

# 北京航空航天大学“冯如杯” 创意大赛参赛论文

智能心理状态记录与回溯系统

2011 年 4 月 1 日

## 摘要

大量事实和研究发现,对人造成强烈刺激和深刻影响的心理感受会被大脑记忆下来,并储存在深层记忆中,适当的外界刺激可以引发记忆和感受的再现。而智能心理状态记录与回溯系统基于生理学基础,采集脉搏、体表温度、脑电波、图像、声音信息,并上传到云端,待需要重新感受时,将数据下载下来,通过脑电信号模拟仿真输出装置,利用经颅磁刺激技术,和图像、声音的再现,以及脉搏和体表温度数据的校准,对人的脑波信号进行模拟,同时也刺激深层记忆,以此达到对感受的回溯。

关键词: 生理学 信息采集 云服务 经颅磁刺激 回溯

## Abstract

A lot of facts and findings indicate,that the psychological feelings which have strong stimulation and profound impact on people can be memorized by the brain and stored in the deep memory.And the appropriate external stimuli can trigger memories and reproduction of feelings.

Intelligent mental state records and retrospective system is based on the physiological basis, and collect pulse, skin temperature, brain waves, images, sound, and upload them to the cloud. When we need to re-experience,we can download the data,use the EEG simulation output device and transcranial magnetic stimulation techniques, by the means of image and sound reproduction, as well as the calibration of the pulse and the surface temperature data to simulate the human brain wave signal, but also to stimulate the deep memory, in order to reproduct the feelings.

Keywords:The physiology,information gathering,cloud services, transcranial magnetic stimulation,stimulationd

## 目录

摘要 .....	1
Abstract .....	1
1.绪论 .....	3
1.1 功能介绍.....	3
1.2 创意阐述.....	3
2.相关技术.....	3
2.1 体表温度与脉搏数据的采集器.....	3
2.1.1 生理学基础.....	3
2.1.2 结构组成及技术实现.....	4
2.2 脑电波、声音、图像采集器.....	5
2.2.1 脑电波与情绪变化的关系.....	5
2.2.2 脑电波信号采集器.....	6
2.2.3 声音采集器.....	6
2.2.4 图像采集器.....	6
2.3 采集技术小结.....	6
2.4 云技术.....	7
2.4.1 云储存的概念.....	7
2.4.2 个人云储存.....	7
2.5 心理学现象——既视现象.....	8
2.6 脑电波模拟与匹配技术.....	9
2.7 虚拟现实系统.....	10
2.8 体表温度、脉搏数据验证.....	11
2.9 系统功能实现步骤小结.....	11
3.发展前景及应用拓展.....	12
4.结束语 .....	12

# 1.绪论

## 1.1 功能介绍

智能心理状态记录与回溯系统可以记录下人做某件事时自身强烈而难忘的心理情感，并当使用者日后需要重新感受当时的感觉时，可以对曾经的心理感觉进行模拟回溯。它由信息采集系统和信息输入与模拟系统两部分组成。首先，通过人身上携带的信息采集器采集当时的图像、声音等场景信息，以及人的脉搏、体表温度、脑电波图形等生理特征信息。然后，将收集到的信息通过无线网络传输端上传到云端的个人云服务中心。随后，在信息输入与模拟系统装置上下载储存在云端的信息，一方面在装置上通过电脑再现场景图像和声音，另一方面依托电脑对脉搏、体表温度、脑电波等的数据分析和心理状态判断，通过感应装置对大脑进行微电流刺激，模拟脑电波，使大脑皮层产生相应的感觉和判断，通过这两方面的再现，从而实现大脑的回忆产生与心理感觉的回溯。

## 1.2 创意阐述

曾经是否有些事给你带来了美好而深刻的，或者是痛彻心扉的，再或者是迷茫苦涩的心理感受？它们给你带来的影响无法磨灭，而它们都埋在人的大脑深处，某一个契机，激发出了它们，让人重悟生命的美好和提升人生的认知，而这记忆与感受往往早已模糊不清，同时持续时间短暂，它们的出现是不受人控制而却又是美好令人感动，而被人所期望的。因此，根据我们的设想，我们要、需要达到主动去获取人心理感受的目的，而不是被动地等待粗糙的大脑自动回忆。于是，智能心理状态记录与模拟系统应运而生，我们将利用它实现心理状态的智能记录与回溯，它可以说是人的另一个“大脑”。

