

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510126254.9

A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/0476 (2006.01)
A61B 5/117 (2006.01)
G06F 19/00 (2006.01)
G06K 9/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006年7月19日

[11] 公开号 CN 1803086A

[22] 申请日 2005.12.2

[21] 申请号 200510126254.9

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市北京 100084 - 82 信箱

[72] 发明人 高小榕 洪波 高上凯 张志广

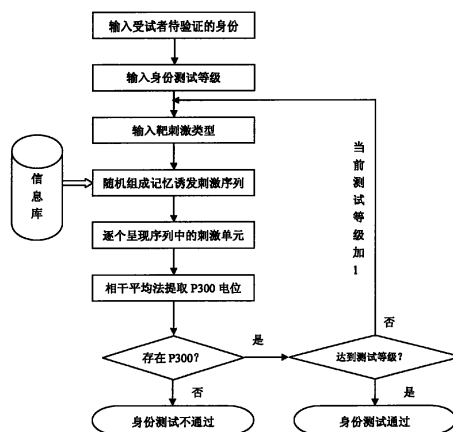
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

基于人脑记忆特征客观检测的身份识别方法

[57] 摘要

本发明涉及人员身份识别技术领域，其特征在于，该方法依次含有以下步骤：把公共信息库输入计算机；在被检测者头部安放检测电极；计算机依据输入的被检测者身份确定其经历相关及无关信息；根据输入的分级等级，确定测试次数；根据输入的靶刺激类型确定靶刺激及非靶刺激；根据靶刺激类型设定靶信息组及非靶信息组，靶信息占总信息单元数的 1/3 以下；随机组成视/听记忆诱发刺激序列；逐个呈现序列中的刺激单元；相干平均法提取 P300 电位；向被检测者发送上述刺激序列，用电极提取脑电波；用相干分析法提取靶刺激的 P300 电位波形；根据设定的靶刺激类别确定身份。测试结果表明，平均纯测试时间为 30 秒，检测率和误检率均达到使用要求。



1. 基于人脑记忆特征客观检测的身份识别方法，其特征在于（该方法依次含有以下步骤：
步骤 1，把公共信息库或指定信息库的信息以数组形式输入计算机，所述信息库各自分别包含以下内容：

社会成员其中包括被检测人员的身份类别及相应的类别编号；

所述每一个身份类别中的各社会成员的相对于该成员的经历事件的经历相关记忆和非经历事件的经历无关记忆，该经历相关记忆是指按其身份应该了解的事件的必要信息，该经历无关记忆是指按其身份不必须了解的事件的非必要信息；所述记忆是通过与所述经历相关的或无关的记忆诱发刺激来激发的，该记忆诱发刺激是指包括图像，照片及文字在内的视觉信号，或者是包括声音在内的听觉信号；所述记忆诱发刺激是由所述计算机或者其他设备向被检测人员发送的；

步骤 2，把脑电测试电极放在被检测者头顶的中部 Cz 位置，或者稍后的 Pz 位置，把参考电极放在被检测者的耳部，接地电极接地，所述各电极得到的脑电信号经放大和模/数变换后送往所述计算机的 USB 或者其他数字接口；

步骤 3，所述计算机在收到检测请求信息后，按以下步骤进行：

步骤 31，根据输入的被检测者的身份确定其经历事件和非经历事件，再根据经历事件和非经历事件从所述公共信息库或指定信息库中从其中的经历事件信息子库提取经历相关信息，从其中的非经历事件信息子库提取经历无关信息；

步骤 32，根据输入的事件分级等级，把这些信息分成与分级级数相对应的若干层次，形成经历相关信息组和经历无关信息组，由初级到高级分级检测，分级按其信息与受试者关系的密切程度给出；

步骤 33，根据输入的靶刺激的类型，所述计算机确定是以经历相关记忆诱发刺激还是以经历无关记忆诱发刺激作为靶刺激，一旦确定，则相对应的另一个记忆诱发刺激便成为非靶刺激；

步骤 34，把步骤 33 中的所述靶刺激按视/听信号划分为各个靶单元，把非靶刺激也按视/听信号划分为各个非靶单元，所述计算机从这些靶单元和非靶单元中随机抽取相应的信息后构成由靶信息组和非靶信息组随机构成的视/听记忆诱发刺激序列，但其中，靶刺激应为新奇刺激，其数量占据由靶刺激和非靶刺激信息组构成的总信息数量的 1/3 以下；所述靶单元和非靶单元重复使用，所述记忆诱发刺激序列供多次分级检测使用，每次只取一部分经历相关

