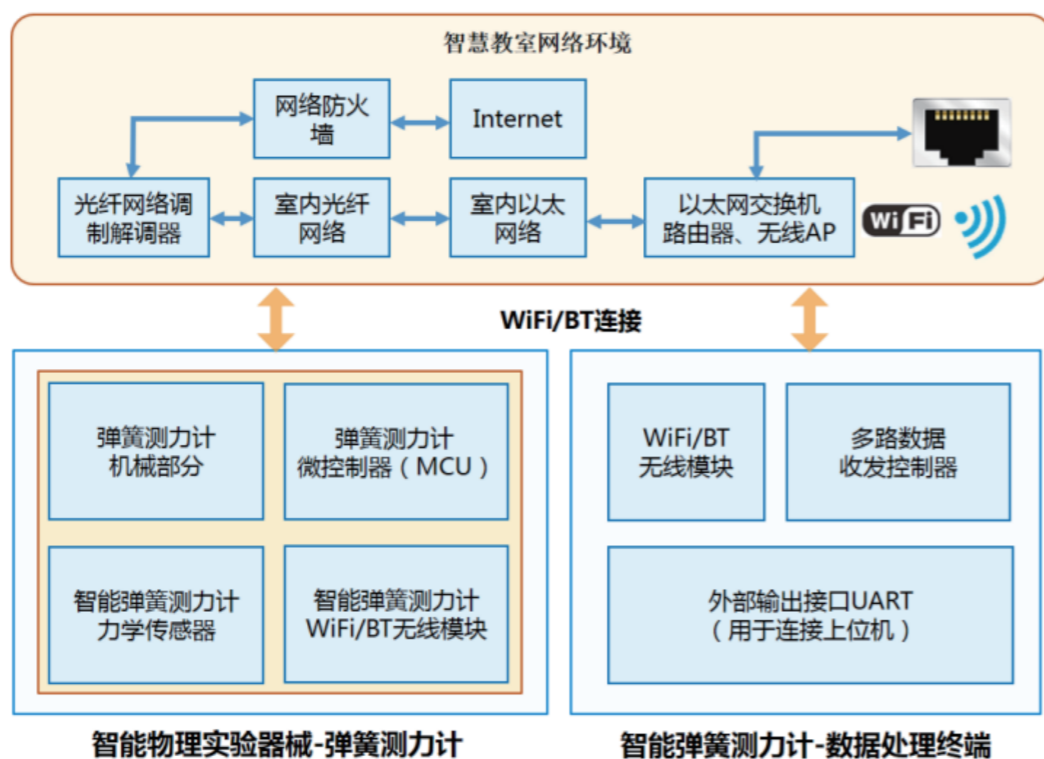


图3-20 智能弹簧测力计结构图

智能弹簧测力计的数据处理终端可通过WiFi/BT无线方式连接智能弹簧测力计，获取的数据可通过UART等接口连接至PC、PAD或手机等终端设备，用于数据读取和分析。

智能弹簧测力计的组成方式为MCU、传感器和机械支架组成的整体。MCU应当具备基础的计算能力，且应该具备基础的GPIO接口，在传输协议上应当具备SPI、I2C、USB等；在无线数据传输中，应当具备板载或芯片本身具备WiFi和蓝牙通讯协议和对应的RF单元，如华为海思HI3861系列MCU搭载OpenHarmony操作系统，能够在OpenHarmony操作系统的框架下成为其教育生态的一员。

场景3：智能甲醛浓度测试仪

在中学化学测定某种有害气体的浓度实验中，需要用到多种化学试剂、管道、支架和显影剂等设备，操作不当可能出现对实验环境造成环境污染等情况。智能甲醛浓度测试仪包含基础的化学试剂容器和管路部分。智能甲醛浓度测试仪的组成方式为MCU、传感器和机械支架组成的整体。MCU具备基础的计算能力和基础的GPIO接口；在传输协议上具备SPI、I2C、USB等；在无线数据传输中，具备板载或芯片本身具备WiFi和蓝牙通讯协议以及对应的RF单元。其结构图如图3-21所示。

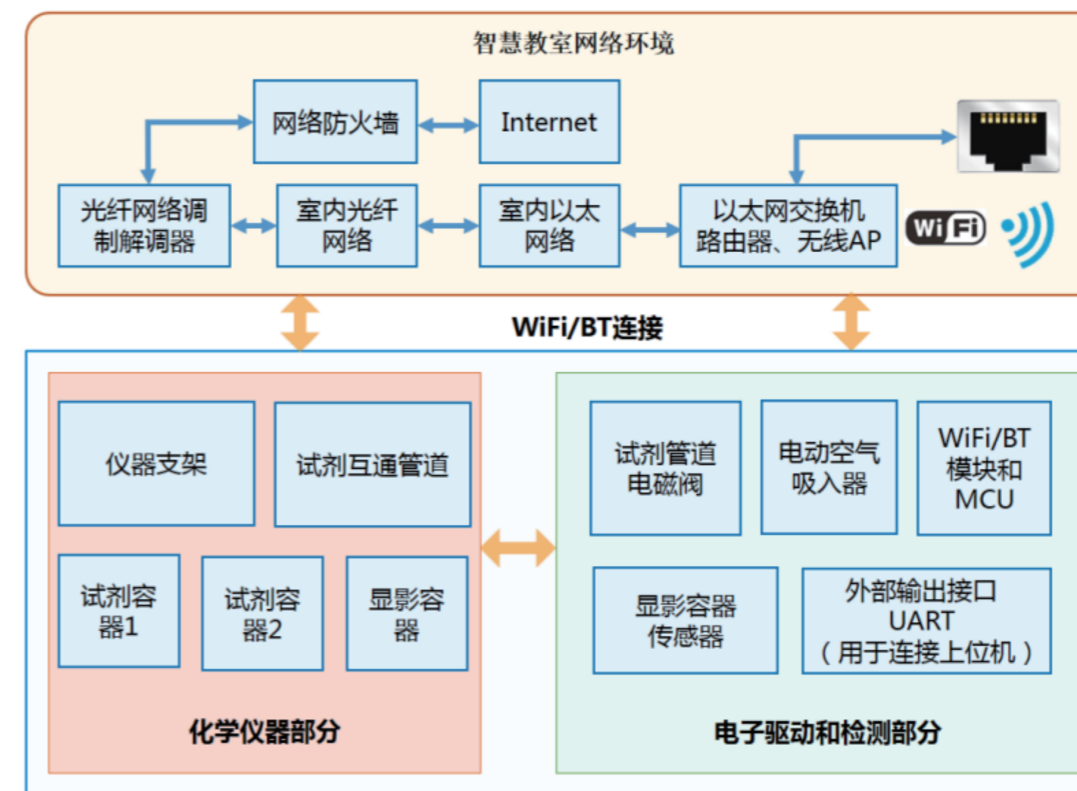


图3-21 智能甲醛浓度测试仪结构图

在实验时，学生可遵照实验手册完成实验试剂的添加。电子驱动和检测单元能够自动完成检测式样的吸入，主动开启电磁阀等工序。通过显影容器可使用肉眼观察实验结果，系统带有传感器，能够测得检测目标的浓度值，并通过WiFi/BT无线网络传输PC终端，亦可通过UART接口以有线连接方式连接至外部PC或数据收集显示设备。

场景4：智能地球仪

智能地球仪主要包括球体、支架和固定支架的底座。硬件构成主要有：主控制器、无线传输模块、语音控制模块、触摸模块。其功能一是智能仪器以传统地球仪的形式呈现。二是能够以语音的方式，自动旋转，转到指定的位置，自动闪光提示。三是能以触摸方式发出语音提示地理位置信息及其语音播放地理位置信息介绍。四是跟手机能够互联互通，移动设备能够发出指令控制地球仪旋转，使得智能地球仪停在指定的位置，记录学生的操作轨迹，教师能够进行过程性分析和评价。

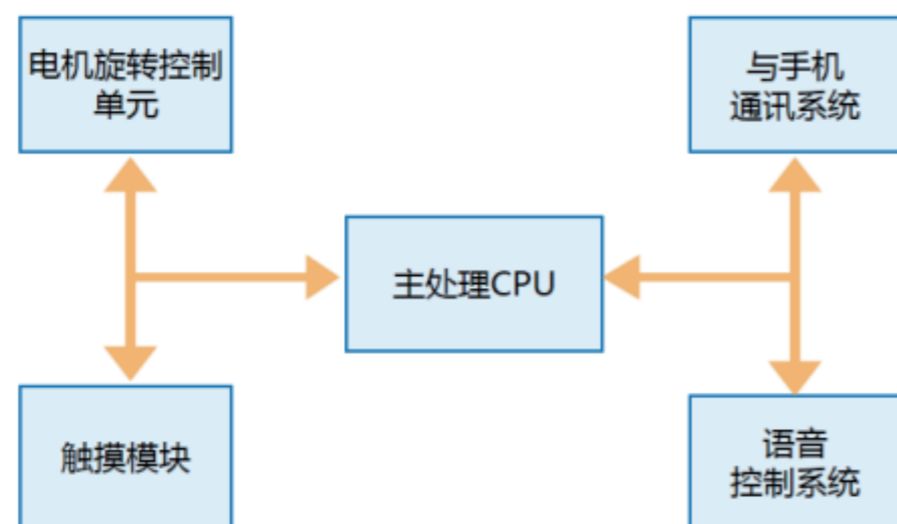


图3-22 智能地球仪功能图

嵌入式主处理器可以安装OpenHarmony操作系统，根据主处理器的复杂程度，运行LiteOS。地球仪接收到语音控制，数字电路D/A转换后，OpenHarmony操作系统运行人工智能的自然语言处理，执行电机控制单元。教学系统记录学生的操作记录和轨迹，包括触摸的时间与过程，形成每一个学生的学习画像。生成个性化数据，辅助教师进行过程性评价。

3.3 智慧图书馆中应用

场景1：智慧图书馆智能借还系统

智慧图书馆是教与学过程中必不可少的一种智慧学习环境。自助借还功能在现代图书馆中的应用非常广泛。将OpenHarmony融入图书馆自助借还系统，不仅减少了工作人员的工作量，而且促进了书籍的流通频率和流通效率，提高了资源的利用率，OpenHarmony支持的智慧图书馆服务模式如图3-23。

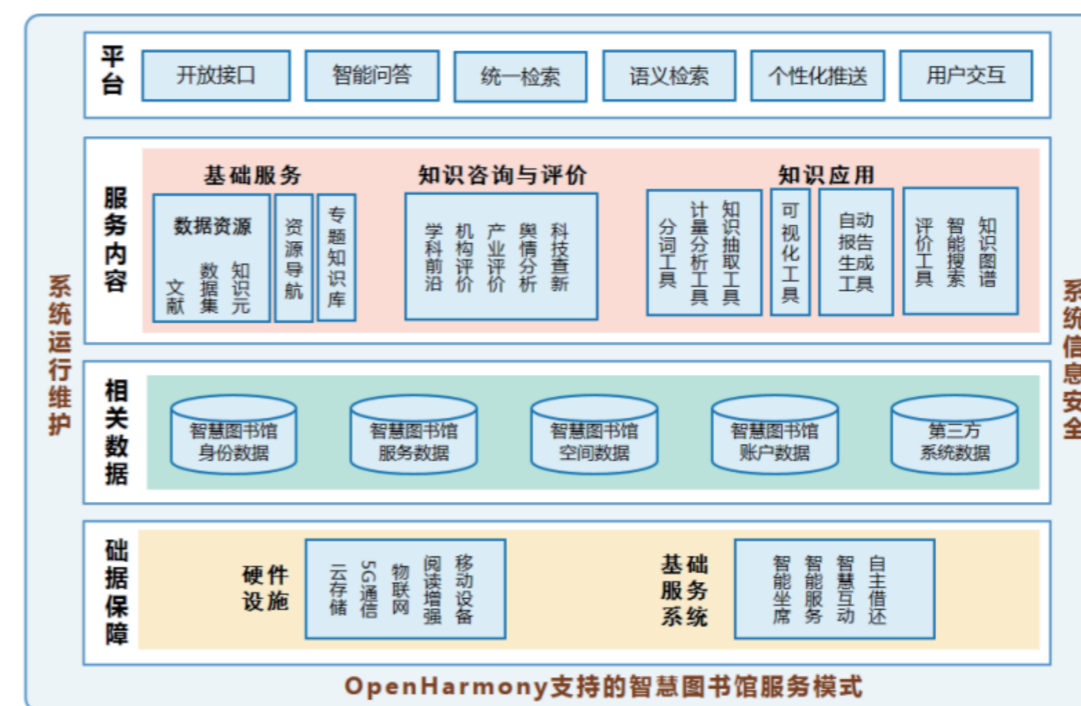


图3-23 OpenHarmony支持的智慧图书馆服务模式框图

基于OpenHarmony支持的智能借还系统主要包括MCU、LCD、人机交互模块、用户登记模块、查询模块、图书数据库、图书登记模块、摄像头、条形码扫描模块、还书登记模块和还书提醒模块。其中，MCU用于处理、运算、执行整个图书馆人工智能管理系统的各项命令；LCD触摸显示屏用于操作、显示图书馆人工智能管理系统；用户登记模块用于登记、验证图书馆用户信息；查询模块用于查询系统中图书位置、库存信息；图书数据库用于储存图书库存、图书架号位置信息；图书登记模块用于上架、登记图书信息；摄像头用于扫描图书条形码。条形码扫描模块用于识别摄像头扫描的图书条形码；还书登记模块用于登记用户还书时间、书籍名称信息。

