

# 参赛作品：面向居家养老的云边协同-联邦深度学习系统

团队名称：颐养天年

# CONTENT 目录

## 第一部分

### 需求分析

## 第二部分

### 场景设计

## 第三部分

### 解决方案

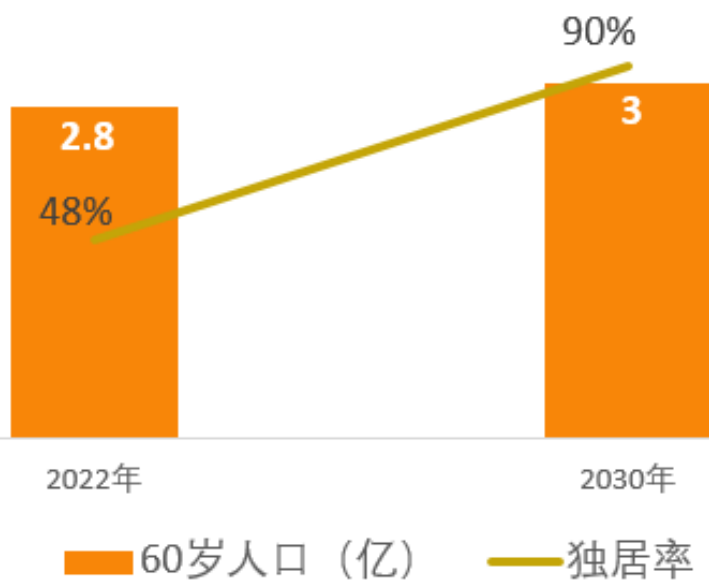
## 第四部分

### 方案评价

# 一、需求分析

## 1、社会老龄化趋势下，独居老人越来越多

老人及独居率趋势



1

截至2022年，我国60岁及以上老年人口2.8亿人，占总人口的19.8%，有**48%**以上过着子女不在身边的**独居生活**

2

预计到2030年，老龄人口将近**3亿**，而独居老人的比例或将达到**90%**。也就意味着，届时中国将有**2.7亿**独居老人

# 一、需求分析

## 2、独居老人面临诸多意外风险，安全防护缺失

在中国，每年约有**4000万**的老人发生意外跌倒，跌倒是老年人伤害死亡的重要诱因。

据监测统计，**74.98%**的老人的跌倒伤发生在家里。

### 外部潜在危险



### 老年人自身限制

遇到紧急情况不知向谁求助

多数情况下已丧失自救能力

急重病及意外伤害黄金救治时间短

- 心肌梗塞：在“黄金**120分钟**”内救治，绝大部分心肌可免于坏死；
- 脑溢血：最初**5分钟**急救至关重要；
- 摔倒后开放性骨折：复位黄金时间为**30分钟**内；
- 脑梗：黄金抢救时间为**6小时**内

