

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01)

A61B 5/117 (2006.01)

G06Q 50/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710122525.2

[43] 公开日 2009年4月1日

[11] 公开号 CN 101396277A

[22] 申请日 2007.9.26

[21] 申请号 200710122525.2

[71] 申请人 中国科学院声学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路21号

[72] 发明人 杨军 苗振伟

[74] 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司

代理人 王勇

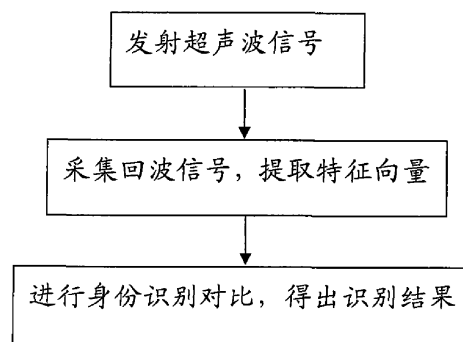
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

[54] 发明名称

一种超声波人脸识别方法和识别装置

[57] 摘要

本发明涉及一种超声波人脸识别方法和识别装置。所述识别方法包括，1) 向待识别目标发射超声波信号；2) 采集回波信号，对回波信号提取特征向量；3) 根据步骤2) 中得到的特征向量，在已建成的超声人脸信息数据库中进行身份识别对比，得出识别结果。所述识别装置包括超声波发声器，超声波接收器，特征提取模块，超声人脸信息数据库和身份识别模块。本发明的主要优点是：可以得到很高的空间分辨率，能够提取丰富的面部信息；能够减小背景对人脸识别的影响；可以将3D模型与人脸区分开；可以克服照片、视频的欺骗；数据量减小，能够提高识别速度；具有较高的识别率；所需的超声波人脸数据库具有数据量小的特点，方便建立大规模超声波人脸数据库。



1. 一种超声波人脸识别方法，包括如下步骤：
 - 1) 向待识别目标发射超声波信号；
 - 2) 采集回波信号，对回波信号提取特征向量；
 - 3) 根据步骤 2) 中得到的特征向量，在已建成的超声人脸信息数据库中
中进行身份识别对比，得出识别结果。
2. 根据权利要求 1 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，所述
步骤 3) 中，所述超声人脸信息数据库的建立方法如下：
 - 3a) 采集注册会员的基本信息；
 - 3b) 向注册会员的脸部发射超声波信号；
 - 3c) 采集回波信号，对回波信号提取特征向量；
 - 3d) 将提取出的特征向量与所述注册会员的基本信息相结合并建立索
引；
 - 3e) 不断重复步骤 3a) 到步骤 3d)，形成超声人脸信息数据库。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，
所述步骤 1) 或/和步骤 3b) 中，所述超声波信号是扫频信号。
4. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，
所述步骤 1) 或/和步骤 3b) 中，可以从多个不同的方向向待识别目标发射
超声波信号。
5. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，
所述步骤 2) 或/和步骤 3c) 中，在采集到回波信号后，对回波信号信号进
行预处理，所述预处理依次包括信号截取步骤和信号压缩步骤，然后再对
压缩后的信号进行特征向量提取。
6. 根据权利要求 5 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，信号
压缩步骤可以通过匹配滤波的方式实现，也可以通过将发射信号与回波信
号混频并作傅立叶变换实现。
7. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，
所述步骤 2) 或/和步骤 3c) 中，所述提取特征向量的方法包括：选取时域
包络、频域能量、信号经过离散余弦变换或小波变换后的系数、信号经解
调后的时域包络或频域能量或倒谱系数或用现代谱估计得到的系数或小

波变换后的系数、压缩后的信号，然后从上述一系列信号特征中提取部分或全部特征作为特征向量。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，所述步骤 3) 中，所述身份识别对比通过模式分类器或神经网络分类器实现；所述模式分类器可以采用 Bias、GMM、HMM 或 SVM 模式分类器；所述神经网络分类器可以采用 BP、RBF 或 SOM 神经网络分类器。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的超声波人脸识别方法，其特征在于，在所述步骤 1) 或/和步骤 3b) 执行前，还需要预先设定一个参考点，所述待识别目标或/注册会员在所述参考点处接受超声波照射。

10. 一种超声波人脸识别装置，包括：

超声波发声器，用于发射超声波信号；

超声波接收器，用于接收回波信号；

特征提取模块，用于对回波信号提取特征向量；

超声人脸信息数据库，用于存储注册会员的基本信息以及预先获得的超声回波信号的特征向量；

身份识别模块，用于对超声回波信号的特征向量进行比对分析，得出识别结果。

一种超声波人脸识别方法和识别装置

技术领域

本发明涉及模式识别技术领域，具体地说，本发明特别涉及一种基于模式识别的人脸识别方法和识别装置。

背景技术

人脸识别装置是利用人脸的特征信息进行身份鉴别的电子及机械部件所组成的装置。目前常用的人脸识别技术是基于人脸的面部特征，对输入的人脸图像或者视频流，首先判断是否存在人脸，如果存在，则进一步给出每个脸的位置、大小和各个主要面部器官的位置信息。并根据这些信息，进一步提取每个人脸中所蕴含的身份特征，并将其与已知的人脸进行对比，从而识别每个人脸的身份。