借书时，通过摄像头扫描书籍条形码，条形码扫描模块识别到该书籍的条形码后向MCU输入该书籍被借出的时间、名称。还书时，通过摄像头再次扫描书籍条形码，通过人机交互模块确认还书操作，条形码识别扫描模块再次向MCU输入该书籍的还书时间、名称，并且由MCU再次保存在图书数据库内。借还书用户自主操作，减少了管理员的工作负担，更加利于使用。还书提醒包括RTC设定单元、超时提醒单元、短信发送单元和运行商通讯单元。通过RTC设定单元设定还书时间，当接近还书时间的时候，短信发送单元通过运营商通讯单元发送短信至用户手机。

场景2：基于增强现实技术的图书导航系统

将增强现实技术应用于图书馆检索导航，读者或管理员使用AR眼镜可以及时查找图书所在位置，通过智能位置感测技术，可实现室内空间的精准定位；通过导航提示叠加在图书馆内真实场景，并进行图书位置导航，非常直观便捷。

基于增强现实的图书导航系统可搭载 OpenHarmony操作系统，主要包括图书管理终端、数据库、服务器、AR智能眼镜。AR智能眼镜包括镜片组件、处理器、存储器、定位模块、电源、语音模块、图像采集模块和无线通信模块。基于增强现实技术的图书导航系统的功能模块包括处理器、语音模块、定位模块、电源模块、无线通信模块、图像采集模块和存储器。

智能眼镜与服务器无线连接，通过AR智能眼镜的语音模块输入目标书籍名称；将目标书籍名称通过无线通信模块发送给服务器；所述服务器在数据库中查找目标书籍所在位置；根据定位模块获取人员当前位置；根据人员当前位置、目标数据所在位置和预先存储的图书馆地图生成导航线路虚拟情景以便指导人员查找书籍。

基于OpenHarmony操作系统的微内核和物联网特性，基于增强现实技术的图书导航系统**主要功能包括**：

一是智能识别人体信息。比如通过人脸识别模块检测进入图书馆人员的人脸图像；通过红外测温传感器检测人员的体温；根据所述人脸图像在数据库中查找匹配的身份信息。

二是自动化信息比对。将身份信息和体温生成虚拟情景发送至相应人员的头顶位置。

三是精准定位图书信息。通过图像采集装置采集图书名称和每页的图像；提取所述图像中的页码特征；根据所述图书名称和页码特征在数据库中查找预先生成的动态画面和声音；将所述动态画面展示在页面的上方或侧方。

四是情景化导航。根据预先获取的平面图、楼宇、楼层、区域、书架和书籍信息构建基础数据集，

并存储在数据库中。用户启动内置于APP内的AR导览组件体验实景实时导览服务，手机屏幕呈现的真实环境中指出准确路线，发出智能提示。通过Wi-Fi RTT（往返行程时间）精确定位和Wi-Fi RTT（往返时间）可以将移动设备定位在建筑物内，提供预测距离并预估步行时间，还能切换楼层和室内外地图，即使在离线状态下也能继续执行以上操作。

场景3：电子多功能触控阅览桌

阅览桌由机械运动与电子控制部分组成。机械部分包括电动桌面高度控制推杆、电动桌面坡面角度旋转装置和桌架构成。电子控制部分由高算力的嵌入式SoC处理器作为核心，外围包含触控显示屏、VR/AR眼镜、触控笔、网络连接单元、智慧耳机，以及多种内置应用软件构成，其功能结构图如图3-24所示。

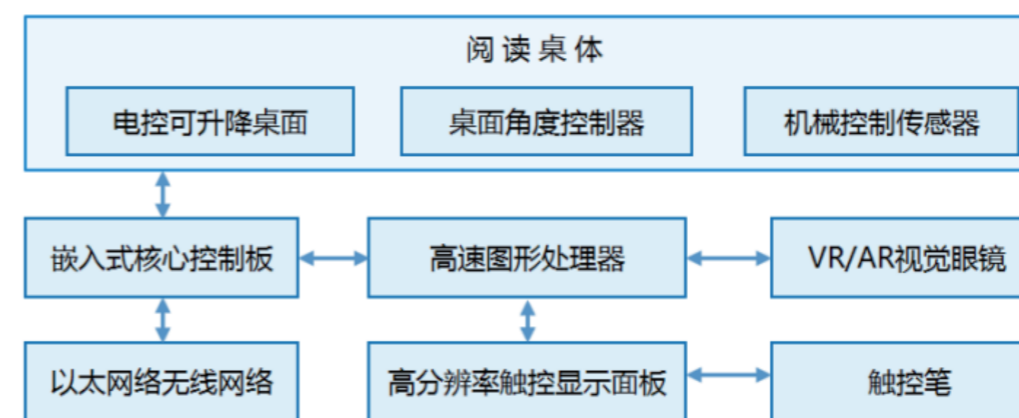


图3-24 电子多功能触控阅览桌结构

在现有条件下，多功能触控阅览桌可搭载OpenHarmony，利用OpenHarmony的诸多新特性实现两个新功能和场景，一是配合OpenHarmony，利用其物联网特性，多功能触控阅览桌能够通过有线或无线的方式与场景中的管理终端相连接，从而实现对书籍信息的实时查询和读者登录与注册。二是配合OpenHarmony，利用其分布式软总线的新特性，读者能够通过手机NFC功能建立与阅览桌软总线的连接，智慧阅览桌的触控大屏可“成为”读者手机屏幕的一部分，用户能够将手机中的阅读资料拖放至触控大屏中阅读与修改，阅览桌基本构成、功能构成、支持接口如下图3-25：

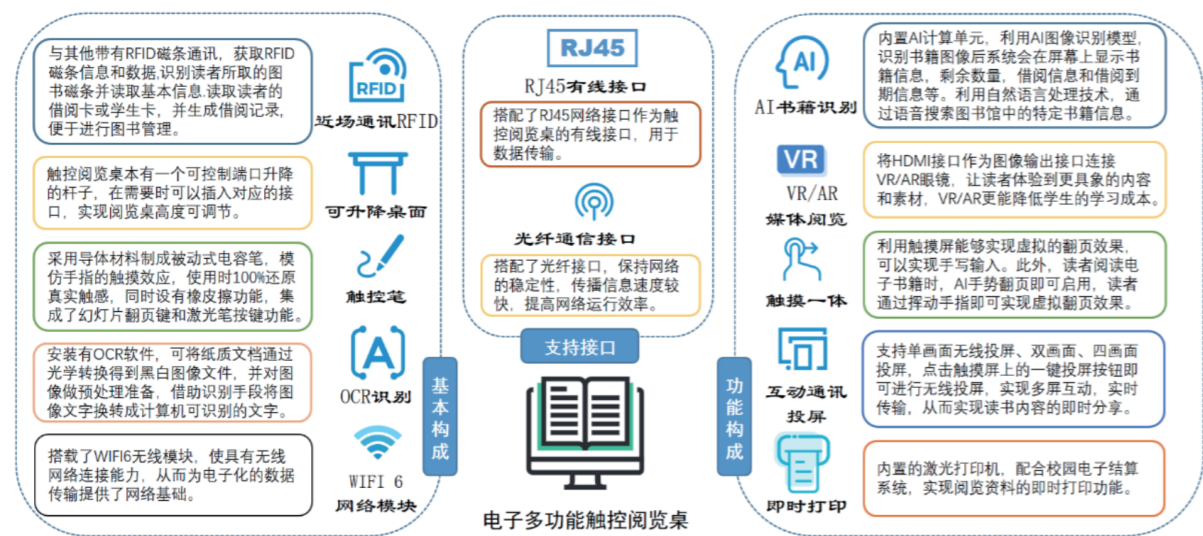


图3-25 电子多功能触控阅览桌功能结构

3.4 智慧体育

通过OpenHarmony操作系统的“软总线技术”，实现设备“无屏变有屏、固定按键操作变手机移动操作”，智能设备和传感器“近场经过式”快速数据采集。大数据平台通过数据仓库模型，可以对所有学生的体质素质发展及体育教学的过程进行全面检测，对学生身体素质的各项基础标准以及对应的权重通过人工智能进行建模。根据教学过程和体能测试的常态化及沉淀下来的多维度体质健康大数据，确定学生在不同年龄段体质健康的评判模型和常模标准，并研究个体发展的规律。通过比较分析、聚类分析等智能算法，诊断学生个体的体能薄弱点，提供个性化运动处方推荐，并实现最终的效果评价。

场景1：大数据乒乓球训练系统

体育数据的感知是科学训练的基础，在乒乓球运动过程中，乒乓球的落点力度，位置，运行路线，运动员站位姿态，都是衡量乒乓进攻或者防守质量的重要因素。目前训练过程中没有采取对以上数据的分析来提高训练质量，导致训练效率较低。建立大数据化，智能化的系统，是科技赋能体育，进行数字科学训练有效手段。

搭载OpenHarmony跨端多设备协同分布式能力，可以实现多维度监测运动指标。乒乓球桌上设置有球网铺设薄膜压力传感器，桌面的一侧设置有视频采集模块，桌面下表面设置有控制器和电源模块，薄膜压力传感器、视频采集模块分别与控制器信号连接，薄膜压力传感器、视频采集模块、控制器分别与电源模块电连接所述视频采集模块通过可移动机构固定在桌面的一侧，可移动机构包括固定在桌

面一侧的导轨，所述导轨上套设有滑块，滑块上固定有用于使视频采集模块上下移动的升降装置。进一步的是，桌面一侧设置有显示模块，显示模块与控制器信号连接。

基于OpenHarmony的智能乒乓球桌通过薄膜压力传感器获取乒乓球的落点力度以及位置信息，通过视频采集模块实时录像、抓拍，通过录像回放分析乒乓球运动轨迹。以上信息采集数据可以建立运动员训练数据库，客观的测量出运动员的击球速度，力度，位置准确度及运动员站位和姿态，智能乒乓球桌面控制图详见图3-26。视频采集模块通过可移动装置实现左右上下移动，使其处在最佳位置拍摄运动员在训练过程中的站位站姿以及乒乓球运动轨迹，便于相关人员进行分析，提高训练效率。

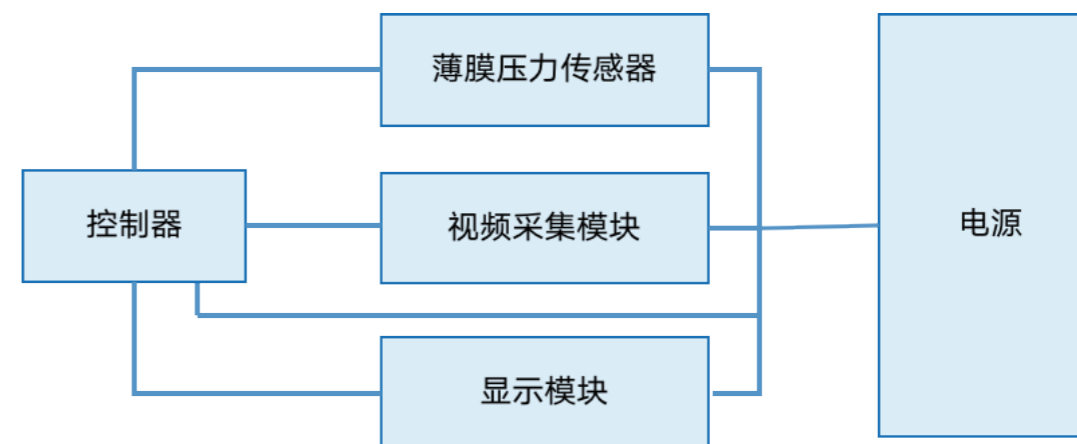


图3-26 智能乒乓球桌面控制图

场景2：智能跳绳

跳绳是中小学体育考试中一项常见的考核项目，结合OpenHarmony，智慧跳绳包括握把、绳体、运动台、检测组件、调节组件和控制组件，绳体的中段内部均匀分布有压力感受器，绳体的端部固定连接在握把内部，握把内部设有与杆槽相隔绝的空腔，空腔中设有PCB板和电源模块，握把外壁上设有液晶显示屏，杆槽的底壁上设有角度传感器，角度传感器的输入轴与支杆同轴式的固定连接，压力感受器、电源模块和液晶显示屏均电连接到PCB板上。

