

ICS 35.240.01

P 0X

团体标准

T/ZSPH 0X-2023

数字家庭网关软件总线技术要求

Technical requirement of soft bus for home gateway

(征求意见稿)

2023-XX-XX 发布

2023-XX-XX 实施

中关村乐家智慧居住区产业技术联盟 发布

目次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	3
5 总线架构.....	3
6 总线发现.....	4
6.1 软总线枢纽广播.....	4
6.2 主动搜索.....	4
7 总线管理.....	5
7.1 智能体总线注册.....	5
7.2 智能体总线注销.....	5
8 数据发布.....	5
8.1 数据分类.....	5
8.2 发布流程.....	5
8.3 发布格式.....	6
9 任务发布.....	9
9.1 任务分类.....	10
9.2 任务发布.....	10
9.3 任务格式.....	10
10 总线应用.....	11
10.1 数据应用	11
10.2 强化学习	11
附录 A(资料性)智能体强化学习算法	13
A.1 策略评估	13
A.2 蒙特卡洛方法	13
附录 B(资料性)家庭任务	15
B.1 常见家庭任务	15
B.2 家庭任务关键字	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中关村乐家智慧居住区产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

数字家庭网关软件总线技术要求

1 范围

本标准规定家庭网关软总线架构、消息类型、以及智能体发现等规定。
本标准适用于家庭网关设备或类似家庭应用的业务网关设备。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

YD/T 926.3 大楼通信综合布线系统第3部分:连接硬件和接插软线技术要求

GB/T 35143-2017 物联网智能家居 数据和设备编码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字家庭网关 digital home gateway

在家庭网络中,实现家庭设备网络互连,具有边缘计算功能,可自动处理家庭事务的网络设备。

3.2

智能体 agent

数字家庭实体设备的抽象程序,一般运行在数字家庭网关内部;具有依据软总线上的家庭状态数据和人工操作学习用户习惯,并逐步实现自主完成家庭任务的能力。

3.3

软总线 soft bus

一种运行在数字家庭网关、终端设备上的软件中间件,能够实现多智能体的协同工作。

3.4

软总线枢纽 bus broker

软件总线中的消息分发枢纽节点,用于总线消息的队列、持久化和分发。

3.5

总线消息 bus message

智能体之间传递的一种信息格式。

3.6

主题 topic

一种消息标签，用于对不同消息区分。软件总线的主题分为三级，一级主题、二级主题和三级主题之间用‘/’隔开，主题和消息体之间用‘#’符号隔开。

3.7

消息发布 publish

智能体向总线进行某个主题的消息分发。

3.8

消息订阅 subscribe

智能体向总线申请获得某一主题的接收，总线会自动把该主题分发到或的接收权利的智能体上。

3.9

请求 request

智能体向总线其他智能体发起服务申请。

3.10

作业 work

智能体之间进行协同工作的方式，作业流程为：

Step1: 教师智能体向学生智能体分发“试卷”

Step2: 学生智能体答题(答题过程需要 1-10 秒)

Step3: 学生智能体完成答题后交卷

Step4: 教师智能体收完试卷后，结束作业。

3.11

家庭全集数据 household universal data set

某一个时刻，家庭空间中环境、设备和人的全部状态数据集合。

3.12

家庭子集数据 household data subset

家庭全集数据的特性的子集，如养老数据子集、健康数据子集等。

3.13

家庭数据发布 household data publishing

智能体向系统报告状态的总线交互过程。

3.14

家庭任务发布 household task publishing

人机交互终端等向智能体发送家庭任务，并获得响应的总线交互过程。

3.15

非个性化家庭任务 non personalized family tasks

智能家居系统中通过智能体动作优化某个属性，该属性与用户个性化无关。

3.16

个性化家庭任务 personalized family tasks

智能家居系统中通过智能体强化学习动作优化某个属性，该属性与用户个性化相关。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AES: 高级加密标准 (Advanced Encryption Standard)

JSON: JS对象简谱 (JavaScript Object Notation)