然而有多个因素影响常用的人脸识别技术的性能，例如：背景和头发；人脸在图象平面内的平移、缩放、旋转；人脸在图象平面外的偏转和俯仰；光源位置和强度的变化；年龄的变化；表情的变化；附着物（眼镜、胡须）的影响；照相机的变化。此外，通过照片、视频、3D 模型等手段欺骗人脸识别系统引擎的企图，一直是人脸识别系统的弱点。

随着科技的发展，一些新的方法在一定程度上对上面的问题进行了弥补，例如基于近红外的技术在一定程度上弥补了光源位置和强度的变化，然而这种系统需要特殊的红外传感器，进而增加了成本。这种方法采集到的是近红外人脸图片或视频流，同样也存在常用人脸识别技术所面临的其他问题。

为了克服姿态变化、位置变化、表情变化的影响，提出了三维人脸识别系统，这种方法在一定程度上能缓解上述问题带来的压力，然而从单一未知光源条件的图像中恢复 3D 形状信息和表面反射率是经典的视觉难题，本质上是一个病态的问题，建立三维人脸模型需要采用特殊的装置，例如激光扫描仪等，成本高，在很大程度上限制了这种方法的推广。

综上所述，现在的人脸识别装置存在着很多困难，因此人们期待一种

新的人脸识别方法或手段来解决目前的难题，为人脸识别注入活力。

发明内容

本发明的目的是克服现有技术的不足，将超声波技术与模式识别技术相结合，提出一种正确率高、与背景独立，不会被照片或视频欺骗、能较好的辨别 3D 模型且数据量小的基于模式识别的超声波人脸识别方法和识别装置。

为实现上述发明目的，本发明提供的超声波人脸识别方法包括如下步骤（参考图 7）：

1) 向待识别目标发射超声波信号；

2) 采集回波信号，对回波信号提取特征向量；

3) 根据步骤 2) 中得到的特征向量，利用模式分类器或神经网络分类器在已建成的超声人脸信息数据库中进行身份识别对比，得出识别结果。

上述技术方案中，所述步骤 3) 中，所述超声人脸信息数据库的建立方法如下：

3a) 采集注册会员的基本信息；

3b) 向注册会员的脸部发射超声波信号；

3c) 采集回波信号，对回波信号提取特征向量；

3d) 将提取出的特征向量与所述注册会员的基本信息相结合并建立索引；

3e) 不断重复步骤 3a) 到步骤 3d)，形成超声人脸信息数据库。

上述技术方案中，所述步骤 1) 或/和步骤 3b) 中，所述超声波信号是扫频信号。

上述技术方案中，所述步骤 1) 或/和步骤 3b) 中，可以从多个不同的方向向待识别目标发射超声波信号。

上述技术方案中，所述步骤 2) 或/和步骤 3c) 中，在采集到回波信号后，对回波信号信号进行预处理，所述预处理依次包括信号截取步骤和信号压缩步骤，然后再对压缩后的信号进行特征向量提取。

上述技术方案中，信号压缩步骤可以通过匹配滤波的方式实现，也可以通过将发射信号与回波信号混频并作傅立叶变换实现。

上述技术方案中，所述步骤 2) 或/和步骤 3c) 中，所述提取特征向量的方法包括：选取时域包络、频域能量、信号经过离散余弦变换或小波变

换后的系数、信号经解调后的时域包络或频域能量或倒谱系数或用现代谱估计得到的系数或小波变换后的系数、压缩后的信号，然后从上述一系列信号特征中提取部分或全部特征作为特征向量。

上述技术方案中，所述步骤3)中，所述模式分类器可以采用 Bias、GMM、HMM 或 SVM 模式分类器；所述神经网络分类器可以采用 BP、RBF 或 SOM 神经网络分类器。