或经历无关的记忆诱发刺激；

步骤 35：所述计算机根据刺激内容直接或控制其他装置发出所述视/听记忆诱发刺激序列，该序列中各相邻刺激的间隔大于 300ms，以通过人的视/听感觉系统给被检测者以感觉信息输入，被检测者便会对靶刺激作出可以在脑电波中检测到的心理反应，但对非靶刺激则没有心理反应；

步骤 36：计算机在发出光电同步信号同时，通过所述测试电极记录脑电波，分别提取靶刺激和非靶刺激的 P300 电位，所述 P300 电位是指被检测者辨认新奇刺激时在其头皮记录的、潜伏期称为 300ms 的晚期正波，所述步骤 36 依次包含以下操作：

首先对脑电波作滤波处理，以排除 50Hz 工频干扰；

其次作基线处理，去除基线漂移使各脑电波都成为平稳的，均值接近为 0 的信号；

再次，减少眼电伪迹，去掉包含眼动的那次刺激所对应的数据；

然后，把每次脑电电位的刺激时刻对齐，再用相干平均方法对脑电电位求取平均值；

最后，所述计算机根据波峰提取法或面积提取法提取 P300 波形；

步骤 37：所述计算机根据输入的靶刺激类型经历相关信息或经历无关信息，以及靶刺激组和非靶刺激组的 P300 电位确定被检测者的身份；若在靶刺激组内出现 P300 电位，则被检测者当前等级的身份测试，否则不通过，退出测试；

步骤 38：若通过当前等级的身份测试，则返回步骤 32，提高测试等级，重复步骤 32—37，进行下一等级测试，一直到受试者通过所有等级的测试，确认其身份。)

基于人脑记忆特征客观检测的身份识别方法

技术领域

本发明属于人员身份识别技术领域。

背景技术

在现代社会中，随着计算机及网络技术的高速发展，信息安全显示出前所未有的重要性。身份鉴别是保证系统安全的必要前提，在金融、国家安全、司法、电子商务、电子政务等应用领域，都需要准确的身份鉴别，如某人是否有权进入安全区域（安全系统），是否有权进行特定交易，如何为某些特殊信息提供单独设置口令或密钥的保护等。现有的身份识别方法主要有两类：

1. 传统识别

目前广泛使用的个人身份鉴别方法主要是 ID 卡（如身份证、工作证、智能卡、计算机标志卡和储蓄卡等）和密码等，然而这些手段存在携带不便、容易遗失，或者由于使用过多或不当而造成损坏、不可读，以及密码易被破解等诸多问题。因此，这些普通的依靠证件、个人识别号码、口令等的传统方法来确认个人身份的技术显得越来越不适应现代科技的发展和社会进步的要求。

2. 生物识别

利用生物特征进行身份识别，是目前该领域的研究和应用热点。已有的生物特征识别技术主要分为两大类：基于生理特征的生物识别技术和基于行为特征的生物识别技术，前者包括指纹识别、人脸识别、虹膜识别、DNA 等，后者包括语音识别、签名识别等。其他的生物识别还包括 DNA 识别和气味检测等。

以上的识别方法均是基于人体物理存在的特征，与待识别的人体可以分离，因此存在遗失、伪造等缺陷，有时还可能由于犯罪造成对人体的伤害。同时目前的生物识别技术是对个体的识别方法，不能进行群体身份的识别。而群体的识别在有些场合是必要的，如要识别恐怖分子等。

身份识别有三个过程：1、提取特征；2、保存特征；3、比较特征。这三个过程均会受到盗用、伪造等安全性攻击。如何避免这些问题，是对身份识别系统最基本的要求。

人们对于进行身份识别的系统首先要求其安全性，其次是准确性，再次是实时性。其他方面也需要考虑，比如个人隐私、传统风俗、宗教信仰等。由于身份识别是与人打交道，因

此系统既要实现识别身份的目的，又要尽可能的人性化，尽量为使用者提供方便。

人脑的意识特征（如记忆等）是不能离开人体而独立存在的，基于可以意识信息的身份识别克服以上问题。同时人们往往有公共的记忆特征，可以通过该特征实现群体身份识别。

P300 电位是一种诱发脑电电位，源于大脑高级皮层活动，与人们的认知、注意、智能等加工过程有关。利用 P300 电位进行身份识别，是对 P300 电位的一种全新应用，可以实现基于人记忆信息的身份识别。这个方法将身份识别的三个过程（提取特征、保存特征、比较特征）均与待识别个体联系在一起，有效地解决了遗失、伪造等缺陷不足。具有很大的理论研究和实际应用意义。