HTTP: 超文本传输协议 (Hypertext Transfer Protocol)

LAN: 局域网 (Local Area Network)

OLA: 开放智联联盟 (Open Link Association)

VOC: 挥发性有机化合物 (volatile organic compounds)

5 总线架构

家庭信息箱内家庭网关设备的软件架构如图 1 所示。图中多个智能体 (Agent) 通过软件总线进行协作，不同厂商的设备通过设备智能体接入总线。

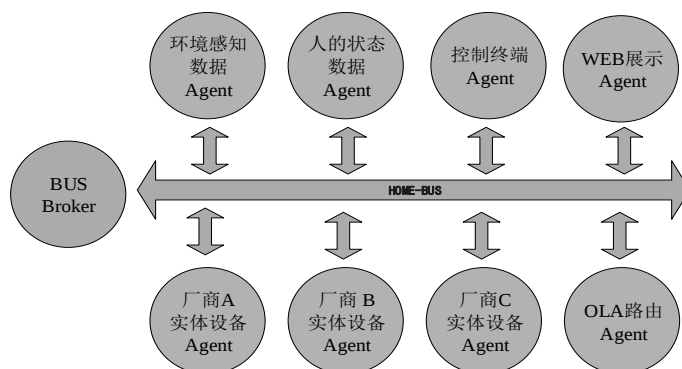


图 1 家庭网关软件架构

遵从 OLA 协议的以及本文件消息格式的 Wi-Fi 设备，可以通过 OLA 路由智能体直接接入

总线。

Web 展示智能体用于对总线的配置和总线运行状态展示。

6 总线发现

总线发现的方式有两种：软总线枢纽广播和智能体主动搜索。

6.1 软总线枢纽广播

软总线枢纽上线后定时发送 UDP 广播，端口 6668，发送数据帧定长为 14 字节如下：

表 1 BUS-Broker 广播包格式

Byte0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	版本信息		加密标识		包类型信息			
Byte1-byte4	服务器 IP							
Byte5-byte6	请求端口							
Byte7-byte8	订阅端口							
Byte9-byte10	发布端口							
Byte11-byte12	作业端口							
Byte13	求和取反							

其中：

版本信息固定为 10；

加密标识： 00-不加密，局域网不加密

10-加密，采用 AES-128

11-加密，采用 SM4

密钥通过智能体安装程序分发

加密的内容为消息体内容

包类型信息：固定值 1。

其他-备用

6.2 主动搜索

智能体上线后可主动搜索软总线，流程为：

1) 智能体定时发送 UDP 广播，端口 6669，发送数据帧定长为 8 字节如下：

表 2 智能体广播包格式

Byte0	Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
	版本信息		加密标识		包类型信息			
Byte1-byte4	本机 IP							
Byte5-byte6	本机端口							
Byte7	求和取反							

其中：

- 版本信息固定为 10；
- 加密标识：
 - 00-不加密，局域网不加密
 - 10-加密，采用 AES-128
 - 11-加密，采用 SM4
- 密钥通过智能体安装程序分发
- 加密的内容为消息体内容
- 包类型信息：固定值 2
- 其他-备用

2) 总线软总线枢纽收到广播包后向 IP 发送 UDP 包到智能体，报告总线的 IP 和消息端口，包格式和 7.1 相同。

7 总线管理

7.1 智能体总线注册

智能体获得软总线枢纽信息后，进行总线注册。注册发送消息，格式如表 3 所示。

表 3 智能体总线注册

消息主题	homebus_discovery_device	
消息体	deviceid	实体设备唯一标识符
	netid	总线分配的设备标识符
	manufacturerid	厂商 id
	device_type	实体设备类型

表中的消息体采用 JSON 格式。

7.2 智能体总线注销

当智能体不需要进行协同时，可注销总线，格式如表 4 所示。

表 4 智能体总线注销

消息主题	homebus_del_device	
消息体	deviceid	设备唯一标识符
	netid	总线分配的设备标识符
	manufacturerid	厂商 id