在跳绳的过程中，处理模块实时监测角度传感器的数值，每当角度传感器的输入轴同方向旋转360度后，处理模块便指令存储模块中的第一分区进行一次计数。每当压力感受器受到一次冲击，处理模块便指令存储模块中的第二分区进行一次计数。计数结果将同时在液晶显示屏上实时更新显示，并在触控显示屏上实时更新显示。跳绳数据采集设备至少包括一个存储器、至少一个处理器以及连接不同平台系统的总线，数据采集结构图详见3-27。

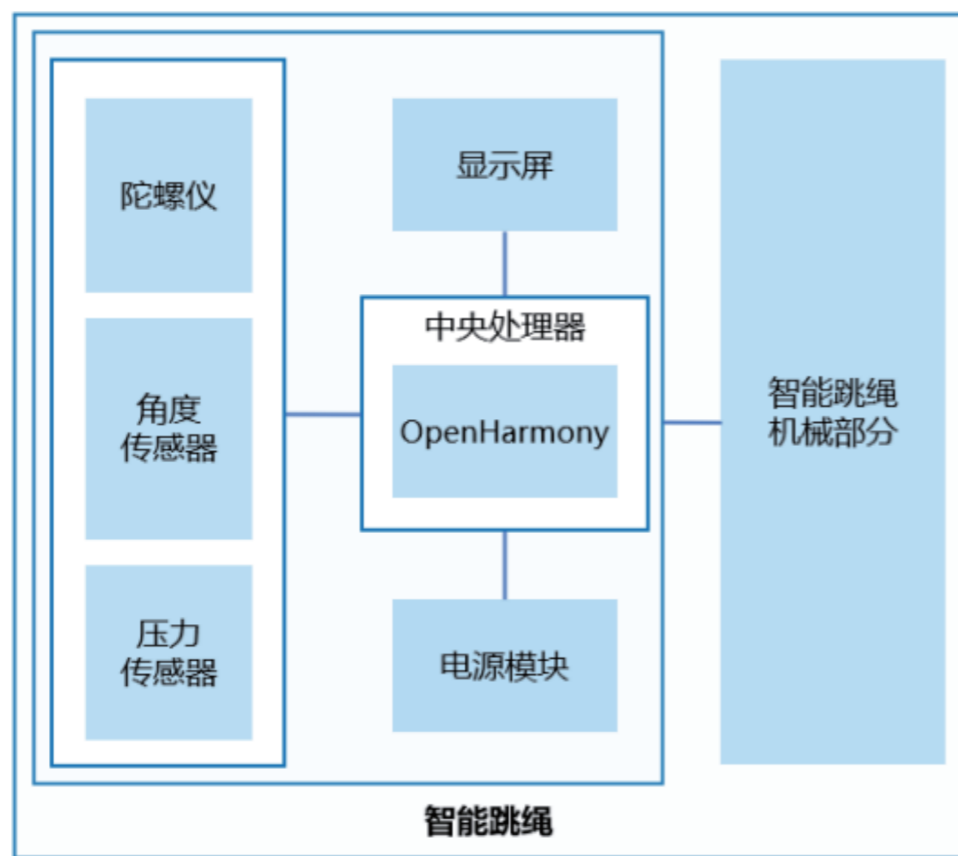


图3-27 跳绳数据采集设备图

场景3：智能篮球发球装置

篮球运动对于青少年增强体质，提高团队协作能力具有积极作用。OpenHarmony应用于智能篮球发球装置，智能化识别跟踪发球，提升智能化程度，提高篮球发球效率。通过训练数据的自动统计为训练人员提供训练效果的参考，智能篮球发射机结构图详见3-28、3-29。

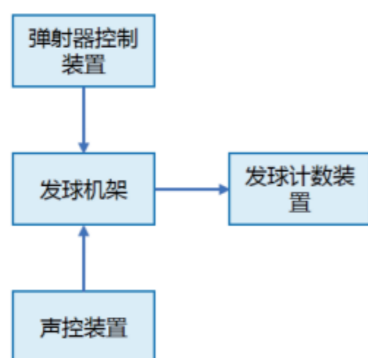


图3-28 智能篮球发射机原理图

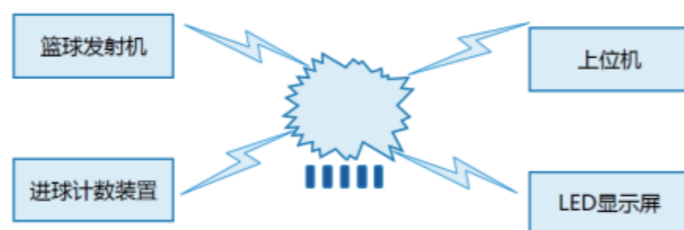


图3-29 智能篮球发射机结构图

结合OpenHarmony，智能篮球训练发球装置可以实现以下功能：

一是识别出训练者及其位置。开始训练前训练者通过手机端专用小程序或APP上传面部照片，选择训练模式。当训练者进入训练区域后，通过激光雷达扫描训练区域，可以获得区域内人员点云信息，输出点云位置的距离和角度信息。通过人脸图像识别、比对，区分正在训练的与未进行训练的人员。当相机识别到正在训练的训练者面部特征后，通过图像处理的办法，解算该训练者在该台相机视场内的角度信息，从而获得该训练者在训练区域内的角度信息。将相机识别到训练者的角度信息与激光雷达扫描到的点云角度信息进行匹配，从而精确获知训练区域内每一位合格训练者及其位置信息。

二是跟踪发球。通过识别机构所获得的训练者实时位置，由发球方向执行单元驱动发球机转向训练者当前位置，由发球距离执行单元调整发球橡胶轮转速，并向训练者发球。

三是支持多人同时训练。当多人同时出现在训练区域进行投篮训练时，智能发球机根据每一名训练者第一次进入训练区域的时间，按照先后顺序对训练者进行排序并编号。当发球机向第一名训练者发出球后，即刻转向第二名训练者并向其发球，以此类推满足多人同时训练。发球机向训练者发球的时间间隔，只取决于自己通过小程序或APP设定的发球时间间隔，不受其他训练者接球后是否投篮以及投篮动作时长的影响。

四是对多人训练数据统计。RFID发球读取器记录每一次发球的RFID编号，进而将该球与接球训练者进行匹配，记录每一次发球的RFID编号、训练者身份信息、位置信息。统计结果不仅包含命中率，还包括每一份训练者的发球位置信息，使得训练者能够知晓其总命中数量，以及在每一个投篮位置的命中率，统计结果详细、人性化。

五是训练数据存储。当训练者完成训练，处理器将该训练者全部训练数据（总投篮数量、总进球数量、不同位置进球数量等训练数据）通过通讯单元上传至后台服务器。训练者可以使用手机登录下载，通过OpenHarmony的“软总线技术”，实现了设备“无屏变有屏、固定按键操作变手机移动操作”，智能设备和传感器“近场经过式”快速数据采集，在安全可信的前提下，实现互联互通、标准统一、资源智能交互。

场景4：智能单杠中考考试系统

中考体能测试成为必考科目，目前的中考体育考试系统中，并未有智能单杠系统。智能单杠考试系统，代替传统人工计数，使计数更加准确方便、智能化。一种智慧体育的单杠系统，结合OpenHarmony，如图3-30所示，实现主要功能：精确定位杠铃的地理位置和编号、语音功能输入、精准计数、远程和现场通讯传输、机械制动装置。



图3-30 工程雏形图

系统主要构成如图3-31所示，主要包括智慧单杠系统、远程体育考试专用PAD、现场体育考试专用PAD、本地服务器考试录入系统和云端系统。

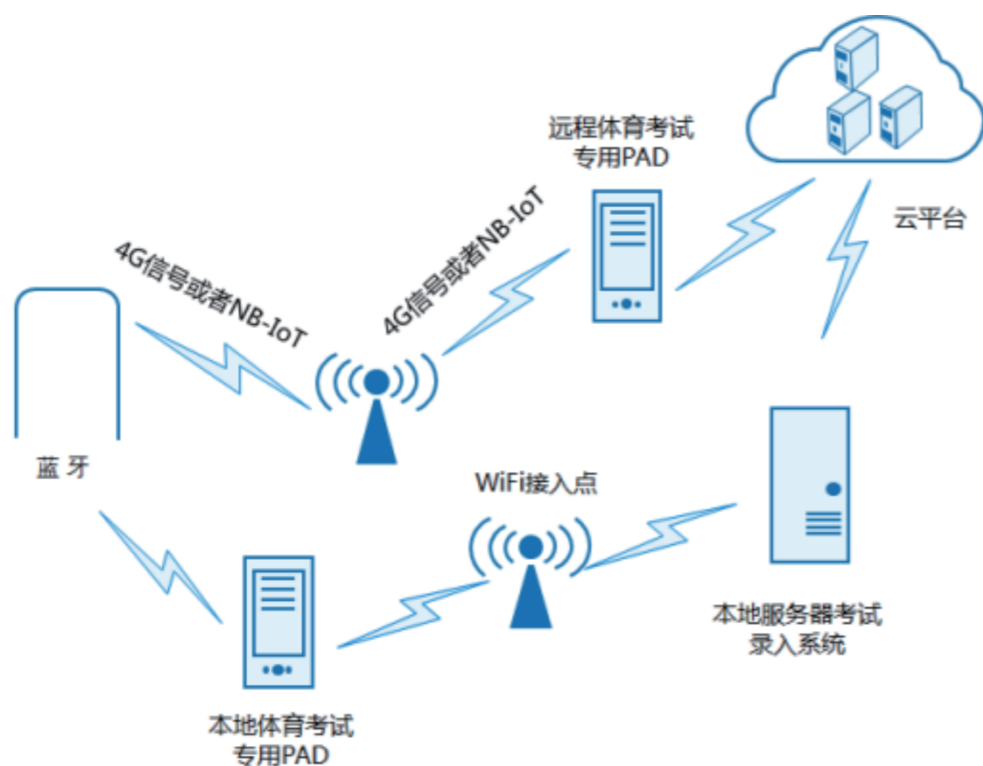


图3-31 智能单杠考试系统的构成图

智慧单杠的结构包括压力传感器、人体检测传感器、信号放大器、信号转换器、处理器芯片，模块包括显示模块、电源模块，其结构图如3-32所示。压力传感器位于两侧把手内侧。处理器位于单杠的中

央。压力传感器和人体传感器通过信号放大器和信号转换器连接处理器芯片。显示模块和按键数模块安在单杠上，并与处理芯片连接。存储模块和电源模块分别与处理器芯片相接。

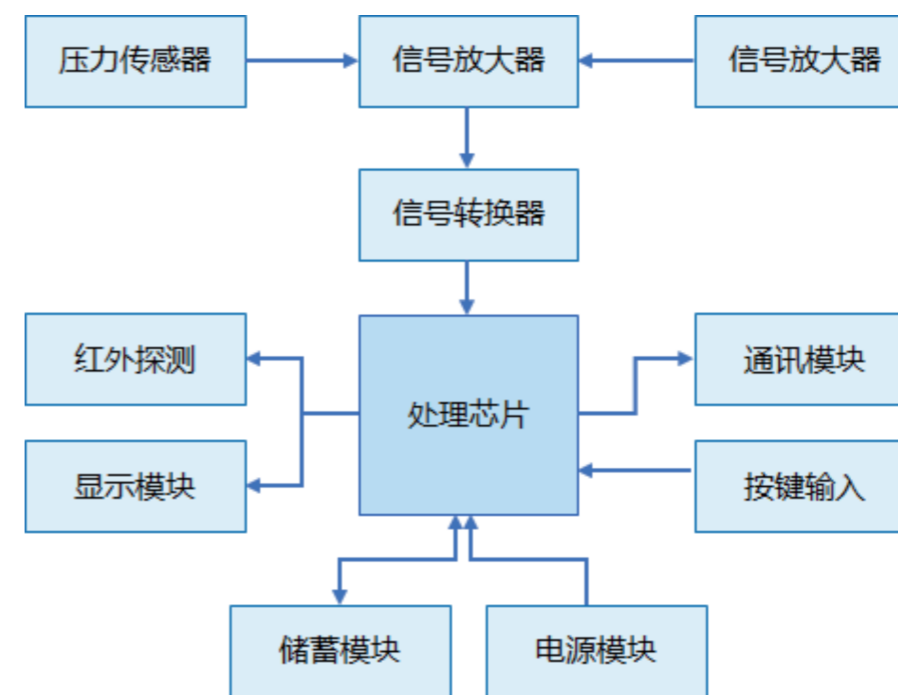


图3-32 智慧单杠的基本构成图

引体向上智能测试装置，包括主控装置，及能够安装在单杠支架上、且自上向下间隔分布的若干对红外对射传感器，每个红外对射传感器中的红外发射器与红外接收器呈相对状分布在单杠支架的左右两侧，红外对射传感器能够形成对应被测试者头部上下运动的红外行程感应区间，检测到被测试者进行引体向上动作时其头部的运动过程。杠杠的中部设置有探测装置，所述横杠的两端设置有滑杆，所述滑杆的底部设置有伸缩杆，通过控制器控制电机驱动，智能控制横杠的上升或者下降，满足不同身高的健身者使用需求，并且自动计数，适时的播出个数的语音。