上述技术方案中，在所述步骤1)或/和步骤3b)执行前，还需要预先设定一个参考点，所述待识别目标或/和注册会员在所述参考点处接受超声波照射。

为实现上述发明目的，本发明提供的超声波人脸识别装置包括：

一种超声波人脸识别装置，包括：

超声波发声器，用于发射超声波信号；

超声波接收器，用于接收回波信号；

特征提取模块，用于对回波信号提取特征向量；

超声人脸信息数据库，用于存储注册会员的基本信息以及预先获得的超声回波信号的特征向量；

身份识别模块，用于对超声回波信号的特征向量进行比对分析，得出识别结果。

与现有技术相比，本发明的优点在于：

A. 本发明采用宽带的线性扫频信号，通过信号压缩，可以得到很高的空间分辨率，能够提取丰富的面部信息；

B. 利用周围反射物与传声器之间的距离一般不同于人脸与传声器之间的距离的特点，运用数字信号处理的方法可以容易的将背景回波同人脸回波分离开，从而减小背景对人脸识别的影响；

C. 利用超声波对不同材质的反射效应不同特点(因3D模型的材质与人脸的材质不同，使得回波的频率成分不同)，可以将3D模型与人脸区分开；

D. 利用超声回波是由人脸不同部位反射回波共同组成的特点，可以克服照片、视频的欺骗，从而克服了目前人脸识别技术中存在的一大难题；

E. 超声回波被采集之后，经过一系列的简单处理，得到一维数据，

从中选取有效部分作为最终识别的特征。与传统的人脸识别中的二维图像数据相比，具有非常明显的数量小，特征容易提取的优势，因此使的识别速度的提高成为可能（普通 120*120 的二维图像的数据量为 14400bit；本专利中若采用单发单收，数据量约为 160bit，若采用单发双收约为 240bit，若采用双发双收为约 480bit）；

F. 本发明采用多个超声波发声器和多个超声波接收器从不同角度发射和接收超声波的方式，可以在一定程度上解决人脸表情、姿态等的变化对人脸识别影响的问题，具有较高的识别率；

G. 本发明所建立的超声波人脸数据库具有数据量小的特点（如采用单发单收方式，采集 100 个不同姿态的数据，约为 16k bit/人），方便建立大规模超声波人脸数据库。

附图说明

图 1 表示基于模式识别的超声波人脸识别装置的结构框图；

图 2 表示回波处理单元结构示意图；

图 3 表示本发明一实施例的超声波发声器和传感器位置分布示意图；

图 4 表示本发明一实施例中经过滤波和截取的回声信号示意图；

图 5 表示本发明一实施例中经信号压缩得到的回波强度与距离关系图；

图 6 表示本发明一实施例中经信号压缩得到的回波强度与距离关系图的局部示意图；

图 7 是本发明的超声波人脸识别方法的流程图。

具体实施方式

本发明的基本构思是利用超声波对人脸进行识别。这是由于超声波具有识别 3D 物体的性能，同时，超声波对不同材质的反射效应不同。而人脸有凸凹面，类似于 3D，且人脸的皮肤有通性也有异性，通性在于均为人类的皮肤，异性在于不同人之间皮肤的细腻程度、弹性等不同。因此可以利用人脸的类 3D 性及人脸之间皮肤的不同来区分不同的人脸。同时也可以用人脸的通性将人脸与 3D 模型区分开来。

超声波传播过程中遇到人脸反射产生回波。此回波携带着人脸的特征

信息，其中回波的强度反映反射面的大小，回波相对入射波的时延反映反射面与声源之间的距离。同时回波中还包含人脸皮肤的信息。

超声波人脸识别方法与普通超声波材质识别方法的区别是：在超声波材质识别中，主要用一个反射面（材质表面）的反射回波信息，根据材质对不同频率成分的吸收程度区分材质；在超声波人脸识别中，充分利用多个反射面（人脸的不同位置）的反射回波信息，利用各回波的强度、回波之间的先后关系及人脸对不同频率成分的吸收程度区分人脸。

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细描述：

实施例 1

本发明利用超声波遇人脸反射的上述特点及连续扫频信号空间分辨率与频带带宽成反比的关系，借助模式识别的方法，有效的克服了传统人脸识别的诸多问题，实现了人脸识别。本实施例的具体的实施过程包括以下几步：

如图 1 所示，制作一个依据本发明的基于模式识别的超声波人脸识别装置，包括：超声波发声器 1，发射连续扫频超声波信号，超声信号遇障碍物反射，产生回波信号；超声波接收器 2，接收回波信号；A/D 转换器 3，与所述超声波接收器 2 的输出端连接，对回波信号进行数字采样；控制处理器 4，与所述超声波发生器 1 的输入端、所述 A/D 转换器 3 的输出端和一显示器或一发声器 9 的输入端相连接；所述显示器或发声器 9 接收到所述控制处理器 4 的识别结果后通过图像或语音的方式显示出来。所述控制处理器 4 由扫频信号产生单元、超声波人脸信息数据库控制单元及回波处理单元组成；所述扫频信号产生单元产生驱动所述超声波发声器 1 的线性扫频信号；所述超声波人脸数据库控制单元包括对所述存储超声波人脸信息数据库的存储器 5 的读、写、修改操作；所述回波处理单元，对回波信号进行处理，如图 2 所示，主要包括频域滤波电路、时域截取电路、信号压缩电路、特征提取电路和模式识别电路顺序连接。当所述模式识别电路的结果判断受测对象为一人脸且在超声波人脸数据库中时，所述回波处理单元将识别结果传给显示器或发声器 9，所述显示器或发声器 9 将结果以图像或声音的方式给出。所述模式识别电路使用贝叶斯分类器。所述基本信息 7 包括姓名、性别、出生年月及面部图像，通过键盘及普通相机录入。