表中的消息体采用 JSON 格式。

8 数据发布

8.1 数据分类

- 1) 按照产生设备属性分类
总线数据遵从 GB/T 35143-2017《物联网智能家居 数据和设备编码》的要求进行分类。
- 2) 按照数据属性分类
 - 家庭全集数据
 - 家庭子集数据

8.2 发布流程

智能体向软总线枢纽发布状态变化消息，枢纽将状态变化消息分发给多个订阅设备，如图 3 所示。

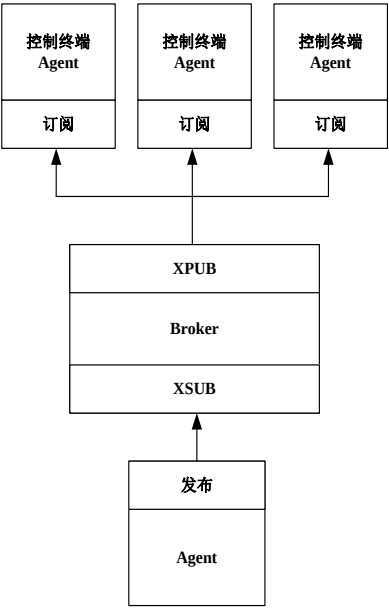


图 3 数据发布模型

8.3 发布格式

8.3.1 设备状态数据发布格式

普通设备智能体向系统报告运行状态，格式如表 5 所示。

表 5 普通设备智能体状态数据发布格式

消息主题	homebus_attr_callback	
消息内容	arg	参数数量
	device_status	设备状态数据

表中消息内容采用 JSON 格式，数据格式遵从 GB/T 35143-2017 物联网智能家居 数据和设备编码。

消息内容定义：

表 6 普通设备智能体消息格式

属性	类型	名称	描述
funcList	Object[]	变更功能列表	
+ funcId	String	功能 Id	基于设备功能字典定义
+ funcValue	String	值	基于设备功能字典定义，原始值

示例：

<pre>{ "funcList": [{"funcId": "1", "funcValue": "10"}, {"funcId": "2", "funcValue": "20"}] }</pre>

8.3.2 子集数据发布格式

子数据集包括环境、人、安全、前装设备等不同的子集部分，其就是把家庭环境、人的状态等不同数据标准化。

1) 环境子集数据

传感设备向系统报告环境状态，格式如表 7 所示。

表 7 环境子集数据发布格式

消息主题	homebus_attr_callback	
消息内容	arg	参数数量
	device_status	设备状态数据

表中消息内容采用 JSON 格式，数据格式遵从 GB/T 35143-2017 物联网智能家居数据和设备编码。

消息内容定义：

表 8 环境子集数据消息格式

属性	类型	名称	描述
temp	float	温度	单位为摄氏度
humidity	int	湿度	相对湿度，单位为%rh
illumination	float	光照强度	单位为 lx
airQuality	int	空气质量	枚举值： 0：未知 1：优 2：良 3：中 4：差 可选参数
voc	int	VOC 检测值	可选参数
CO2	int	CO2 浓度检测值	可选参数