# CONTENT 目录

第一部分

需求分析

第二部分

场景设计

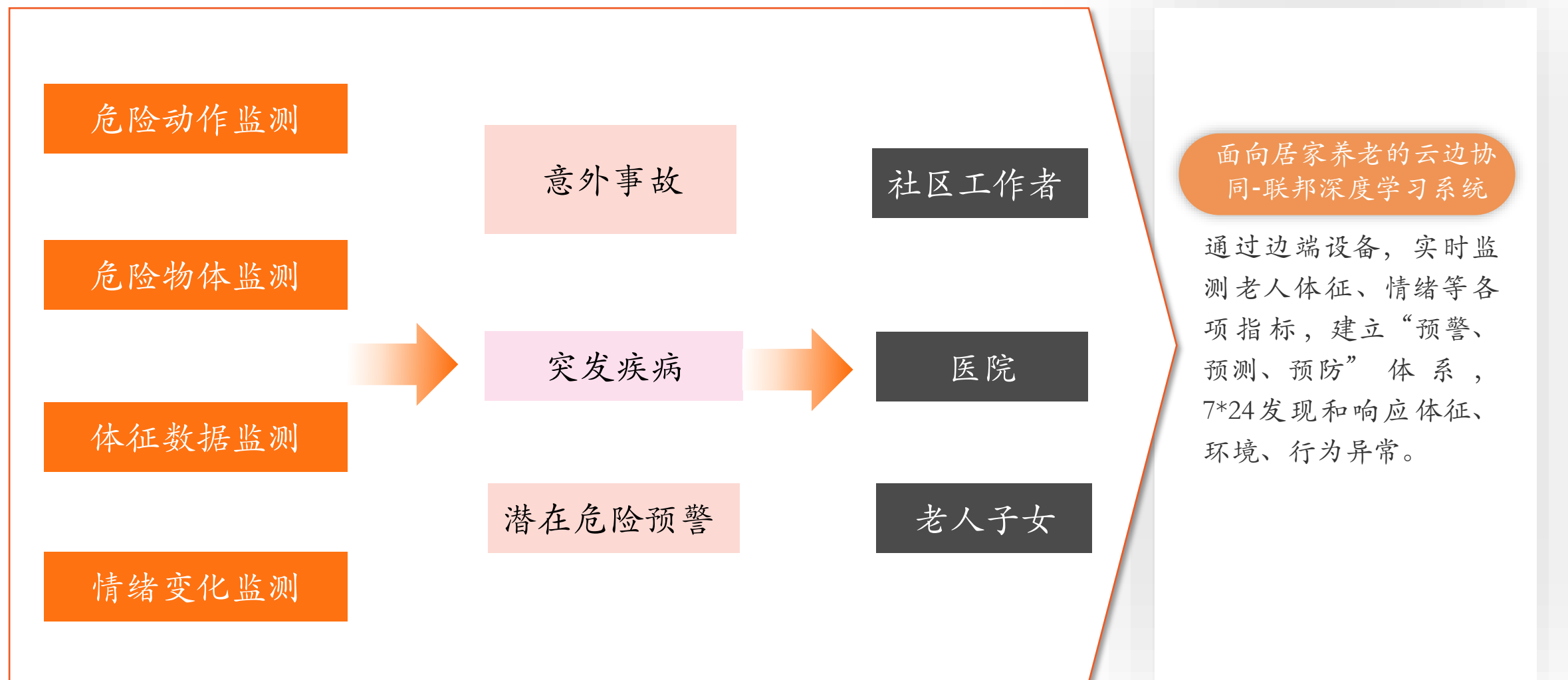
第三部分

解决方案

第四部分

方案评价

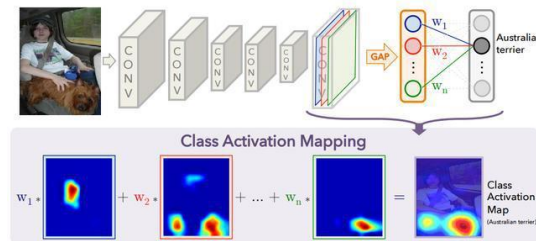
## 二、场景设计



## 二、场景设计



实时监控



智能分析



救助治疗



实时告警





# CONTENT 目录

第一部分

需求分析

第二部分

场景设计

第三部分

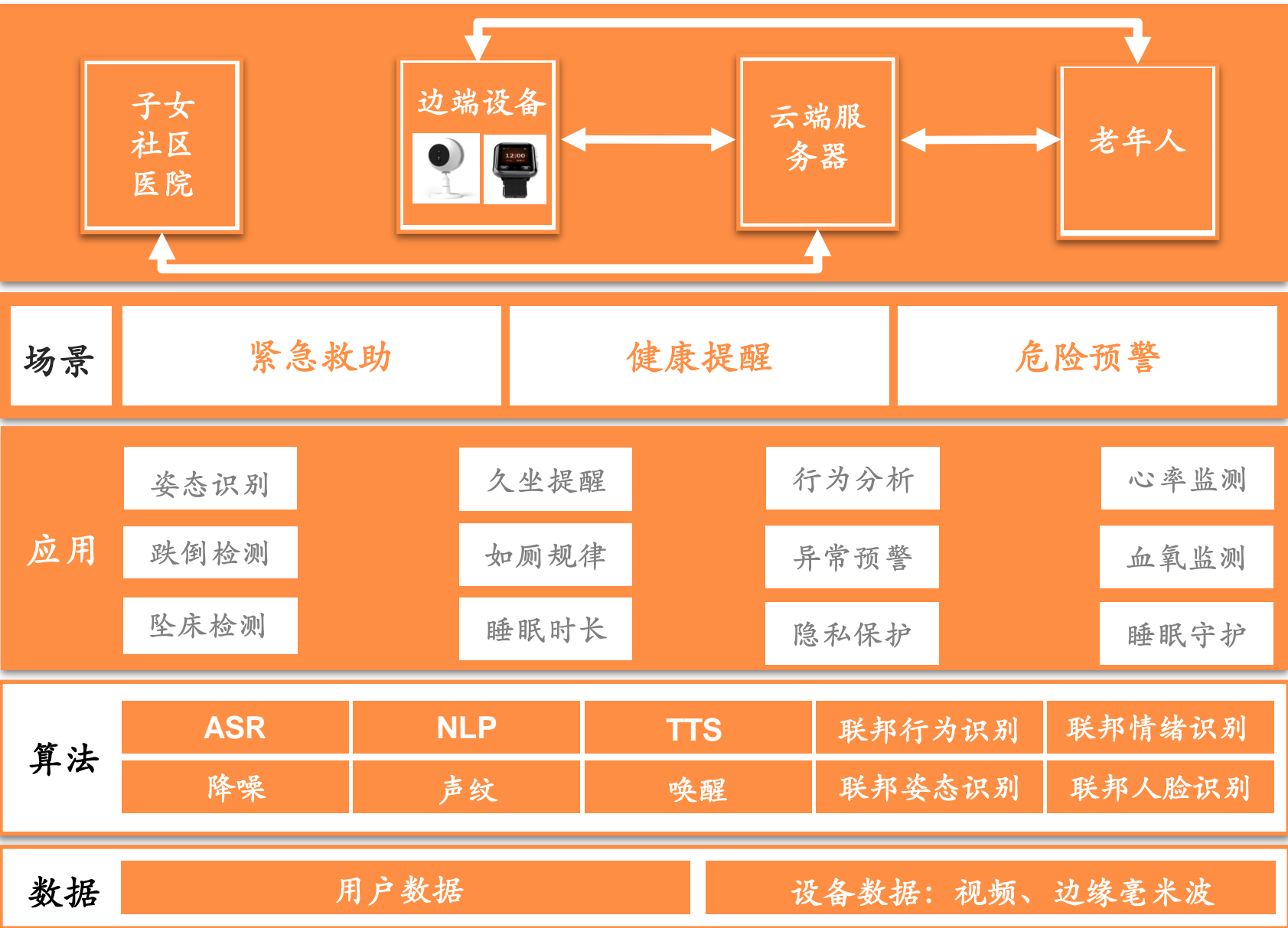
解决方案

第四部分

方案评价



三、解决方案——系统架构图



通过边端设备、云端服务器和用户进行联动，构建全方位安全监护系统：

体征异常监测：通过手环、睡眠垫等设备，监测血压、心率体征参数异常；

环境异常监测：使用各类传感器监测家庭火灾、漏水等环境异常；

行为异常监测：智能设备+AI技术识别生人入侵、摔倒等行为异常。

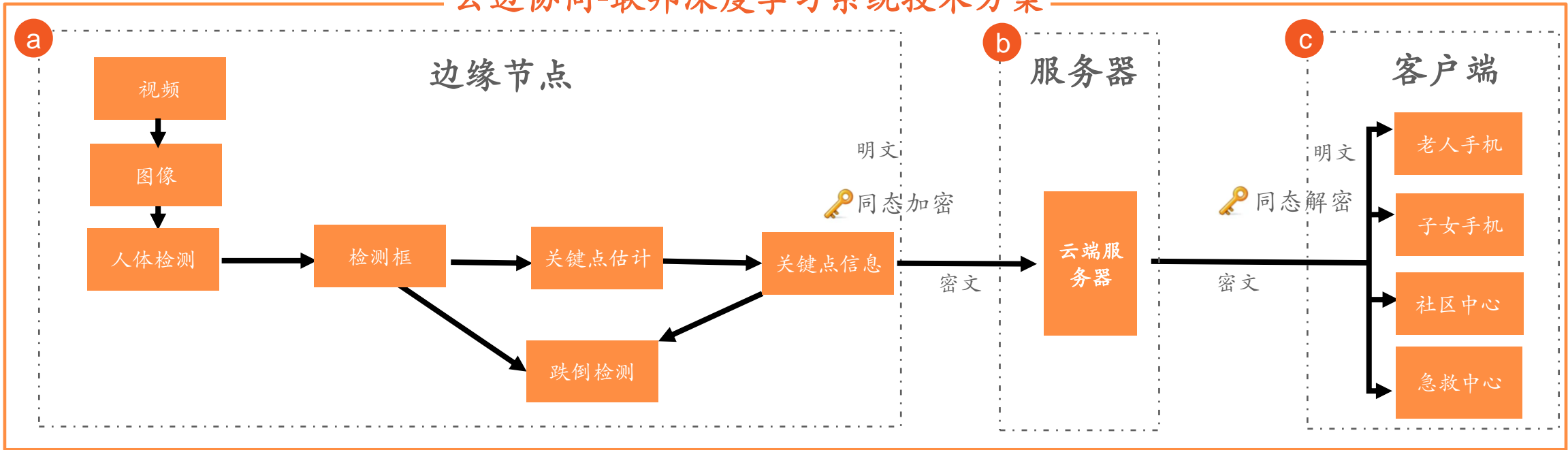
应用层：丰富的应用和服务，为解决痛点场景提供技能和内容支撑。