本实施例中的超声波发声器可以是压电薄膜换能器或由压电薄膜换

能器组成阵列发声器，或者是压电陶瓷换能器或压电陶瓷换能器组成的阵列发声器，或者是静电换能器或由静电换能器组成的阵列发声器，或者是超声波发音器。如图3所示，在本实施例中采用两个超声波发声器和两个接收器，并将其分为两组，分别为A组（包括静电换能器1A，传感器2A）和B组（包括静电换能器1B，传感器2B），每一组装置与人脸之间的距离均为1m，其中B组在人脸的正前方，A组在鼻尖的斜上方45度处。考虑到线性扫频信号的空间分辨率、回波的强度及对回波信号的实时处理速度、装置的频响曲线及能耗等因素，超声波发射器1的发射频率为25KHz--100KHz，长度为100ms的扫频信号，发射间隔为150ms。A/D转换器3对回波信号的采样频率是500KHz。

以上的各部分电路，若没有特别注明的，均采用本领域技术人员熟知的常规产品或常规电路并采用常规方式连接。

由于需要建立超声波数据库并进行模式识别，本实施例的基于模式识别的超声波人脸识别方法，包括如下步骤：

- 1) 采集欲加入到人脸识别数据库中对象的基本信息，包括姓名、性别、出生年月及相应的面部正面图像。
- 2) 对每个测量对象分别测量多组数据，提取特征，建立超声波人脸数据库；

考虑到超声波发声器的指向性及保证回波对同一对象的相对稳定性，首先设定一参考点，此参考点距离传声器的距离均为1m，并且超声波发声器和传声器均指向该参考点。同时为尽可能的减小周围物体对回波的影响，此装置需置于一空旷的房间中，参考点与地面距离1.14m。样本采集的过程中受测者的鼻尖紧贴参考点且目视前方，在整个测量过程中可以处于静止或有细微运动。发射脉冲信号，并记录下回波信号。对每一个测量对象，用水平方向的超声波发声器1B发射超声波和并用水平方向传声器2B记录下100个回波信号，即100个样本。随后用斜方向45度处的超声波发生器1A发射超声波并用斜方向45度处的传声器2A接收记录下100个回波信号。对每一个测量对象共计采集200个样本。对每一个欲加入此超声波人脸识别数据库的对象均用上述方法采集样本。分别对每个样本进行处理，处理的过程如图2所示。

首先，因回波信号的频率范围为25kHz—100kHz，故用20k—110kHz的带通滤波器对接收到的回波信号滤波，随后截取每个回波信号的前

100ms 的数据，截取后的回波信号如图 4 所示。

其次为信号压缩。因为扫频信号的时长为 100ms，使得不同位置处的反射回波混叠在一起，因此从截取后的回波信号中难以直接提取人脸的回波信息，故需要经过信号压缩获得高分辨率的回波距离信息。调频信号压缩可以用匹配滤波器实现，也可以通过将发射信号与回波信号混频并作傅立叶变换实现。本实例选用后一种方法：即先将发射信号与原信号混频，后做快速付利叶变换。图 5 表示经信号压缩得到的回波强度与距离关系图。图 6 为图 5 的局部放大，根据人脸与传声器之间的距离为 1m 这个已知条件，可以明显的看到人脸的回波出现在 1m—1.5m 的区域内，并且具有很高的信噪比。

接下来的过程就是提取特征向量。特征提取方法包括选取时域包络、频域能量、信号经过如离散余弦变换或小波变换后的系数、信号经解调后的时域包络或频域能量或倒谱系数或用现代谱估计得到的系数或小波变换后的系数、压缩后的信号，从上述一系列特征中提取部分或全部特征作为特征向量。在实施例中运用了两方法提取特征。第一种是根据 McKerrow (McKerrow, P.J. and Yoong, K.K. Face classification with ultrasonic sensing, Proceedings TOWARDS Autonomous Robotic Systems TAROS-06, September 4-6, pp 111-117.) 提到的提取 15 个特征值作为特征向量的方法；第二种为从压缩的回波信号中直接截取人脸的回波数据，将此作为特征向量。

第二种方法的细节如下：首先将噪声 1（如图 6 所示，由串扰噪声及直达声组成）去掉，其次利用门限法查找到人脸回波的起始点，最后根据人脸的平均几何尺寸截取固定长度的数据。（该门限法为通用的门限法。从图六中可以看出，除去噪声 1 后，剩下的较强的信号为人脸回波信号，故可用门限法查找到人脸回波的起点。本实施例中从起始点开始截取 80 个点的数据作为特征向量）

