

## AI 辅助执法（行人闯红灯）解决方案技术建议书

文档版本 1.0

发布日期 2018-09-30

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2016 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

## 商标声明



HUAWEI 和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址：            深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼            邮编：518129

网址：            <http://www.huawei.com>

客 户 服 务 邮      [support@huawei.com](mailto:support@huawei.com)

箱：

客 户 服 务 电  4008302118

话：



## 目 录

1	项目概述 .....	4
1.1	项目名称 .....	4
1.2	建设单位 .....	4
1.3	建设背景 .....	4
1.4	总体目标 .....	4
1.5	建设内容 .....	4
2	现状描述 .....	4
3	需求分析 .....	4
3.1	总体要求 .....	4
3.2	行人闯红灯需求 .....	5
4	总体方案设计 .....	6
4.1	设计原则 .....	6
4.2	设计依据 .....	6
4.2.1	政策法规 .....	6
4.2.2	技术标准与规范 .....	7
4.3	总体方案设计 .....	8
4.3.1	逻辑架构 .....	8
4.3.2	物理架构 .....	10
5	系统方案设计 .....	11
5.1	行人闯红灯执法 .....	11
5.1.1	概述 .....	错误!未定义书签。
5.1.2	行人闯红灯方案 .....	错误!未定义书签。
6	智能分析平台（FUSIONINSIGHT AI） .....	1
6.1	软件平台 AI 平台 .....	1
6.1.1	Batch 服务 .....	1
6.1.2	算法仓服务 .....	2
6.2	硬件平台，异构高性能计算 .....	错误!未定义书签。
6.3	详细配置见手册 .....	错误!未定义书签。

<b>7</b>	<b>结构化数据存储（FUSIONINSIGHT LIBRA）</b>	<b>4</b>
7.1	结构化数据存储容量	4
7.2	结构化数据库选型	5
7.3	Shared-nothing/MPP 架构	7
7.4	分布式存储	7
7.5	分布式计算	7
7.6	行列混存	8
7.7	详细配置见手册	错误!未定义书签。
<b>8</b>	<b>图片存储</b>	<b>9</b>
8.1	图片存储容量	9
8.2	存储选型设计	10
8.3	存储系统设计	11
8.4	拓扑结构	12
8.5	存储特性优势	错误!未定义书签。
8.5.1	灵活拓展	错误!未定义书签。
8.5.2	性能卓越	错误!未定义书签。
8.5.3	可靠安全	错误!未定义书签。
8.5.4	视图混存提高性能及利用率	错误!未定义书签。
8.5.5	简化管理	错误!未定义书签。
8.6	详细配置见手册	错误!未定义书签。
<b>9</b>	<b>视频存储（可选）</b>	<b>12</b>
9.1	视频存储容量计算	12
9.2	视频云存储特性	错误!未定义书签。
<b>10</b>	<b>云平台（可选）</b>	<b>错误!未定义书签。</b>
10.1	系统架构	错误!未定义书签。
10.2	融合资源池建设方案	错误!未定义书签。
10.2.1	计算资源池	错误!未定义书签。
10.2.2	存储资源池	错误!未定义书签。
<b>11</b>	<b>解决方案优势</b>	<b>16</b>



11.1	开放统一架构.....	16
11.2	高效的交通管理手段.....	16
11.3	深度的数据挖掘.....	16
11.4	持续演进.....	16
缩略语解释.....		16

#### 修订记录

版本	日期	更新事由和内容	作者
V1.0	2018 年 7 月 27 日	1.0	罗焕忠、吴非权、李超

## 1 项目概述

### 1.1 项目名称

*XXX 项目*

### 1.2 建设单位

*XXX 交通警察支队*

### 1.3 建设背景

*【结合项目实际情况填写】*

### 1.4 总体目标

*【结合项目实际情况填写】*

### 1.5 建设内容

*【结合项目实际情况填写】*

## 2 现状描述

*【现状调研后进行分析】，没有不填写*

## 3 需求分析

*【结合项目实际情况填写，根据需求调研情况删减或增加】*

### 3.1 总体要求

按照 XX 市局提出的实现视频监控“全覆盖、全高清、全联网、全智能”的目标，在本市道路上相继建设了一批视频监控、高清电子警察、卡口、违停球等

多种交通违法抓拍前端，实施实时的管控，已达到部分治理效果。但是随着机动车保有量的持续迅猛增长，交通安全引发的事故持续处于高位，因交通事故致死人数不断增加，交通运行安全形势不容乐观。

原有建设的视频监控、高清电子警察、卡口、违停球等抓拍设备产生大量的图片、视频，但是依然有失驾人员驾驶机动车，当前的电警、卡口无法对失驾人员进行识别，因此非常有必要对卡口抓拍回来的图片进行有效人脸过滤，过滤掉无法进行人脸识别的图片，筛选出能用于人脸识别的图片，并进行失驾人员身份匹配，如果和失驾库匹配，则把对应的失驾人员并驾驶机动车的人员身份信息推送到违法平台进行违法处置。

原有后端平台系统采用的是软硬件一体机方案，应用和算法同样紧耦合。这种烟囱式的解决方案，扩展能力差，数据无法打通，新的业务场景无法适配。

因此，需要构筑一套统一的图片分析平台，实现算法的统一部署、资源统一调度、算法统一训练。将图片分析、处理、结构化数据存储、结构化数据分析的全流程打通，做到违法行为可识别，违法数据、违法图片秒级检索。

华为行人闯红灯执法平台，从有法必依、执法必严的角度出发，引领非现场执法技术的变革，整个解决方案包含了行人闯红灯、高清卡口人像个子模块。

### 3.2 行人闯红灯需求

行人闯红灯是行人交通违法中最普遍、最明显、也是数量最多的一种交通违法行为。这种违法行为不仅对交通违法者本人的人身存在极大的危险，而且有碍道路畅通，更是造成交通事故发生的极大诱因。以往对行人闯红灯监管都是依靠人力，存在费时、费力，效果差的情况——亟需科技手段对行人闯红灯进行自动抓拍，达到解放人力，实现科技强警目的。

行人闯红灯智能抓拍系统，用于行人闯红灯抓拍，实现如下功能：

- 1、实时采集闯红灯人脸，在路边公共屏上显示；
- 2、可统计同一个人闯红灯违法次数，并显示“第 N 次违法”；
- 3、可对接身份库落地频繁违法人员身份；
- 4、违法人员身份匹配特殊行业库（外卖、快递、燃气等从业人员）并进行违法处罚；

## 4 总体方案设计

### 4.1 设计原则

行人闯红灯方案设计遵循技术系统先进性、开放性、可靠性、易用性的原则，全面满足客户要求。

- 先进性原则

架构设计遵循先进性原则，采用 batch 和人工智能深度学习等先进技术。

- 开放性原则

提供标准开发接口，支撑交管不同业务应用调用。

- 可靠性原则

满足海量图片分析，图片分析过程中数据不丢失、业务不中断等高可靠性。

- 可扩展原则

根据业务需求，增加对视频图片分析，平台可扩展。

- 易用性原则

需要为不同应用开发商集成、开发和管理，具备简单易用的特性，方便用户、集成商、开发商快速上手开发维护

### 4.2 设计依据

#### 4.2.1 政策法规

- 《全国人民代表大会常务委员会关于加强社会治安综合治理的决定》；
- 《中共中央国务院关于进一步加强社会治安综合治理的意见》；
- GA 部《全国 GA 机关视频图像信息整合与共享工作任务书》
- 《道路交通监控闭路电视系统管理规定》
- 《关于进一步加强 GA 机关视频图像信息应用工作的意见》（公通字【2015】4 号）
- 《关于加强公共安全视频监控建设联网应用工作的若干意见》（发改高技【2015】996 号）