3.5 艺术教育场景应用

场景1：智慧音乐系统

智慧音乐系统主要构成：智慧钢琴、网络传输系统、远程钢琴反馈交互。

在智能钢琴上，采集单元对弹奏者高精度的采集过程，就像一位专业的老师在现场指导解决基本弹

奏问题。纠错功能对于音准、节奏、指法的相关提示都做得很醒目；跟弹识别能有效避免弹奏时基本音准问题，大大提升练琴效率；翻页功能使弹奏更加流畅；节奏提醒使复杂节奏和速度变换时，可以一目了然地发现。围绕智能钢琴，基于互联网模式下，结合OpenHarmony，有几种教育的应用场景：

1. 智能乐谱：乐谱放入iPad或者智能终端设备上等电子屏幕上，翻阅更加方便。同时各种版本的乐谱，可以根据弹奏者的需求进行自由选择。

2. 智能陪练：智能钢琴上弹奏时通过与配套的陪练软件连接，学习者可进行日常自学练习、闯关游戏和音乐考级基础常识等练习。智能钢琴创新“智能助弹”功能，可实现左手、右手分手练习配合，通过变速陪伴孩子从初学到熟练，学琴更轻松。还有“伴奏音乐”功能，伴奏在琴键上的还原，告别枯燥，提升学琴、练琴兴趣。

3. OMO教学模式：相隔千里的老师和学生在智能钢琴上，能够实现当老师弹下琴键，在家里的学生钢琴上“一比一”复现老师示范的键位、节奏和同等力度。网络线上课程能够通过平台快速提供标准化教学课程，课程结束后，老师还能通过智能后台推送“主课课单”，让学琴变得更便捷、轻松。智能钢琴的“演奏示范”功能，把上课重难点录制，拉通学与练，学生的练习也能更有针对性，提升练琴效率。OMO钢琴远程教学将教师的“教”和学生的“学”紧密联系在一起，对教与学双方的能力和水平在一定程度上起到了推动作用。

OMO智慧音乐系统，如图3-33所示：

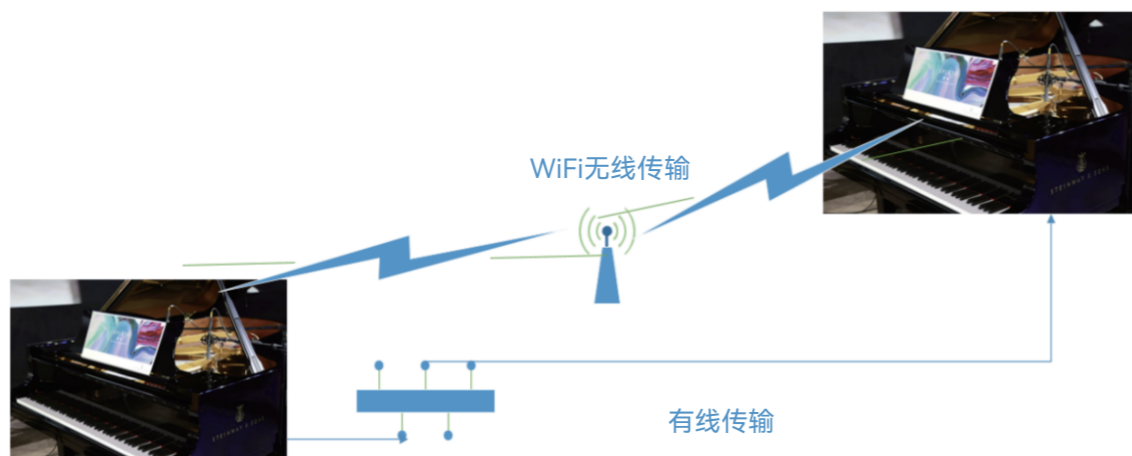


图3-33 OMO智慧音乐系统图

OpenHarmony操作系统，为钢琴进行智能化升级。云端系统是音乐的测评和评估系统，能够对学生的音乐素养做出客观的评价。其基本构成、功能构成、支持接口如下图3-34：



图3-34 智慧钢琴基本架构图

场景2：智慧美术系统

OMO智慧美术系统如图3-35所示，系统架构类似上述智慧钢琴系统，其中起关键做作用的是一个基于触觉物联网的交互式高精度绘画专用平板。交互智能平板具有操作简单、可示范性强等特点，能够搭建教师与学生之间互动桥梁。交互智能平板还可以进行作品对比，教师可以利用交互智能平板在同一个页面上展示多幅图画，让学生进行对比并相互评判。交互式触摸绘画平板，可以采用OpenHarmony操作系统研发成绘画专用平板，用来进行美术教学。

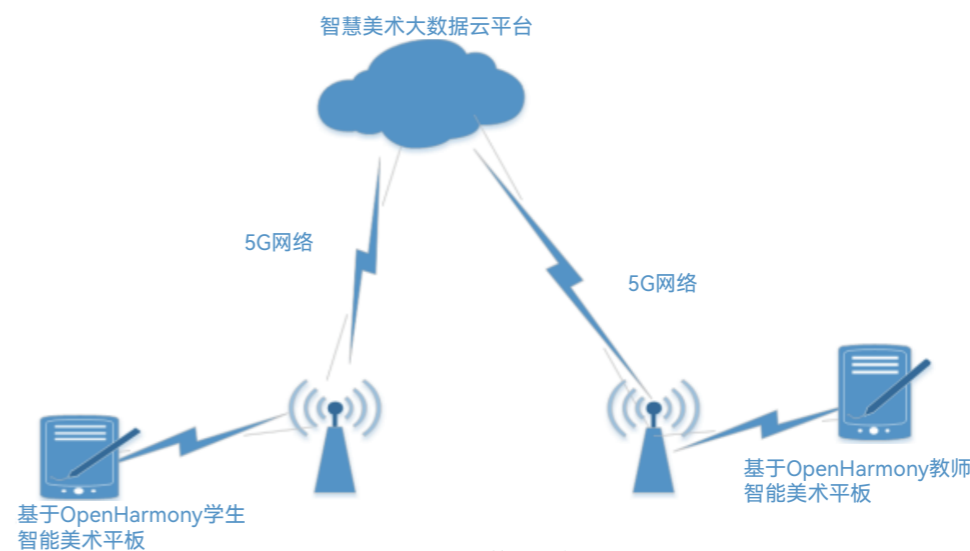


图3-35 OMO智慧美术系统架构图

场景3：基于触觉物联网的书法反馈笔

目前市场上握姿矫正产品主要分为两大类，握姿矫正笔和握笔器配件，通过适合写字笔杆或握笔器的形状，来保证学生使用正确的姿势进行书写。但是现有的握笔矫正器，都是采用固定的模具，无法根据每个孩子的情况进行调整。

OpenHarmony操作系统融入智能笔，通过对压力感应片、加速度传感器评判学生目前的用笔姿势，并对用笔姿势的正确性做出判断，在错误情况下做出提醒。在基于触觉物联网的力反馈智能笔的设计中将使用基于MEMS传感器研制出包括微型压力传感器产品来进行压力的测定，MEMS微型压力传感器原理如图3-36所示。在学生使用基于触觉物联网的力反馈智能笔的过程中，用户通过手部作用力，笔上安装的MEMS微型压力传感器将感应到的力进行接受、转换并传递到处理器中。

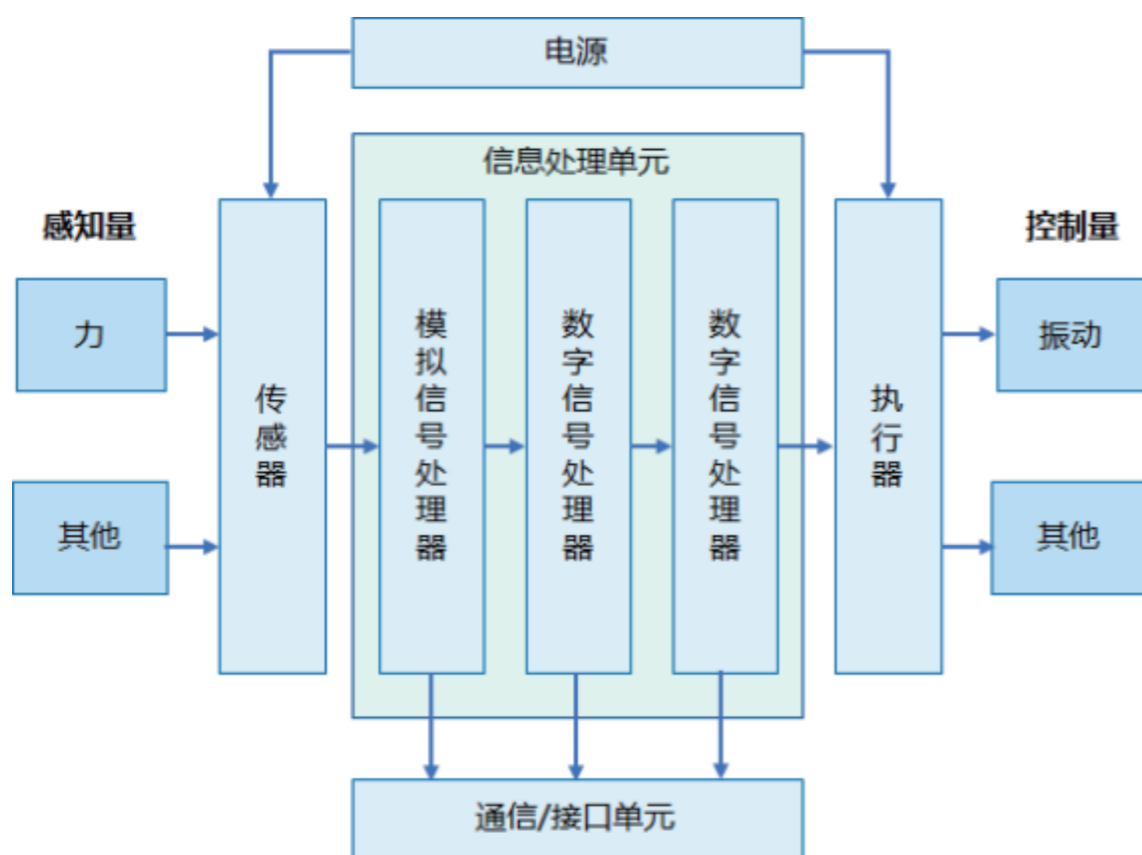


图3-36 MEMS执行器微电机原理图

在MEMS微型压力传感器作用实现后，通过力反馈技术做出对接受数据进行计算分析。力反馈则是指在人机交互过程中，用户通过传感器输入力学信号或运动信号，计算机根据相应算法计算反馈力大小和方向，并通过力反馈设备进行输出，使用户得到反馈。力反馈智能笔将使用基于MEMS传感器来进行压力的测定，基于触觉物联网的力反馈智能笔采集学习者的执笔姿势动作信息，通过数据采集、特征提取和模型对比3个步骤来实现用笔姿势的判断识别，如图3-37，利用电机的震动、声音或指示灯等方式给出相关提示，提示学生进行用笔姿势的修正。