发明内容

本发明的目的在于提供一种建立在诱发 P300 电位的经典刺激模式上的基于人脑记忆客观检测的身份识别方法。

本发明的特征在于，（该方法依次含有以下步骤：

步骤 1，把公共信息库或指定信息库的特定信息以数组形式输入计算机，所述信息库各自分别包含以下内容：

社会成员其中包括被检测人员的身份类别及相应的类别编号；

所述每一个身份类别中的各社会成员的相对于该成员的经历事件的经历相关记忆和非经历事件的经历无关记忆，该经历相关记忆是指按其身份应该了解的事件的必要信息，该经历无关记忆是指按其身份不必须了解的事件的非必要信息；所述记忆是通过与所述经历相关的或无关的记忆诱发刺激来激发的，该记忆诱发刺激是指包括图像，照片及文字在内的视觉信号，或者是包括声音在内的听觉信号；所述记忆诱发刺激是由所述计算机或者其他设备向被检测人员发送的；

步骤 2，把脑电测试电极放在被检测者头顶的中部 Cz 位置，或者稍后的 Pz 位置，把参考电极放在被检测者的耳部，接地电极接地，所述各电极得到的脑电信号经放大和模/数变换后送往所述计算机的 USB 或者其他数字接口；

步骤 3，所述计算机在收到检测请求信息后，按以下步骤进行：

步骤 31，根据输入的被检测者的身份确定其经历事件和非经历事件，再根据经历事件和非经历事件从所述公共信息库或指定信息库中从其中的经历事件信息子库提取经历相关信息，从其中的非经历事件信息子库提取经历无关信息；

步骤 32，根据输入的事件分级等级，把这些信息分成与分级级数相对应的若干层次，形成经历相关信息组和经历无关信息组，由初级到高级分级检测，分级按其信息与受试者关系的密切程度给出；

步骤 33，根据输入的靶刺激的类型，所述计算机确定是以经历相关记忆诱发刺激还是以

经历无关记忆诱发刺激作为靶刺激，一旦确定，则相对应的另一个记忆诱发刺激便成为非靶刺激；

步骤 34，把步骤 33 中的所述靶刺激按视/听信号划分为各个靶单元，把非靶刺激也按视/听信号划分为各个非靶单元，所述计算机从这些靶单元和非靶单元中随机抽取相应的信息后构成由靶信息组和非靶信息组随机构成的视/听记忆诱发刺激序列，但其中，靶刺激应为新奇刺激，其数量占据由靶刺激和非靶刺激信息组构成的总信息数量的 1/3 以下；所述靶单元和非靶单元重复使用，所述记忆诱发刺激序列供多次分级检测使用，每次只取一部分经历相关或经历无关的记忆诱发刺激；

步骤 35：所述计算机根据刺激内容直接或控制其他装置发出所述视/听记忆诱发刺激序列，该序列中各相邻刺激的间隔大于 300ms，以通过人的视/听感觉系统给被检测者以感觉信息输入，被检测者便会对靶刺激作出可以在脑电波中检测到的心理反应，但对非靶刺激则没有心理反应；

步骤 36：计算机在发出光电同步信号同时，通过所述测试电极记录脑电波，分别提取靶刺激和非靶刺激的 P300 电位，所述 P300 电位是指被检测者辨认新奇刺激时在其头皮记录的、潜伏期称为 300ms 的晚期正波，所述步骤 36 依次包含以下操作：

首先对脑电波作滤波处理，以排除 50Hz 工频干扰；

其次作基线处理，去除基线漂移使各脑电波都成为平稳的，均值接近为 0 的信号；

再次，减少眼电伪迹，去掉包含眼动的那次刺激所对应的数据；

然后，把每次脑电电位的刺激时刻对齐，再用相干平均方法对脑电电位求取平均值；

最后，所述计算机根据波峰提取法或面积提取法提取 P300 波形；

步骤 37：所述计算机根据输入的靶刺激类型经历相关信息或经历无关信息，以及靶刺激组和非靶刺激组的 P300 电位确定被检测者的身份；若在靶刺激组内出现 P300 电位，则被检测者当前等级的身份测试，否则不通过，退出测试；

