



AI+IoT全方位监控

智慧保护区

—— 浙江大学·万物AI团队 ——

张非非 张学谦 梁景雄
王敏敏 李浩亮

- 人员行为管控

- 动物行为监测

- 巡视应急求救难

- 巡视记录监督难

- 数据整理分析难

- 社会公众参与难



人员行为管控



动物行为监测



巡护应急求救



巡护行为监督



数据存储分析



社会公众参与

Idea 01 AI+IoT [设备+云]

保护区全方位智慧监控
AI双模 云检测+边缘计算

Idea 02 巡护APP手机终端

一键应急报警
照片加载GPS信息

Idea 03 基于数据的应用开发

WEB-GIS 数据展示
众筹领养保护区AI摄像头小程序

智慧保护区监控需求及目标要求



人员行为管控

目的：及时发现人为干扰



动物行为监测

目的：准确统计动物实体、痕迹

要求

及时发现人员目标并智能报警
准确发现各类动物目标并提示
可**全天候**(不分白天、黑夜)
复杂条件下(云雾、下雪)运行

分析

1.及时发现并识别人员动物实体进而
高效展开驱逐入侵人员及救护动物工
作是首要目标！
即**实时性**和**高识别率**是首要设计目标
2.准确捕捉目标细节更便于数据后处
理分析，
即**同时也要有细节捕捉能力**。