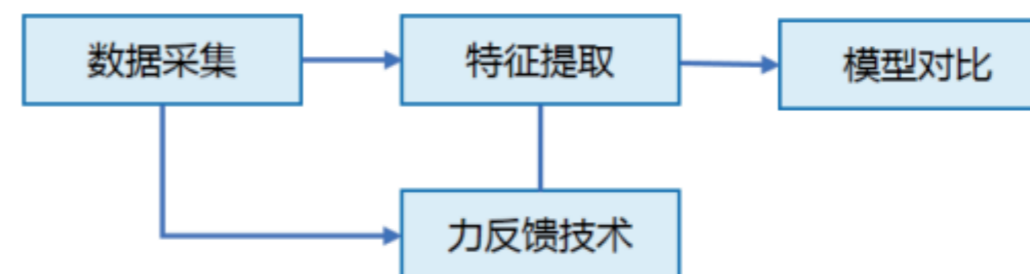


图3-37 MEMS压力感应器工作流程图

3.6 可穿戴设备中应用

场景1：智慧运动手环

智慧运动手环作为体育锻炼和训练的人体体征监测设备被大量应用在体育运动中。智慧体育可穿戴设备能获取自然天气的变化，如气温和环境湿度以及其他剧烈天气活动的变化。智慧运动手环可搭载OpenHarmony系统，其结构示意图如图3-38所示。

结合OpenHarmony，智慧运动手环有如下的使用场景：

1. 基于OpenHarmony操作系统的智慧运动手环能够通过心率传感器、汗液成分传感器检测用户的心率和汗液成分，并通过智慧运动手环搭载的语音模块和柔性显示屏模块显示出来；当通过大数据和AI算法检测到用户的运动中出现不利于健康运动的情况时，可穿戴设备能够发出语音和震动，以提醒用户降低运动强度或进行短暂休息。

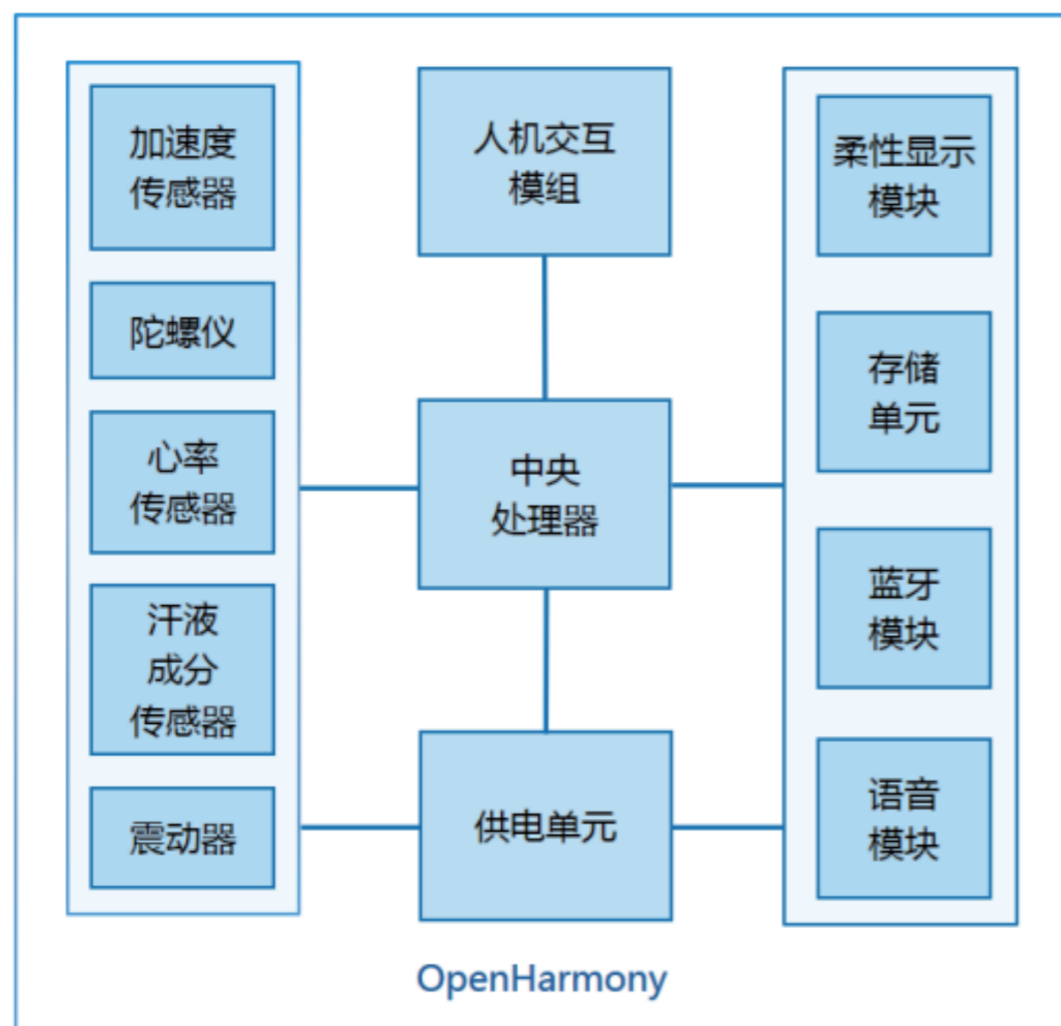


图3-38 智慧运动手环结构图

2. 搭载OpenHarmony的智慧运动手环能够利用OpenHarmony操作系统的物联网特性和分布式软总线特性实现与用户手机相连接，当用户在体育锻炼中出现健康状态急剧下降或出现危急时刻，能够自动拨打120急救电话，并自动发送急救位置，以在第一时间挽救用户生命健康。

3. 利用OpenHarmony操作系统的物联网特性，当用户在锻炼时，其连接智慧体育可穿戴设备的手机即可作为数据的收集和处理终端。当用户进行体育训练时，下载运动数据，并利用人工智能对数据进行分析，得出用户在运动中的标准动作和可能导致安全问题的动作等；能够利用智慧运动手环，感知用户在运动状态下的动作状态，检测用户身体的氧含量；利用搭载的加速度传感器和陀螺仪能够实时生成用户运动的加速度和速度的曲线图，配合心率检测，能够帮助用户实现有指标的健康科学体育训练。

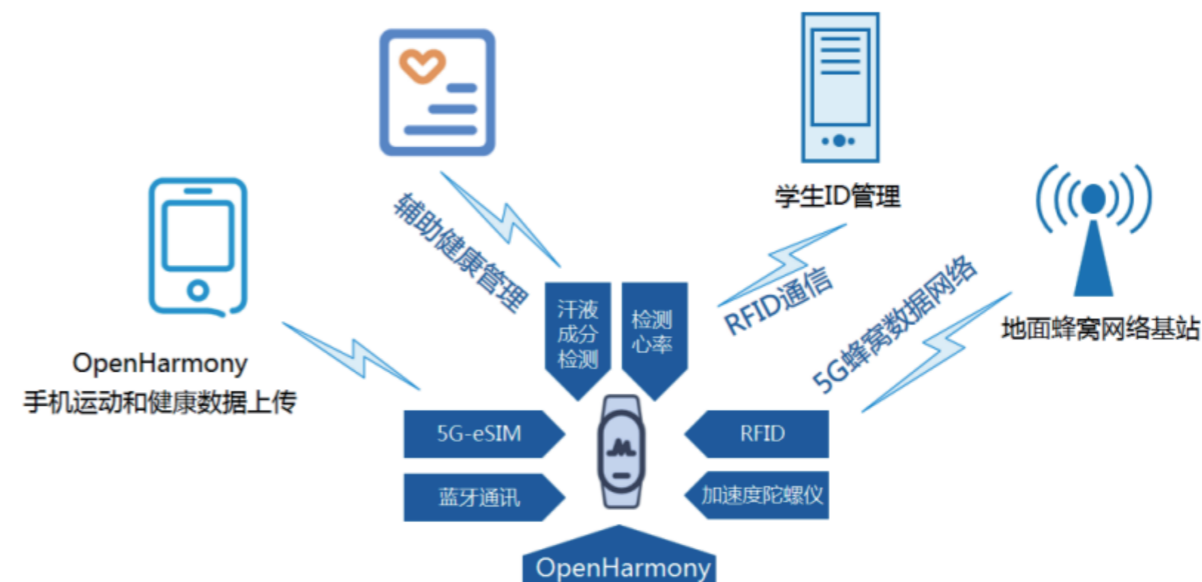


图3-39 智能运动手环功能结构

场景2：智能感知书包

智能感知书包在传统书包上集成了指纹识别、定位、超重提醒、电子卡片、智能备忘录、智能语音输入以及与其他智能设备联动的功能，为学生提供了极大的便利。

智能感知书包的基本组成部分包括：主控模块、气压传感器、称重传感器、LED感应灯、麦克风、显示屏、NFC等模块或设备。嵌入式SoC级处理器作为主控芯片，能处理所有的数据，32位MCU作为协处理器，辅助主处理器控制指示灯、传感器等，能够有效降低产品功耗，从而使得主处理器能够专注处理智能算法，其功能结构图如图3-40所示。

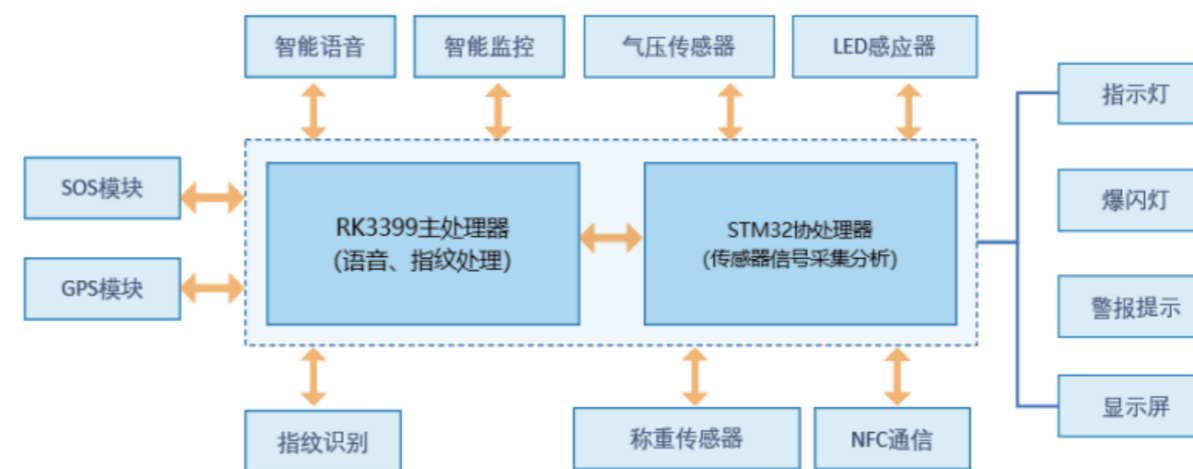


图3-40 智能感知书包结构图

智能感知书包可为学生提供传统书包所具有的功能外，也具备传统背包所不具有的功能和特性：

1. 防水特性

智能书包采用防水设计，智能书包的电子设备均内置于防水材料内部，电子设备不会损坏。

2. 书包超重提醒

书包内置称重传感器，STM32 MCU作为协处理器读取称重传感器的数据并进行分析处理，如果书包重量超过标准重量，则会通指示灯对学生进行超重提示。

3. 指纹识别

指纹识别功能用于学生开启书包的电子锁，通过指纹识别传感器，将学习者的指纹传入系统后台，经过识别后确认学习者身份，以用于书包开锁。

4. 智能备忘录

智能备忘录的载体是一块镶嵌在智能背包中上部的电子墨水屏，学生可通过智能语音输入要携带的东西，内容会分条呈现在智能备忘录中，以便进行物品的核对。

5. 智能电子卡片

智能电子卡片用以集合学生的交通卡、学生卡、门禁卡等卡片，学生在使用时只需拿出电子卡片靠近NFC射频器完成数据交换。实现“多卡集一卡”。

6. 减压背带

减压背带功能用以缓解学生肩部的压力。智能背包的背带采用减压背带，减压背带通过立体气囊，将重量平均分散，从而让肩部感觉背包的重量变轻。

7. 安全紧急模式

紧急求救功能主要由主控模块和SOS模块实现，SOS模块包括SOS按钮和爆闪灯。如果学生遇到危险，按下SOS紧急按钮后，主控模块接收到信号会控制打开爆闪灯，从而引起路人的注意。智能监控功能用于防追踪、记录搭讪人脸并便于监护人查阅过程视频。