算法层：强大算法提供高并发、多模态密态训练与推理计算能力。

数据层：积累用户和设备数据，为智能系统不断进化，提供更好的个性化主动关怀提供坚实基础。

### 三、解决方案——技术方案

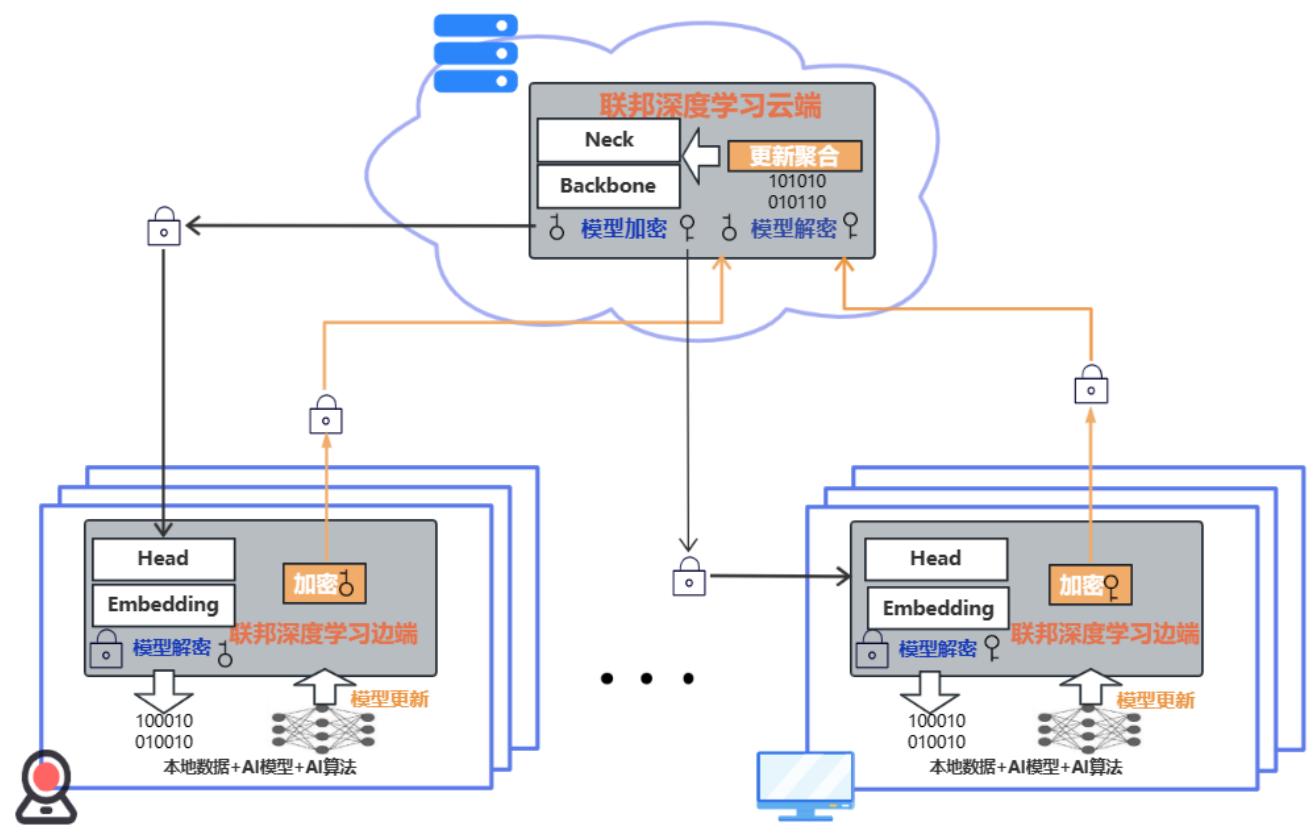
云边协同-联邦深度学习系统技术方案



- a.边缘节点对摄像头拍摄的视频截取图像关键帧进行人体检测确定人体区域；对人体检测框区域提取人体骨架信息，使用姿态检测算法检测老人跌倒，将明文数据进行同态加密后以密文的形式传递到服务器。
- b.服务器对采用加法同态加密后的数据进行联邦聚合，在密文的状态下进行计算，实现数据“可算不可见”，对所有参与方的中间参数进行加权聚合，得到更加准确的结果，按照策略去选择需要通知的客户端，并以密文的形式通信。
- c.客户端对接收到的密文信息进行私钥解密，得知明文数据，收到老人监控状态的情况。

### 三、解决方案——技术实现

#### CB-FLDL算法概述



通过联邦深度学习，提高边端判别精准度



在本方案中，将问题简化为识别视频中人物的站立或者卧倒状态，当家里老人发生状态转变时实时告警，通知相关人员。通过打标8000张图片，识别准确率在90%以上