#### 4.2.2 技术标准与规范

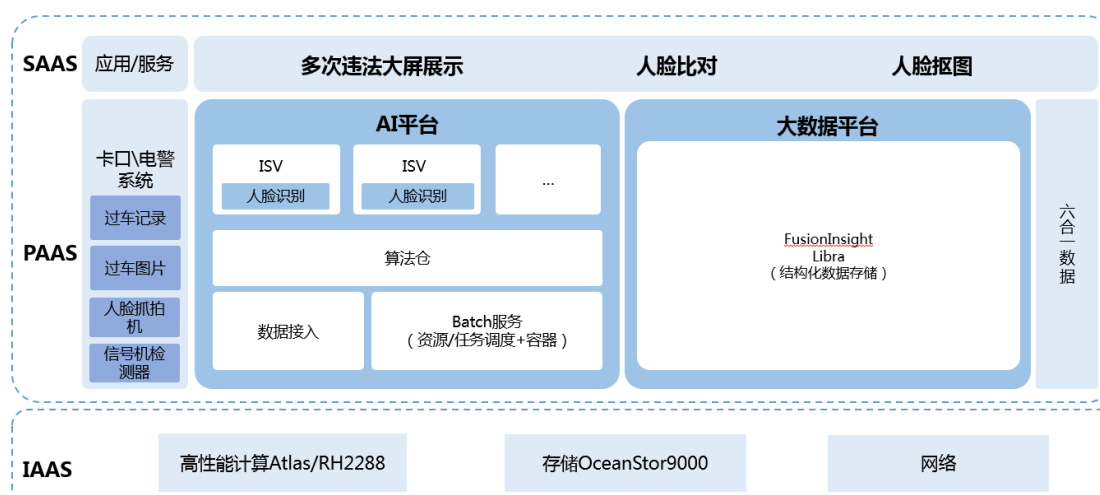
- □ 《安全防范工程技术规范》（GB 50348-2004 ）；
- □ 《GA 部公共安全行业标准》（GA/T367-2001，GA308-2001）；
- □ 《视频监控监控系统工程设计规范》（GB 50395-2007 ）；
- □ 《安全防范视频监控联网系统信息传输、交换、控制技术要求》（GB/T28181-2011）；
- □ 《城市监控报警联网系统通用技术要求》（GA/T 669.(1-11)-2008）；
- □ 《城市监控报警联网系统管理标准》（GA/T 792.(1-3)-2008 ）；
- □ 《城市监控报警联网系统合格评定》（GA 793.(1-3)-2008 ）；
- □ 《机动车号牌图像自动识别技术规范》 GA/T833-2009
- □ 《道路交通安全违法行为图像取证技术规范》（GAT 832-2014）
- □ 《公路车辆智能监测记录系统通用技术条件》GA/T497-2009
- □ 《道路交通安全违法行为视频取证设备技术规范》GAT995-2012
- □ 《公路车辆智能监测记录系统通用技术条件》（GA/T497-2004）；
- □ 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2004）；
- □ 《电子信息机房设计规范》（GB50174-2008）；
- □ 《计算机软件需求说明编制指南》（GB9385-1988）；
- □ 《计算机软件产品开发文件编制指南》（GB/T 8567-1988）；
- □ 《信息技术安全技术信息技术安全性评估准则》(GB/T 18336-2001)；
- □ 《信息技术开放系统互联高层安全模型》（GB/T 17965-2000）；
- □ 《信息技术开放系统互联基本参考模型》（GB/T 9387）；
- □ 《信息技术开放系统互联应用层结构》（GB/T 17176-1997）；
- □ 《信息技术开放系统互联开放系统安全框架》（GB/T 18794）；
- □ 《信息技术开放系统互联通用高层安全》（GB/T 18237）；
- □ 《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》；
- □ 《计算机信息系统安全保护等级划分准则》（GB/T 17859-1999）。

## 4.3 总体方案设计

智慧交通行人闯红灯执法解决方案以“业务应用、数据驱动”为牵引进行规划，采用统一架构、统一平台、统一标准的思路进行设计，将人工智能、大数据、视图分析等技术与刷脸执法业务深度融合，以“存量”带动“增量”的模式，将现有卡口图片、违法图片进行全量分析、挖掘，对行人违法进行人脸识别、特征提取，有效遏制、查处交通违章，提升执法效率，减少交通隐患，打造安全文明出行环境。

### 4.3.1 逻辑架构

智慧交通行人闯红灯执法解决方案总体架构设计，**总体架构**如下：



I 层：为了满足交警业务对计算资源的需求，改变原有烟囱式建设 IT 基础设施的状况，提供开放的计算框架，提升资源的利用率和弹性伸缩的能力。针对交警图片分析业务的特殊性，提供业界领先的高性能异构服务器，并采用容器技术对资源进行统一管理，满足海量图片视频分析对计算资源的统一调度、灵活调配。通用服务器能支持计算、存储相对均衡的应用部署。GPU 高性能服务器支持以图片分析为主的海量运算场景，支撑后台人脸识别的计算需求。各种服务器均采用开放计算架构，支撑不同智慧交警应用需求。

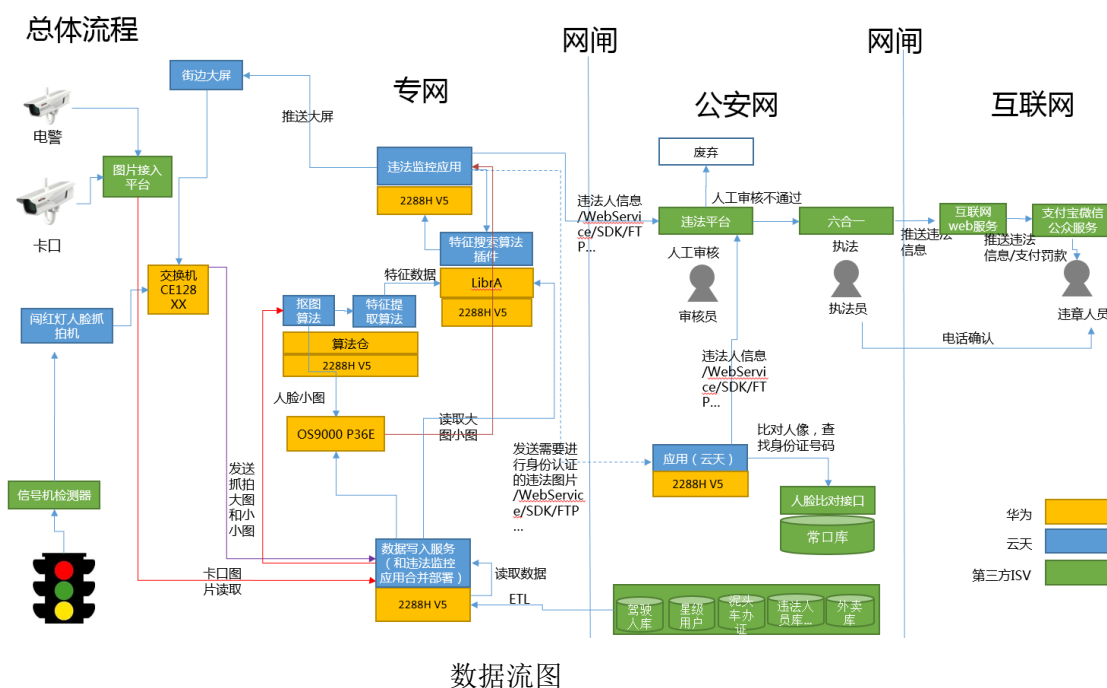
P 层：（1）提供人工智能（AI）云计算平台，在统一、开放的高性能异构计算平台上构筑人脸识别算法加载到算法仓，利用高密度计算服务器和高性能异构计算服务器，构筑一套弹性、高效、异构 CPU\GPU 云计算平台，满足不断增长的