智能感知书包结合OpenHarmony的诸多新特性实现在网络连接与设备通讯上的新功能：

1. 智能感知书包搭载OpenHarmony，利用OpenHarmony的物联网特性，能够实现与学生手表或手环的网络连接，学生能够通过手表或手环查看来自智能感知书包中的安全辅助摄像头中的图像内容，一旦学生独自行走的路上出现危险情况，学生能够及时发现身后的危险情况，从而及时避险。

2. 利用OpenHarmony的分布式软总线特性，智能感知书包能够通过分布式软总线与学生的手表手

环或手机建立连接，智能感知书包上所搭载的各类设备即可成为学生手环或手机的一部分，能够更好的为学生提供有效的保护与监管。

场景3：智能脑电耳机

基于脑电活动检测的智能脑电耳机既能够帮助学生训练学习时段的注意力，又能够利用耳机来扩展其他功能；智能脑电耳机由搭载OpenHarmony的嵌入式SoC、AI处理单元、脑电接口芯片、脑电接触电极、脑电电极支架、语音输入输出模块、震动反馈单元、物理按键输入模块、无线网络模块所组成，其结构图如图3-41所示。当学生出现注意力不集中时，智能脑电耳机能够精准检测并及时发出提醒。

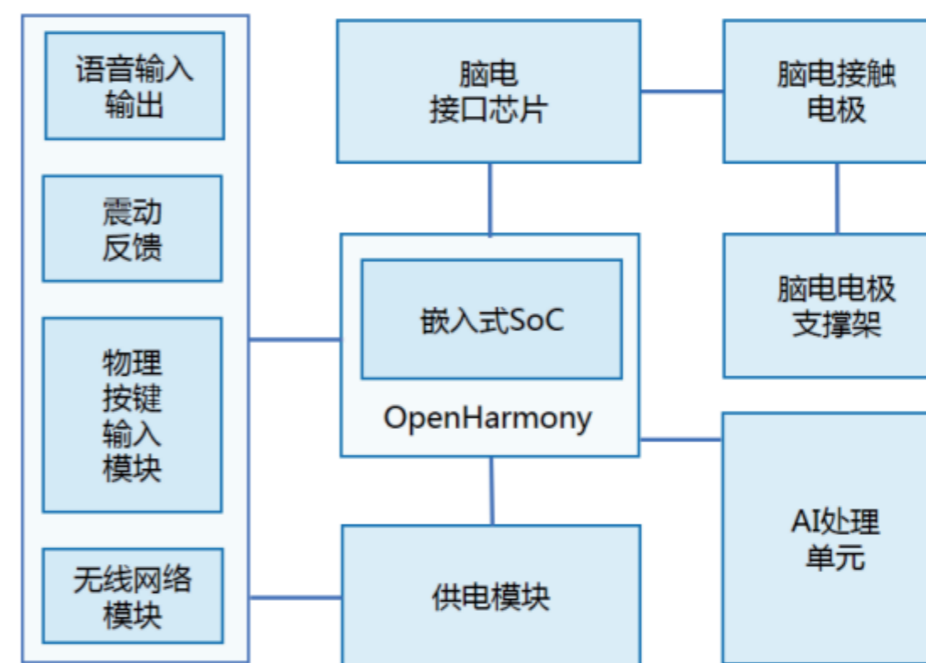


图3-41 智能脑电耳机结构图

结合OpenHarmony，智能脑电耳机能够发挥出更多新特性。

1. 实时检测学生学习时段的注意力

脑电检测方案能够从学生大脑皮层提取脑电信号，并将其转换成数字信号，根据不同的脑电波与不同的认知联系在一起，实时检测学生在特定学习时间段内的脑电注意力集中度。

2. 可定制式的针对特殊听力学生的听力辅助和增强

智能脑电耳机利用智慧语音芯片方案固定存储了多种适应听障学生的声音输出方式，可通过简单的步骤对耳机输出的声音进行调试输出。

3. 护耳提醒

智能脑电耳机内置计算单元，能够根据最佳用耳时间给出适合用户本身的耳机使用时长和音量大小，当用户长时间用耳并达到设定阈值，就会发出微振动提醒。此外，智能脑电耳机能够利用内置的计算单元计算用户的用耳习惯，帮助用户纠正不良的用耳习惯。

4. 基于本地的全年龄段外语词汇语音翻译

智能脑电耳机搭载计算单元和存储单元，内置小学和初中阶段的英文单词和常用短语，学生可在无网络的环境中使用智能脑电耳机以语音的方式进行英语单词短语的语音翻译。同时，可通过改变内置的外语词库，为使用者提供不同的语言库。

5. 脑电控制外部设备

利用OpenHarmony的物联网特性，能够利用智能脑电耳机对学生学习区域各类设备进行控制，学生可以利用智能脑电耳机通过脑电波的方式对环境中的智能物联网设备进行控制，如控制台灯的开关，亮度调整等动作。该应用场景尤其适合具有一定残障的学生。

6. 数据共享

利用OpenHarmony的分布式软总线特性，利用同样搭载了OpenHarmony的手机或平板电脑与智能脑电耳机相连接，可使用手机训练学生的学习注意力集中度，并收集整理脑电训练的数据。

3.7 信息技术教育开源硬件

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中，明确提出“支持数字技术开源社区等创新联合体发展，完善开源知识产权和法律体系，鼓励企业开放软件源代码、硬件设计和应用服务”，将推动开源写入国家中长期规划，为我国开源软件和硬件发展指明了方向和路径。

开源硬件得到了我国基础教育、职业教育、高等教育的重视，成为学校开展信息技术教育创新教学实践的重要载体，《普通高中信息技术课程标准(2017年版)》选择性必修模块把“开源硬件项目设计”写入新课标，包括“开源硬件的特征”“开源硬件项目流程”和“基于开源硬件的作品设计与制作”三部分内容，基于开源硬件的项目设计体现了信息技术课程中的计算思维和创新能力的理念。2022年，教育部公布义务教育新课标，信息科技成为义务教育独立课程科目，《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》多次提及自主可控、原始创新，强调信息科技课程对促进科技创新自主可控、维护国家安全的重要基础性意义。

自主可控是新基建安全的前提。信息技术教育的开源硬件的主处理器和板卡品牌以美国和欧洲为主，占据了统治地位。中国在芯片和基础软件领域有明显的短板。2018年以来，美国对我国芯片、嵌入式操作系统信息领域核心技术进行了封锁。十四五期间，建立以中国自主研发的信息技术教育专用芯片及其生态，实现中国特色的开源硬件和开源软件，实现国产安全自主可控，以中国自主研发的芯片、硬件及其基础软件服务培养信息技术人才具有重大国家战略意义。嵌入式操作系统是信息技术教育开源硬件及其产品的软件系统的基石，联结硬件与应用软件，决定硬件系统的性能表现，对用户体验起着决定性的作用。中国市场上主流信息技术教育开源硬件及教育产品操作系统及固件如表3-1所示。

表3-1 信息技术教育开源硬件及产品操作系统和固件

典型产品	操作系统或者固件	应用软件	语言支持
树莓派	Raspberry Pi OS、 Ubuntu Core、 RetroPie、Kano OS	Arduino IDE Games	Python Java C/C++
Arduino	AVR Bootloader	Arduino IDE, C/C++ Mixly	C/C++
pcDuino	Ubuntu、Android	Arduino IDE Games	Python, Java C/C++
Microbit	Microbit Firmware MicroPython	MakeCode for Microbit	Micro Python C/C++
NodeMCU-ESP8266	ESP8266 AT tools MicroPython	C/C++, Arduino IDE Mixly	C/C++ MicroPython
虚谷号	Debian, Ubuntu	Arduino IDE Games	C/C++ Python, Java
K210	Freertos MAIxy	MAIxy IDE	Python C/C++
香蕉派	Debian, Ubuntu Android, Raspbian	Arduino IDE Games	Python, Java C/C++
掌控板	Mpython_firmware Micropython	Mind+	Python C/C++

“十四五”期间，中国要发展具有国产自主可控的信息技术教育开源硬件芯片及生态。内容主要包含以下几个方面，如图3-42所示，设计一颗中国完全自主研发的SoC芯片，围绕这颗芯片打造一个中国版

的树莓派开源硬件，基础软件搭载中国自主知识产权的操作系统，应用软件要具备一个完全自主知识产权的图形化操作软件。就整个生态而言，围绕开源硬件要具备与之配套的教材、指导手册、课件等教学材料。平台有网上社区，提供一个供中国信息技术教育课程教师、学生参与讨论的平台。大数据云端有记录实验用具操作的日志、实验结果、实验过程、实验评估等各种信息技术教育数据的功能。信息技术教育的大数据，能够为信息技术教育工作者、电教馆、教育区域化治理、国家教育部门等提供信息技术教育的各种服务。

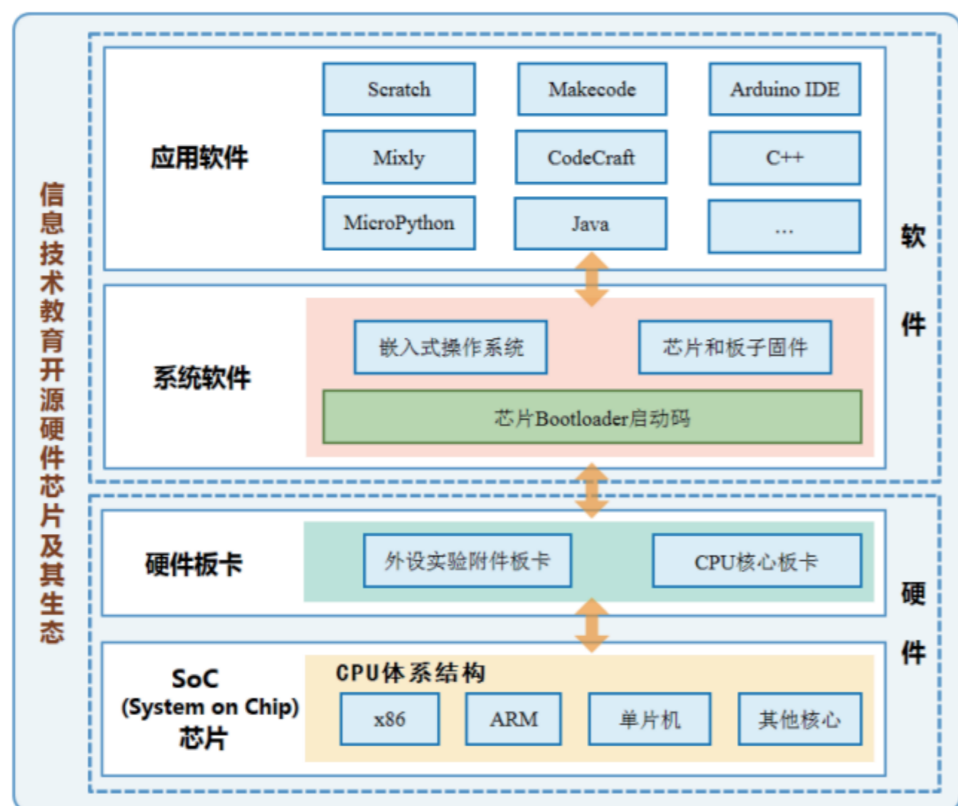


图3-42 信息技术教育开源硬件生态构成

目前的市面上消费类电子设备的操作系统，谷歌的Android系统、苹果的iOS操作系统、Samsung的Tizen操作系统是消费类电子操作系统，不适合教育装备专用芯片及其产品应用。

基于单片机为主处理器的开源硬件，通常它的系统软件主要针对特定应用领域定制开发，信息技术教育的应用软件无法在单片机系统软件上运行。因此运行在单片机上的信息技术教育应用软件，无法跨平台运行，通常不具有通用性，增加了教师和学生的学习难度。

国产的OpenHarmony操作系统具有两个系统内核，一个是以轻量级LiteOS为内核的物联网操作系统，一个是以Linux为内核的操作系统。如果产业界能够围绕信息技术教育专用芯片、专用开源硬件板

卡或者教育设备、OpenHarmony操作系统、信息技术教育应用软件打造一个信息技术教育的生态。那么在智慧学习环境下，OpenHarmony操作系统就可以为电子白板、终端设备、硬件板卡、教育实验装置等泛终端设备提供跨平台的协同工作，带来简洁、流畅、连续、安全可靠的全场景交互体验。

3.8 家校共育中的应用

当前，重视家庭教育，实现家校共育，已然成为新时代背景下办好人民满意教育的重要抓手。补齐家庭教育的短板，需要从“立根本、谋未来”的高度，积极推动机制共建、多方共联、资源共享、协同共治，构建家校社三位一体的大教育格局，探索一套可复制、可推广的家校共育模式。

