

DB4403

深 圳 市 地 方 标 准

DB 4403/ XXXXX—XXXX

人脸特征比对检索距离函数技术规范

Technical specification of comparison and retrieval distance function
for face feature

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(送审稿)

— XX — XX 发布

XXXX — XX — XX 实施

深圳市市场监督管理局

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 术语和定义 1

3 总体要求 2

4 技术要求 3

 4.1 人脸特征比对检索距离函数 3

 4.2 特征距离输出 4

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。

本文件由深圳市公安局视频警察支队提出。

本文件由深圳市公安局安全技术防范管理办公室归口。

本文件起草单位：深圳市公安局视频警察支队、深圳市智慧安防行业协会、深圳市中安测标准技术有限公司、华为技术有限公司、深圳市商汤科技有限公司、深圳云天励飞技术有限公司、平安科技（深圳）有限公司、杭州海康威视数字技术股份有限公司、浙江大华技术股份有限公司、深圳市捷顺科技实业股份有限公司、深圳市信义科技有限公司、盛视科技股份有限公司、厦门瑞为信息技术有限公司。

本文件主要起草人：李石华、李胜锋、黄立、赵瑞、程冰、景发俊、刘杰、张泽琳、刘华、蔡昊然、刘聪、关庆佳、贾宝芝、董晓波、雷秋菊。

人脸特征比对检索距离函数技术规范

1 范围

本文件规定了人脸特征比对检索距离函数的总体要求和技术要求。
本文件适用于人脸特征比对系统。

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。

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

特征向量 `feature vector`

由特定的人脸识别算法从对应的人脸图片中计算提取得到的一组用于表示人脸特征的数值。

3.2

特征向量类型 `data type of feature vector`

人脸特征向量中每个数值在计算机中存储、计算时所采用的数据类型。常见的数据类型有：单精度浮点型（fp32）、半精度浮点型（fp16）、单字节整型（int8）等。

3.3

特征向量维度 `dimension of feature vector`

人脸特征向量中数值的个数。

3.4

特征向量规范化 `standardization of feature vector`

对特征向量进行某种变换，使得特征向量满足某种给定的条件，如：特征向量中所有数值的平方和等于某个给定的常数。

3.5

特征距离函数 `distance function of feature`

用于计算特征向量两两之间距离的数学函数。

注：同一个人的人脸特征向量之间的距离较小，不同人的人脸特征向量之间的距离较大。

3.6

乘项标量 `multiplicative-item scalar`
用于对计算出的特征距离进行修正的标量，该标量采用乘法方式对特征距离进行缩放。

3.7

偏置项标量 `offset-item scalar`
用于对计算出的特征距离进行修正的标量，该标量采用加法方式对特征距离进行平移。

4 总体要求

4.1 规范化特征距离函数应用的基本框架示意图见图 1。