# 2.相关技术

## 2.1 体表温度与脉搏数据的采集器

### 2.1.1 生理学基础

第一，脉搏即动脉搏动，随着心脏节律性的收缩和舒张，动脉管壁相应的出现扩张和回缩，在表浅动脉上可触到搏动。人体脉象中 富含有关心脏、内外循环和神经等系统的动态信息，因此，脉搏的生理学改变常常能够反应人体的生理状态，脉搏波压力及波形特征是评价人体心血管系统生理状态的重要依据，而人

体的脉搏波可以通过脉搏测描记记录下来。此外，运动和情绪激动时可使脉搏增快，而休息，睡眠则会使脉搏减慢。动脉的搏动次数，健康成年人安静时每分钟 70—75 次。成人脉率每分钟超过 100 次，称为心动过速；每分钟低于 60 次，称为心动过缓。

第二，体表温度指机体表层，包括皮肤、皮下组织和肌肉等的温度，又称表层温度。由于人体的复杂性特别是血液循环和自身调节的存在，体表温度与人体平均温度的比较可以作为反映个体重要生理指标的参数。同样，情绪激动时人体体表温度较平均温度会有细微的升高，情绪低落时人体体表温度也有轻微下降。

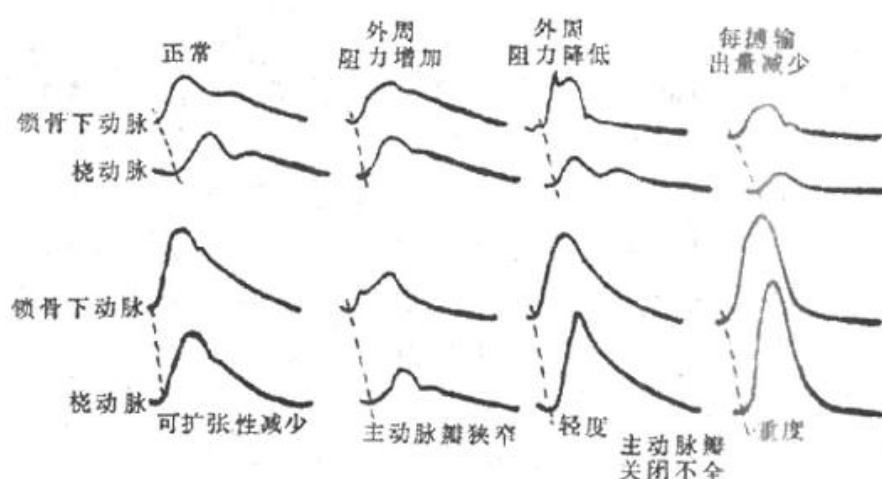


图 1

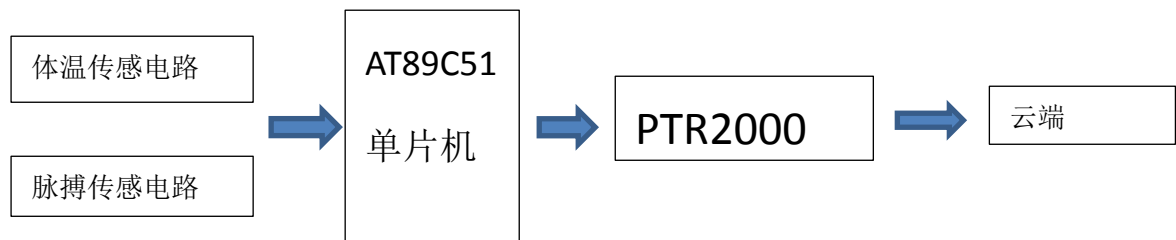
### 2.1.2 结构组成及技术实现

本装置由生理参数采集模块、通讯模块两部分组成，外部形状结构类似于普通手表。

1.考虑到装置是被安放在被测者身上，通过电池供电，所以，生理参数采集模块以体积小、功耗小的 AT89C51 单片机为控制核心，其次，再加上体温传感器、脉搏传感器检测电路，体温传感器采用 AD590 集成温度传感器，其具有重复性好，精度高等优点，而考虑到血液的高度不透明性，经过多次查找资料，我们决定让脉搏检测模块采用先进的投射式光电效应手指脉搏传感器来拾取脉搏信号。具体实现如下，首先，由红色发光二极管 LED 发出的光线通过人手指照射在光敏三极管的感光窗口上，当指尖的血液量随心脏跳动而改变时，从 LED 通过指尖到达三极管上的光线强弱会发生变化，导致光敏三极管的电流也随之发生变化，电流通过 A1 进行阻抗变换后送入后级，由于 A1 的输出信号比较微弱，且存在 50HZ 及其它高频干扰，要经一级由 A2 组成的低通滤波器滤波。此微弱脉冲波动信号，再经一级反相放大器 A3 的放大然后通过同相端 R10/R11/C5 的充放电过程，可将 A3 输出的脉压峰以外的各种波动信号电平保持在一定的幅度，作为参比电压以保证脉压峰信号进入 A4 反相端后能正确地比较出来，R12 为一正反馈电阻，它的存在使 A4 成为施密特比较器，确保在脉压波动期间可准确地在脉压峰处输

出一正脉冲信号。把该脉冲信号送入单片机模块进行处理即可得脉搏。

2.无线通讯模块采用基于 RF 芯片 nRF401 的无线数据传输模块 PTR2000 模块。其具有体积小、功耗低、频率稳定等优点。采集好的生理参数在单片机中进行预处理，再按照一定的编码格式发送给无线通讯模块，无线通讯模块再通过电平转换芯片与云计算系统中的分布式 PC 端进行串口通信，将数据传输到云端进行储存。