人脸识别综合分析需求；（2）提供统一、开放的大数据池，将结构化数据写入大数据平台，支撑交警对人脸识别后进行大数据分析、检索等研判业务。

S 层：将人脸比对、人像抠图以及身份识别等业务应用运行在统一应用服务平台。

数据流图：

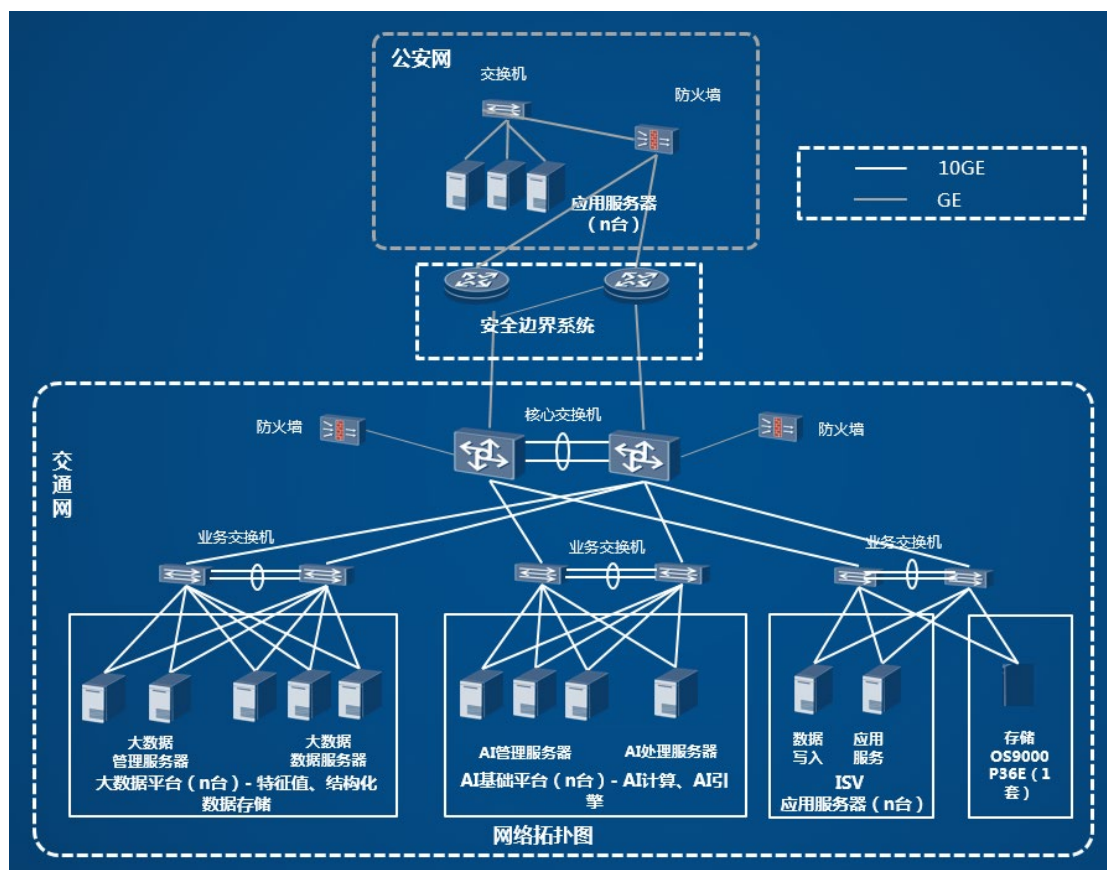
违法业务从数据采集、分析到处罚与现有业务流程打通，整体数据流图，如下：



- 1) GA 人像库同步到交警系统中、交警人脸身份信息库同步到行人闯红灯执法系统；
- 2) 信号检测器对信号灯状态进行实时检测，同时把状态输出给抓拍机。前端摄像头抓拍闯红灯违法图片和人脸图片信息。当是红灯状态时，抓拍机对行人闯红灯行为进行抓拍；
- 3) 抓拍机把数据上传给后台人脸识别引擎，人脸识别引擎进行人脸识别、提取，并进行实时人脸比对以及历史数据统计发布。
- 4) 交通专网的静态人像库确定身份，如果确定则直接推送给 GA 网的云天应用，然后直接转发给违法平台，走处罚流程处置；
- 5) 如果交通专网不能确定身份，则通过查找 GA 网第三方的人脸库接口，把图片推送到市局人脸比对平台进行人脸身份认证，确认身份，然后推送给违法平台；

- 6) 多次违法推送大屏，显示屏对违法行为进行结果输出，对闯红灯者进行直观警示，通过专网算力和算法实现；

### 4.3.2 物理架构



## 5 系统方案设计

### 5.1 行人闯红灯执法

随着汽车数量的急剧剧增，涉车案件也逐步增多，一直以来，交警的非现场执法的查处对象只能是车，而不能精准打击违法行为人，以致各种躲避行政、刑事处罚的违法行为得不到有效处理，隐患也因此得不到消除。

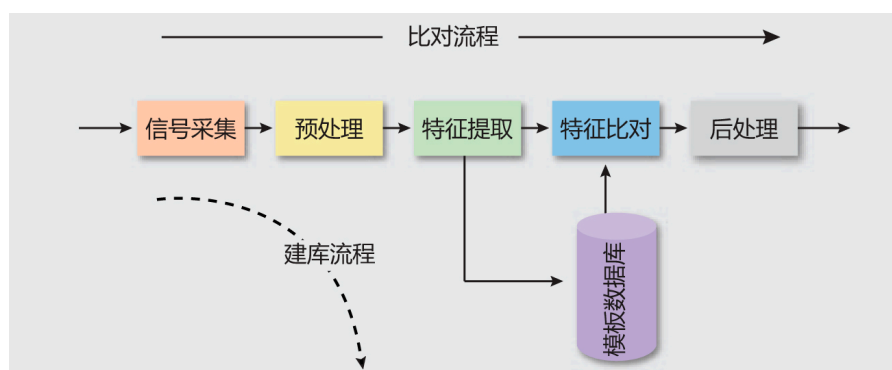
交警在城市道路上拦下违法车辆、人员，进行车辆、人员身份的盘查，需要驾驶人或行人提供身份证、交警核对身份证，还经常碰到证件不在身上的情况，这就大量消耗警力处置时间、增加道路占用时间。当在交通高峰时期，还可能因为盘查引发交通拥堵、交通事故。

随着交通大脑创新推进，AI 辅助交通人脸识别技术、大数据身份比对技术迅速成熟，实现交通管理中对人的非现场执法，实现从查处“车”到查处“人”的跨越式发展。

为落实执法任务，结合交通大脑强大的计算智能、感知智能、认知智能，设计 AI 辅助执法流程、查处流程，完善违法行为人的刷脸执法模式。

#### 5.1.1 技术原理

人脸识别是一种重要的生物特征识别技术，是通过计算机自动判断两幅人脸照片相似度的技术统称。一个典型的人脸识别流程如下图所示。其中，信号采集部分通过光学（如照相机、摄像机、扫描仪）传感设备采集人脸照片。预处理模块对采集的原始信号进行处理，去除噪声干扰，确定人脸所在的区域。特征提取模块则将预处理后的信号转换成能够精确表征其特性的一串“数字码”，存储在模板数据库中。比对时，将目标特征与数据库中的人脸特征进行运算，经过后处理后确定目标的身份。

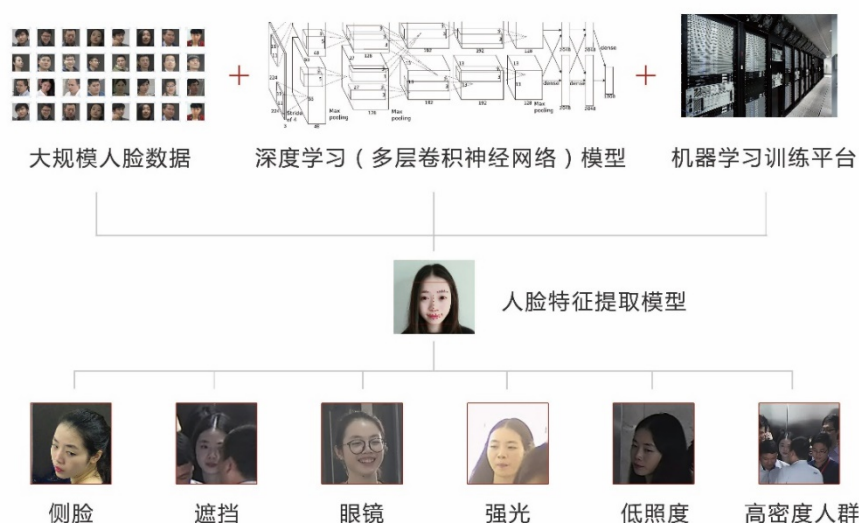


人脸识别流程

依据以上识别流程可以看出，人脸识别通常可以分为采集系统、比对系统、

后处理系统三部分。采集系统是为了获取待比对对象的高质量图像；比对系统将图像转换为计算机能理解的特征编码，并与预存的人脸数据库（一般称为“比对目标库”）进行比较，确认待比对对象的身份；后处理部分则把比对结果与用户的业务应用紧密地联系在一起。