传统监控不足及改进方向

1 可见光摄像头监控

严重依赖光照条件

在夜晚、山雾、雨雪、逆光、阴影等弱光、能见度低等环境条件下，捕捉目标能力下降甚至丧失。

严重依赖人的操作

必须配备1-2名人员全天候守候监控画面，监控效果及时性、准确性受人为因素制约，同时人力成本提升。

非结构化数据不便于后续数据分析

仅有图片形式非结构化数据输出，而后续数据挖掘分析所需结构化数据则严重依赖工作人员进行大量数据梳理工作。

数据传输通讯难

目前红外触发打猎相机依靠人力巡视带回存储卡的方式传输数据，而传统网络布线方式不适用与野外山区。



被动红外热成像采集



AI图像目标识别算法



AI模型输出结构化数据



4G IoT无线传输

2 红外触发打猎相机





在浓烟中发现隐藏的伤员

Idea 01

AI+IoT [AI边缘计算+AI云检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统



1.相比普通主动红外夜视相机，红外热成像可视范围更广
目标难以伪装隐藏。



2.相比可见光相机，红外热成像穿透性更强，
可在烟雾等复杂环境下准确捕捉目标。



3.夜晚远距离场景依然能够捕捉目标，
不受人的视觉局限，发现目标距离远。

Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

智慧监控新模式-红外热成像智能识别

红外线普遍存在于自然界中，任何温度高于绝对零度(-273.16℃)物体都会发出红外线比如冰；且红外在大气中穿透性好。我们采用红外传感器波段为8-14μm。

优势

适用弱光场景

不受视觉局限

辨别伪装目标

误报警率低

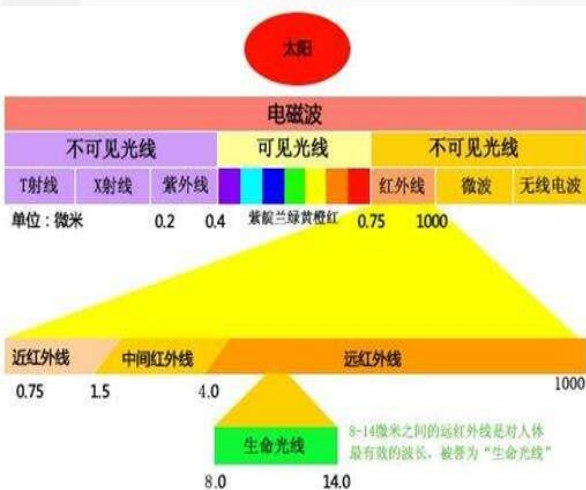
不足

热成像传感器成本高

丢失大量可见光画面细节

分辨率低，可视范围较小

数据集稀少，需自行采集制作



智慧保护区监控系统技术路线

AI边缘计算模式

外界目标：人、熊猫、猴、羚牛、火情

采集设备：红外热成像传感

运算设备：树莓派+ **AI** 目标检测算法

边缘计算：VPU视频推理加速单元

通讯模组：4G IoT

云服务：智慧云Paas服务平台

及时发现并识别目标

AI云检测模式

外界目标：人、熊猫、猴、羚牛。。。

采集设备：红外触发可见光打猎相机

控制单元：STM32控制器+太阳能板控制器+太阳能板+锂电池组