## 2.2 脑电波、声音、图像采集器

### 2.2.1 脑电波与情绪变化的关系

关于脑电波的解释：人脑中有许多的神经细胞在活动着，而成电器性的变动。也就是说，有电器性的摆动存在。而这种摆动呈现在科学仪器上，看起来就像波动一样。脑中的电器性震动我们称之为脑波。用一句话来说明脑波的话，或许可以说它是由脑细胞所产生的生物能源，或者是脑细胞活动的节奏。而据研究显示，人在不同的情绪中，脑电波的波形是不同的，而近年来，得益于电子计算机技术的发展，大量复杂而不规则的大脑生物电可以通过计算机进行二次处理，转换成一种既能反映量变、又能进行定位的图像，即脑电图。故脑电波的波形图能够反应人的心理状态。

常见的脑电波有四种波形：

$\delta$  波，频率为每秒 1—3 次，当人在婴儿期或智力发育不成熟、成年人在极度疲劳和昏睡状态下，可出现这种波段。

$\theta$  波，频率为每秒 4—7 次，成年人在意愿受到挫折和抑郁时以及精神病患者这种波极为显著。

$\alpha$  波，频率为每秒 8—13 次，平均数为 10 次左右，它是正常人脑电波的基本节律，如果没有外加的刺激，其频率是相当恒定的。人在清醒、安静并闭眼时该节律最为明显，睁开眼睛或接受其它刺激时， $\alpha$  波即刻消失。

$\beta$  波，频率为每秒 14—30 次，当精神紧张和情绪激动或从睡梦中惊醒时出现此波。

### 2.2.2 脑电波信号采集器

考虑其携带的便捷性,该系统采用 32 位的 ARM9 处理器的嵌入式系统,主频达 200MHz,并带有大容量的非线性 Flash 芯片、标准 CF 卡接口、100M 网络接口、USB 接口、3.5 英寸真彩液晶屏及触摸屏等.系统还可以同时采集 4 个通道的脑电信号,信号获取部分通常采用电极来实现,其功能在于感知脑电信号,并将之转换成为易于测量和加工的电信号。采集到的电信号数据可以通过网络实时传输给云计算系统中的分布式 PC 端.嵌入式系统不仅具有普通的 PDA 的功能,而且运行简单的脑电信号处理算法,直接显示结果。以采集脑电信号并将波形以数字格式保存下来。

### 2.2.3 声音采集器

本装置能实现对声音信号的采集与传输.无线传输的实现就是一个嵌入式系统的实现,由处理器(ARM920T S3C2410),在嵌入式 Linux 环境下,完成对无线模块的各种操作.硬件方面:选择相应的 ARM 端口与无线模块进行配置与通信;软件方面:编写相应的驱动程序实现 Linux 下端口访问、读取寄存器、中断等操作,应用程序负责相应的收发协议的实现.声音信号采集主要用到的是声音传感器,是另一个嵌入式系统的一部分,环境与无线模块相同,ARM 端口选取 ADC 口,在 Linux 为 ADC 端口编写相应的驱动程序,把采集的数据交给声音处理程序进行编码,处理结果通过无线传输模块传输到云端的 pc 机。