尽管人脸识别技术研究近年来取得了很好的进展，由于存在脸的朝向变化、部分遮挡、表情变化、面部光线变化，以及外貌经年变化等种种因素，提高人脸识别在实际系统应用中的鲁棒性仍然是一个具有高度挑战性的问题。



朝向、表情、照明等变化为人脸识别的效果和稳定性带来挑战

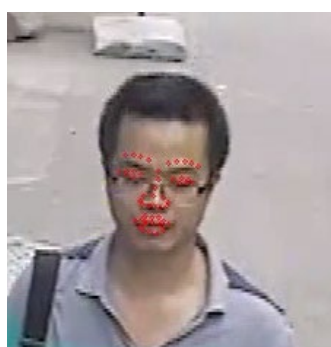
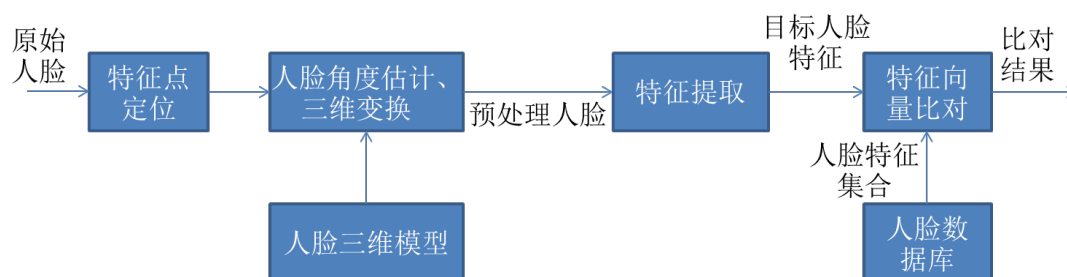
本次项目采用基于机器学习的人脸检测算法和基于三维特征向量的人脸识别算法，通过精确的人脸检测及特征点定位、人脸的三维特征向量模型、人脸角度估计，进行人脸三维变换和低失真变形，将目标人脸与样本人脸特征向量对齐，提高比对精度，从而有效提高在上述各种情况下的人脸识别效果。本次项目运用的人脸识别技术包含以下核心单元：

1. 特征点定位单元，用于对获取的原始人脸进行特征点定位；
2. 三维向量模型建立单元，用于根据一个人脸训练集的二维特征点建立通用的人脸的三维特征向量模型；
3. 人脸角度估计与三维变换单元，用于通过通用的三维人脸特征向量模型以及原始人脸的特征点，重建原始人脸的三维人脸模型和原始人脸的角度；
4. 特征提取单元，用于从预处理后人脸中提取代表该人脸最具判决特征的特征向量；



5. 特征比对单元，将目标人脸与数据库中已存储的样本人脸特征集合进行特征向量比对。

基本原理如下：



特征点定位



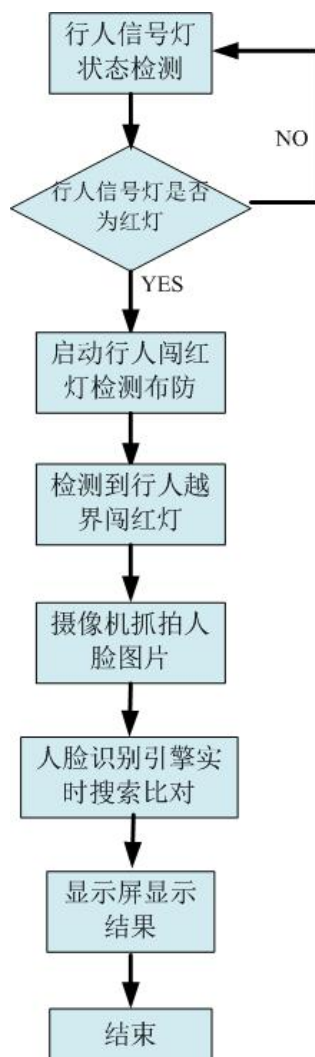
三维变换



识别结果

人脸特征定位与三维变换示意

### 5.1.2 工作流程示意图



工作流程图

### 5.1.3 数据存储设计

#### 5.1.3.1 抓拍图片存储设计

前端摄像机抓拍到的现场全景图片和人脸小图存储在引擎中，一般引擎存储容量较小，在无法符合大量的抓拍图片时，可挂载 **OS9000** 进行扩展存储。

#### 5.1.3.2 存储容量计算

人脸识别智能监控系统中抓拍的人脸图像需要进行一定天数的存储，文明建设中，对违法行人进行处罚，要求图片保存时间符合追诉期限，时间为3年，永



久保存图片在六合一存储设备里。

按平均每张人脸图片 0.03MB，需要保存一张，每张全景图片 0.5MB，需要保存 3 张，每个路口每天抓拍 1000 张，每个路口抓拍单元大概 8 路或者 16 路。图片一般保存三年，而永久保存图片在六合一存储设备中。

## 6 AI 平台

### 6.1 软件平台

#### 6.1.1 Batch 服务

Batch 主要是用 Java 开发的开放云计算**批处理服务**，简化深度计算部署、资源管理，利用大数据组件更加高效的完成并行任务，主要包括以下特性：

- 1) 分布式，**大规模**并行处理作业。
- 2) 系统自动完成资源管理，作业调度和数据加载。
- 3) 弹性缩放资源，支持海量作业并发规模
- 4) 支持容器化，支持 GPU、NPU 等异构资源管理和分配
- 5) 支持部署 TensorFlow、MXNet、Caffe 等深度学习平台服务。

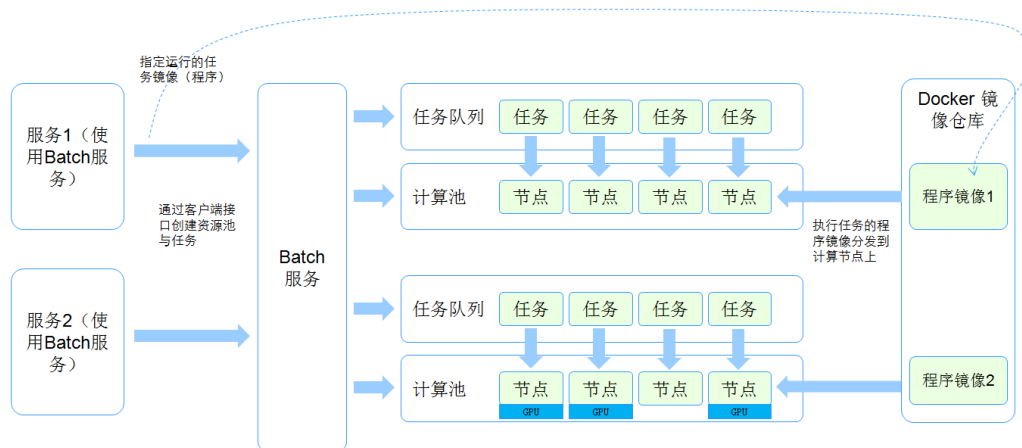


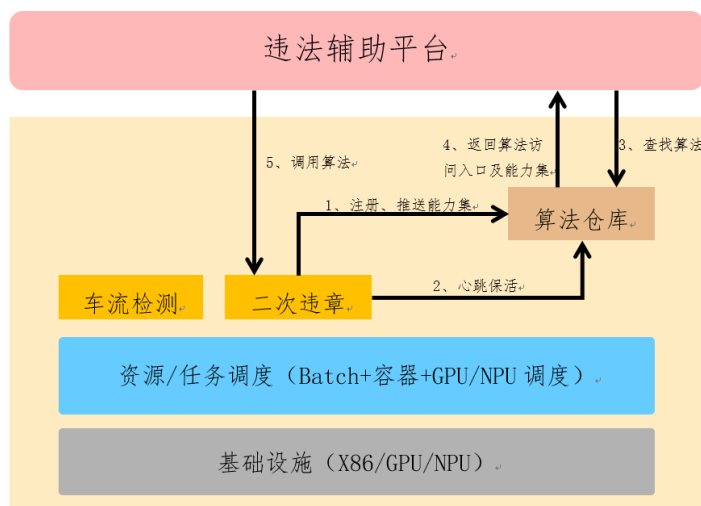
图 4-1-1-1 Batch 服务机构图

通过 Batch 服务创建任务，只需在任务信息中说明任务内容，不必指定任务运行节点。所创建的任务被添加到任务队列中，当运行该任务时，程序会从 Docker 镜像仓库将所需镜像分发到适合的计算节点上，执行任务。实际操作中用户无需关注资源调度及集群信息。