特征向量提取之后的就是选择分类器，本实例选用 Bias 分类器。为验证其性能，选取数据库中每类样本中的 60% 来组成训练样本集；剩余的 40% 作为测试样本集。表 1 列出了 Bias 分类器的分类结果情况，并将两种特征提取的方法进行了比较。识别结果如表 1 所示。

表 1

特征提取方法	超声探测方向	基于贝叶斯法的识别率
McKerrow 提出的提取方	正前方	67.0%

法	斜上方 45 度	82.4%
	正前方+斜上方 45 度	96.7%
第二种特征提取方法	正前方	97.5758%
	斜上方 45 度	91.2121%
	正前方+斜上方 45 度	99.3939%

该表格中“正前方+斜上方 45 度”指的是先对两组超声波传声器的接收数据进行综合处理再得出识别结果。

从表 1 中可以看出，利用第二种特征提取方法明显优于 McKerrow 提出的特征提取方法，并且可以明显看到：将多个传声器提取到的特征加权结合，识别率高于单个传声器的识别率。

3) 选取分类器后，进行实际探测；超声波发声器 1 发射连续扫频超声波信号，并用超声波接收器 2 接收回波信号；

4) 控制处理器 4 对回波信号进行预处理（包括对回波信号的频域滤波、时域截取和信号压缩）；

5) 控制处理器 4 对回波信号提取特征向量；

6) 利用模式分类器判断该回波信号是否为人脸回波信号（本实施例中设定一阈值，若超过该阈值则认为为人脸回波信号），若是，则执行 7)，否则返回步骤 3)；

7) 利用 Bias 模式分类器在已建成的超声人脸信息数据库中进行身份识别对比，若待识别目标存在于数据库中，则执行步骤 8)，否则返回步骤 3)；

8) 以图像或声音的方式在显示器或发声器上给出识别结果。

9) 完成相关处理后返回上述步骤 3) 开始顺序向下执行。

本实施例中虽然采用了 Bias 模式分类器，但该分类器可以用 GMM, HMM, SVM 等其它类型的模式分类器替换，也可以用 BP, RBF, SOM 网络等神经网络分类器替换。另外，本发明也可根据需求提供不同类型的识别结果，如鉴别（identification），即判断给定的人脸超声回波属于哪一张人脸；或者验证（verification），即判断给定的人脸超声回波是否属于某个人。

另外，本实施例中的识别方法仅仅是一个举例说明，该方法可以通过不同的硬件或软件实现，并不限于本实施例中的识别装置。如本发明也可

采用更广义的超声波人脸识别装置，如一种超声波人脸识别装置，该装置包括：超声波发声器，用于发射超声波信号；超声波接收器，用于接收回波信号；特征提取模块，用于对回波信号提取特征向量；超声人脸信息数据库，用于存储注册会员的基本信息以及预先获得的超声回波信号的特征向量；身份识别模块，用于对超声回波信号的特征向量进行比对分析，得出识别结果。

最后所应说明的是，以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制。尽管参照实施例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，都不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