示例：

```
{
  "temp": 28.5,
  "humidity": 40,
  "illumination": 500
}
```

2) 人的状态子集数据

传感设备向系统报告环境状态，格式如表 9 所示。

表 9 人的状态子集数据发布格式

消息主题	homebus_attr_callback
------	-----------------------

消息内容	arg	参数数量
	device_status	设备状态数据

表中消息内容采用 JSON 格式，数据格式遵从 GB/T 35143-2017 物联网智能家居数据和设备编码。

设备智能体(主要是传感设备)向系统报告状态的总线交互过程。格式如表 5 所示。

表 10 人的状态子集消息内容

消息主题	homebus_attr_callback	
消息内容	arg	参数数量
	device_status	设备状态数据

表中消息内容采用 JSON 格式，数据格式遵从 GB/T 35143-2017 物联网智能家居数据和设备编码。

消息内容定义：

表 10 人的状态子集消息

属性	类型	名称	描述
familyInfo	Object	家庭人员信息	整个家庭中人员存在信息； 可选参数，只有当设备申请了家庭信息时才会携带；
+ personNum	int	人员数量	实时环境中存在的人员的数量
+ personInfos	Object	人员详细信息	可选参数
++ status	int	人员状态	人员当前状态： 0：未知 1：站姿 2：坐姿 3：卧姿
++ roomName	String	房间名称	人员所在房间名称 可选参数
++ location	String	位置信息	x:y 可选参数
roomInfo	Object	房间人员信息	设备所属房间人员存在信息； 可选参数，只有当设备申请了房间信息时才会携带；
+ personNum	int	人员数量	实时环境中存在的人员的数量
+ personInfos	Object	人员详细信息	可选参数
++ status	int	人员状态	人员当前状态： 0：未知 1：站姿 2：坐姿 3：卧姿
++ location	String	位置信息	x:y 可选参数

示例：

```
{
  "familyInfo": {
    "personNum": "2",
    "personInfos": [
      {"status": "1", "roomName": "客厅", "location": "10:11"},
      {"status": "3", "roomName": "卧室", "location": "30:30"}
    ]
  },
  "roomInfo": {
    "personNum": "1",
    "personInfos": [
      {"status": "3", "location": "30:30"}
    ]
  }
}
```

3) 安全数据子集
消息内容定义：

表 11 安全子集数据发布格式

属性	类型	名称	描述
eventList	Object	事件合集	当前安全事件合集
+ type	int	事件类型	枚举值： 0：紧急按钮 1：燃气泄漏 2：漏水 3：入侵
+ roomName	String	房间名称	事件发生房间名称 可选参数
+ triggerDatetime	String	触发事件	格林威治标准时间，精确到秒
+ devName	String	触发设备名称	可选参数

示例：

```
{
  "eventList": [
    {"type": "2", "roomName": "厨房", "devName": "水浸检测仪", "triggerDatetime": "1668764309" }
  ]
}
```

9 任务发布

9.1 任务分类

- 按照执行复杂程度，家庭任务分为：
- 1) 简单家庭任务
 - 2) 复杂家庭任务——通过智能体强化学习获得
- 按照用户个性化需求，家庭任务分为：
- 1) 非个性化家庭任务
 - 2) 个性化家庭任务
- 常见家庭任务定义，参见附录 B 所示。

9.2 任务发布

智能家居系统中人机交互终端等通过软总线，向智能体设备发送家庭任务，并获得响应的总线交互过程。

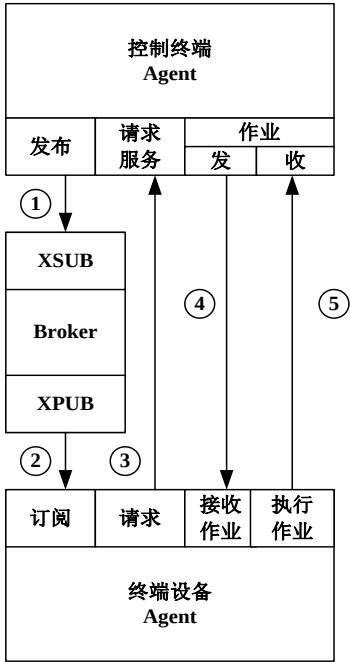


图 4 家庭任务作业模型

任务发布可以是一个终端控制智能体向多个终端设备智能体发起，也可以是一个终端控制智能体向一个终端设备智能体发起。本模型为 1 对 1 模型，1 对多模型，为多个 1 对多叠加。模型的交互流程为：

- Step1:终端控制 Agent 向 Broker 发布作业消息
- Step2:凡事订阅作业消息的终端 Agent 都可以通过 Broker 接收到该消息
- Step3:终端设备 Agent 向控制终端 Agent 请求作业
- Step4:控制终端 Agent 向终端设备 Agent 发送作业内容
- Step5:终端设备 Agent 执行作业，完成后向控制终端 Agent 交作业，并结束作业过程。