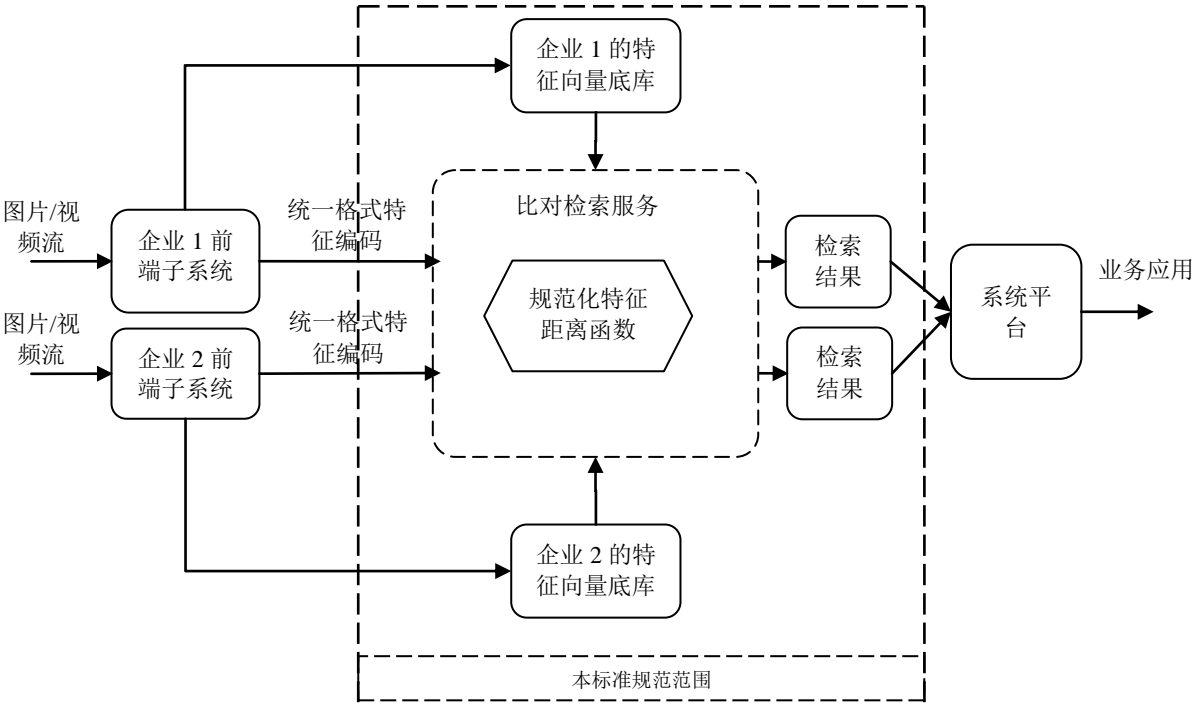


图1 规范化特征距离函数应用基本框架示意图

规范化特征向量和特征距离函数应能实现统一化管理和特征汇聚比对。不同企业应按统一格式特征编码输出，汇聚到系统平台的比对检索服务，比对检索服务进行人脸核验、比对、布控、检索等。

4.2 每张人脸图片采用 d 维的特征向量表示，支持的特征向量维度有 $d=128$ ， $d=256$ ， $d=512$ ， $d=1024$ ；并符合以下要求：

- a) 特征向量维度 d 是固定的；
- b) 对应特征向量维度为 $d=128$ 或 $d=256$ 或 $d=512$ 或 $d=1024$ ，即当 $0 < d \leq 128$ 时，特征向量维度 d 用 128 表示；当 $128 < d \leq 256$ 时，特征向量维度 d 用 256 表示；当 $256 < d \leq 512$ 时，特征向量维度 d 用 512 表示；当 $512 < d \leq 1024$ 时，特征向量维度 d 用 1024 表示。

4.3 特征向量类型为可配置，支持的类型有单精度浮点型（fp32）、半精度浮点型（fp16）、单字节整型（int8）；每个维度特征采用对应类型数据表示，每个特征数据占 b 字节；单精度浮点型占 b=4 个字节，半精度浮点型占 b=2 个字节，单字节整型占 b=1 个字节，整个特征向量为 d×b 字节。单字节整型（int8）应额外存储一个或两个单精度浮点型（fp32）的标量来恢复原始精度的特征向量。

5 技术要求

5.1 人脸特征比对检索距离函数

5.1.1 特征向量规范化可采用 L2 范数归一化，即要求每个特征向量中所有数值的平方和等于 1，具体定义公式如下：

$$\hat{x} = \frac{x}{\|x\|_2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\|x\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^d x_i^2} = 1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

x ——特征向量；

\hat{x} ——采用L2范数归一化后的特征向量；

x_i ——特征向量中第 i 个特征数值；

d ——特征向量的维度。

5.1.2 特征距离采用向量夹角的余弦值函数或欧氏距离进行定义，具体定义公式如下：

$$D^{\cos}(x_1, x_2) = 1 - \frac{x_1 \cdot x_2}{\|x_1\| \cdot \|x_2\|} = 1 - \hat{x}_1 \cdot \hat{x}_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$D^{eud}(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = \|\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2\|_2 \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$D^{eud}(x_1, x_2) = \|\hat{x}_1 - \hat{x}_2\|_2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