场景1：儿童数字阅读平台

儿童数字阅读平台的科学建设，不仅有利于打破数字阅读就是浅阅读、碎片阅读的刻板印象，也进一步促进了家校社区之间的和谐生态，并为儿童数字阅读提供更多数据支持。

基于OpenHarmony操作系统的儿童数字阅读提供以学校为主，家庭、社区为辅的公益儿童数字阅读服务，建立起以数字资源有效利用为中心的的数字资源库。提供兴趣选项，按照年龄、性别、喜好等遴选出目标读物。在操作层面根据发行业的片区负责制管理，在所属片区内，基于当地教育机构的支持，对符合资质的幼儿园、中小学等设立公益学校账号；对于农村留守儿童的阅读问题，平台另行设立家庭账号，呼吁务工家长参与儿童日常的学习当中，了解和关注儿童阅读行为的可持续性，并通过家庭账号和学校账号的联结，缓解农村部分中小学家校合作的困境。

首先，将家长纳入到“家庭阅读指导员”的规划管理中，在客户端开设“家庭一家长”专属频道，推送与儿童数字阅读相关的指南性资料，将家长由单一的阅读陪伴者转变为阅读参与者；其次，学校是低幼阶段儿童数字阅读行为最关键的主导者，儿童数字阅读平台在发展教学用户时应重点突出教师的专业素养，引入启发式阅读教学，逐级培养儿童的深度阅读习惯；最后，加强家校合作，在分别完善家庭、学校功能的基础上，可参考多头账户管理的方式，将不同属性的账户开启授权联结，为平台方提供更多儿童阅读偏好的数据信息，更好地提升平台的原创生产力。

场景2：AI智能学习机

基于OpenHarmony操作系统的AI智能学习机，可以进行思维训练，生成知识图谱、点读课本、互动课程、个性化精准学和自动记录错题本。知识图谱将每个学科拆成比章节颗粒度更细的知识点，并将

知识点的关系进行关联，生成网状结构知识图谱，准确诊断学生的薄弱知识环节，从而使学生针对性的进行学-练-测。

基于OpenHarmony操作系统的AI智能学习机包括主机和若干组标签卡如图3-43，主机包括机壳，机壳内设置有电路板，电路板上集成处理器和存储器，存储器内预存有供处理器调用的运行数据；机壳上设置有按钮和显示屏，显示屏与电路板电连接；主机上还设置有语音播报器，语音播报器与电路板电连接，处理器控制语音播报器进行语音播报；学习机还包括交互器，交互器上设有射频识别区，交互器内设置有RFID读卡器，RFID读卡器位于射频识别区位置，当标签卡放置于射频识别区时，RFID读卡器读取标签卡内的信息并发送至处理器。

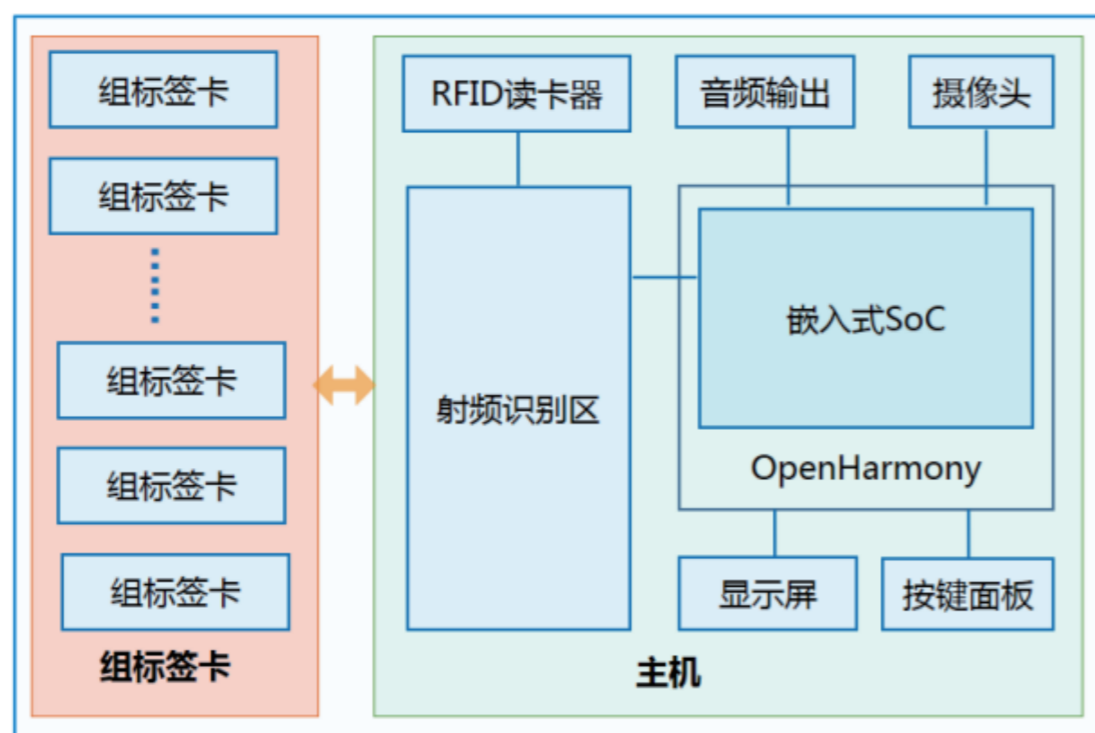


图 3-43 AI智能学习机结构图

基于OpenHarmony操作系统的AI智能学习机通过处理器调用存储器内的运行数据，在显示屏上展示对应的训练题目，训练题目的答案与某一张标签卡对应，需要通过思考和计算后，确认正确的标签卡，并找到该标签卡放置于射频识别区内，RFID读卡器读取标签卡的档案信息，RFID读卡器获取档案信息后将其发送至处理器，处理器进行配对处理，若档案信息为训练题目所需的答案，则表示答题正确，通过语音播报器提示正确，并在显示屏上进行显示，若档案信息不为训练题目所需答案，则通过语音播报器提示错误，并在显示屏上进行显示。

摄像头镜面模块可以将纸面内容反射进平板录入。基于OpenHarmony操作系统的AI作答笔书写非

常顺滑，手写笔的灵敏度很高；也可以点击拍摄按钮，经由镜像模块将纸面上书写的内容拍进学习机。错题系统除了记录学习机内部的题目外，也可以拍摄在其他地方完成的习题。学生复习的过程中，算法通过知识的内在关联和对往年习题的学习给出完整的知识体系，对于存在多个知识点的题目，解决了部分知识点零散，题目不好找的情况，同时更新及时，经典题和新题两手都抓得住。

基于OpenHarmony操作系统的智能学习机，可以利用AI技术实现了有针对性的学习。学习机覆盖全国通用教材，支持过滤蓝光、黑白阅读等模式，内容更新快速，能够扩充老师的教学资源。此外，还提供了AI作答笔，能够自动批改模拟考试的书写。学习机建立了家长监督机制，所有APP和内容都需要家长许可，帮助家长引导孩子合理使用。

场景3：基于智慧校园的家校互联系统

智慧校园的家校互联系统包括：教务端、教师端、家长端、网络传输系统和云服务器。其中，教务端用于存储资源数据库，搭载OpenHarmony操作系统的家校合作平台，可以进行智能排课，学习情况智能跟踪和智能学情分析，通过网络传输系统传输到云服务器；教师端用于对学生进行监督管理，并将监督管理信息通过网络传输系统传输到云服务器；家长端用于基于家校互联平台，并通过网络传输系统，获取学生的学习信息；云服务器用于基于分析结果和监督管理信息获得学生信息，将获得的学生信息传输到家校互联平台，供家长端的家长查看。

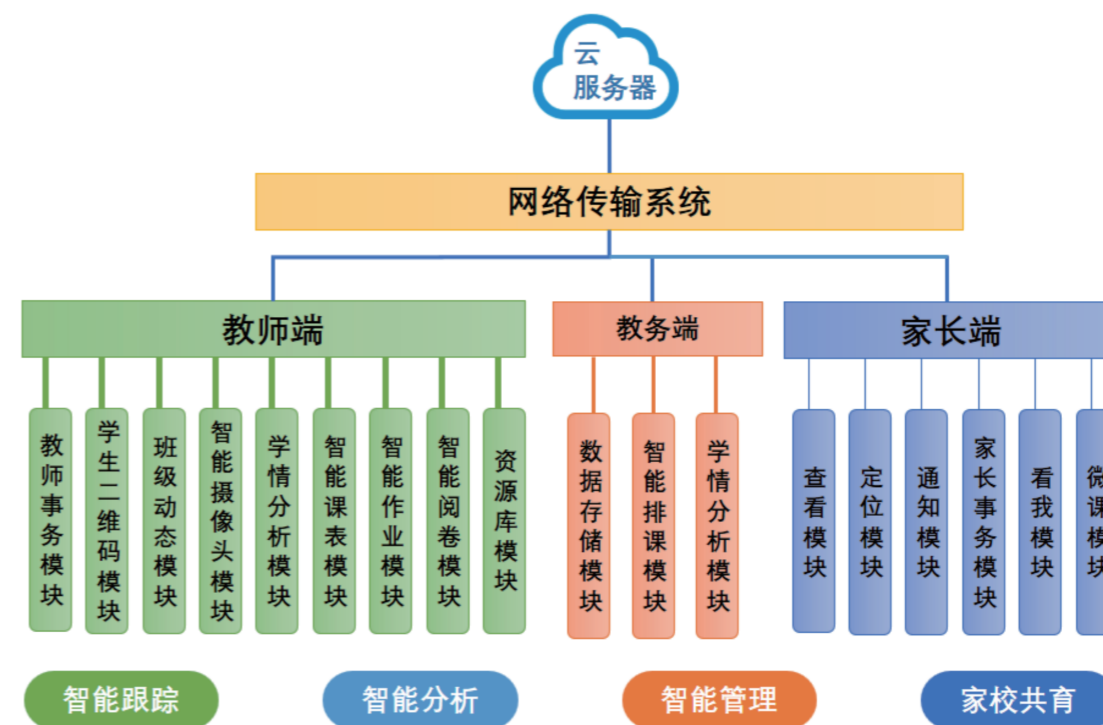


图3-44 家校合作系统功能图

云服务器用于对教师事务模块对应的记录结果，并基于记录结果对各项事务的办理形成汇总统计信息；存储校园动态模块所记录的校园动态信息到资源记录库；分析家校合作系统所覆盖的范围领域内的每个学生的学习情况，获得所覆盖的范围领域内的学校及学校学生的综合情况。云服务器还用于对家长事务指令进行解析处理，并将解析处理后的家长事务指令对应的指令结果传输到教师端。

教师端包括教师事务模块、学生二维码模块、校园动态模块、智能摄像模块、学情分析模块、智能课表模块、智能作业模块、智能阅卷模块、资源库模块。教师事务模块用于教师进行考勤打卡、请假批假、办公用品采购申请、收缴学费事务；且用于学校领导进行审批请假、采购、缴费事务；并对教师事务和学校领导事务进行记录。学生二维码模块用于生成与学生相关的唯一二维码，并通过扫描二维码获取学生信息。校园动态模块用于记录校园动态，并将所发布的班级活动、年级活动、校园生活、校园新闻上传至云服务器的资源记录库。智能摄像模块用于拍摄学生在课堂的学习状态。学情分析模块获取每个学生的学习情况，统计学生的学习成绩，并将每个学生的学习情况上传至云服务器。智能课表模块用于记录智能排课结果，并根据智能排课结果对应的上课时间，提醒教师进行上课。智能作业模块用于作业布置、作业分发、作业批改和智能自定义题库。当学生完成待做作业并上传到所述云服务器后，教师对学生所上传做作业进行在线批改或批注评价，同时将批改的学生已完成的待做作业中所出现的错误习题存储到错题集。智能阅卷模块用于教师对学生的考试试题进行评阅审核。通过与网上阅卷兼容实现云阅卷功能，并通过同台联考阅卷将处理后的阅卷数据分发到所述云服务器，云服务器将所述阅卷数据进行合并、统计分析，并将处理后的阅卷数据传输到教师端。资源库模块用于存储教育云资源，供教师根据学生的学习情况选择相应的学习内容。