在端云场景中，CB-FLDL算法被切割为4个子网络，前级子网络Embedding和末级子网络Head部署在参与方A边端网络内，Backbone、Neck子网络部署在参与方B云端网络域内。

$$L_{C1oU} = 1 - \text{IoU} + \frac{\rho^2(b, b^{gt})}{c^2} + \alpha v$$
$$L_{G1oU} = 1 - \text{IoU} + \frac{|C - B \cup B^{gt}|}{|C|}$$

参与方A和B交换的是特征张量和梯度张量，在交换过程中采用隐私安全机制和加密算法进行处理

# 三、解决方案——功能流程

## 功能流程设计



## 关键功能介绍

- 1 采集图片集**  
定时采集图片集合（按分钟级别），为图片人像定位提供数据源。
- 2 图片人像定位**  
根据提供的图片集合，采用**联邦行为识别算法**，识别图片中的人像定位，进行人像位置确认，生成人像图片集合。
- 3 人像表情匹配**  
根据提供的人像图片集合，采用**联邦情绪识别算法**，对老人的表情、动作进行匹配，识别出特殊的表情及动作。
- 4 智能实时告警**  
当识别出老人异常表情或异常动作时，辅助系统发出实时告警，通过电话、短信、微信等手段，通知家属、医院、护工等，对老人开展配套实时救援处理。
- 5 健康管理可视化**  
按时间分类老人出现问题的频率，结合相关健康信息，做老人的身体健康智能评估预测。
- 6 模型标注与训练**  
对图片人像定位算法、人像匹配算法等模型进行训练、标注管理，对模型精准度监控管理。

## 三、解决方案——面向紧急救助的案例验证

### 核心功能：意外发生时紧急救助——以跌倒监测为例

1

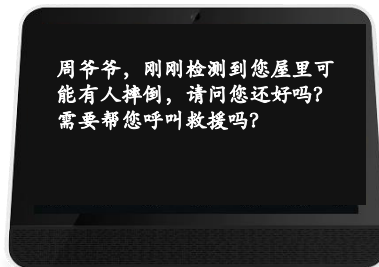
#### 意外降临



1. 这是周爷爷退休后普通的一天，老伴出去买菜了，周爷爷走向卫生间准备洗漱，却突然脚下一滑摔**跌倒**在客厅
2. 这一切都被老年人居家安全AI监护系统看在眼里，它通过联邦**姿态识别算法**，敏锐的判断出，周爷爷摔倒了，需要帮助

2

#### 快速救援



1. 智能终端启动**紧急救助流程**，开始**语音询问**周爷爷状况及是否需要帮助
2. 智能终端根据周爷爷的反馈将求助需求发送给**120及平安服务人员**，同时通知周爷爷的子女