通讯模组：4G IoT

云检测：调用 **AI** 接口处理图像

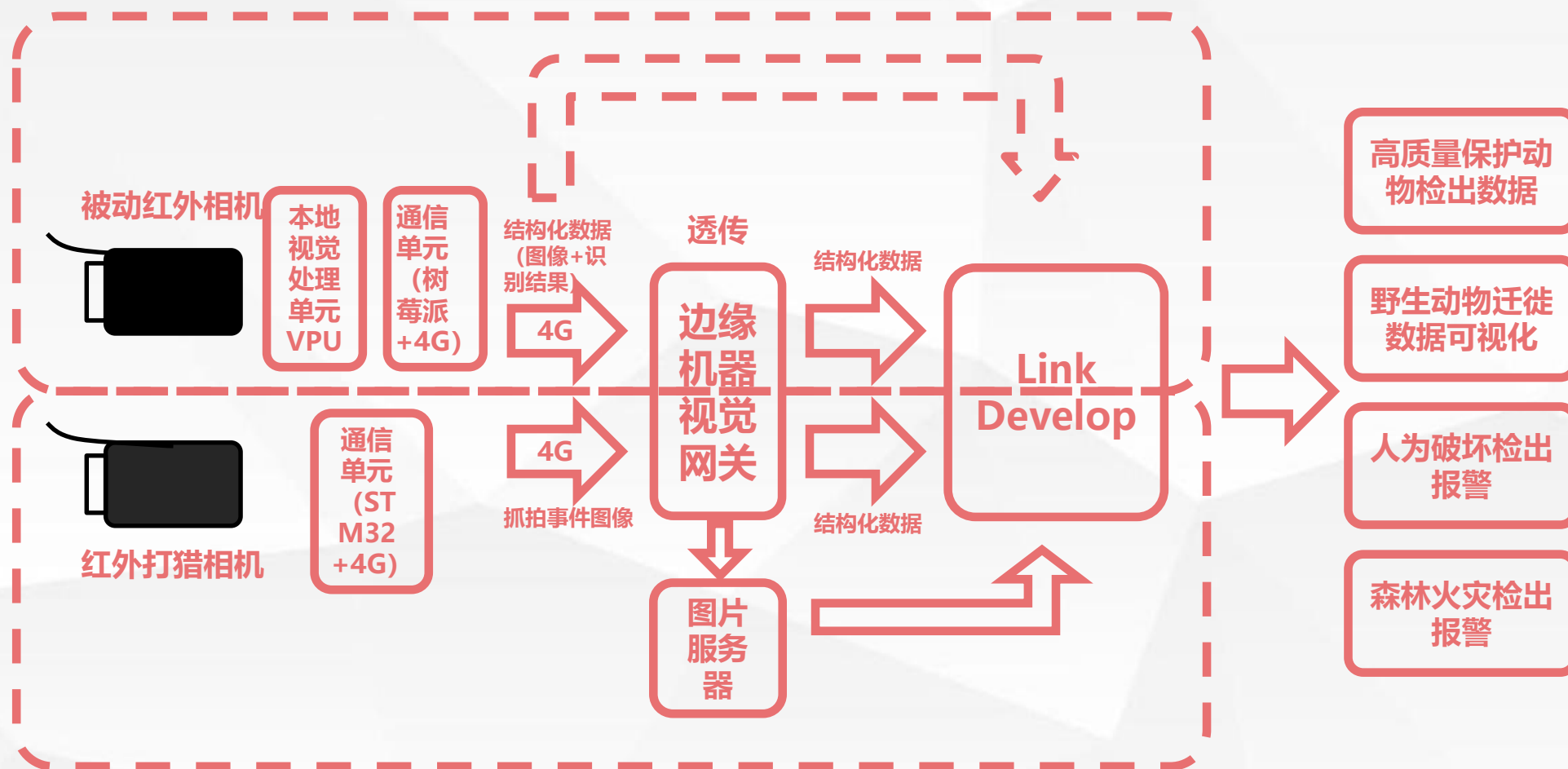
云服务：智慧云Paas服务平台

准确捕捉目标细节

Idea 01

AI+IoT [AI边缘计算+AI云检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

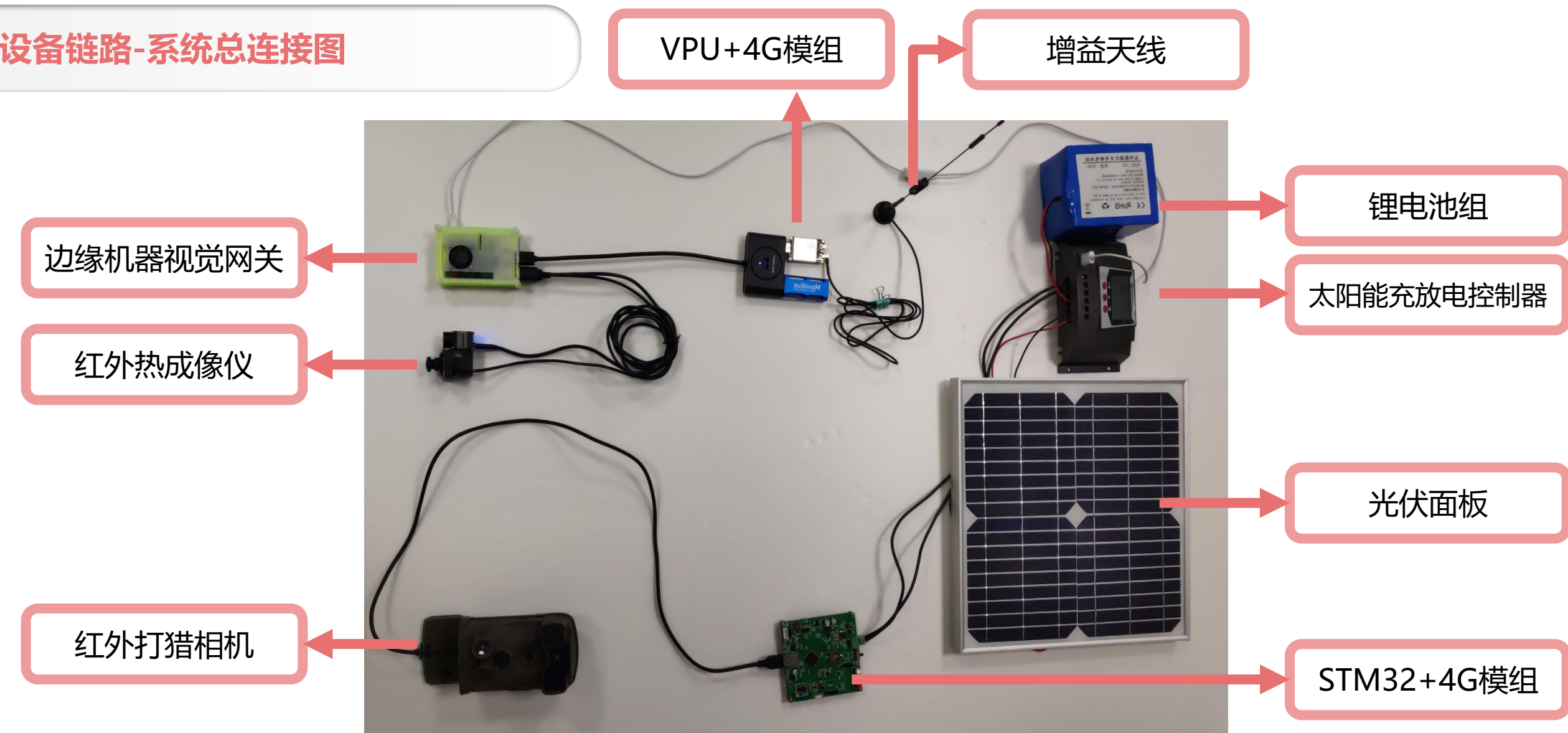
智慧保护区监控系统技术架构



Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

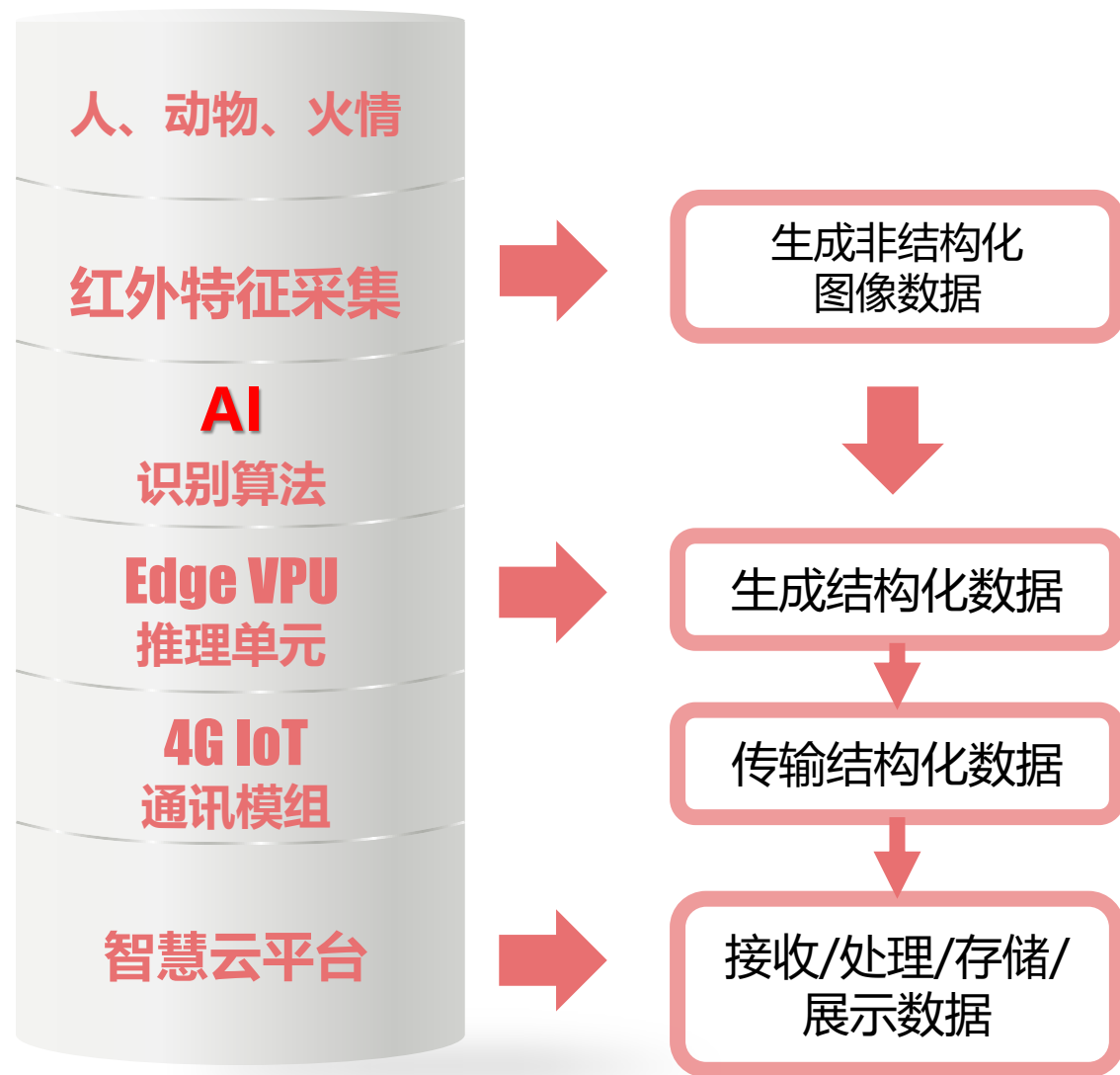
设备链路-系统总连接图



Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

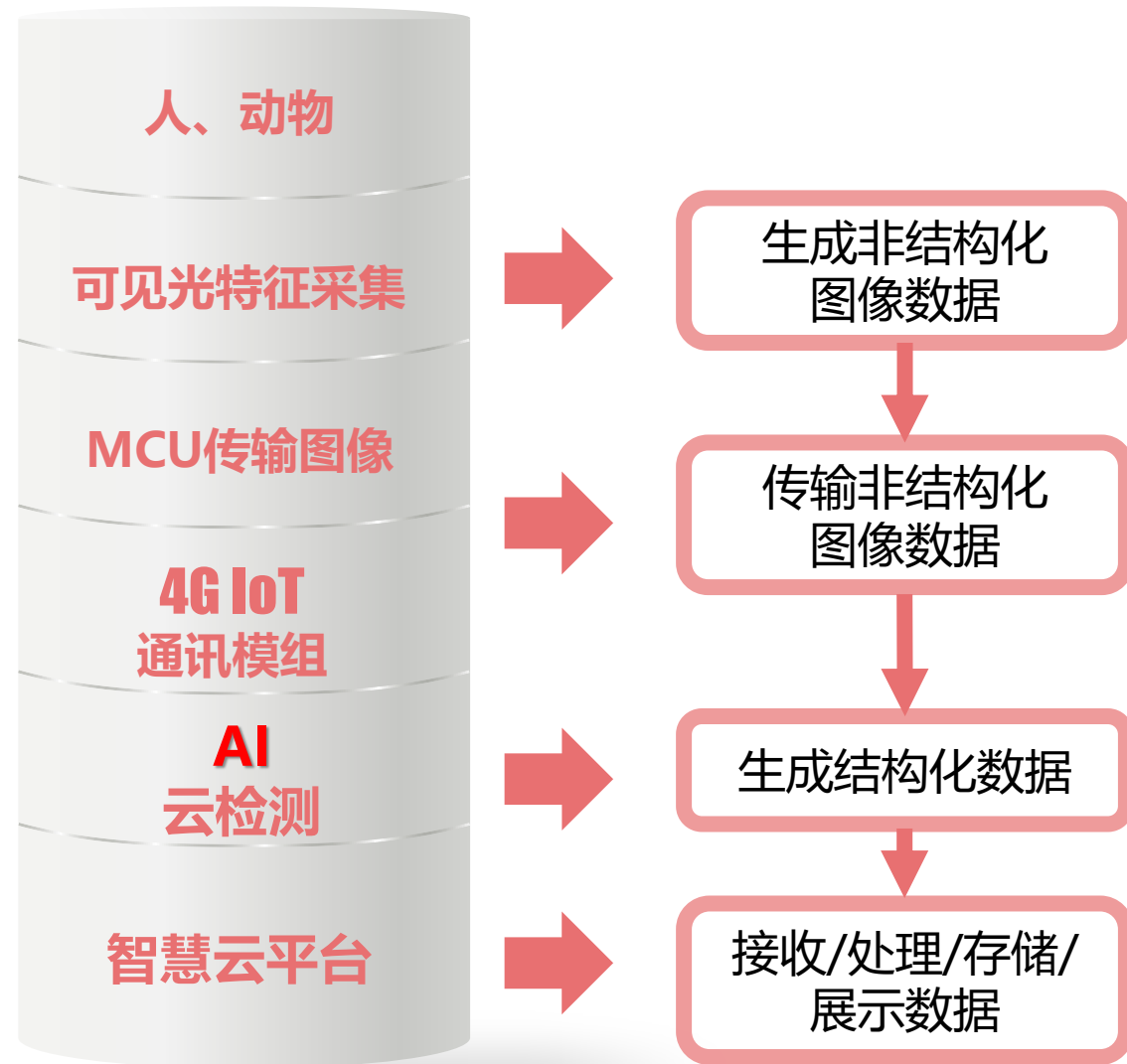
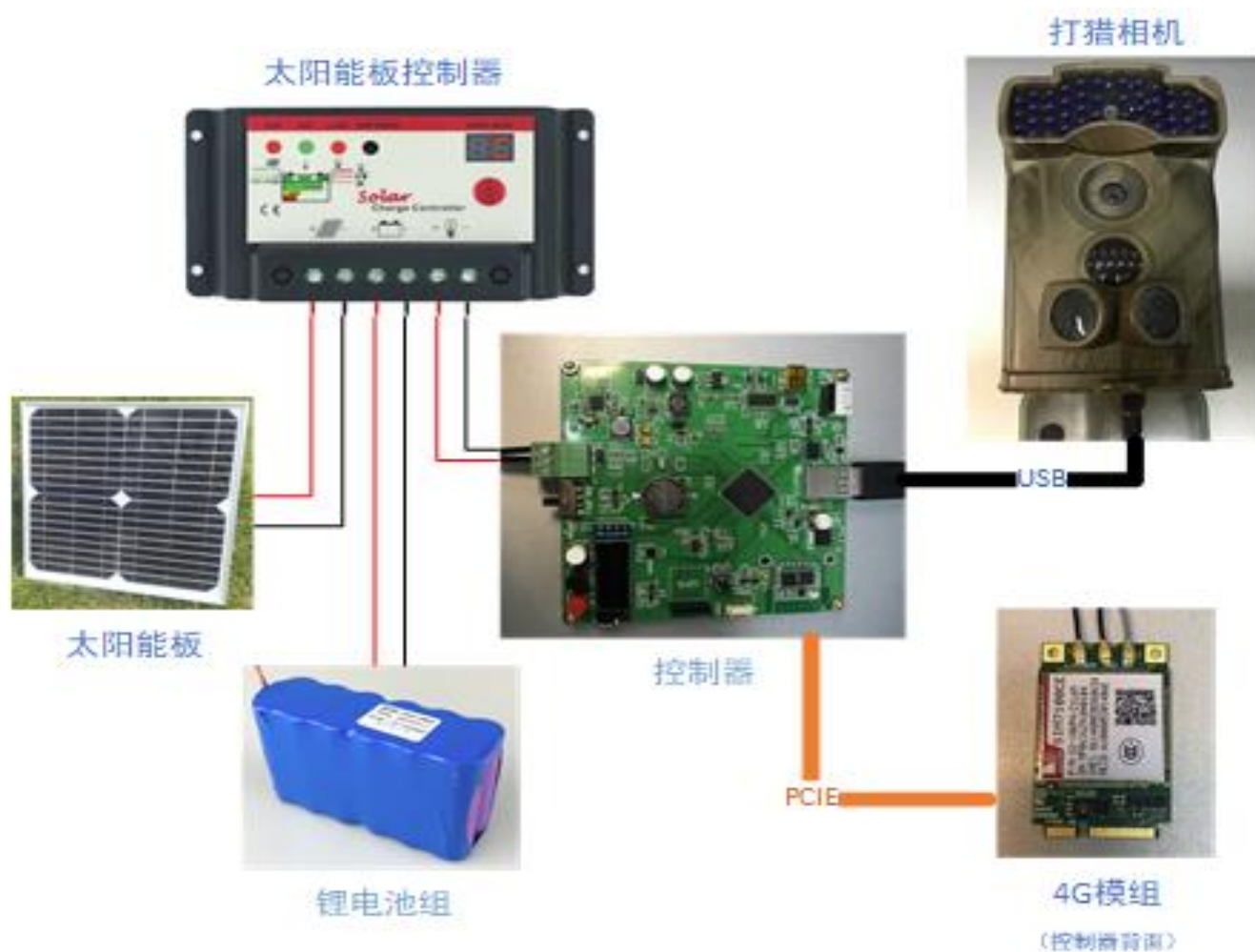
设备链路-红外热成像AI边缘计算实现



Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

设备链路-红外触发打猎相机IoT升级

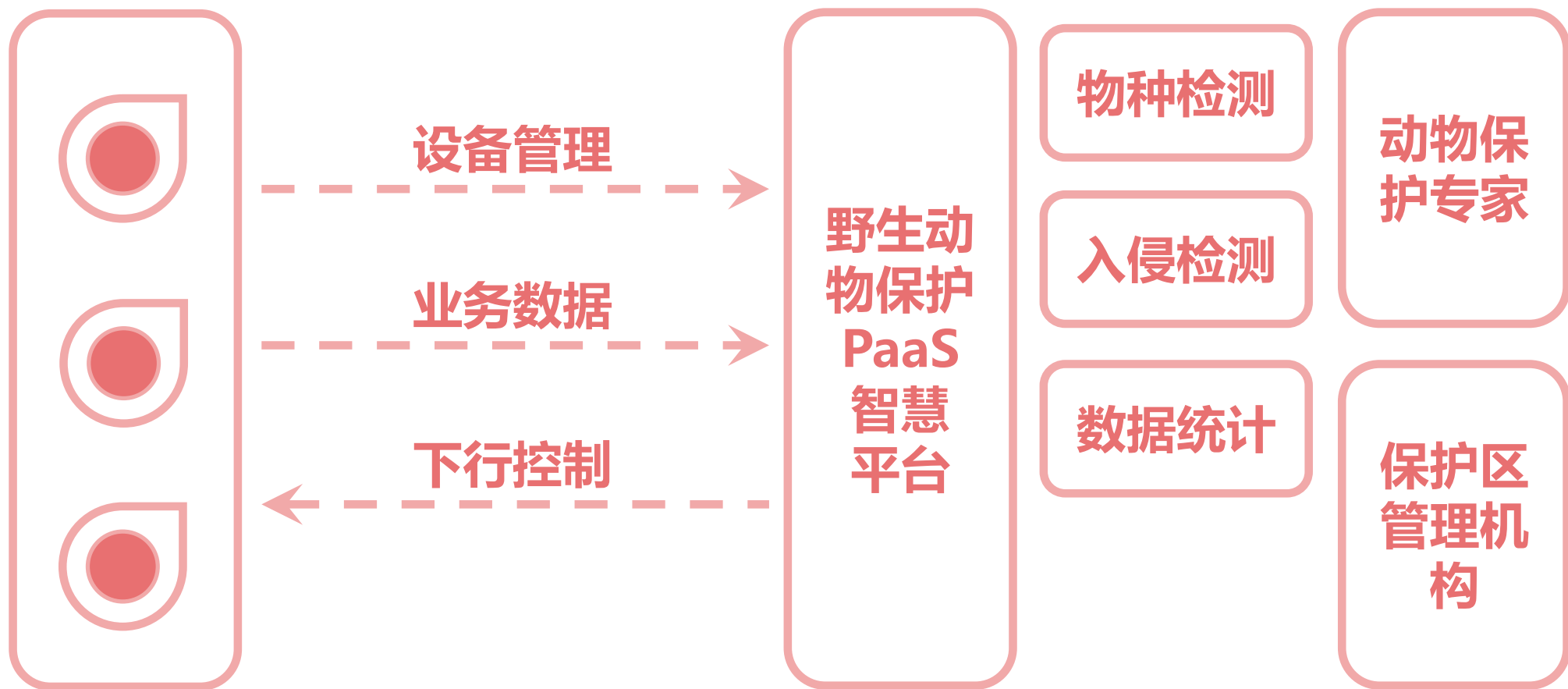


Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

智慧云保护区系统功能架构

基于阿里云IoT Link Develop平台全栈开发与运维

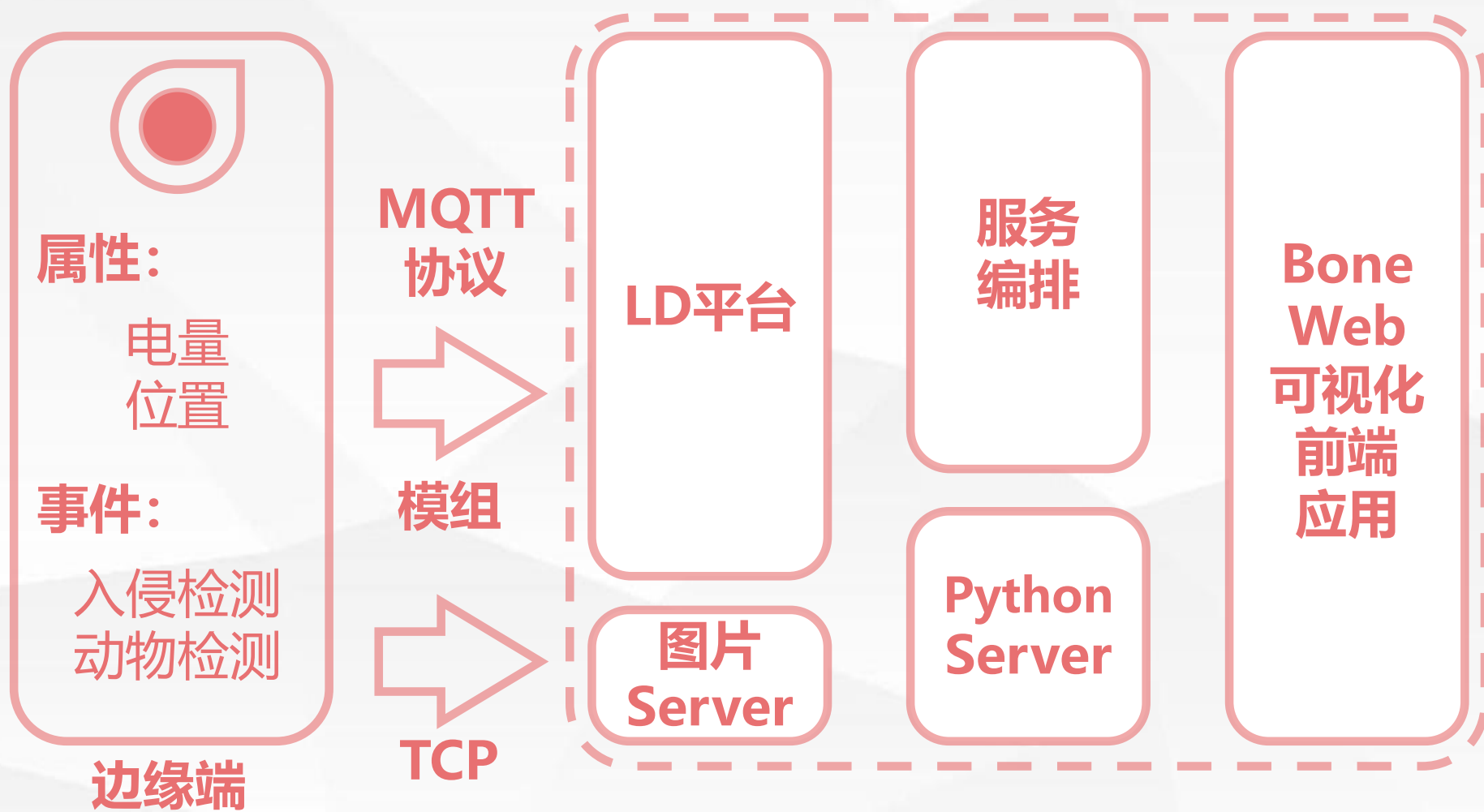


Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

智慧云保护区系统系统架构

基于阿里云IoT Link Develop平台全栈开发与运维

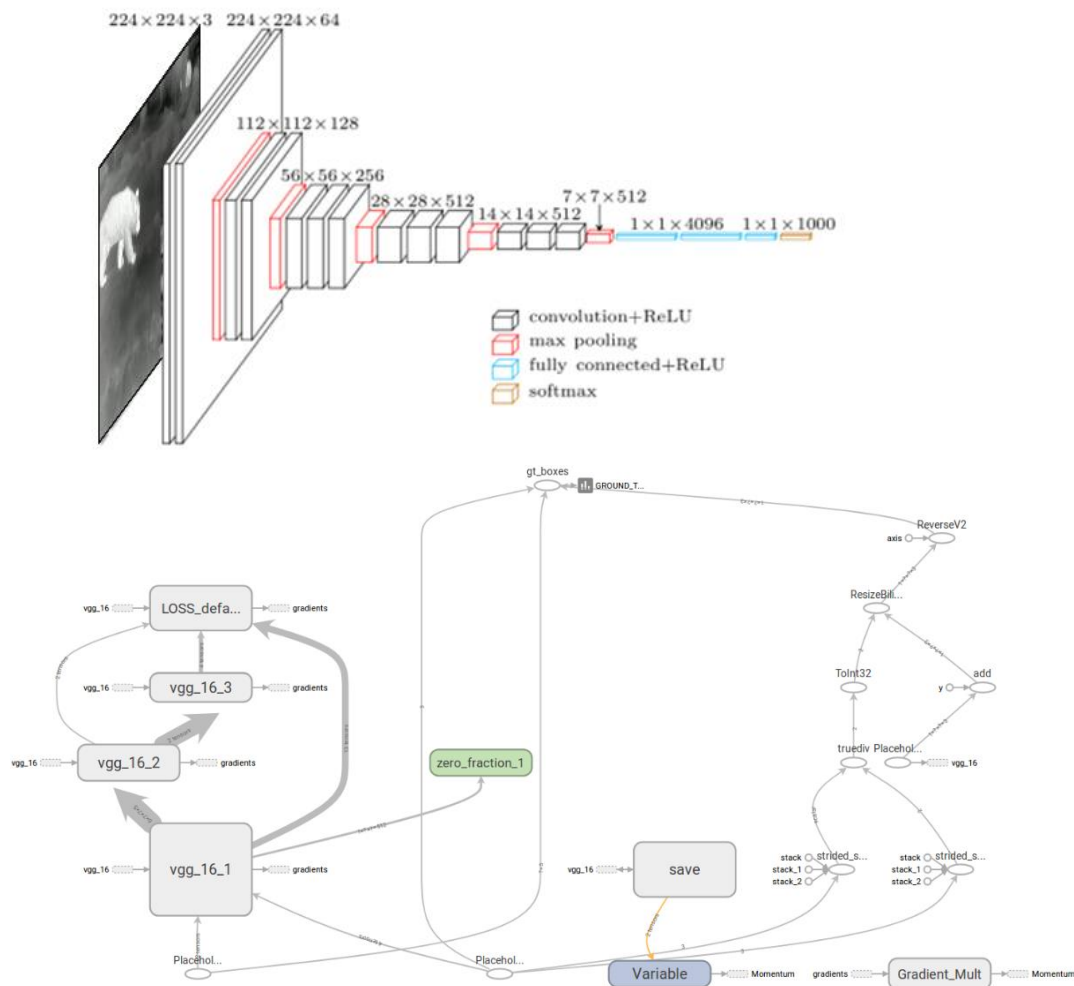


Idea 01

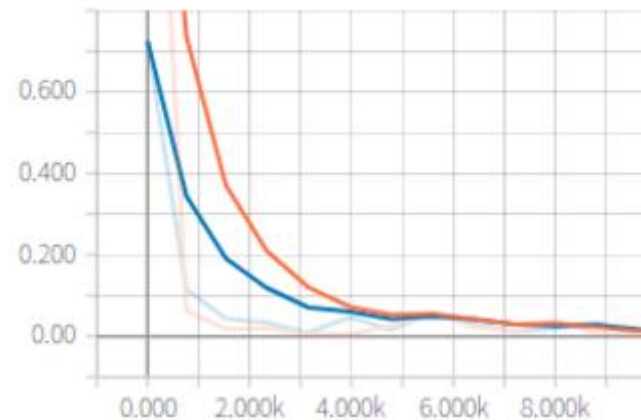
AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

红外热成像AI模型训练-模型结构

Aninf-net: Animal Infared net model
基于Faster-Rcnn定制红外动物目标识别神经网络模型

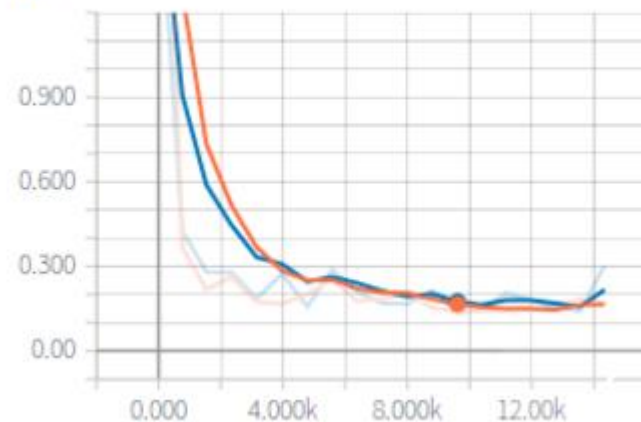


cross_entropy



识别速度:
0.08s/f, 13fps
满足实时识别要求。

total_loss



模型精度:
目前本模型的mAP已达到了0.80, 将随着数据集的扩充而进一步提高。
训练(红)、验证(蓝)总损失 (total loss) 最后均收敛至0.13。