## 6.1.2 算法仓服务

开放的算法仓库，帮助算法提供商管理算法快速部署，算法仓依托 AI 训练和推理平台，对上提供开放性和可插拔性，对下通过主流深度学习平台屏蔽异构硬件差异，大大降低 ISV 对接难度。

ISV 在与 BATCH 平台对接时，需要遵循 BATCH 平台的开发规范。ISV 需要提供算法的管控服务和算法镜像。算法管控服务需要满足一定的接口规范，对应用层提供服务，一个管控服务对应一类算法，可包含多个不同厂商的同类算法，在接收到应用层的请求时，使用算法镜像启动容器，把请求参数，主要是输入和输出，传递给容器。算法容器可以包含少量的业务处理逻辑，比如处理输入和输出数据，原则上需要算法应用面和算法本身的解耦，算法容器除了一些必要的处理逻辑，不需要涉及应用相关的内容，与应用相关的逻辑在管控服务中体现。



算法系统部署后，向算法仓库注册，并推送其能力集，由算法仓库进行持久化。外部调用时，通过访问算法仓库得到相应算法的访问入口 url，通过该 url 直接调用算法下发任务。

### 6.1.2.1 算法仓服务平台接口主如下：

- ◆ 第三方算法与算法仓库的集成接口；
- ◆ 第三方算法面向 PaaS 层的集成接口；

#### 6.1.2.2 算法仓使用关键操作如下：

- ◆ 算法注册

算法仓库提供算法注册至算法仓库入口。第三方算法使用 **Batch** 接口部署起来后，要向算法仓库发起注册请求，同时算法仓库在完成合法性验证后正式将该算法纳入到算法仓库进行统一管理。

- ◆ 能力集推送

第三方算法向算法仓库推送能力集。该方法需在算法注册成功之后自动推送。

- ◆ 心跳保活

第三方算法注册成功后，必须按照算法仓库返回的心跳周期内发送心跳包保活会话。

第三方算法面向 **PaaS** 层的集成接口

- ◆ 控制第三方算法

第三方算法相应 **Paas** 层发送的远程控制命令。

- ◆ 查询第三方算法能力集

**Paas** 层获取第三方算法系统能力集

- ◆ 查询第三方算法状态

**Paas** 层查询第三方算法系统运行状态

- ◆ 添加任务

**Paas** 层向某个第三方算法添加一条处理任务

- ◆ 修改任务

第三方算法系统响应 **Paas** 层发起的修改任务信息请求

- ◆ 删除任务

## PaaS 层删除某个算法子系统的处理任务

- ◆ 查询任务

第三方系统响应 PaaS 层查询任务信息请求，返回当前任务内容。如果未指明具体任务 id，则返回全部任务信息，此时需要分页处理

- ◆ 控制任务

启动第三方算法系统的某项任务

- ◆ 查询任务状态

PaaS 层查询第三方算法系统的任务状态。如果未指明 task\_id 则默认返回所有任务状态信息

## 7 大数据平台（FusionInsight LibrA）

### 7.1 结构化数据存储容量

用户所需可用容量（GB）=（人脸抓拍前端数 2000 台\*每台人脸抓拍机单日抓拍人数 125 人\*动态人脸库抓拍小图特征值存储时间 365 天+静态人脸库图片量 500 万）\*10/1024/1024，计算结果向上取整=918G

用户所需裸容量（GB）= 用户所需可用容量\*1.2（数据膨胀系数）\*1.3（索引数据）\*2（DN 数据主备）/ RAID5 利用率/0.7（磁盘空间利用率）/1024，计算结果向上取整=4.8T

LibrA 单节点裸容量计算公式：

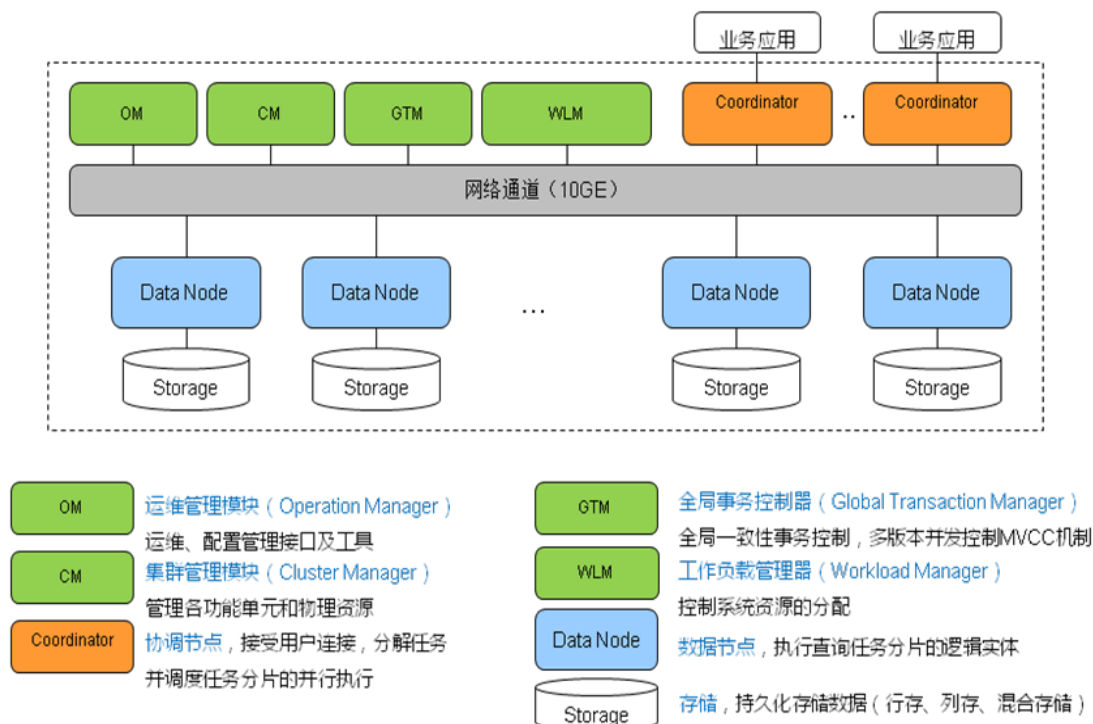
单节点裸容量（TB）=单节点数据盘数量\*单盘物理容量（GB）\*1000\*1000\*1000/1024/1024/1024（进制转换）/1024，计算结果向上取整=25\*1200\*1000\*1000\*1000/1024/1024/1024/1024=27.2T

LibrA 根据容量计算节点数=（裸容量需求/单节点裸容量）+ 管理节点数量，计算结果向上取整

LibrA 节点数=MAX(根据容量计算节点数， 3)

## 7.2 结构化数据库选型

结构化数据库选型采用华为并行数据库 FusionInsight LibrA，是基于通用服务器平台，支持 redhat 和 SUSE 等主流 linux 平台，shared-nothing/MPP 架构，具备高性能，高扩展性，高可用等特性，支持多达 512 节点的扩展能力，支持 PB 级的数据存储和分析能力。



华为并行数据库基于 Shared-nothing/MPP 架构，面向开放服务器平台，数据跨所有节点均匀分布，所有节点以并行方式工作，提供标准 SQL 接口，支持 SQL92, 99, 2003 标准，支持 JDBC/ODBC 标准接口，提供多达 512 个物理节点 PB 级数据存储分析的扩展能力。

主要包含以下几个组件：

- **CN (Coordinator):** 协调节点组件，独立进程，SQL 的统一入口，对外接收客户端 SQL 语句，生成分布式执行计划，下发计划片段到各执行节点，各执行节点返回执行结果到 Coordinator，返回给客户端。主要职责是接收 SQL 请求，生成执行计划，汇聚最终结果。

