



中华人民共和国公共安全行业标准

GA/T 162.3—1999

指纹自动识别系统数据 交换工程规范 第3部分：指纹图像数据的压缩与恢复

Interchange project specification
of fingerprint data in AFIS
Part 3: The compressing and decompressing
of fingerprint image data

1999-08-31 发布

1999-10-01 实施

中华人民共和国公安部 发布

前 言

本标准规定了指纹自动识别系统中指纹图像数据的压缩与恢复方法,是为了不同指纹自动识别系统之间进行图像交换而制定的。

GA/T 162 在《指纹自动识别系统数据交换工程规范》总标题下,包括 5 个部分:

第 1 部分(即 GA/T 162.1—1997):指纹图像数据转换的技术条件

第 2 部分(即 GA/T 162.2—1999):指纹信息交换的数据格式

第 3 部分(即 GA/T 162.3—1999):指纹图像数据的压缩与恢复

第 4 部分(即 GA/T 162.4—1999):指纹自动识别系统的基本性能指标

第 5 部分(即 GA/T 162.5—1999):指纹自动识别系统的测试规范

附录 A 是标准的附录。

本标准由中华人民共和国公安部提出。

本标准由全国刑事技术标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:公安部物证鉴定中心。

本标准主要起草人:王瑛玮。

中华人民共和国公共安全行业标准

指纹自动识别系统数据
交换工程规范

第 3 部分：指纹图像数据的压缩与恢复

GA/T 162.3—1999

Interchange project specification
of fingerprint data in AFIS
Part 3: The compressing and decompressing
of fingerprint image data

1 范围

本标准规定了指纹自动识别系统中指纹图像数据的压缩与恢复的技术内容、指标及实现方法，适用于指纹自动识别系统的指纹数据压缩与恢复。

2 采用方法

2.1 本标准采用基于零树小波(EZW)的指纹图像数据压缩与恢复方法。

2.2 嵌入式零树小波变换压缩与恢复方法

采用基于嵌入式零树小波变换(EZW)的方法对指纹图像数据进行压缩。首先，应用小波变换将指纹图像数据分解为一些子带，每个子带代表一个特定的频率段；然后根据要求的压缩倍数，利用零树将小波系数进行逐次量化(Successive Approximation Quantization)；最后，把量化后的系数应用 1 序(1-order)自适应算术编码方法进行编码。采用基于嵌入式零树小波变换(EZW)的方法对指纹图像压缩数据进行恢复，是上面描述的压缩过程的逆过程，附录 A(标准的附录)对该方法的主要过程进行了必要的说明。

图 1、图 2 分别表示了嵌入式零树小波变换(EZW)压缩方法与恢复方法的主要过程。

2.3 压缩数据的格式

2.3.1 压缩数据的种类

压缩数据格式分为三类：标识符、参数和熵编码数据段(见表 1)。标识符是特定的两字节的字符，参数是解压缩时必须用到的各项常数。压缩数据最后是熵编码数据段，由特定的标识段与前面的数据分开。所有组成部分都用字节对齐的码字来表示，压缩数据由一系列有序的字节构成。

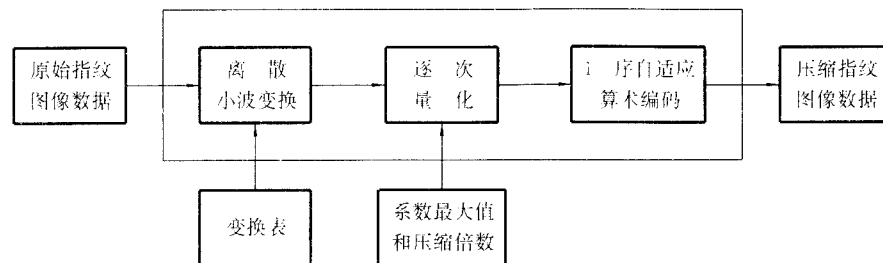


图 1 EZW 的压缩过程

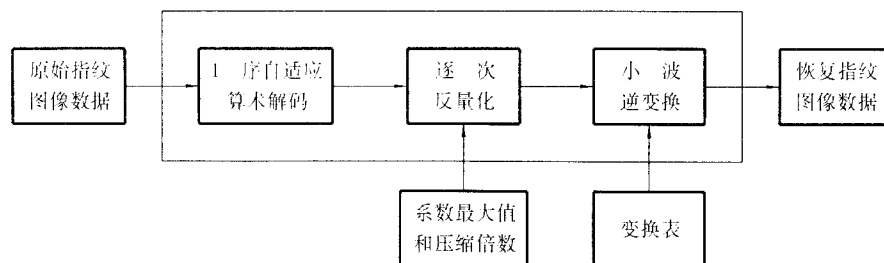


图 2 EZW 的恢复过程

表 1 指纹图像压缩数据的格式

起始标识符	小波变换参数标识段	零树编码参数标识段	熵编码数据段标识符	熵编码数据段
-------	-----------	-----------	-----------	--------