9.3 任务格式

9.3.1 简单任务

简单任务的发布格式如表12所示。

表 12 总线简单任务发布格式

消息主题	homebus_simple_task	
消息体	trig_data_id	触发数据 id
	trig_data_value	触发数据值
	deviceid	设备唯一标识符
	device_attr	设备要调整的状态

9.3.2 复杂任务

复杂任务的发布格式如表13所示。

表 13 总线复杂任务发布格式

消息主题	homebus_complex_task	
消息体	deviceid	设备唯一标识符
	device_attr	设备要属性的状态
	device_optimize	优化目标

当优化属性为 **auto** 时，任务为智能体学习用户个性化控制，否则为非个性化任务。

10 总线应用

10.1 数据应用

总线数据通过智能体应用，参考模型结构可以如图 5 所示。

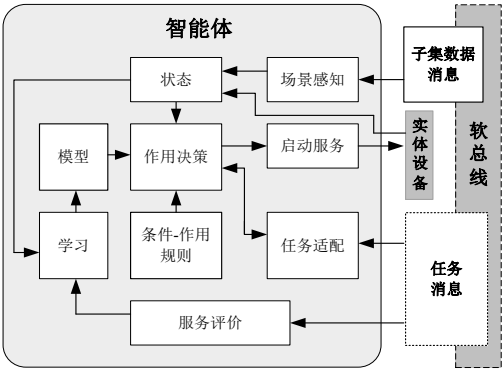


图 5 总线数据在智能体中应用

当数字家庭“人-物-环境”信息发生变化时，智能体从家庭软总线获得订阅的某个子集数据，并启动内部的场景感知，并结合当前实体设备状态，作用决策模块搜索相对应的的条件-作用，并输送动作到服务驱动实体设备进行运行状态调整。如果没有对应的条件动作规则，或者现有的条件规则不能满足用户的需求，则通过强化学习来实现。

10.2 强化学习

智能体通过强化学习优化规则获得用户习惯。具体为智能体（Agent）通过与数字家庭环境进行交互获得的奖赏指导行为，目标是使智能体获得最大的奖赏。强化学习中由环境提供的强化信号是对产生动作的好坏作一种评价（通常为标量信号），这种评价可直接来源于数

字家庭用户反馈。如果外部环境只提供了关于数字家庭环境的简单信息，Agent 必须靠自身的经历进行学习。通过这种方式，Agent 在行动——评价的环境中获得知识，改进行动方案以适应环境。如图 6 所示。

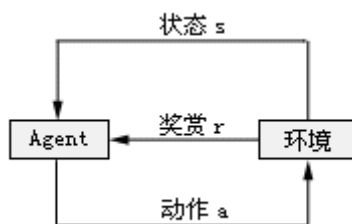


图 6 强化学习模型

图中，状态 S 为数字家庭感知数据，反映家庭内部“人-物-环境”的状态，动作 a 是 Agent 实体设备产生动作（运行状态调整），奖赏 r 是用户对于 Agent 的评价，评价可以是直接评价，或者默认评价等。

强化学习分为有模型和无模型学习两种。模型就是环境，即对环境了解。有模型就是指知道环境转移函数，学习问题就变成规划问题（比如有条件的动态规划）。无模型就是不知道环境模型，所以强化学习的出现主要就是解决传统规划不能做的事。

在数字家庭中，有模型的主要指，家庭数据能够对任务进行建模的。比如家庭控碳，电能消耗数据、燃气消耗数据能够计算出基本的家庭碳排放量。无模型主要指用户控制习惯等，无法预先建模。

附录 A
(资料性)
智能体强化学习算法

A.1 策略评估

在模型已知时,对任意策略 π 能估计出该策略带来的期望累积奖赏。令函数 $V(x)$ 表示从状态 x 出发,使用策略 π 所带来的累积奖赏;函数 $Q^\pi(x, a)$ 表示从状态 x 出发,执行动作 a 后再使用策略 π 带来的累积奖赏。其方法如图 A.2 所示。