红外热成像AI模型训练-数据集准备

1 自建动物红外数据集

Aninf-net: Animal Infared net model

基于Faster-Rcnn定制红外动物目标识别神经网络模型

红外数据集稀少匮乏，为确保数据准确性和模型适用性，我们多次赴杭州野生动物园采集素材共计30000余张，手动标注其中1000余张。

2 DIY双路采集系统

考虑到可见光模型训练以及后续效果对比需要，我们DIY了可见光摄像头及热成像仪双路采集系统，通过surf算子实现画面配准，为扩展训练模型打下基础。

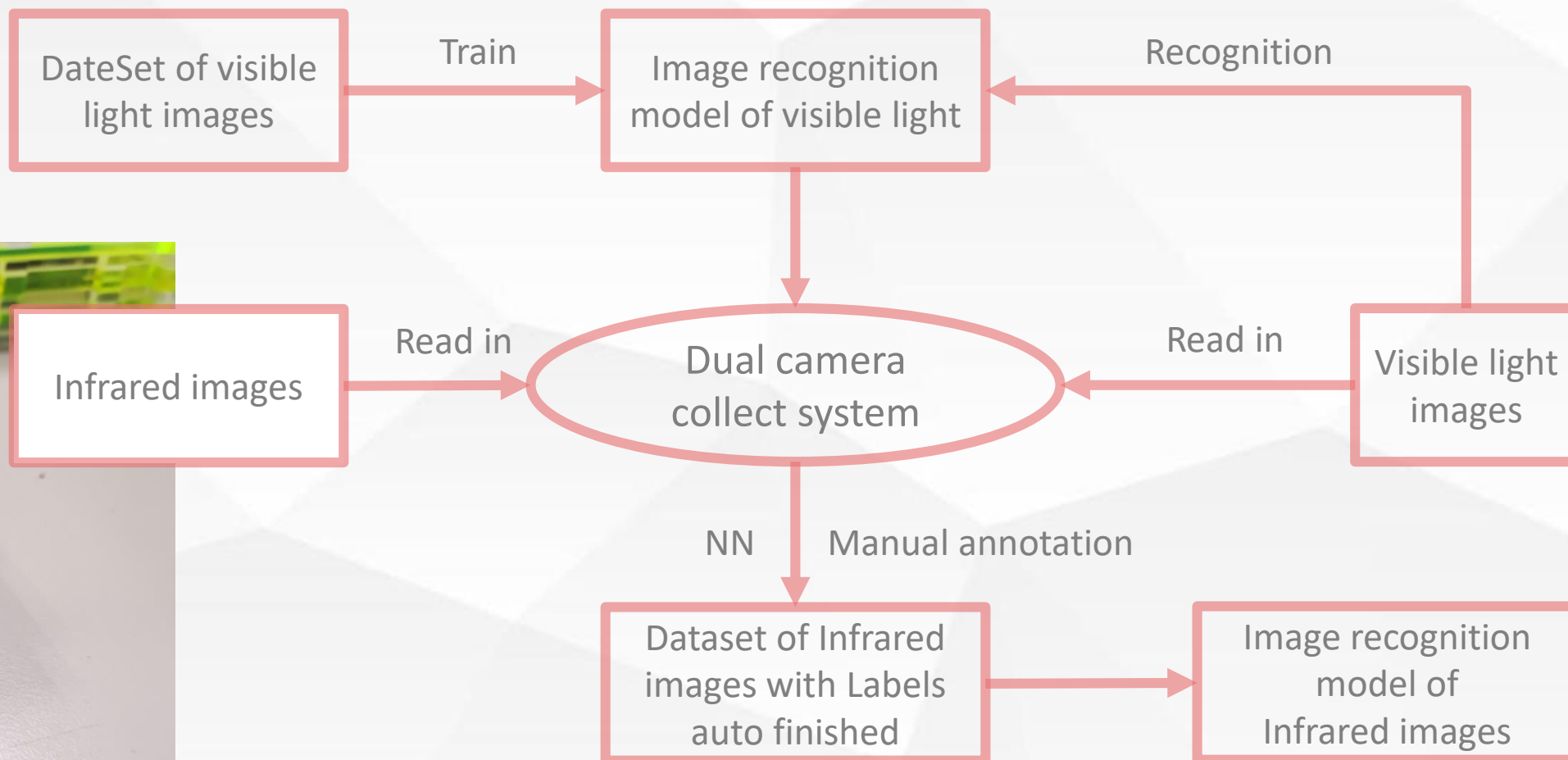
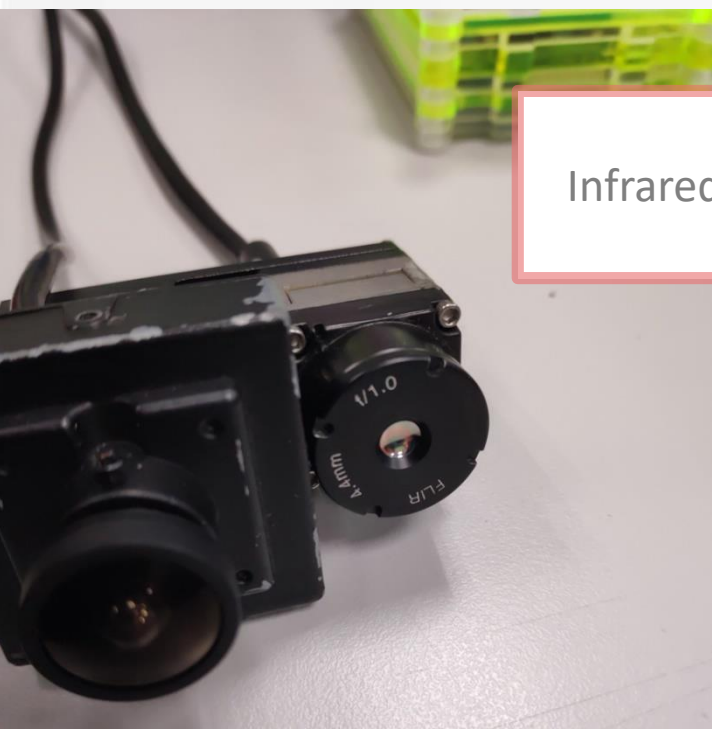
3 自制更适用物种标注工具

根据动物物种标注的特定场景需求自制了标注工具，可以快速批量标注同类物种，可以同步标注红外热图及可见光图相同画面目标坐标，大大提升标注工作效率。

Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

红外热成像AI模型训练-DIY双路采集



Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

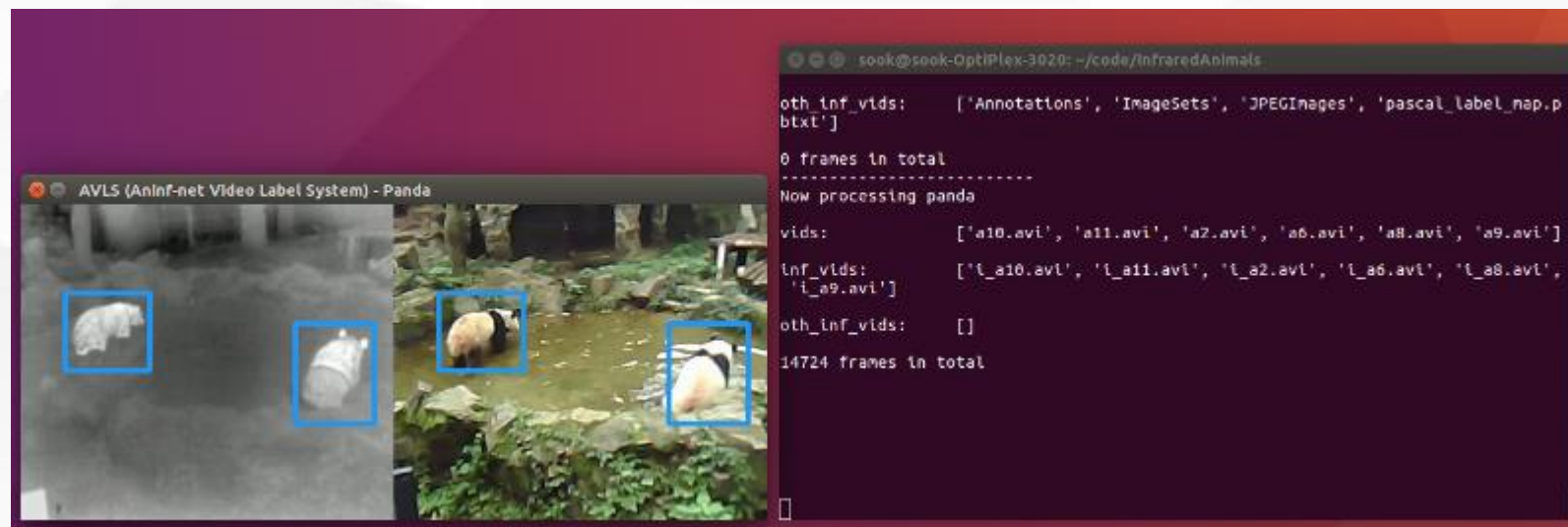
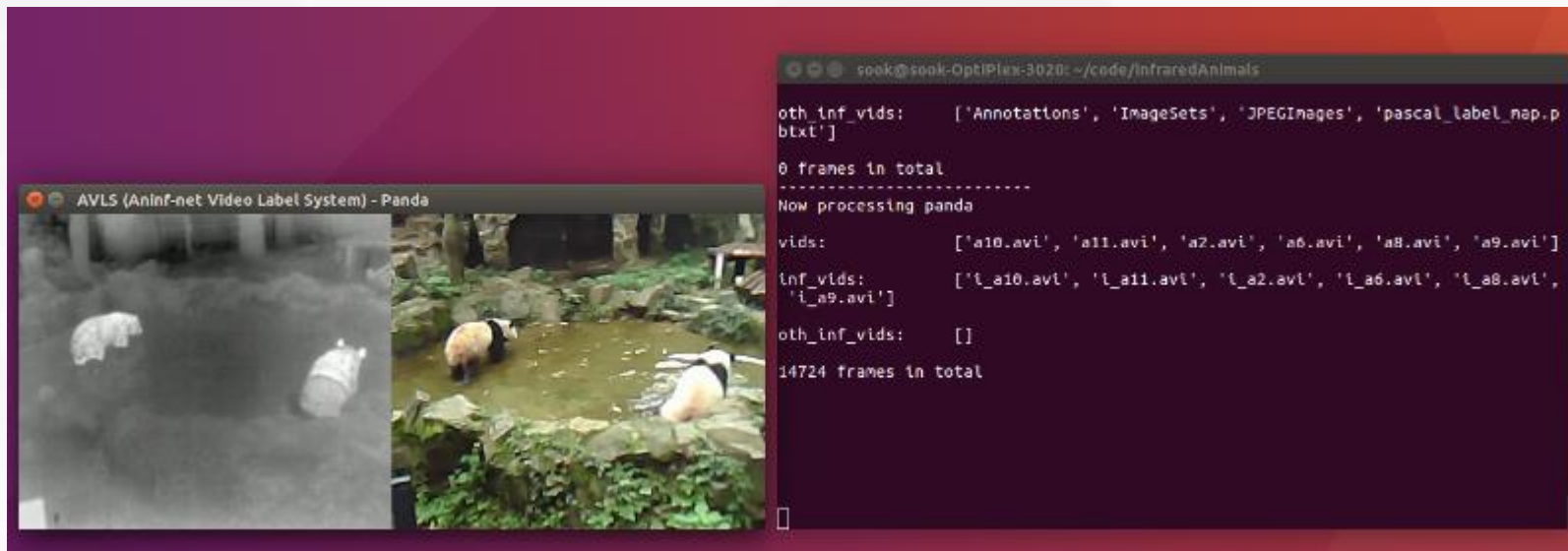
红外热成像AI模型训练-自制标注工具