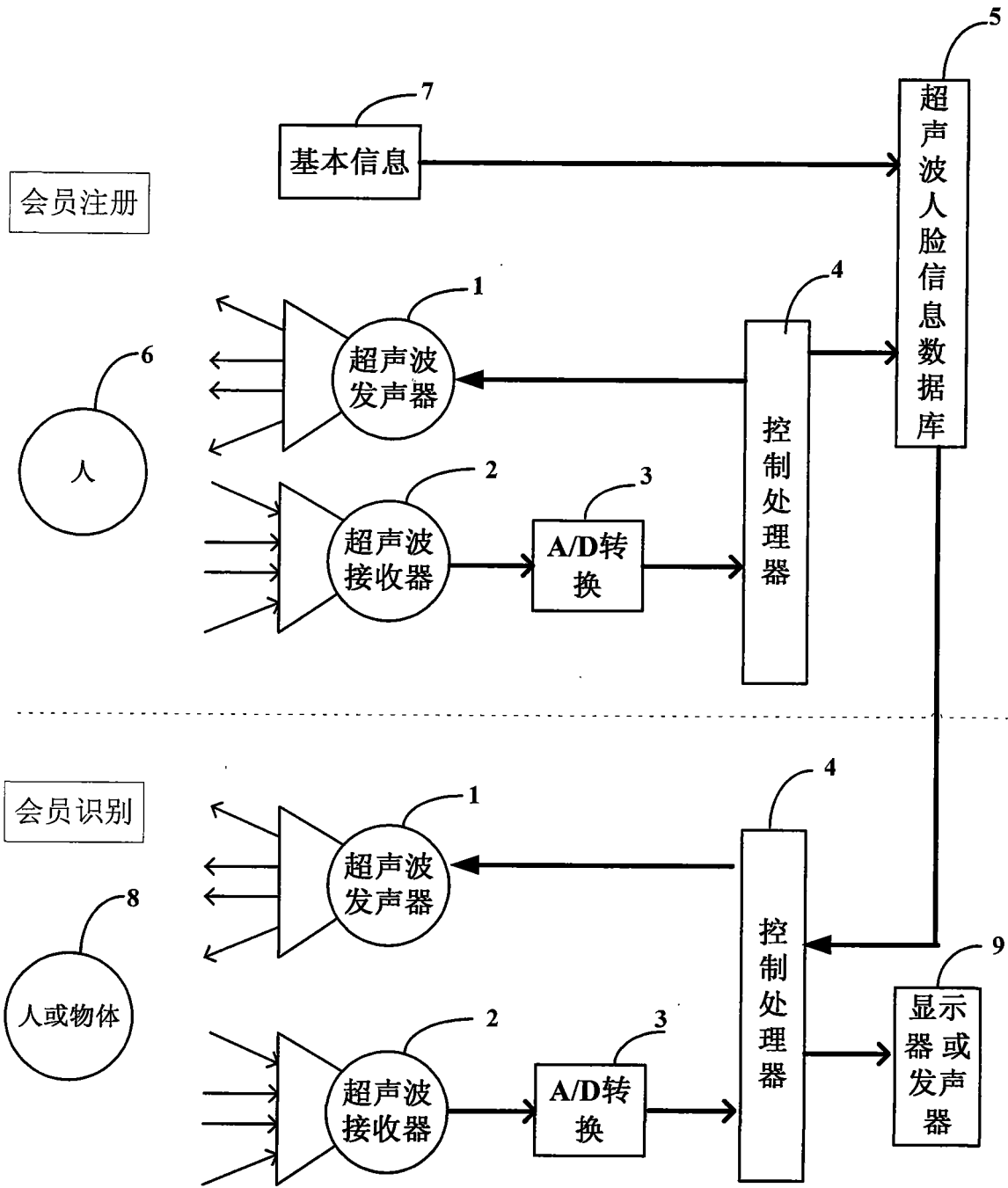


图 1

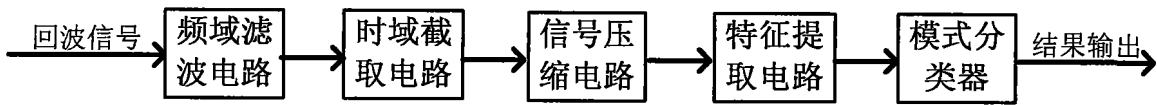


图 2

图 2

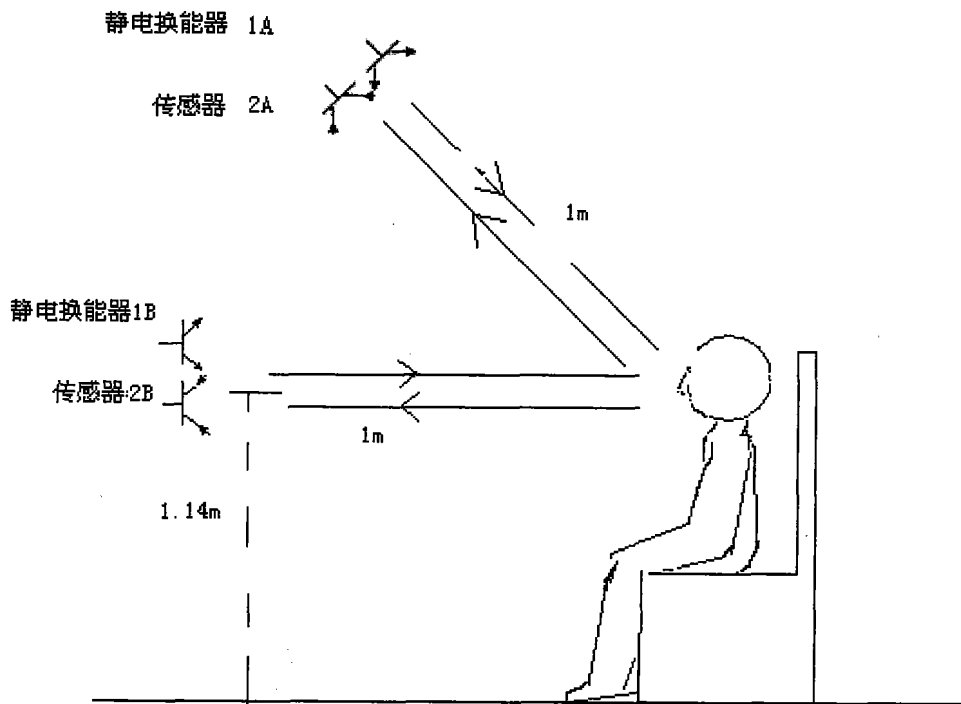


图 3

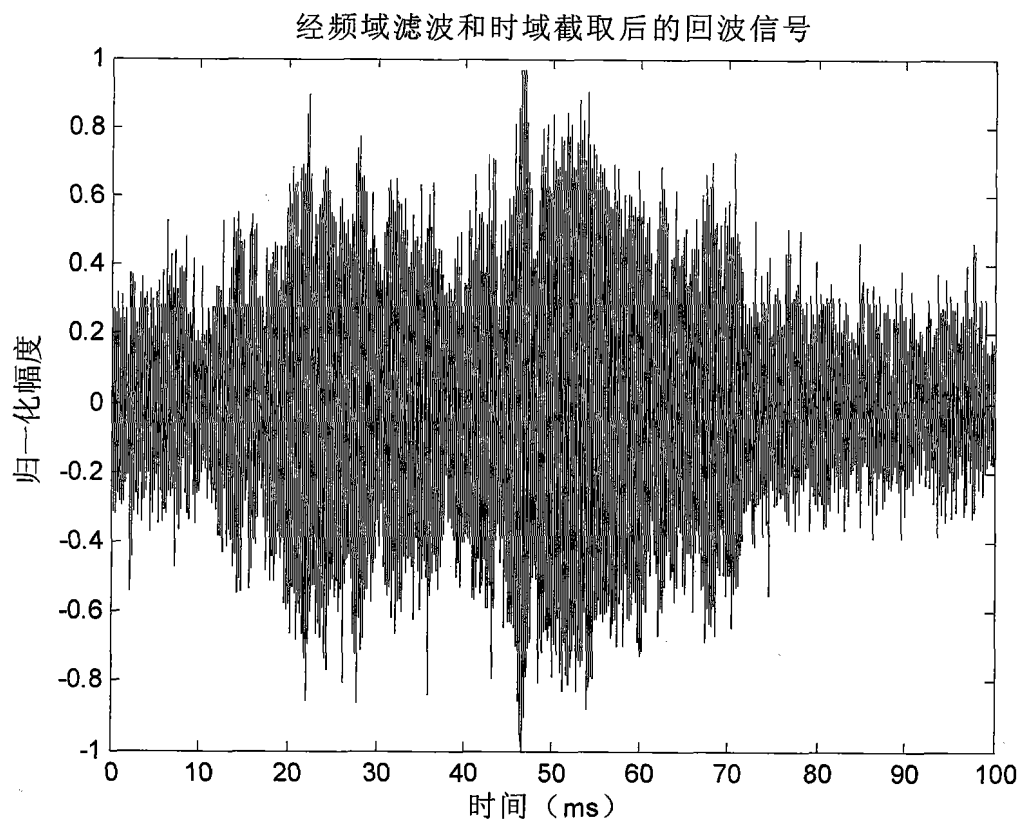


图 4

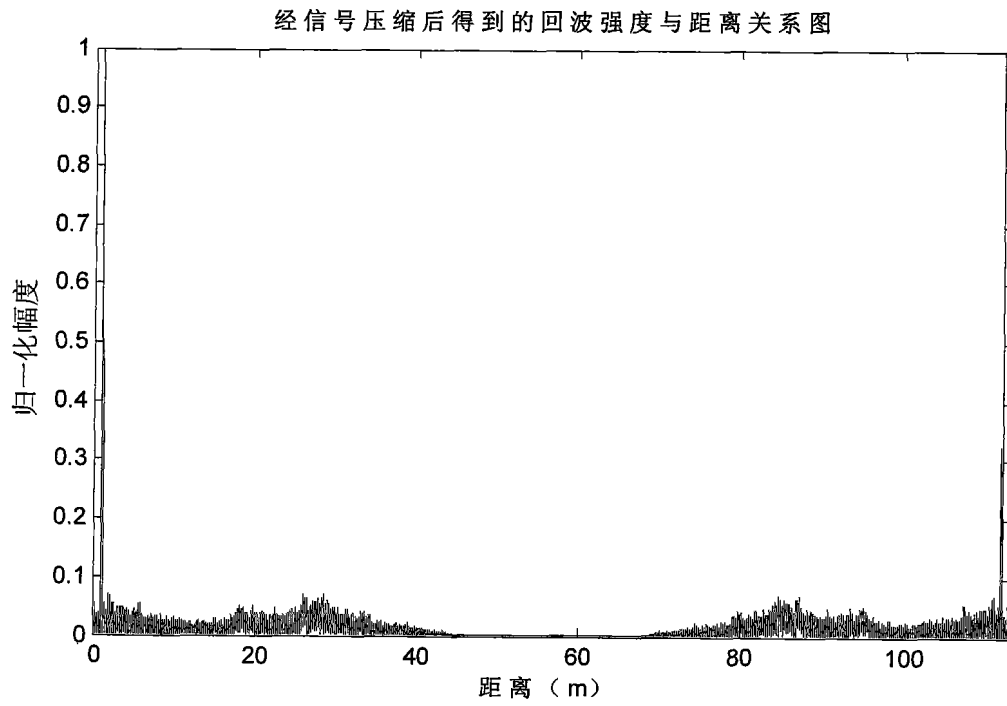


图 5

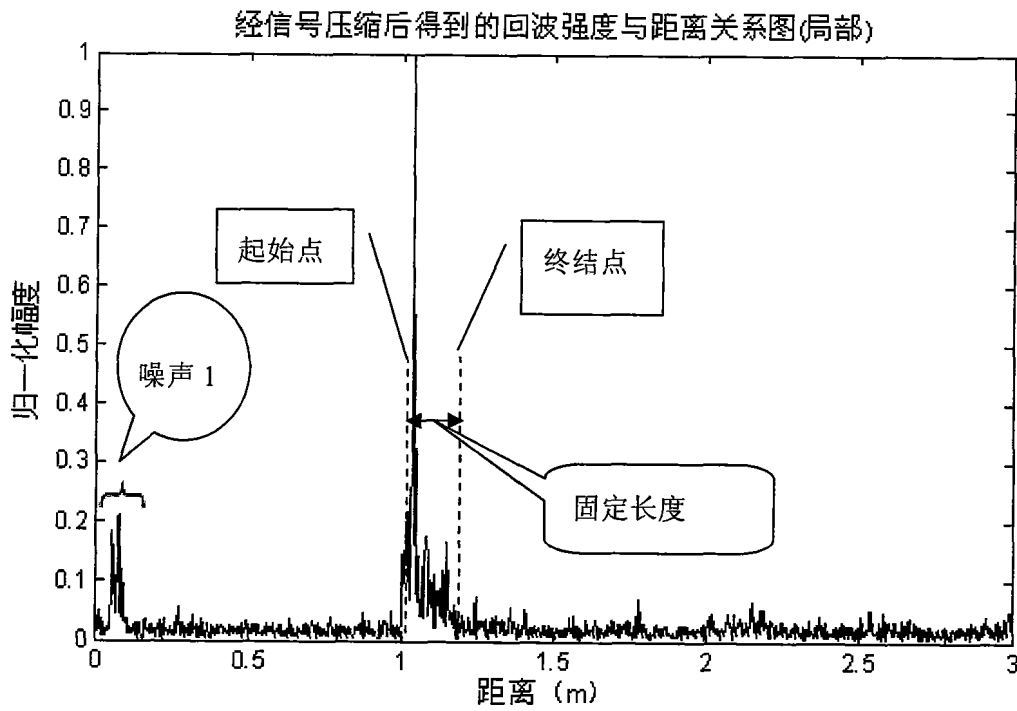


图 6

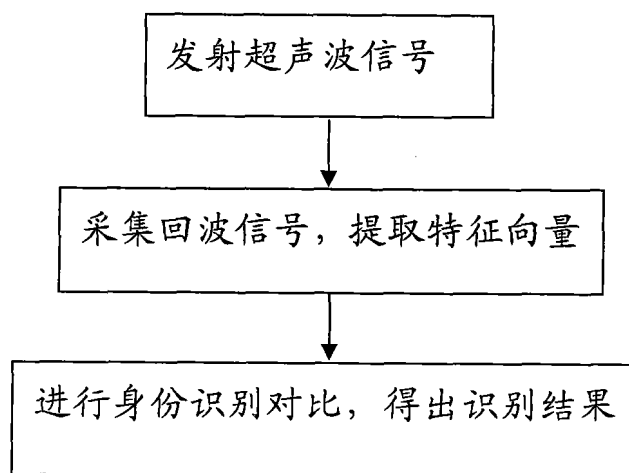


图 7

专利名称(译)	一种超声波人脸识别方法和识别装置		
公开(公告)号	CN101396277A	公开(公告)日	2009-04-01
申请号	CN200710122525.2	申请日	2007-09-26
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院声学研究所		
[标]发明人	杨军 苗振伟		
发明人	杨军 苗振伟		
IPC分类号	A61B8/00 A61B5/117 G06Q50/00 A61B5/1171		
代理人(译)	王勇		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种超声波人脸识别方法和识别装置。所述识别方法包括，1)向待识别目标发射超声波信号；2)采集回波信号，对回波信号提取特征向量；3)根据步骤2)中得到的特征向量，在已建成的超声人脸信息数据库中进行身份识别对比，得出识别结果。所述识别装置包括超声波发声器，超声波接收器，特征提取模块，超声人脸信息数据库和身份识别模块。本发明的主要优点是：可以得到很高的空间分辨率，能够提取丰富的面部信息；能够减小背景对人脸识别的影响；可以将3D模型与人脸区分开；可以克服照片、视频的欺骗；数据量减小，能够提高识别速度；具有较高的识别率；所需的超声波人脸数据库具有数据量小的特点，方便建立大规模超声波人脸数据库。