步骤 38：若通过当前等级的身份测试，则返回步骤 32，提高测试等级，重复步骤 32—37，进行下一等级测试，一直到受试者通过所有等级的测试，确认其身份。）

该方法中计算机系统输入信息编码：

- (1) 用于刺激的图像和声音等信息单元以数组形式预先输入计算机
- (2) 每次测试需要输入以下信息：

被测试者待验证的身份编码 (1—N)	测试等级 (1—M)	靶刺激类型 (1—经历相关；0—经历无关)
-----------------------	---------------	--------------------------

(3) 刺激随机序列编码格式为 (0 0 0 0 1 0)，其中 0 表示非靶刺激，1 表示靶刺激，每次测试随机出现在第 1 到第 6 的位置，此时靶刺激作为新奇刺激出现的概率是 1/6。

计算机系统输出信息编码：

受试者身份符合设定的范围，则输出为 1，否则为 0

经实验证明，本发明具有以下优点：

- (1) 基于可以记忆信息的身份识别方法，其依据是非物理信息的意识信息且不能离开人体而独立存在的。具有安全性、准确性、实时性等特定。
- (2) 传统身份识别有三个过程分别是提取特征、保存特征和比较特征。这三个过程均会受到盗用、伪造等安全性攻击。与传统身份识别不同本方法存储信息为公共信息，而提取特征和比较特征过程必须有受试者共同参与。从而保证其可靠性。
- (3) 可以实现非单个人的群体特征判断，并在此基础上分级实现个体识别。
- (4) 采用分级测试具有快速方便、重复性好和精度高的特点。
- (5) 采用脑电记录方法，是无创无损的方法。

附图说明

- 图 1 P300 电位波形图；
- 图 2 身份识别实验框图；
- 图 3 基于记忆检测的门禁系统；
- 图 4 脑电波数据处理框图；
- 图 5 脑电波检测结果示例；
- 图 6 计算机程序流程图

具体实施方式

P300 是由美国心理学家 Sutton 等人于 1965 年首先发现的。当受试者辨认“靶刺激”时，在其头皮记录的、潜伏期约为 300ms 的最大晚期正性波即是 P300。P 是英文“正波”(positivity)的简写，300 则是潜伏期约为 300ms 之意。

图 1 即是典型的 P300 电位波形。诱发 P300 电位的经典刺激模式是新奇 (Oddball) 实验模式。该实验模式的要点是：对同一感觉通路的一系列刺激由两种刺激组成，一种刺激出现的概率很大 (如 85%)，称为标准刺激；另一种刺激出现的概率很小 (如 15%)，称为新奇刺激。两种刺激出现的顺序是随机的，这样，对受试者来说偏差刺激具有偶然性，令受试者发现偏差刺激后尽快按键或记忆其数目，此时偏差刺激已成为靶刺激。如此可在偏差刺激后约 300ms 观察到一个正波，即 P300。总之，P300 电位是一种高级皮层电位，是一种有心理或

语言因素参与的诱发电位。利用它可以检测到一些脑的高级神经活动。

根据待识别者记忆组成构成视/听序列刺激受试者，对记录到的受试者的脑电数据进行分析，提取 P300 电位波形，并通过对 P300 电位与刺激序列情况的分析实现识别身份的目标。

本发明依次有以下步骤（框图和流程图见图 2 及图 6）

1、经历信息库：

根据受试者声明的身份确定其经历，选择若干与之经历相关和经历无关记忆刺激组。经历相关记忆是按其身份应该了解事件的必要信息，而经历无关记忆是按其身份不必须了解事件的非必要信息。每组包括几个具有共同记忆刺激特征的单元，每组单元数与 P300 分析方法有关，单元可以重复。每个单元可以是图像、声音、单词或语句等形式表达，这些单元可以是公共信息，也可以是制定的非公共信息。

例如，要确认受试者是否是某一实验室的人员，可以用该实验室的成员的人头像构成经历相关刺激组，而以非该实验室的成员的人头像构成经历无关记忆刺激组。

2、记忆诱发刺激：

靶刺激可以为经历相关刺激或经历无关记忆刺激。靶单元是作为靶刺激的单元，非靶单元是作为非靶刺激的单元。刺激序列随机从这些靶单元和非靶单元抽取组成，但靶刺激应为新奇刺激，比例少于 1/3，一般以 1/6-1/3 为佳。单元可以重复使用。刺激序列可以多次分级试验测试，每次只取少数经历相关和经历无关记忆刺激组，以达到快速排除的目的。刺激的时间间隔与 P300 电位的提取方法有关，刺激间隔可以是固定的也可以是随机的，一般以 700 毫秒为佳。