### 2.2.4 图像采集器

图像采集部分采用 CMOS 图像传感器,其具有功耗低、摄像系统尺寸小、可将信号处理电路与 MOS 图像传感器集成在一个芯片上等优点。本系统核心处理器采用 ARM920T 芯片 S3C2410A, 400MHZ 主频,内部带有全性能的 MMU 低功耗,高性能,适合于 PDA。软件系统采用 linux。ARM920T 及其 USB 摄像头是本系统的核心,利用 USB 摄像头采集图象,存储在 ARM 板上,然后通过网卡与互联网连接,将存储的图象传输到目标的云端 PC 机上,将嵌入式 ARM 板作为图像发送端,用线程来处理图象采集和接收端的传输,当然还必须有主线程,通过主线程创立采集线程和图像发送线程。

## 2.3 采集技术小结

实际上,按照目前的技术水平,在信息采集方面,只能做到静态采集的效果,即只能将使用者固定在实验区域,戴上信息采集器,并通过人为的外界刺激给使用者造成强烈的心理状态感受,比如说,让其看一些如毕业照,结婚照之类能让其产生较强烈情感的照片,诸如此类,以此记录下各种信息数据。鉴于此种方式中,只能记录下人为刺激给出的心理状态信息,我们将其称之为信息静态采集阶段。然而因为现实生活中,能够对人造成强烈心理感受的事件发生是不确定的,所以,我们的设想是,在人的日常生活中,我们能够实时采集人的心理状态信息,

并实时地进行云同步，以此建立完整的个人心理状态信息库，并能通过个人云服务进行有效的管理，而随着今后集成电路、计算机、传感器等技术的进一步发展，我们相信我们的设想也能够达成，而这一阶段即称为动态采集阶段，即实现了信息采集的智能化。

## 2.4 云技术

### 2.4.1 云储存的概念

云存储是在云计算概念上延伸和发展出来的一个新的概念，是指通过集群应用、网格技术或分布式文件系统等功能，将网络中大量各种不同类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作，共同对外提供数据存储和业务访问功能的一个系统。当云计算系统运算和处理的核心是大量数据的存储和管理时，云计算系统中就需要配置大量的存储设备，那么云计算系统就转变成为一个云存储系统，所以云存储是一个以数据存储和管理为核心的云计算系统。我们的设想是，将大量的被采集到的信息，如脉搏、体表温度、脑电波、图像、声音这些数据通过采集装置上的无线传输模块，传输到云端的存储设备上，这样，数据的使用和存储都会变得极其方便。



图 2

### 2.4.2 个人云储存

个人云计算是云储存在个人领域的延伸，是以 internet 为中心的个人信息处理，即通过 internet 对个人的各种信息进行组织、存储、分发和再加工。与所有的“云”一样，个人云由存储设备、终端、应用程序组成。个人的数据位于存储设备上，由运行在那里的应用程序进行控制，通过网络接口提供服务给终端。这种云储存方式让数据的共享范围变得更为广泛，终端的模式可以扩展到各种数码设备，而且与公共云不同，个人云可以将您的所有内容放在家庭网络上的一个安全位置中保管，当然，其存储的终端位置以及加密等形式都可以由人们自己来设定，所以，其安全性有了大大的保障。

据我们设想，将来信息的动态采集实现以后，首先可以通过实现信息采集器与个人云端的网络安全配对，然后大量的动态信息即可被实时地通过信息采集器



的无线网络传输端上传到个人云端，并通过计算机进行自动分类和管理，因此，人们可以通过手中的数码设备对自己心理动态信息进行管理。家庭网络中的设备都可以作为信息储存的终端，给心理状态信息的管理提供了极大的便利和安全性。除此之外，在线存储设备的另外一个功能就是数据的备份，基本上不需要用户的干涉，就可以完成对系统的备份并随时恢复任何时期的数据，这也为个人心理状态数据存储的持久性和可靠性提供了支持。此外，我们的进一步设想是，当动态信息采集和上传完毕时，个人可以通过 USB 等外部接口或者网络下载将信息从云端载入手机或者平板电脑等电子设备，由此实现信息的便携性，然后通过建立智能心理状态回溯服务站，个人可以携带自己的信息到回溯服务站获得心理状态回溯服务。