2.3.2 参数

参数包括编码过程中所需的参数、原始图像的相关参数,以及其他可选的参数。如果没有这些参数,解码过程将不能重建所需的指纹图像。参数和标识符一起构成参数标识段,其主要内容是小波变换中所需的小波系数和零树编码中所需的相关参数。

2.3.3 标识符

标识符用于区分压缩数据格式的不同组成部分。表 2 是标识符代码表。有些标识符后面跟着一组相关参数,构成一个标识段,如小波系数参数标识段和零树编码参数标识段。有些标识符是独立的,如起始标识符和熵编码数据段标识符。所有标识符都分配两个字节。

表 2 标识符代码表

代 码	名 称
0xFFA0	起始标识符
0xFFA1	小波变换参数标识符
0xFFA2	零树编码参数标识符
0xFFA3	熵编码数据段标识符

2.3.4 小波变换参数标识段

表 3 表示小波变换参数标识段的构成。

表 3 小波变换参数标识段构成

DTT	LT	N0	N1	S_{n_1}	E_{x_1}	H_{0_1}
.....	$S_{n_{N_0}}$	$E_{x_{N_0}}$	$H_{0_{N_0}}$	S_{n_1}	E_{x_1}	H_{1_1}
.....				$S_{n_{N_1}}$	$E_{x_{N_1}}$	$H_{1_{N_1}}$	

表 3 中各标识符及参数定义如下。

DTT:(16 bits)其值为 0xFFA1,小波变换参数标识段起始的标识。

LT:(16 bits)其值为表 3 中小波变换参数标识段所占的字节数。

N0:(8 bits)小波变换低通滤波器的长度。

N1:(8 bits)小波变换高通滤波器的长度。

S_{n_k} :(8 bits)第 k 个系数的符号。0 表明该系数是负的。

E_{x_k} :(8 bits)伸缩尺度。表明第 k 个系数向左移动小数点的位数。

H_{0_k} :(32 bits)小波变换低通滤波器第 k 个系数向左移动 E_{x_k} 位后的值。

$H1_k$: (32 bits)小波变换高通滤波器第 k 个系数向左移动 E_{x_k} 位后的值。

2.3.5 零树编码参数标识段

表 4 给出了零树编码参数标识段的构成。

表 4 零树编码参数标识段构成

DZT	LZ	ROW	COL	LOG2TH	DL	IMGMEAN	ZTCHAR
-----	----	-----	-----	--------	----	---------	--------

表 4 中各标识符及参数定义如下。

DZT: (16 bits) 其值为 0xFFA2, 零树编码参数标识段起始的标识。

LZ: (16 bits) 其值为表 4 中零树编码参数标识段所占的字节数。

ROW: (16 bits) 其值为图像的行数。

COL: (16 bits) 其值为图像的列数。

LOG2TH: (16 bits) 其值为零树编码逐次量化中首次所选阈值的以 2 为底的对数值。

DL: (8 bits) 其值为零树编码小波分解的层数。

IMGMEAN: (32 bits) 其值为零树编码小波分解后的系数绝对值的最大值。

ZTCHAR: (32 bits) 表示主表中所用到的四个符号(正的重要系数、负的重要系数、零树根、孤立零), 前两个字节同时还表示附表中所用到的两个符号(左半区间和右半区间)。

3 要求

3.1 压缩数据格式的要求

——压缩数据格式必须保证在不同指纹应用环境中有效传递数据的目的需求。

——压缩数据格式必须保证与本标准规定的语法规范相一致, 以使解码器能正确恢复原图像。

3.2 编码器的要求

编码过程是将原始指纹图像转换成压缩图像数据。

——编码器是把附录 A 中规定的编码过程具体实现。为了和本标准兼容, 编码器必须能够准确地将原始指纹图像转换成与本标准中规定的压缩数据语法规范相兼容的压缩图像数据。

3.3 解码器的要求

——解码过程是将压缩图像数据恢复成恢复指纹图像数据。

——解码器是把附录 A 中规定的解码过程具体实现。为了和本标准兼容, 解码器必须满足下列要求:

无论标识段中的参数如何变化, 都能准确地将与本标准中规定的压缩数据语法规范相兼容的压缩图像数据恢复成指纹图像数据。

4 图像压缩倍数

指纹图像数据压缩的倍数为 20。

附录 A

(标准的附录)

嵌入式零树小波变换压缩过程

A1 离散小波变换

离散小波变换开始把图像分解成四个子带: LL_1 、 HL_1 、 LH_1 和 HH_1 (如图 A1 所示)。其中, LL_1 表示图像的低频特征, LH_1 、 HL_1 、 HH_1 表示图像的高频特征。每一个小波系数表示一块空间, 对应于原图像的一块 2×2 的区域。将 LL_1 继续分解 (如图 A2 所示), 得到 LL_1 的四个子带。这时, 每一个小波系数表示的空间, 对应于原图像的一块 4×4 的区域。因此, 第一次分解对应于一个分辨率, 以后分解愈多, 分辨率愈低, 表示的空间区域愈大。