例如，要确认受试者是否是某一实验室的人员，可以以经历相关刺激为靶刺激组成视觉刺激，要求受试者对靶刺激做出“是”的心理反应，对非靶刺激不做反应。也可以以经历无关刺激为靶刺激组成视觉刺激，要求受试者对靶刺激做出“否”的心理反应，对非靶刺激不做反应。如对刺激不能做出正确反应，表示其不符合测试身份。

3、脑电记录：

在头皮上安放脑电电极，通过脑电放大装置得到脑电图。刺激的同时记录数字化脑电信号和刺激的组编号，并将脑电数据送入 P300 电位的提取部分。脑电电极的位置与 P300 提取分析有关，当采用相干平均方法时，以 Pz 或 Cz 为好。记录到的数据首先要进行预处理，主要包括滤波、去除基线漂移和减少眼电伪迹。滤波的目的是排除 50Hz 的工频干扰，以及其他噪声（如来自仪器的本底噪声），通常采用带通滤波，低端一般为 0.1~1Hz，高端一般为 10~20Hz。（此部分脑电放大与记录多为已有技术）

4、P300 电位提取：

分组提取 P300 电位，得到每组刺激是否存在 P300 成分。P300 电位的增强有许多种方法，

经典方法是相干平均方法。相干平均方法是将每组的脑电电位以刺激时刻对齐进行平均。增强后的信号，要判断是否有 P300 电位，通常判断方法是以在刺激后的 250 毫秒—400 毫秒是否有峰值为准则。（此部分 P300 提取多为已有技术）

5、身份识别：

结合靶刺激的要求，与经历相关和经历无关记忆刺激组是否含有 P300 成分，判断条件如下：

- 当要求受试者对靶刺激的判断为“否”时，经历无关记忆刺激组应含有 P300 成分，而经历相关记忆刺激组应不含有 P300 成分。
- 当要求受试者对靶刺激的判断为“是”时，经历无关记忆刺激组应不含有 P300 成分，而经历相关记忆刺激组应含有 P300 成分。

如受试者的测试结果符合上述要求之一时，表明受试者符合其身份。否则其不符合其身份。

识别过程采用排除方法，逐步逼近。例如，要确认受试者是否属于某一实验室的工作人员，可以先判断其是否熟悉该实验室环境，再判断其是否熟悉该实验室成员，最后判断其是否熟悉该实验室的关键人员的主要社会关系等。

测试步骤如下：

- (1) 由受试者身份和其所要求的权限，确定其经历事件和非经历事件，再根据经历事件和非经历事件从公共信息库或指定信息库中从经历事件信息库中提取经历相关信息和从非经历事件信息库中提取经历无关信息。将这些信息分成若干层次构成经历相关信息组和经历无关信息组，由初级到高级分级测试，分级按其信息必要程度给出。
- (2) 指定靶刺激和非靶刺激，并根据测试级别，由靶信息组和非靶信息组构成刺激序列，根据刺激内容通过人的视/听感觉系统给予感官信息输入，被试者对靶刺激做出主动或被动的心理反应。
- (3) 记录脑电波，分别提取靶刺激组和非靶刺激组的 P300 电位。
- (4) 根据靶刺激属性（经历相关信息/经历无关信息）及靶刺激组和非靶刺激组的 P300 电位，对受试者作出是否通过测试（符合其身份）。如通过测试增加级别返回步骤（2）继续测试，直至最高级别时退出测试，并对其身份给与肯定。如不能通过，则拒绝其身份确定，退出测试。

我们用本方法，实现一个清华某实验室工作人员的群体识别系统，构成一个门禁系统，系统组成如图 3。

初级测试中记忆相关组为五张清华校园照片，记忆无关组为一幅北大校园照片。高级测试中记忆相关组由该五幅实验室的成员头像，记忆无关组为一幅非该实验室的成员。记忆无关组为靶刺激。每个测试刺激序列为从6幅中随机挑选排列五次，组成30幅的刺激序列，即每幅重复出现五次。靶刺激出现时心里默想“不是它”或“不认识”等任一种受试者愿意或自然而然地对靶刺激做出的反应。

测试时，刺激图片在计算机交替出现，间隔为700毫秒。刺激图片在屏幕上出现的同时，贴在屏幕上的光电元件检测到的刺激起始信号被同时输入脑电图机，用于在脑电信号上标记每次刺激的开始，以便于后面的脑电相干平均处理。

测试时同步记录脑电图，取标准脑电10-20导联系统中的Pz或者Oz电极，耳部为参考电极，地电极在前额处。

脑电信号的预处理主要包括滤波、去除基线漂移和减少眼电伪迹。滤波的目的是排除50Hz的工频干扰，以及其他噪声（如来自仪器的本底噪声），通常采用带通滤波，高通一般为0.1-1Hz，低通一般为10-20Hz。