图 3

## 2.5 心理学现象——既视现象

既视现象又称既视感，就是未曾经历过的事情或场景仿佛在某时某地经历过的似曾相识之感。“似曾相识”是人们大脑中知觉系统和记忆系统相互作用的结果。知觉包括对面孔的知觉、对物体的知觉、对位置的知觉等等。以这 3 类为例，由于它们的对象不同，因此，当我们到一个地方以后，如果周围的物体，人体的方位和空间关系，可能同时出现。与知觉类似，记忆也分很多类型，针对情节、经历、事情经过的记忆，即情景性记忆，这是无意识记忆。

正因为知觉和记忆都是“分类”进行的，我们曾经经历的一些场景的众多特征存放在不同的记忆系统中，而我们无法意识到，当我们走到一个新的场景，场景中的某些部分就可能会刺激我们的一些记忆，调动大脑中并不同的记忆系统和与之相匹配。一旦场景中的某一特征和过去的经历匹配上，就会产生“似曾相识”的感觉。

基于以上资料和分析，只要知觉和记忆达到了一定的匹配程度，未曾经历过的事情和场景都会产生“似曾相识”的结果，那么，我们有理由推测，对于曾经经历过的造成强烈心理状态的事情，也可以或者说更容易产生“似曾相识”的感觉。而且有研究显示，当我们遇到一个与过去经历相类似的情境，脑内处理过去那段经历的神经元可能同时产生冲动，造成既视感。

这就从生理学角度为我们的想法提供了可能性。所以，我们想，通过采集脉搏、体表温度、图像、声音、脑电波等数据，从听觉，视觉方面进行记忆刺激，同时进行脑波模拟，再利用体表温度、脉搏、脑电波等数据进行心理状态匹配验证。以此达到人为的既视感，并从感觉上进行全真模拟。

## 2.6 脑电波模拟与匹配技术

已经有实验证实，符合生理变化规律的磁场可引起脑电的“同化”反应，进而影响人的精神状态。经颅磁刺激（TMS）在脑认知领域是一种新兴技术，原理是通过交变磁场产生感应电流直接刺激皮层神经元而改变后者功能，具有安全、无痛、无创、可持续等优点。一般认为交变磁场的磁力线可以以非侵入的方式和很小的阻力穿过头皮、颅骨与脑组织，并在脑内产生反向感生电流。皮层内的电流可以激活大的锥体神经元，并引起轴突内的微观变化，并进一步引起电生理和功能的变化。已有研究还表明，较高频率的 rTMS(5~25Hz)（重复经颅磁刺激）可以使大脑皮层产生兴奋状态，低频的 rTMS 则可以产生抑制状态。且已有实验证明，作用于人体的、类似脑波的刺激磁场对人脑兴奋状态具有模拟性。但是 rTMS 虽然以连续的磁场脉冲作用于于大脑，但其本质还是由电容的充放电而产生的强磁场，其波形和强度都难以控制，这也阻碍了 TMS 的进一步发展。

据以上及各方面的资料，我们可以设计出一套脑电信号模拟仿真输出装置，这套装置产生的电压波形以最大限度模仿人处于任何状态下的脑波，用以驱动线圈模拟出任意波形的连续变化的磁场进行经颅磁刺激。大致实现方法为：利用该装置从云储存系统中下载存储的波形数据，并按严格的线性关系转换成变化的电压波形。电压波形经过功率放大后，用它作为信号源来驱动一个 8 字形线圈，输出一段不断变化的磁场，使其磁感应强度的变化波形同当时的 EEG 波形极为相似。把这个线圈置于人的枕部，将磁场耦合到大脑皮层进行重复经颅磁刺激(rTMS)，以此达到模拟脑电波的目的。