AVLS

Aninf-net Video Label System
针对动物物种标注工作定制工具

特点:

- 1.物种分类事先按目录分好，标注时只需框选目标即可。
2. 红外热图标注同时自动对可见光进行标注。



Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

红外热成像AI模型效果-熊猫对比展示

基于红外热成像及设备边缘计算的AI目标识别实现



可见光



红外热成像



红外热成像AI识别

Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

红外热成像AI模型效果-狮子对比展示

基于红外热成像及设备边缘计算的AI目标识别实现



可见光



红外热成像



红外热成像AI识别

Idea 01

AI+IoT [设备边缘计算+云在线检测]双模式 保护区全方位智慧监控系统

红外热成像AI模型效果-猴子对比展示

基于红外热成像及设备边缘计算的AI目标识别实现



可见光



红外热成像



红外热成像AI识别

红外热成像AI模型效果-视频演示

基于红外热成像及设备边缘计算的AI目标识别实现

动物识别效果:

https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjE2NDkwNA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5!2~A

行人识别效果:

https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjE3MDg4MA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5!3~A

IoT传输演示:

https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjYwNzI2MA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5~A

播放密码:

21724032

目前可识别熊猫、猴子、狮子和人，其它物种以及火情智能识别可继续训练分类模型
(受限于物种的红外数据集稀少，可在后期继续采集训练工作)

需求分析



巡护应急求救
一键应急报警功能



巡护行为监督
照片写存GPS信息

To be continued...

Idea 03 基于Ali-LinkDevelop平台的数据应用开发

需求分析



数据存储分析



社会公众参与

01

添加标题

02

添加标题

03

添加标题

04

添加标题

Idea 03 基于Ali-LinkDevelop平台的数据应用开发

需求分析-数据流程结构



数据存储分析

WEB-GIS 数据展示

数据源1 热成像AI识别实时上报

数据源2 打猎相机触发实时上报

数据源3 巡视APP终端采集上报

未确认

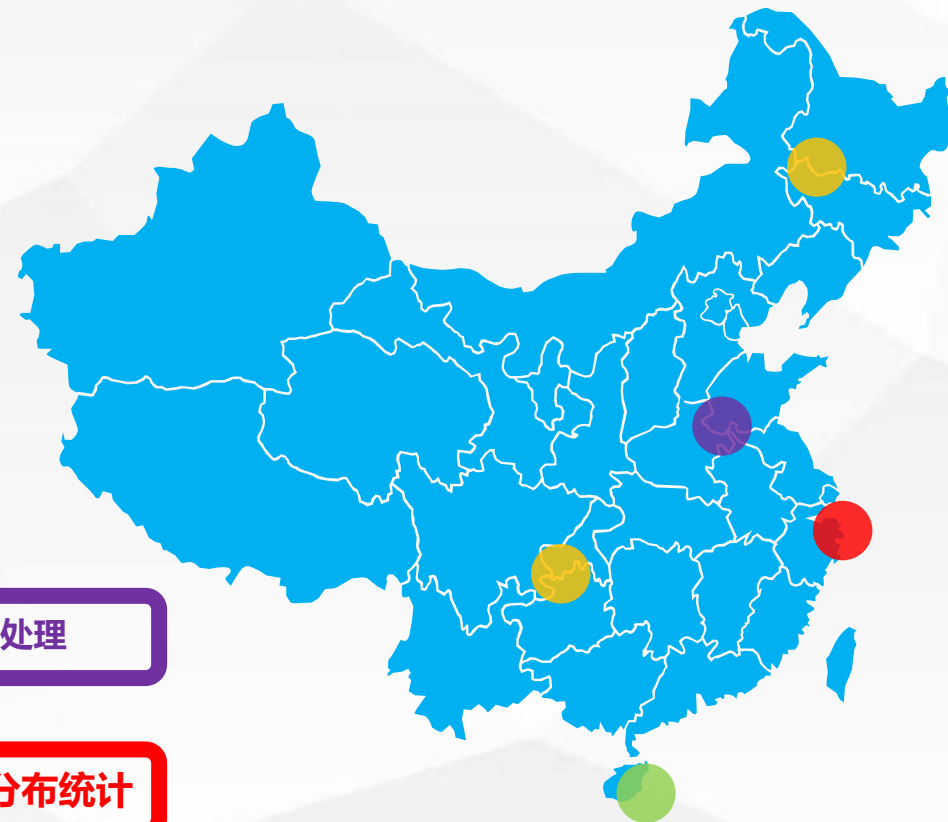
GIS-1 云平台实时处理

确
认

GIS-2 人为干扰分布统计

GIS-3 动物实体分布统计

GIS-4 动物痕迹分布统计



Idea 03 基于Ali-LinkDevelop平台的数据应用开发

需求分析-数据关键字段



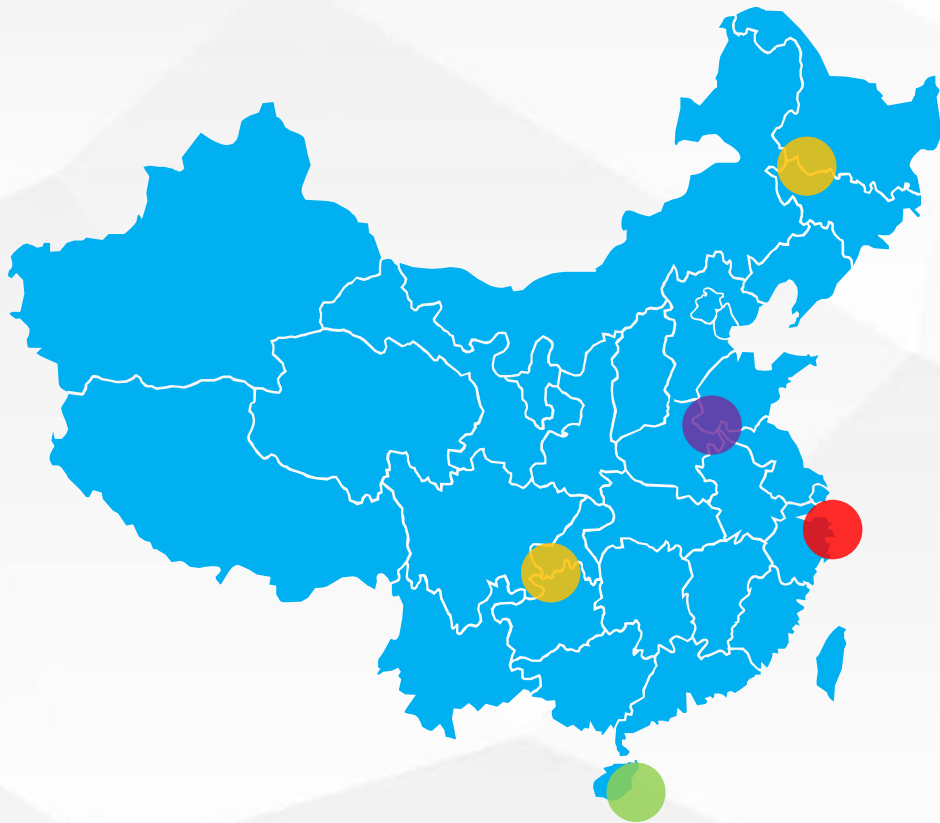
数据存储分析

WEB-GIS 数据展示

1	人为干扰表
(1)	事件ID
(2)	事件来源
(3)	小地名
(4)	GPS点编号
(5)	时间
(6)	类型编号
(7)	经度
(8)	纬度
(9)	现场违法图片
(10)	事件类别
(11)	违法人员姓名
(12)	村/屯
(13)	处理结果
(14)	处理详情
(15)	备注