在此之后进行去基线处理，其目的是使各导脑电都是平稳的基本为零均值的，这在用相干平均提取P300电位时尤为重要。

眼电是最为常见的伪迹，对脑电信号的影响颇为明显，越靠近头皮前额部，影响越显著。解决这个问题的最简单的办法是去掉包含眼动的那次刺激对应的数据段，即相干平均时少叠加一次。

下一步是对各次刺激响应做相干平均，以得到相对显著的诱发电位。将多个实测信号以时间基准点（刺激开始时刻）对齐，再将与同一时间对应的各样本数据求和平均，即可确定诱发响应的估计曲线，这种估计方法称为相干平均算法。相干平均算法可将自发脑电信号的干扰功率减小。进行N次的相干平均，就会把自发信号功率降为1/N。所以说，越微弱的诱发响应，一般需要越高的平均次数。

为判断P300有无，需对平均的诱发电位做定量分析。在本测试中，只需要判断P300波形有无即可，下面是比较通用的方法：

- 1) 波峰提取法，即在P300窗内（250ms—400ms）最低点和最高点的幅度差。有没有P300情况下这个幅度差会有较大的差别。
- 2) 面积提取法，即P300波上升去最高点与下降去最低点的连线与波曲线所包围面积。

有没有P300这个面积会差很多，因为出现P300会是一大块的正面积。