这套系统分为信号发生装置、功率放大模块和磁线圈三大部分，系统具有波形可任意指定、失真小、刺激时间和强度可调等优点。

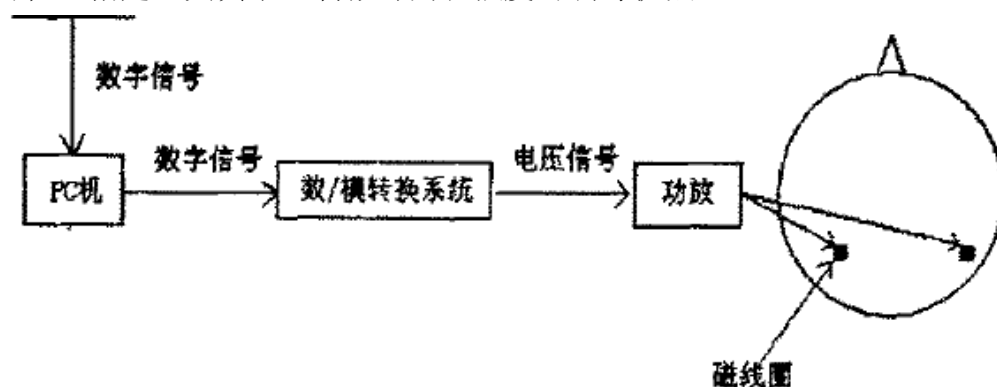


图 4

信号发生装置：

注意点：模拟仿真脑波，要从电位、频率和极性三个特性入手。系统输出的电压波形，其值要在足够的精度范围内和原始波形的电位成线性关系；其频率组成必

须为脑波中的频率成分，不可以混入其它的频率而发生失真，不同频率间也不可以发生相位失真；另外由于脑波有正相和负相之分，所以电压输出应该是双极性的。

以 AT89C51 单片机为控制中心的信号重构系统，包括控制芯片、串行数据模块、存储芯片、D/A 芯片、电源电路和信号的重构滤波器。其作用就是重建 EEG 波形，将下载的数字信号按线性关系转变为变化的电压输出。

**功率放大器：**其功能是将重建后的电压信号放大，为磁线圈产生刺激磁场提供足够的驱动能力，它的信号输入范围为+1.5V，增益可变，刺激磁场的强度可以由它来调节。

**磁线圈：**产生磁感应强度不断变化的，模仿兴奋状态下 EEG 波形的交变磁场，耦合进入人脑。脑波的频率成分集中在 0.5~30Hz，这决定了模仿脑波的刺激磁场的频率同样也集中在 0.5~30Hz。经过计算和分析，我们选择采用 8 字形线圈，在信号频率较低时，合理设计线圈，可以使磁感应强度同线圈两端电压成线性关系。两个线圈的结合部上方，磁感应强度最大，使用这个位置的磁场进行磁刺激，能够保证刺激深度。

## 2.7 虚拟现实系统

我们决定采用头盔显示器装置，一方面它可与脑电信号模拟仿真输出装置所结合，而介于此原因，我们的设想是采用双目型 HMD，且尽量缩小其装置体积，做成眼镜状，以免与脑电信号模拟仿真输出装置的功能实现相冲突，且要保证两者作用于使用者的同时性。另一方面头盔显示器也是虚拟现实系统中最常见的视频显示装置。

它主要包括三部分：两块液晶显示板，起放大和校直作用的镜片，计算机图像生成系统。

立体显示主要依据双眼视差的立体视觉因素，在两个显示端显示出两幅具有双眼视差的平面图像，使左右两眼分别看到对应的图像，再加上人眼的融合作用，两幅平面视差图像在人脑中就会自然融合而形成立体图像，而我们可以将采集到的图像信息输入到装置中，以此达到场景化模拟的效果。人眼的视场很宽，大约为水平 220 度，垂直 130 度。而显示屏针对一定的视距所形成的视场相对于人的视场却很小，因此，要使用光学系统进行放大。其次，目前的市面上，商品化的头盔显示器可做到水平 75 度，垂直 50 度，而我们的设想是使该装置达到沉浸式虚拟现实系统的效果，而据资料显示，其水平张角应不小于 140 度。

此外，在此装置基础上，考虑到同步性问题，我们还想将声音装置融合于其中。通过前面我们所采集到的与图像同步的声音信息，将其输入融合于其中的声音装置，并通过耳机将声音同步地与图像呈现给使用者，以最大限度地进行现场模拟化。