家长端包括查看六大模块。分别是定位模块、通知模块、家长事务模块、看我模块、微课模块、云服务器。查看模块用于通过与家长端进行绑定的所述教师端的成绩管理模块查看每个学生的学习情况；通过与家长端进行绑定的教师端的班级动态模块查看班级动态；通过与家长端进行绑定的教师端的智能课表模块查看与家长端进行绑定学生的智能排课结果。定位模块用于定位与家长端进行绑定的所述学生的位置，进行活动轨迹跟踪。通知模块用于根据教师端的智能课表模块所获得的智能排课结果对应的上课时间，通知家长或与家长端进行绑定的学生进行上课。家长事务模块用于对家长输入的家长事务指令进行记录，同时将家长事务指令传输到所述云服务器。看我模块用于观看根据教师端的智能摄像模块所拍摄的学生在课堂的学习状态。微课模块用于辅助与家长端进行绑定的学生学习。

基于智慧校园的家校互联系统包括移动终端、电子班牌以及学校服务器，详见图3-45。电子班牌包括主板、图书读卡器、身份读卡器、通信模块、摄像头、语音模块及指纹仪。通过基于移动终端与电子班牌及学校服务器建立通信，电子班牌通过图书读卡器及身份读卡器获得学生的阅读信息，发送至移动终端及学校服务器，家长可以通过移动终端连接学生在校的情况，可以连接学生的图书阅读情况，同时随时查询其孩子在校的情况。此外，当需要家长进行支付相关费用时，学校服务器生成支付信息，并通过电子班牌发送至家长的移动终端，家长可以直接通过移动终端支付，方便家长缴纳相关费用。

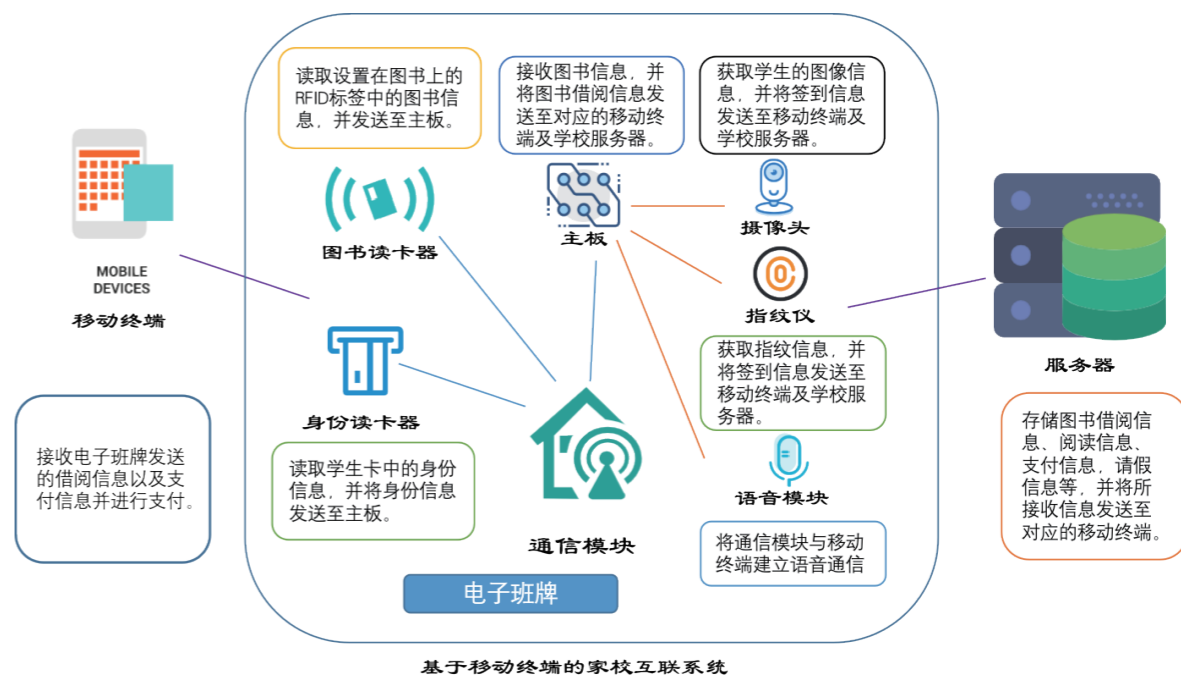


图3-45 基于移动终端的家校互联系统

场景4：智能电子学生证

随着智能电子学生证逐步成为记录学生成长数据的重要工具与载体。采集学生全面成长数据是学生全面发展的需要，智能电子学生证已成为生成学生电子成长档案的主要数据采集方式。智能电子学生证可用于学生校外实践活动数据的采集，即将学生在校外所从事的任何实践活动、课程、竞赛等都进行系统的记录，为学生对自身特长和需求的认识提供一个可视的参考。典型的基于OpenHarmony系统的智能电子学生证结构如图3-46所示。



图3-46 基于OpenHarmony的智能电子学生证

搭载OpenHarmony系统的智能电子学生证，可实现多种功能，如图3-47，包括但不限于考勤打卡、移动支付、白名单通话、校园一卡通消费、一键SOS求救等。在涉及学生人身安全的场景中，可实现将学生的位置、告警状态、消费情况等信息传输至校园平台及家长端，从而保障学生处于紧急危险状态时，监护与急救力量能够及时、准确到达。

基于OpenHarmony系统的智能电子学生证具辅助加强学生管理，打破多平台管理系统信息孤岛的能力，也能帮助解决校园霸凌、学校管理手段落后等传统校园管理问题，开创智慧安全校园物联网新模式。

基于OpenHarmony系统的智能电子学生证能够辅助家长保障孩子校园安全问题，打通家长与校园沟通渠道，实现家长与学校双管理模式，数据化可视化了解孩子校园情况。

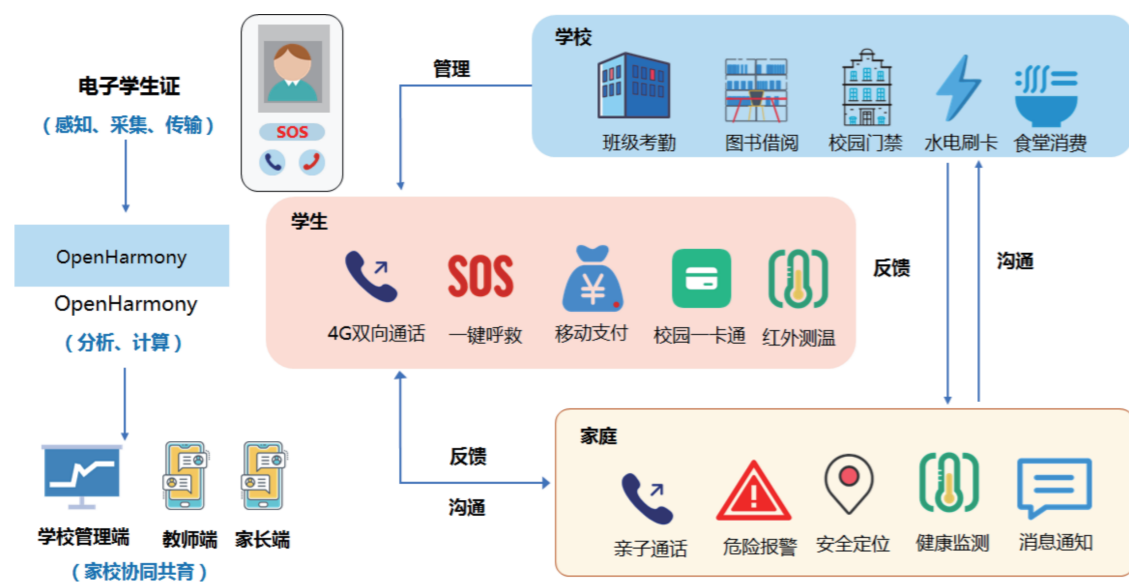


图3-47 智能电子学生证的基本功能图

第4章

OpenHarmony 在智慧教育装备领域中的 应用建议

4.1 推动教育装备智能泛在终端普及 打破教育管理信息孤岛

在教育信息化领域，教育装备操作系统的碎片化是阻碍信息化教学常态化应用的第一障碍。作为面向物联网的操作系统，OpenHarmony搭载设备数已突破2.2亿，OpenHarmony通过物联网和高速互联网技术，实现基础设施的互联互通，让发生在校内外的学习活动数据能够实时联通汇聚，让发生在校园内的正式学习和校园外的非正式学习实现无缝衔接，打破设备与设备之间的物理边界，构建起一个万物互联的信息世界，更好的推动教育数字化转型。建议加强OpenHarmony与其他教育应用平台的集成与互联互通，提高教育应用的整合性和智能化程度，为教师和学生提供更好的学习体验。

4.2 重塑信息科技教育开源软硬件 打造中国特色开源新生态

2022年4月份新发布的《义务教育信息科技课程标准（2022年版）》中明确指出要提升自主可控意识，树立总体安全观的要求，同时课程标准中“自主可控”累计出现26次。然而目前开源软硬件生态的主体基本都在国外，很难做到自主可控。在当前的国际环境下，潜藏着一定的风险和隐患，所以教育教学用软硬件在开源方面应该有所筹划，以中国特色开源软硬件构建信息科技学科装备支撑体系，为实现自主可控奠定基础。

4.3 加强对OpenHarmony的教师培训 提升数字素养与技能

为加大国产操作系统人才的培养力度，满足国家软件产业的发展对人才的需求及国家安全尤其是网络安全的需要，同时推进国产操作系统在中小学信息科技课程中的应用，应加快对中小学教师OpenHarmony操作系统的教师培训。培训内容包括开发工具的使用、应用开发及系统架构等，重点是培养教师如何使用OpenHarmony系统，如何利用该系统赋能自己的教学活动。培训方式可以线上线下融合的方式，注重培训过程中的数据收集及教师的反馈，建立评估机制，促进培训质量的提升。

4.4 构建基于OpenHarmony的APP Store 提供丰富优质教育产品

APP Store 绝不仅仅是一个在线商店，更是创新的大本营，致力于帮助开发者将心中的奇思妙想，转化为能够促进有效学习和方便优质教学的应用。一是构建鸿蒙APP Store，并面向所有开发者提供了一系列工具和核心技术，包括软件开发构建模块，帮助他们构建创新教育APP。二是提供功能强大的课业APP。三是整合保护隐私和安全的措施。同时还要建立基于OpenHarmony的教育应用评估和认证体系，为立德树人的培养目标提供保障。评估和认证体系可以包括应用程序的功能，性能，安全性，可靠性等，还可以为教育应用开发者提供技术支持和指导，帮助开发者开发出更优质的应用程序。

4.5 确立教育专用操作系统标准 构建OpenHarmony教育软件应用社区

操作系统是实现教育终端产品的关键技术，它对整体提升教育行业终端的竞争能力、大幅度地增强我国软件自主创新能力意义重大。确立OpenHarmony作为教育专用操作系统的教育装备协会团体标准。遵循开放、透明、公平的原则，保证各参与主体获取相关信息，反映各参与主体的共同需求，组织对标准相关事项进行调查分析、实验、论证。对全国的教育装备的研发机构和公司，提供软件标准，以统一规范OpenHarmony教育软件等相关产品，保证其通用性，引导其科学发展。

4.6 建立OpenHarmony示范点 探索OpenHarmony教育应用模式

探索泛在、灵活、创新的OpenHarmony智慧教育应用模式，加大OpenHarmony操作系统研究力度，开展区域性创新行动，先行先试，积累经验、构建模式，依据“试点先行，示范引路”的原则，建设OpenHarmony操作系统教育应用示范区、示范校，探索机制，建立OpenHarmony操作系统教育应用推进机制。对试点区校进一步开展针对性的现状调研和需求分析，明确该区校已有基础设施和应用系统部署情况，示范点聘请行业或高校专家作为顾问，定期对示范点的建设提供指导，并努力建设一支包括教师在内的信息化人才队伍。



专家组

黄荣怀	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心	肖然	华为战略研究院
曾海军	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心	王纪奎	华为战略研究院
李玉顺	北京师范大学 教育学部教育技术学院	李亮	华为终端BG教育中心业务部
傅 骞	北京师范大学 教育学部教育技术学院		
李葆萍	北京师范大学 教育学部教育技术学院		

编写组

朱立新	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心	孟瑜	华为战略研究院
张香玲	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心	李悦成	华为终端BG教育中心业务部
	北京教育学院 信息科技与劳动教育学院	景思源	华为终端BG软件技术规划
曹良亮	北京师范大学 教育学部教育技术学院	李晶晶	华为中国产业发展与生态部
王东丽	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心		
宿金超	互联网教育智能技术及应用国家工程研究中心		
宫晓燕	中国科学院自动化研究所		
刘希未	中国科学院自动化研究所		
赵倩倩	北京邮电大学教育技术研究所		
姚泽源	北京邮电大学教育技术研究所		