2	动物实体表
(1)	事件ID
(2)	事件来源
(3)	种类
(4)	数量
(5)	行为
(6)	时间
(7)	经度
(8)	纬度
(9)	GPS点编号
(10)	动物照片

3	动物痕迹表
(1)	种类
(2)	陈旧
(3)	痕迹照片
(4)	经度
(5)	纬度
(6)	GPS点编号
(7)	小地名
(8)	生境

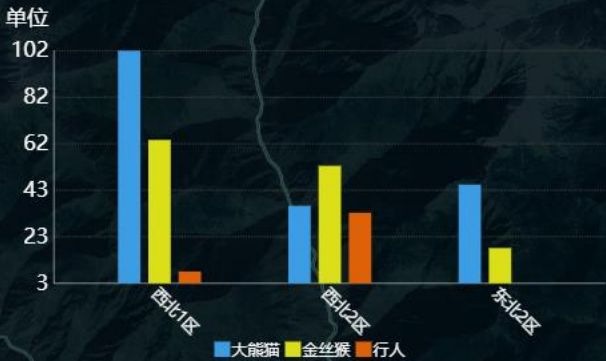




检出事件

	地区编号	检出结果	时间
❶	西北三区	大熊猫	07-30 11:11:23
❷	西北二区	大熊猫	07-30 11:11:13
❸	东北三区	金丝猴	07-30 09:11:23
❹	西北三区	行人	07-30 11:11:23
❺	东南四区	金丝猴	07-30 11:11:23
❻	西北三区	行人	07-30 11:11:23
❼	西北三区	大熊猫	07-30 11:11:23
❽	西北二区	大熊猫	07-30 11:11:13
❾	东北三区	金丝猴	07-30 09:11:23
❿	西北三区	行人	07-30 11:11:23
⓫	东南四区	金丝猴	07-30 11:11:23
⓬	西北三区	行人	07-30 11:11:23

检出事件分布



主动红外设备数量

1,039台

被动红外设备数量

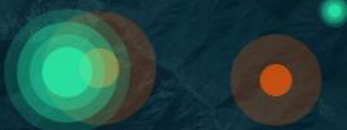
128台

今日检出事件

203件

今日检出人为报警

64件



Idea 03 基于Ali-LinkDevelop平台的数据应用开发

提高公众参与度解决方案

众筹领养保护区AI摄像头小程序



基于支付宝平台开发面向开放用户群体的“保卫熊猫”小程序应用：

应用总体思路：每位支付宝用户都可以在应用内认购领养多个拟人化的AI摄像头(如昵称为“保保”)，当领养的“保保”拍摄到熊猫、猴子、人、火情等目标时给予领养人不同级别奖励(收益或者积分奖励形式)的互动模式。

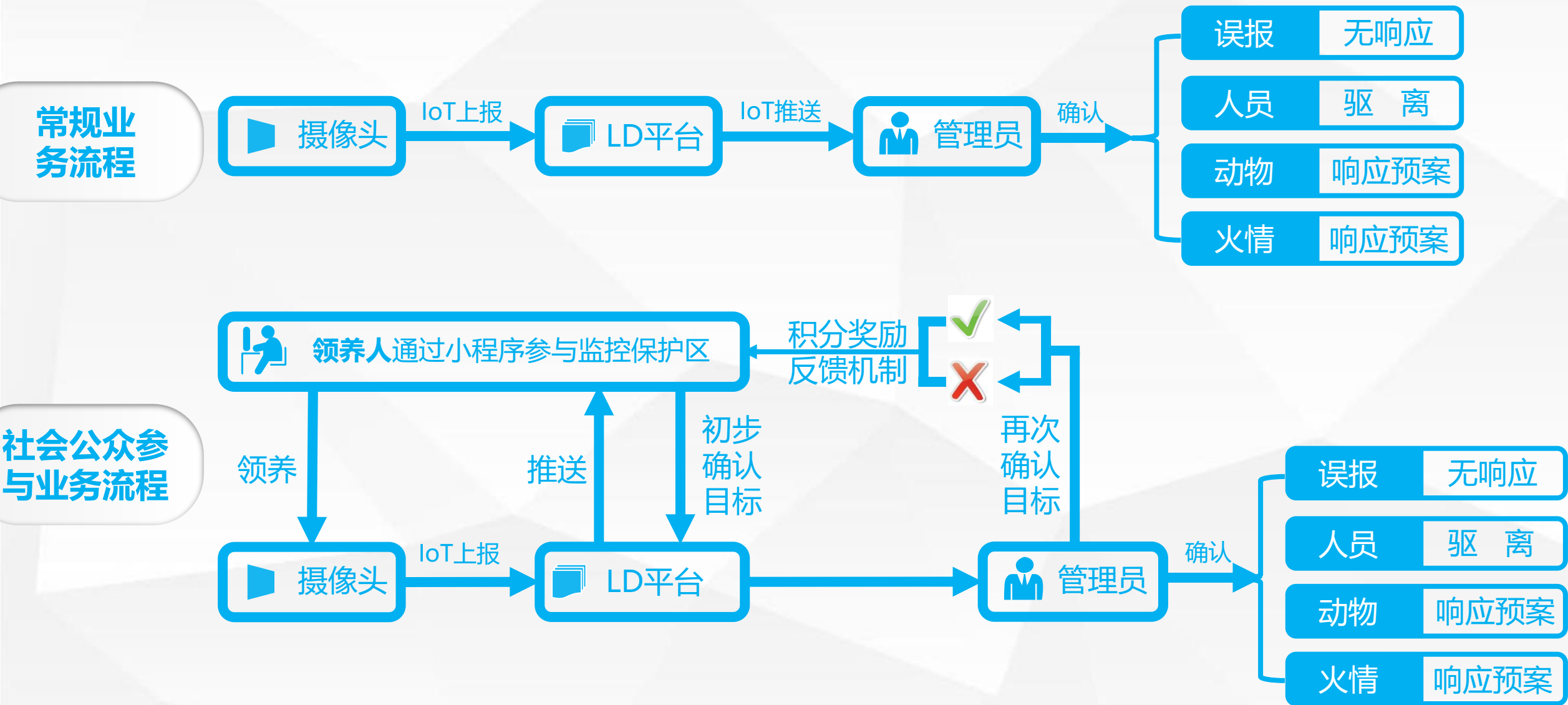
业务模式创新：保护区AI摄像头目标识别结果上报至**Ali-LinkDevelop**平台后，该结果第一时间推送至“保卫熊猫”小程序平台，相应的领养人在支付宝奖励受益机制的推动下，会积极地对实时AI目标识别结果进行确认，帮助保护区消除误报警、及时发现人员入侵和珍稀动物行为，确认结果返回至保护区云管理系统-

1. 借助支付宝奖励机制为保护区引入大量用户关注
2. 更多人对AI识别结果进行初步筛选，更大程度减轻了保护区工作压力
3. 更多人协助监控，可以更加及时地发现人员入侵、火情等异常
4. 更多人参与物种目标确认过程也是对AI结果的辅助纠偏，用户甚至可以帮忙标记新出现的物种。

商业模式创新：

1. 众筹模式直接减少保护区硬件投入成本
2. 当支付宝海量用户发现每抓拍到一次熊猫目标可以带来收益时，人们参与众筹领养保护区摄像头的热情就能提高，保护区可以部署更多的摄像头。

Idea 03 基于Ali-LinkDevelop平台的数据应用开发



动物识别效果: https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjE2NDkwNA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5!2~A

行人识别效果: https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjE3MDg4MA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5!3~A

IoT传输演示: https://v.youku.com/v_show/id_XMzc1NjYwNzI2MA==.html?spm=a2h0j.11185381.listitem_page1.5~A

播放密码: 21724032

**THANKS
FOR WATCHING**

地球在喊救命
THE EARTH
WAS CRYING FOR
HELP!