- DN(DataNode): 执行节点组件, 也称之为数据节点, 独立进程, SQL 执行计划的执行主体, 并存放数据。
- GTM (Global Transaction Manager): 全局事务管理器, 独立进程, 主要是用于维护分布式系统中全局事务一致性。
- WLM (Workload Manager): 负载管理组件, 内置功能组件, 控制 SQL 语句的资源消耗, 保证任务优先级。
- CM (Cluster Manager): 集群管理组件, 由两部分组成, 一个是 CMServer, 一个是 CMAgent, 每个主机节点部署一个 CMAgent, CMServer 和 CMAgent 均为独立进程, 每个主机节点上部署一个 CMAgent, CMAgent 监控这个节点上的所有资源, 包括监控网络状态, 磁盘状态等硬件设备, 以及 CN 节点, DN 节点, GTM 节点等软件设备的状态, CMAgent 进程每隔一定时间向 CMServer 汇报集群各组件状态信息, CMServer 根据 CMAgent 上报的状态信息判断集群资源是否发生故障, 在集群发生故障时, 能够根据故障类型做出相应的故障处理指令, 保证集群自恢复。
- OM (Operation Manager): 安装部署运维, 配置管理接口工具, 独立进程。

#### 系统业务处理流程:

- SQL 语句业务处理流程: 客户端发起 SQL, CN 节点接受 SQL, 生成分布式执行计划, CN 节点向涉及 DN 节点下发分布式执行计划, DN 节点执行分片执行计划, 向 CN 节点返回执行结果, CN 汇聚最终结果, 返回给客户端。
- 集群启停业务处理逻辑: cm\_ctl 客户端工具发起集群启停命令, CMServer 接受客户端工具发起的命令, 将命令下发给各节点, 执行启停命令。
- 集群状态查询业务处理逻辑: cm\_ctl 客户端工具发起集群状态查询命令, CMServer 返回给客户端工具各节点状态信息。

## 7.3 Shared-nothing/MPP 架构

华为并行数据库是基于通用服务器平台，支持 redhat 和 SUSE 等主流 linux 平台，shared-nothing/MPP 架构，具备高性能，高扩展性，高可用等特性，支持多达 512 节点的扩展能力，支持 PB 级的数据存储和分析能力。

通常 Oracle Shared-disk RAC 架构通常适合小事务高并发场景，在大规模数据处理（10TB~PB）时，因为无法充分利用整集群 CPU/IO 的全并行能力，导致在处理规模数据复杂查询时显得力不从心，基于 Shared-nothing/MPP 极致对等的计算模型可以充分利用 CPU/IO/Mem 资源，将计算均匀分布在多个计算节点上，获得更好的查询性能以及更好的扩展性，当前很多系统都是 100TB 甚至 PB 级数据规模，在各个领域 MPP 数据库已经成为 EDW 的主流建设方案。

## 7.4 分布式存储

数据库数据入库时通过 hash 算法将数据精确存储在物理节点，在查询时可以很快精确定位到数据存储位置。分布式存储获得性能优势在于：

- 通过 Hash + 数据分区 + Psort 索引精确定位数据，通过剪枝查询时可大幅减少数据 IO 量提升查询效率和并发数。
- 通过 Hash 将数据可均分分布在各物理节点，能够实现 IO 并行和 CPU 并行。

## 7.5 分布式计算

华为并行数据库在节点内采用 SMP 并行架构，在节点间采用 MPP 并行架构。在集群的单个节点内，对数据库常用算子，如扫描、关联、排序、聚合的步骤之间，利用现代计算机的多核计算理论，采用流水线方式，实现了高度并行的计算能力。在集群范围内，可生成分布式执行计划，通过分布式并行执行引擎，该执行计划可以依据查询类型、数据分布方式、数据规模进行自动评估，产生最佳的查询执行路径，合理利用集群资源，将计算下发到各个数据节点执行，并行利用节点的计算能力。执行计划会根据数据的分布情况，自动将查询发送到合理节点，



避免查询发送到无意义的节点而造成无意义的数据处理和计算。

在数据库里面主要的计算操作包括 Join、Sort、Group by。

**分布式并行 Join:** 系统对等值关联（Join）进行了优化，如果参与 Join 列都是分布列，则执行计划会自动判断是否可以使用优化的 Join 策略，将 Join 算子直接下推到多个节点并行执行，不会在计算节点之间传递数据，减少数据传输量。如果参与 Join 的两表的列不是分布列，则会将表的数据在节点间按照 Join 列重新进行 Hash 分布，然后再各节点上做 Join 运算，在 Hash 重分布的过程中，执行计划检查查询中是否存在 Join 表上的单表过滤条件，并连带此条件一起运算，以减小 Hash 重分布的数据规模。

**分布式并行 Sort:** 排序操作是非常常见的操作，排序的过程通常非常消耗 CPU 和内存，分布式 Sort 一般分成两个步骤，第一步现在各个计算数据节点上做排序，最终将排序结果返回给 CN 节点，CN 节点做最终的 Merge Sort。

**分布式并行 Group by:** 分组和聚合运算是进行数据分析常用的算子。普通函数对单条数据进行处理，因此可以简单的下推到多个节点并行执行，而聚合运算是针对数据集进行处理。系统对分组和聚合运算进行了优化，产生专门的两阶段执行计划。第一阶段，在各节点并行执行分组和聚合运算，经过第一阶段的分组和聚合运算后，产生的中间结果的数据规模被大大缩小。然后系统将各节点的第一阶段中间结果在各节点间进行 Hash 重分布。第二阶段分组和聚合运算并行在各节点对重分布后的中间结果进行分组和聚合运算。通过两阶段分组和聚合运算，系统实现了高效的分布式分组和聚合处理。

## 7.6 行列混存

通常按列存储，因为每列数据属性相同，数据相似度较高，所以通常基于列存的存储压缩比远远高于行存压缩比，使用列存主要获得性能优势在于：

- 高压缩比大幅减少 IO 时间

- 对单列的统计操作更适合向量化执行，一次一批元组，大幅减少函数调用，同时由于数据在内存存储是向量化的，内存有序，可以利用 SIMD 特性获取更好性能
- 安全行业的统计分析场景，列存能获得更好的性能提升。通常按行存储，由于使用 Btree 索引，比较适合精确查询场景。行列混存使得华为并行数据库可适合更多场景。

## 8 存储系统设计

### 8.1 图片存储容量

存储容量计算：

卡口图片原始存储空间大小=每天卡口图片量（张）\*卡口抠图小图大小（30K）\*动态人脸库卡口抠图小图存储时间（天）

人脸抓拍机图片原始存储空间大小=人脸抓拍机前端数\*（3\*人脸抓拍机前端数（500K）+人脸抓拍小图大小（30K））\*每台人脸抓拍机单日抓拍人数\*动态人脸库人脸抓拍机图片存储时间（天）

静态人脸库原始存储空间大小=静态人脸库图片数（从 GA 网、互联网等抽取）\*静态人脸库图片大小（30K）\*静态人脸库存储天数

使用 OceanStor9000， 图片存储裸容量 = （卡口图片原始存储空间大小+人脸抓拍机图片原始存储空间大小+静态人脸库原始存储空间大小）/存储利用率/ 94%（除去元数据空间预留）/ 91.5%(除去文件系统预留空间) /0.909（可选，进制转换）

其中动态人脸库存储天数至少 3 个月； 静态人脸库数据存储至少一年。

存储容量及存储选项配置举例如下：

类别	数量
每天卡口图片量（张）	20000000
卡口抠图小图大小（KB）	30
动态人脸库卡口抠图小图存储时间（天）	365
人脸抓拍机前端数（台）	80
人脸抓拍大图大小（KB）	500
人脸抓拍小图大小（KB）	30
每台人脸抓拍机单日抓拍人数	125
动态人脸库人脸抓拍机图片存储时间（天）	365
静态人脸库图片数（从公安网、互联网等抽取）	5000000
静态人脸库图片大小（KB）	30
静态人脸库存储天数	1095
存储利用率	0.8888
存储硬盘大小（TB）	6
存储系统性能需求（写）	1738.194444
图片存储裸容量（TB）	521.1323636
存储文件数（亿）	73
C36E节点数（按容量评估）	3
C36E节点数（按性能评估）	6
Oceanstor9000 C36E节点数	6
P36E节点数（按容量评估）	3
P36E节点数（按性能评估）	4
Oceanstor9000 P36E节点数	4