图5为结果显示，表示有P300成分。如对靶刺激有P300响应，则表示通过测试。

少量测试结果表明平均测试时间30秒（不包括电极安装时间），检测率和误检率均满意并达到使用要求。

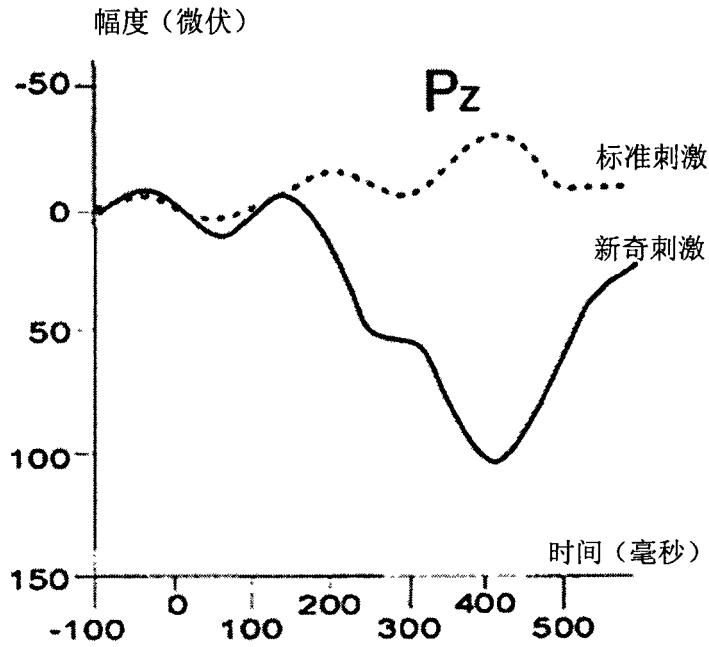


图 1

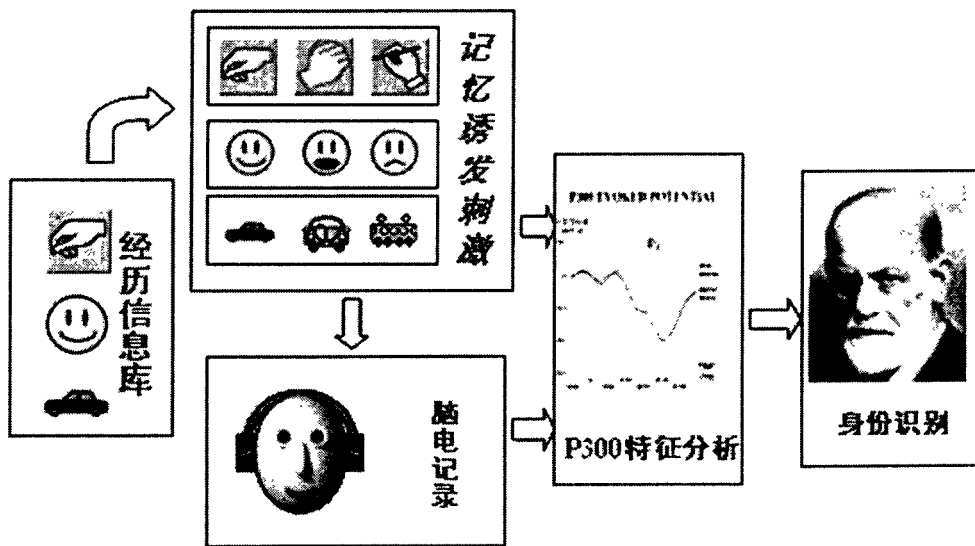


图 2

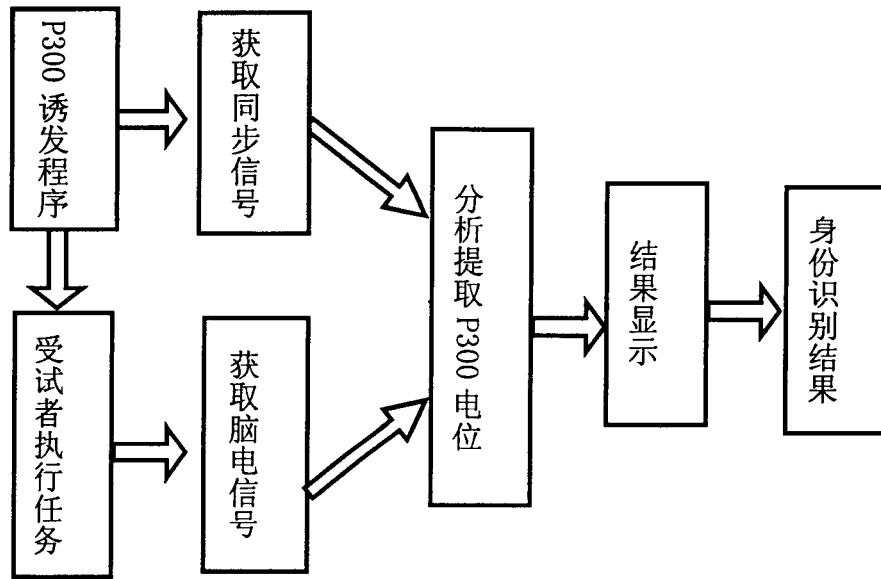


图 3

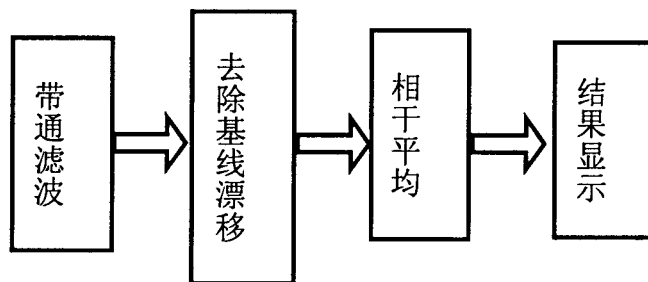


图 4

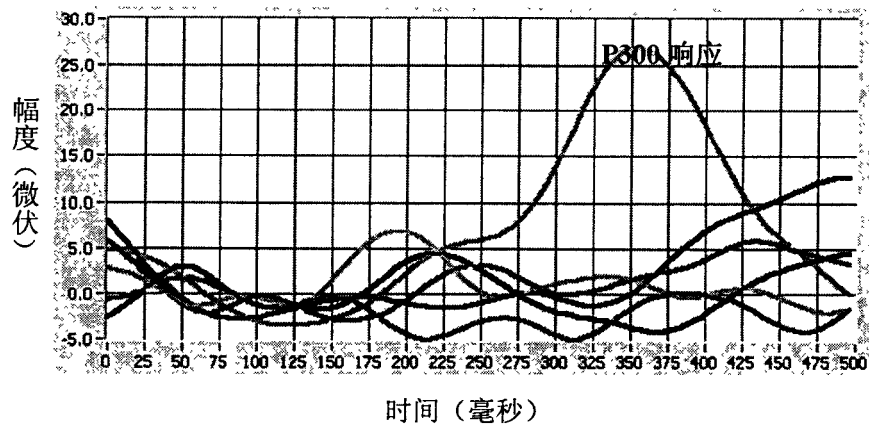


图 5

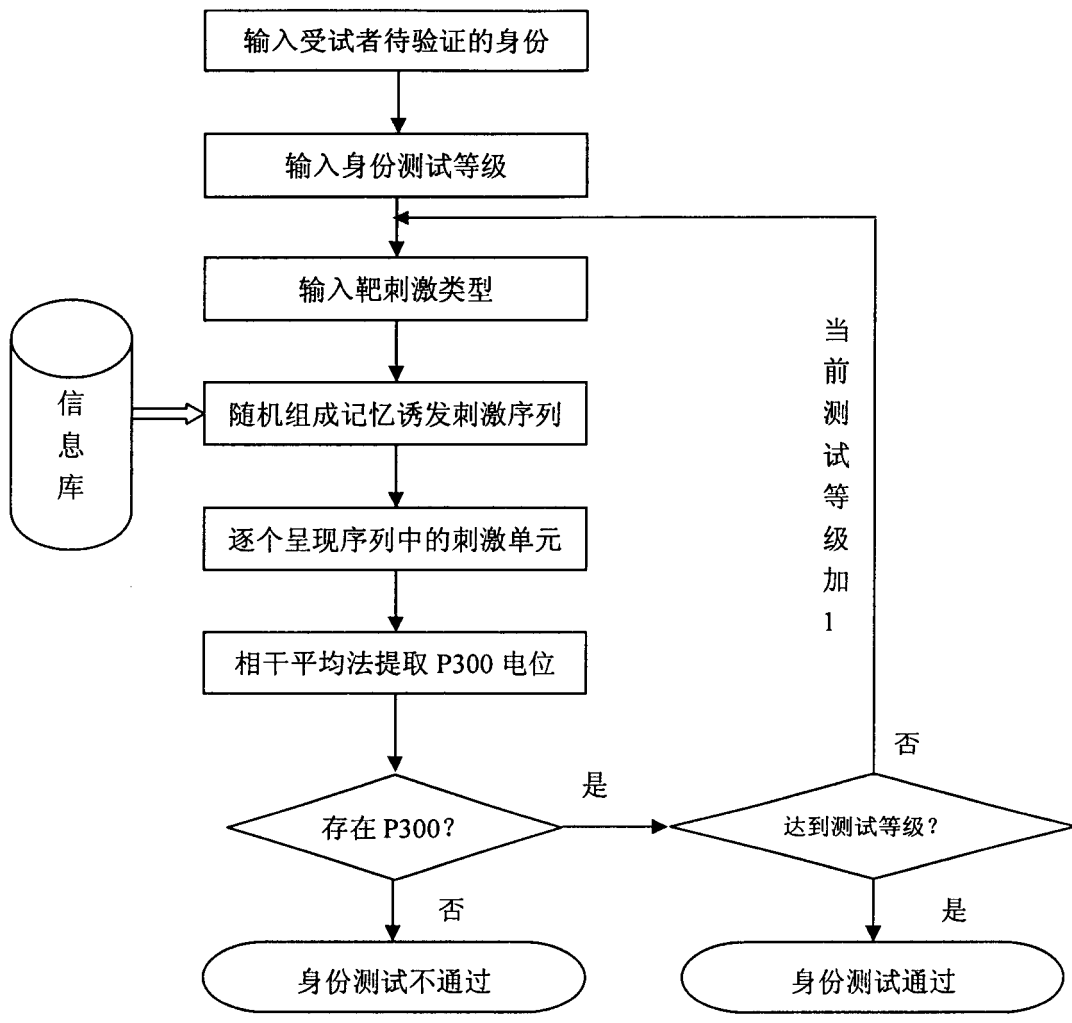


图 6

专利名称(译)	基于人脑记忆特征客观检测的身份识别方法		
公开(公告)号	CN1803086A	公开(公告)日	2006-07-19
申请号	CN200510126254.9	申请日	2005-12-02
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	高小榕 洪波 高上凯 张志广		
发明人	高小榕 洪波 高上凯 张志广		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/0476 A61B5/117 G06F19/00 G06K9/00		
其他公开文献	CN100411580C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及人员身份识别技术领域，其特征在于，该方法依次含有以下步骤：把公共信息库输入计算机；在被检测者头部安放检测电极；计算机依据输入的被检测者身份确定其经历相关及无关信息；根据输入的分级等级，确定测试次数；根据输入的靶刺激类型确定靶刺激及非靶刺激；根据靶刺激类型设定靶信息组及非靶信息组，靶信息占总信息单元数的1/3以下；随机组成视/听记忆诱发刺激序列；向被检测者发送上述刺激序列，用电极提取脑电波；用相干分析法提取靶刺激的P300电位波形；根据设定的靶刺激类别确定身份。测试结果表明，平均纯测试时间为30秒，检测率和误检率均达到使用要求。