x_1, x_2 ——特征向量；

\hat{x}_1, \hat{x}_2 ——采用 L2 范数归一化后的特征向量；

$D^{\cos}(x_1, x_2)$ ——特征向量之间的余弦距离；

$D^{eud}(x_1, x_2)$ ——特征向量之间的欧氏距离。

5.1.3 对于不同特征维度 d ，（1）～（5）均可适用，图 1 中特征比对检索服务应保证支持指定维度的计算。

5.1.4 对于不同数据类型的特征向量，距离函数（包括余弦距离和欧氏距离）的计算应统一到如下公式中：

$$D^{\cos}(x_1, x_2) = 1 - S(x_1, x_2) \cdot \hat{x}_1 \cdot \hat{x}_2 + C(x_1, x_2) \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$D^{sud}(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) = S(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) \cdot \|\mathbf{x}_1 - \mathbf{x}_2\|_2 + C(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2) \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$D^{sud}(x_1, x_2) = S(x_1, x_2) \cdot \|\hat{x}_1 - \hat{x}_2\|_2 + C(x_1, x_2) \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2$ ，——特征向量，符合3.3规定的特征向量类型（fp32，fp16或int8）；

$S(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ ——乘项标量，用于恢复结果到浮点类型，根据企业采用的不同量化方式由企业随特征一并提供，未对特征进行量化时， $S(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ 可设置为常数1；

$C(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ ——偏置项标量，用于恢复结果到浮点类型，根据企业采用的不同量化方式由企业随特征一并提供，未对特征进行量化时， $C(\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2)$ 可设置为常数0。

5.2 特征距离输出

人脸比对接口输入为两个需要比对的特征向量，输出为特征距离，见图2；人脸检索接口输入为查询特征向量和待查询的特征向量底库，输出为特征距离最短的前K个人脸以及对应的特征距离，见图3。

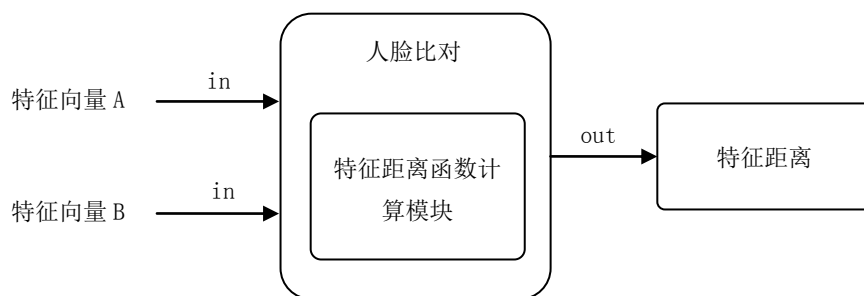


图2 人脸比对接口示意图

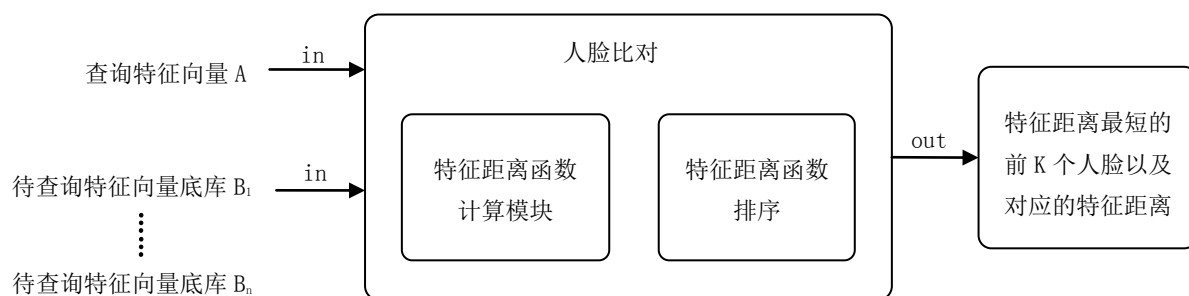


图3 人脸检索接口示意图