## 8.2 存储选型设计

1、为了满足未来视频&图片存储容量不断增长的需求，要求图片视频存储的系统架构具备良好的扩展性，集群规模适配业务弹性伸缩。

2、多种数据融合存储，视频图片存储必须具备既能保存视频，又能保存卡口图片的能力，满足多种业务需求。

3、提供I/O高并发访问能力，视频图片存储采用分布式架构，集群内所有节点同时提供高I/O并发访问能力。

4、数据高可靠保护，视频云存储必须具备数据长久高可靠保存的能力，数据冗余保护能力，以至硬盘甚至节点物理损坏的情况下，数据仍能恢复。

5、丰富的外部访问接口，视频云存储支持NFS、CIFS、FTP、HDFS、SNMP、

NDMP等协议访问接口。

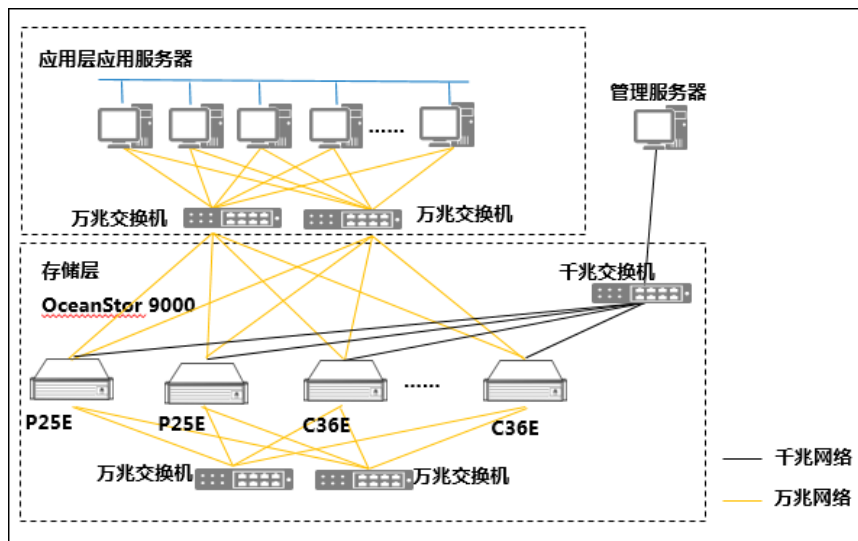
### 8.3 存储系统设计

OceanStor 9000 提供分布式存储解决方案。其面向种类繁多的文件存储上层业务，为客户提供存储多种类型业务数据的方案。该方案要求与其对接的上层业务遵循接口规定，方案的具体描述如下：

- ◆ OceanStor9000提供统一命名空间的存储系统，支持多种接口，多种业务的数据都存储在这个统一的存储空间中，包括文件，视频，图象等多种类型的业务数据存储；
- ◆ 采用OceanStor9000存储设备，以低配置3节点起步，采用全对称分布式架构设计，轻松实现容量扩展，满足日益发展的业务系统的存储要求，与业务需求相匹配；
- ◆ 容量扩展的同时，性能同步提升，避免因数据量增多而产生的性能瓶颈；
- ◆ 支持在线扩容，容量扩展的同时，保证不会中断业务，并且支持多个节点批量扩容；
- ◆ 整系统采用集群部署和Erasurecode数据保护策略，支持N+M的数据可靠性保障，以及故障自动检测、修复技术，保障系统可靠性；
- ◆ OceanStor9000对外提供NAS接口，支持NFS和CIFS协议共享，适应多种应用场景，例如：支持和文件业务对接，和图片业务对接等；
- ◆ 每种业务对存储空间的需求不同，OceanStor 9000天然支持Thin Provisioning实现空间弹性扩展，满足不同业务的存储需求，同时不会造成空间定额分配造成的浪费；
- ◆ 针对不同业务需求，OceanStor9000还提供了不同的增值特性，针对NAS存储，支持配额管理、分级存储、快照、WORM、异步远程复制等增值特性；针对对象存储，支持重删、多租户和传输加密。
- ◆ 对设备管理员，提供WEB UI管理工具，统一管理存储设备。

## 8.4 拓扑结构

系统支持多种组网模式，外部组网均支持 10GE Ethernet 或 40GE Infiniband 或 1GE Ethernet 组网，可根据项目和业务的需求进行灵活选择。系统初期建设的配置，随着业务的发展，平滑扩容至 10PB 以上。存储网络拓扑结构如下图所示：



图表 1 存储网络拓扑结构图

其配置特点如下：

- ◆ 所有关键业务集中存储，并支持多协议共享
- ◆ 内外部组网采用10GEethernet，特有TOE网卡和RDMA技术，提高访问效率
- ◆ 支持客户端连接负载均衡、配额管理
- ◆ 自动分级存储
- ◆ 配置快照功能，能够快速进行数据恢复和备份

## 8.5 视频存储（可选）

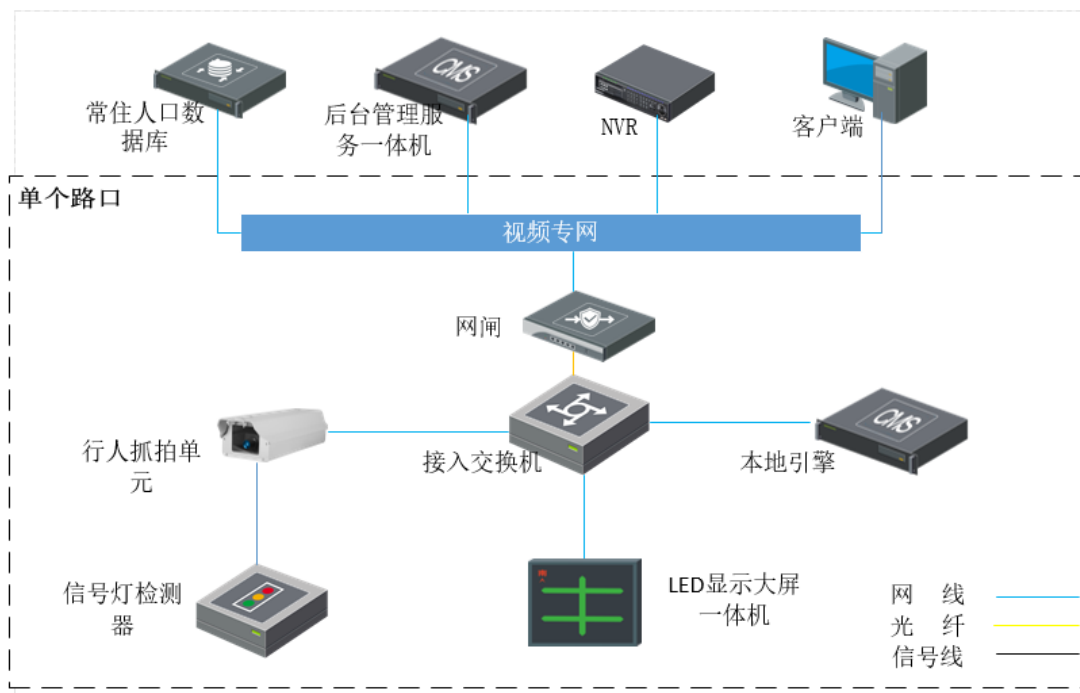
### 8.5.1 视频存储容量计算

视频存储节点配置请参考配置手册，如下图示：

规格	码流大小	录像路数	录像天数	CBR系数	存储裸容量(T)
3M码流	3	0	30	1.1	0.00
4M码流	4	0	30	1.1	0.00
12M码流	12	80	30	1.1	358.76
摄像头总存储容量					358.76
VCN3010&VCN3020节点数量					1.8

视频存储节点数量取决于需要存储的摄像头路数。

## 8.5.1 网络拓扑图



## 9 计算系统设计

### 9.1 异构高性能计算

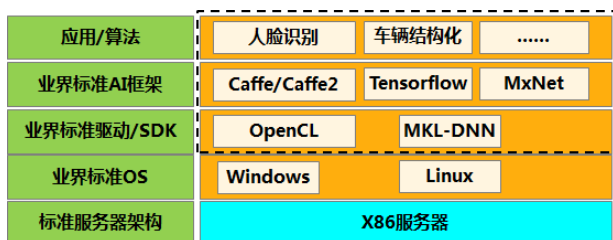
由于交管新型工作量(视频图片分析)不断涌现,对现有硬件平台架构提出了很大挑战。现有的以服务器为中心的架构无法应对 AI 等新业务,需要走向以异构架构为核心的时代。另外,由于业务种类繁多,导致客户机型多、难以管理、成本高。