输入: MDP 四元组 $E = \langle X, A, P, R \rangle$;
被评估的策略 π ;
累积奖赏参数 T 。

过程:

```

1:  $\forall x \in X: V(x) = 0$ ;
2: for  $t = 1, 2, \dots$  do
3:    $\forall x \in X: V'(x) = \sum_{a \in A} \pi(x, a) \sum_{x' \in X} P_{x \rightarrow x'}^a \left( \frac{1}{t} R_{x \rightarrow x'}^a + \frac{t-1}{t} V(x') \right)$ ;
4:   if  $t = T + 1$  then
5:     break
6:   else
7:      $V = V'$ 
8:   end if
9: end for

```

输出: 状态值函数 V

图 A.1 策略评估方法

从单步奖赏出发,通过一次迭代计算出两步累积奖赏 V ,图 A.1 中算法遵循了上述流程,对于 T 步累积奖赏,只需迭代 T 轮就能精确地求出值函数。

A.2 蒙特卡洛方法

蒙特卡洛方法只需要状态、动作和与环境实际或模拟交互的奖励的经验样本序列。从数字家庭中用户以往的操作数据中学习,不需要事先了解环境的动态,但仍然可以达到最佳行为。其方法如图 A.2 所示。

输入: 环境 E ;
动作空间 A ;
起始状态 x_0 ;
策略执行步数 T 。

过程:

```

1:  $Q(x, a) = 0, \text{count}(x, a) = 0, \pi(x, a) = \frac{1}{|A(x)|}$ ;
2: for  $s = 1, 2, \dots$  do
3:   在  $E$  中执行策略  $\pi$  产生轨迹
    $\langle x_0, a_0, r_1, x_1, a_1, r_2, \dots, x_{T-1}, a_{T-1}, r_T, x_T \rangle$ ;
4:   for  $t = 0, 1, \dots, T-1$  do
5:      $R = \frac{1}{T-t} \sum_{i=t+1}^T r_i$ ;
6:      $Q(x_t, a_t) = \frac{Q(x_t, a_t) \times \text{count}(x_t, a_t) + R}{\text{count}(x_t, a_t) + 1}$ ;
7:      $\text{count}(x_t, a_t) = \text{count}(x_t, a_t) + 1$ 
8:   end for
9:   对所有已见状态  $x$ :
   
$$\pi(x, a) = \begin{cases} \arg \max_{a'} Q(x, a'), & \text{以概率 } 1 - \epsilon; \\ \text{以均匀概率从 } A \text{ 中选取动作,} & \text{以概率 } \epsilon. \end{cases}$$

10: end for

```

输出: 策略 π

图 A.2 蒙特卡洛方法

蒙特卡洛方法是基于平均样本收益来解决强化学习问题的方法。只有在一个事件完成时，价值估计和策略才会改变。因此，蒙特卡洛方法可以在逐个完整事件的意义上是增量的，但不能在每个单步（online 方法）的意义上是增量的。术语蒙特卡洛通常更广泛地用于任何操作涉及重要随机成分的估计方法。

附录 B
(资料性)
家庭任务

B.1 常见家庭任务

按照家庭任务分类，常见家庭任务，如表 B.1 所示。

表 B.1 常见家庭任务

	非个性化任务	个性化任务
简单任务	入侵报警、燃气报警、老人跌倒报警、漏水报警	回家欢迎音乐、起夜模式
复杂任务	家庭控碳、糖尿病管理	用户习惯控制照明系统 用户习惯控制暖通系统 用户习惯控制遮阳系统

B.2 家庭任务关键字

家庭任务关键字主要用于家庭复杂任务发布，智能体自动识别家庭任务关键字，选择增强学习学习算法。

表 B.2 常见家庭任务

序号	关键字	含义
1	auto	智能体学习用户个性化习惯，选择蒙特卡洛算法。
2	carbon_emissions	家庭控制碳排放量
3	blood_sugar	血糖控制
4		其他待增加