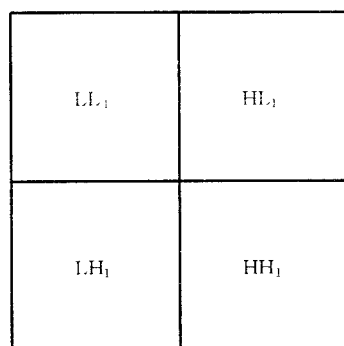
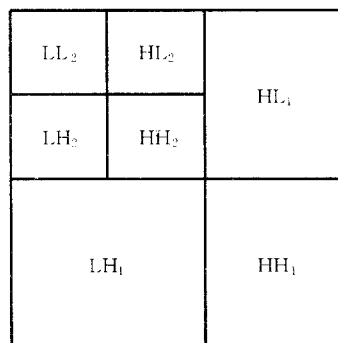


图 A1 一次分解

图 A2 对 LL_1 再次分解

A2 小波系数的零树结构

首先, 子带分解对于小波系数来说意味着分辨率的降低, 空间表示域的增大。例如, 如图 A3 所示, HH_3 中的一个小波系数 x 可以由 HH_2 中的四个小波系数表示, 而 HH_2 中的这四个小波系数可以进一步由 HH_1 中的 16 个小波系数表示。定义 x 为树根, HH_2 中的四个小波系数为第一层树叶, HH_1 中的 16 个小波系数为第二层树叶, 这样, 就得到一个小波系数的树形结构表示。

第二步, 定义小波系数 x 是可忽略的, 如果对于某一个给定的阈值 T , 存在 $|x| < T$ 。一般情况下, 如果一个树根或树叶是可以忽略的, 那么它的子树也认为是可以忽略的。这样, 只保留那些重要的小波系数, 将可以忽略的小波系数的子树去掉, 就得到一个小波系数的零树结构表示。

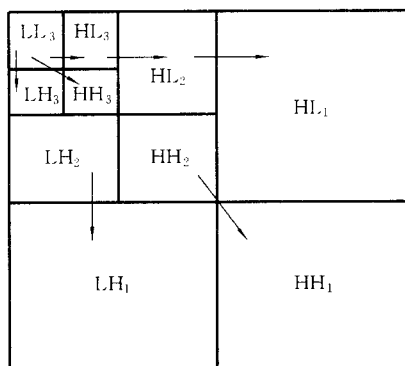


图 A3 小波系数的零树结构

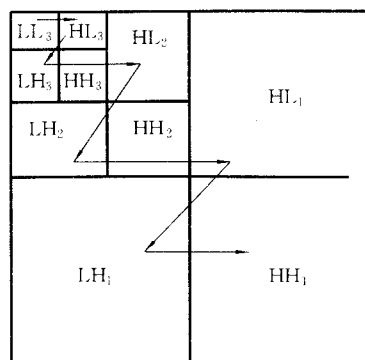


图 A4 子带扫描顺序

A3 子带扫描

子带扫描,首先扫描小波系数零树结构父结点,然后扫描子结点。对于一个 N 次变换,扫描首先从最低分辨率的子带,即从 LL_N 开始。然后,扫描 HL_N 、 LH_N 和 HH_N 。依照这个顺序扫描 $N-1$ 次变换的三个子带 HL_{N-1} 、 LH_{N-1} 和 HH_{N-1} 。依此类推。图 A4 给出了一个 $N=3$ 的子带扫描顺序。

子带扫描后,得到一个由四类符号组成的符号流。这四类符号包括:零树根 ZTR(zero-tree root)、孤立零 IZ(isolated zero)、正的重要系数 POS(positive significant)以及负的重要系数 NEG(negative significant)。

A4 逐次量化

取一系列阈值 T_0, T_1, \dots, T_{n-1} , 逐次决定小波系数是否重要, 其中

$$T_0 \geq \frac{1}{2} |x_{\max}| \quad (|x_{\max}| \text{ 为小波系数中绝对值最大者}), T_i = \frac{1}{2} T_{i-1} \quad (i=1, 2, \dots)$$

在整个编码过程中,始终保持两张单独的小波系数表:主表和附表。主表,包含那些还没有发现是“重要”的小波系数;附表,包含那些已被确定为“重要”的小波系数的绝对值。首先,按分辨率由低到高,在同一分辨率下由 LL、HL、LH 到 HH 的顺序对子带进行扫描。在每一个子带上,对小波系数进行排序,得到小波系数组,进行初始扫描。对每一个阈值 T_i ,每一张表被扫描一次。主表在进行中,主表中的系数与阈值 T_i 比较,以确定是否为“重要”。如果是,再根据其符号进行编码,然后把它的数量追加到附表中。主表进行完之后,接着进行附表。附表中的系数的数值被扫描,然后根据阈值 T_i , 给出一个额外的 0、1 码,使数值对应一个更小的区间,即左半区间或右半区间。

A5 算术编码

将上述过程产生的符号再进行 1—序自适应算术编码。