高性能异构服务器通过异构资源池、智能编排等关键技术,将服务器、GPU、FPGA、存储等资源池化,拉远后进行统一编排调度,从而按需提供硬件资源,提升 50%以上的资源利用率,大幅减少硬件机型。同时,可以秒级提供逻辑服务器,灵活应对业务变化,大幅减少业务部署周期。

- ◆ 对服务器分析算法和应用支持

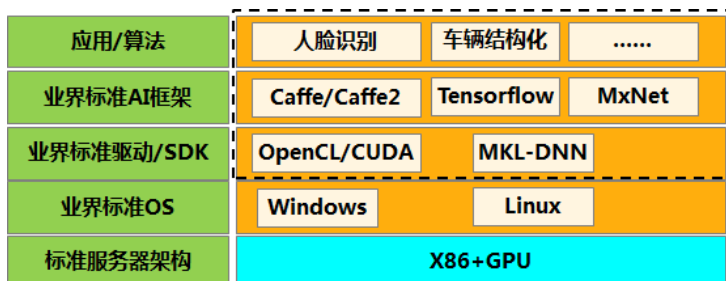
开放硬件平台采用是标准服务器架构,配合标准 Windows 和 linux OS,在实

际应用中容易部署第三方应用和算法。

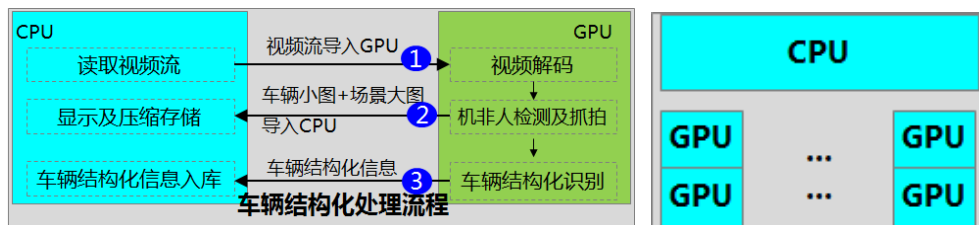


- ◆ 对 GPU 分析算法和应用支持

开放硬件平台采用是标准服务器+Nvidia GPU 服务器架构,配合标准 Windows 和 linux OS，在实际应用中容易部署第三方应用和算法。



如下图示例，车辆结构化计算，视频流送入硬件平台后，CPU 转发给 GPU 解码、检测目标、车辆结构化计算，把结果返回 CPU 做存储入库。



- ◆ 应用建议：

GPU 资源比较贵，算法尽可能下沉到 GPU，减轻 CPU 负荷，提升系统性能。

高性能异构服务器应该支持如下特性：

- 1) 支持硬件编排，实现各种计算存储网络不同硬件资源的统一调度，充分利用全局已有标准资源。
- 2) 全系统模块化虚拟化设计，免下架维护，支持计算/存储/网络/安全四位一





体融合的三代演进能力，满足云计算行业 5 年发展标准要求。

3) 配置灵活搭配，资源池处理，混合支持 GPU/TPU/VPD/NPU 以及各种网络和安全硬件处理器，满足业界安全的智能计算的长期发展演进要求。

## 10 配置清单

类别	型号	数量	配置
FusionInsight AI 管理节点	2288H V5	3 (固定)	CPU: 2*Intel 至强 4114 内存: 8*32GB DDR4 硬盘: 2*600GB SAS + 12*4TB SATA 网卡: 板载 2*GE+2*10GE
FusionInsight AI 处理节点	2288H V5	(根据项目修改, 详细参照配置向导)	CPU: 2*Intel 至强 5118 GPU: 3*Tesla P4 内存: 4*32GB DDR4 硬盘: 2*600GB SAS 网卡: 板载 2*GE+2*10GE
FusionInsight LibrA 管理节点	2288H V5	2 (固定)	CPU: 2*Xeon Gold 5120 内存: 4*32GB 磁盘: 6*600G SAS 网口: 板载 2*GE+2*10GE
FusionInsight LibrA 数据节点	2288H V5	(根据项目修改, 详细参照配置向导)	CPU: 2*Xeon Gold 5120 内存: 16*32GB 磁盘: 2*600G SAS+24*900G/1.2T (主推) /1.8T SAS 网口: 板载 2*GE+2*10GE
Oceanstor 9000	P36E	(根据项目修改, 详细参照配置向导)	4U, 前 2*10GE, 后 2*10GE, 35*6TB SATA 硬盘
交通网应用服务器	2288H V5	(根据项目修改, 详细参照配置向导)	CPU: 2*Intel 至强 5118 内存: 4*32GB DDR4 硬盘: 2*600GB SAS+1*4TB SATA (数据盘灵活配置) 网卡: 板载 2*GE+2*10GE
GA 网应用服务器	2288H V5	(根据项目修改, 详细参照配置向导)	CPU: 2*Intel 至强 5118 内存: 4*32GB DDR4 硬盘: 2*600GB SAS+1*4TB SATA (数据盘灵活配置) 网卡: 板载 2*GE+2*10GE



## 11 解决方案优势

### 11.1 开放统一架构

采用统一架构、统一平台、统一标准的思路进行设计，将人工智能、大数据、视图分析等技术与非现场执法业务深度融合，建立统一视频图片分析平台，对实时视频、图片中人脸信息的识别和特征提取，融合了大数据分析模型、人工智能算法、以图搜图、智能分析等多种应用功能更于一体，提高人脸识别的准确性和完整性；统一平台支持不同 ISV 算法导入、加载，快速上线部署。

### 11.2 高效的交通管理手段

将信息技术与非现场执法业务深度融合，以“存量”带动“增量”的模式，现有卡口图片、违法图片进行全量分析、挖掘，对道路过往车辆进行智能监控分析，对交通违章、交通违法行为进行有效识别、统计分析，有效遏制、查处交通违法行为，提升交警执法量。

### 11.3 深度的数据挖掘

通过大数据分析技术，实现对海量数据的深度挖掘和应用，更准确的进行关联比对和违法行为分析研判，为交警情报分析提供技术支持，提供一套高效有力交通实战工具

### 11.4 持续演进

行人闯红灯执法后续可以针对视频进行特征信息提取、图片二次识别、违法检测识别、事件检测分析、流量检测等场景，平台具备强大的计算能力以及扩展能力，融合不同厂家算法实现不同的应用，推动非现场执法工作的质和量的技术变革。

## 缩略语解释

表格 4-1 缩略语表格



缩略语	解释
在线资源	指客户端能够通过网络访问及下载的资源。
PGIS	警用地理信息系统。
六合一	交警六合一平台系统，包括机动车登记、驾驶证管理、交通违法处理、交通事故处理、交警队信息平台、剧毒品公路运输管理
1080P	分辨率: 1920x1080. 1080 代表 1,080 条水平扫描线, P 代表 progressive, 为逐行扫描的意思。
2CIF	分辨率: 352 x 576
4CIF	分辨率: 704 x 576
720P	分辨率: 1280x720. 720 代表 720 条水平扫描线. P 代表 progressive, 为逐行扫描的意思。
CCD	电荷耦合器
CIF	通用图像格式，分辨率：352 x 288
CMOS	互补型金属氧化物半导体
D1	标清分辨率 704x576
DVR	数字硬盘录像机
GA/T669-2008	G 行业标准规范
GB/T28181-2011	安全防范视频监控联网系统传输、交换、控制技术要求
H.264	视频编码压缩标准
H.265	视频编码压缩标准
SVAC	视频编码压缩标准
HD1	分辨率：704 x 288
HDMI	高清晰多媒体接口
IPC	网络摄像机
IP SAN	IP 存储局域网络
MJPEG	运动联合图像专家组
MPEG-2	视频编码压缩标准
MPEG-4	视频编码压缩标准
NVR	网络硬盘录像机
RAID5	一种存储性能、数据安全和存储成本兼顾的存储解决方案
行人闯红灯执法	通过先进的人脸识别技术对行人或者非机动车违法行为进行身份确认，



	并进行违法处理