3

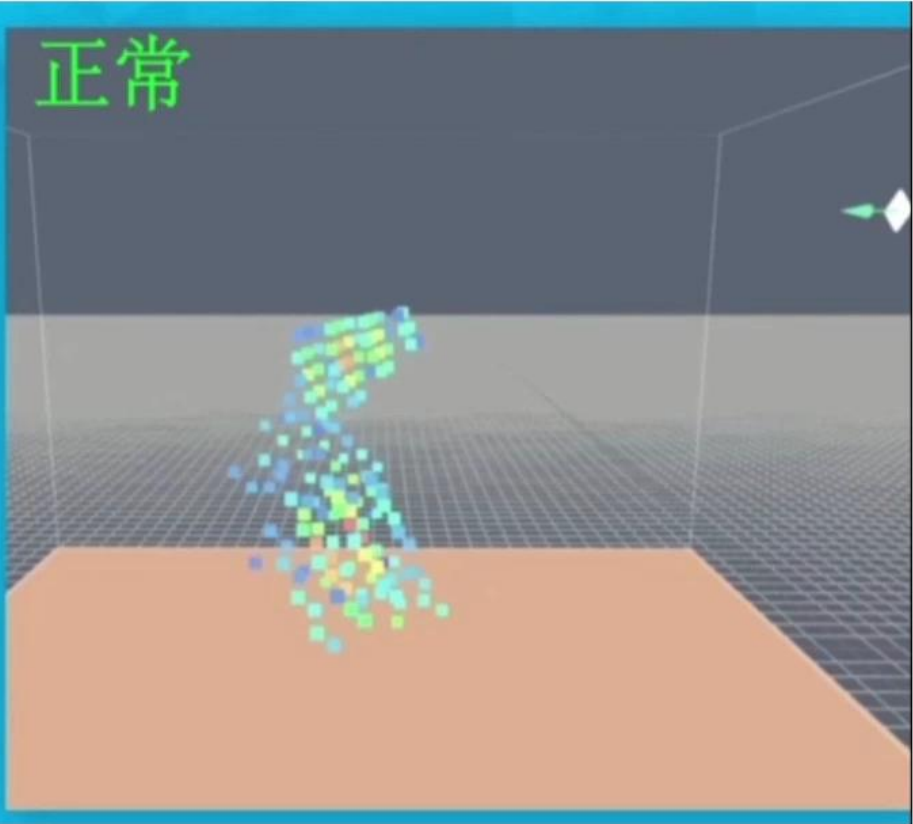
#### 救援完成



1. 救援人员赶到，将周爷爷送往医院
2. 系统生成了意外日志，标注了周爷爷**摔倒的时间，地点，以及相关视频**。下一次智能系统会对该地点进行更密切的关注



# Demo演示——面向居家养老的云边协同—联邦深度学习系统功能



本系统采用CB-FLDL关键技术，实现面向用户的个人隐私保护





# CONTENT 目录

第一部分

需求分析

第二部分

场景设计

第三部分

解决方案

第四部分

方案评价

# 四、方案评价——系统亮点

3重风险识别模型

30分钟内完成救助

减少30%意外发生率

## 预警中心



- 1.异常告警:  
系统将提醒监管人员针对突发预警信息进行核实与应急处置
- 2.边缘视频分析:  
系统可以获取边缘视频设备 AI 分析的预警图片及告警信息
- 3.边缘毫米波及生理信号监测:  
系统可以获取边缘毫米波设备和可穿戴设备的告警信息

## 应急响应中心



- 3级响应机制
- 子女
  - 社区
  - 医院

## 子女移动端



微信小程序或APP  
进行预警信息通知



## 四、方案评价——业务价值

以多重智能防护实现 全时段、全空间、  
多维度智能感知和预警

面向居家养老的云边协同-联邦  
深度学习系统

为父母提供 “最安全、最智能、最专业”  
的安全监护



### 多重防护全时段全空间保障

#### 全空间防护

- 客厅基于联邦图像识别、卧室卫生间基于联邦毫米波感知覆盖室内场景

#### 全时段防护

- 7x24小时全时段工作，秒级响应



### 多维度智能化提升用户体验

#### 自动感知

- 基于多种识别感知技术的系统通过数据采集和分析自动判定风险和预警

#### 多重验证

- 云端服务器结合三种感知系统和算法分析进行预警验证，降低误报风险



### 联邦深度学习打造专业防护

#### 云边端服务协同

- 将云端能力下放到靠近设备的边缘节点，减少延迟

#### 个性化日志

- 针对每一位老人突发情况，动态调整模型精确度

#### 尊重个人隐私

- 通过隐私匿踪和同态加密等技术，保障数据不泄露

谢谢!