图 5



图 6

## 2.8 体表温度、脉搏数据验证

这一模块采用的装置与采集体表温度和脉搏信息的装置相同，其作用是在进行经颅磁刺激的过程中实时地采集体表温度和脉搏数据，并通过计算机分析实时地与原数据进行比对，若有部分偏差，则根据体表温度、脉搏数据与人的情绪状态的关系进行偏差分析，以此可以人为调节脑电波模拟输出装置的 8 字形线圈的磁场输出频率，以此达到更准确的感觉模拟化。比如，大致上来说，若两者数据降低，人的情绪会处于相对低迷状态，所以若体表温度或者脉搏频率与原数据相比都降低，就意味着人的情绪相对于原状态是处于相对低迷的状态，而较高频率的 rTMS 可以相对提高大脑的兴奋性，使其处于较亢奋的状态，所以，此时可以适当提高 rTMS 的频率，以达到纠正偏差的效果，而使脑电信号模拟仿真输出装置的准确性提高，以此达到最大化和最准确的模拟。

## 2.9 系统功能实现步骤小结

在此，我们重新对整个系统的功能实现步骤作一个全面的梳理。首先，我们通过信息采集装置对体表温度、脉搏、脑电波、图像、声音数据进行采集，然后将采集到的数据通过网络上传到云端存储器上，待日后设想的动态采集数据形式得以实现后，待使用者需要重新体验自己的感受时，可以将所收集到的各种数据

从云端下载下来,分别输入脑电波信号模拟输入装置、体表温度与脉搏验证装置、再现图像和声音的虚拟现实系统装置,在通过经颅磁刺激技术进行脑电波模拟的同时,同步地呈现图像和声音,以刺激深层记忆,进行挖掘和再现,并且进行体表温度和脉搏数据的实时监测,以及时纠正可能出现的偏差。

### 3.发展前景及应用拓展

随着动态信息采集和个人心理状态信息库的进一步实现和发展,我们设想,每个人都有自己的一个数据库,里面储存着日常生活中的各种心理状态数据,就如同一个虚拟的电子“大脑”,所以,该系统的发展前景及应用也会极大地拓广。例如,待个人数据库建立后,可以通过计算机技术对心理状态信息进行分类和筛选,在此基础上,可以发展出心理状态信息搜索的功能,如果使用者的心情不好,可以选择数据库中的高兴状态,进行重体验,或者当使用者心理状态低迷时,可以重体验曾经奋斗时的心理状态感受等等,因此,这些在一定程度上可以起到心理缓释的作用。进一步还可以拓广到心理治疗的范围,如为寂寞的孤寡老人提供回溯服务(由此可延拓到社会福利的范畴),或者亦可用于对罪犯的心理治疗和道德教育。从医疗角度上说,可以让脑受损的植物人或者失忆者重体验在他们过去的记忆中对他们影响最大的某件事造成的心理感受,以此达到可能的预期治疗效果,当然,其可行性还有待论证。此外,还可以开展不同人之间的心理感受的交流服务,如将自己经历的美好感受的数据在网络上分享,让更多的人去体验这种感受。可应用于道德宣传,比如将助人为乐的感觉数据记录下来,对大众免费开放,在一定程度上去促进社会道德的养成,进一步甚至还可以用于学生道德教育的范畴。

此外,据我们设想,可以在城市里建造智能心理状态回溯服务站,专门为市民进行福利性的心理回溯服务,亦可用于个人商业用途,由此可以进行该技术的推广。

### 4.结束语

目前,智能心理状态记录与模拟系统只是出于我们的构想之中,鉴于专业知识的限制,无论是从概念应用上,还是从技术可行性上,系统都存在的问题,也可能缺乏一定的说服力,敬请专家以及读者给予指正。

在论文撰写阶段,我们得到了电子信息工程学院科技辅导员王岩、刘荣科、毛峡等老师的帮助,在此向他们致以衷心的感谢。

### 参考文献

- [1] 张锐. 用于经颅磁刺激的脑电模拟仿真系统研究[D]. 天津: 天津大学, 硕士毕业论文, 2006-1.
- [2] 张越, 王旭. 云端——个人云储存[J]. 2011.9.

- [3] 李克彬. 虚拟环境人机界面关键技术的研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 硕士毕业论文, 2003.4.25.
- [4] 王超, 魏生民等. 视频图像技术在头部位置跟踪上的应用研究[J].2008.2.
- [5] 孟昭兰. 人类情绪[M]. 上海: 上海人民出版社, 1989.
- [6] 孟超. 基于嵌入式系统图像采集与传输设计[D]. 江苏: 江南大学, 硕士学位论文, 2009.6.1.
- [7] 章恒师. 声音、图像信号采集与传输系统的研究[D]. 南京: 南京理工大学, 硕士学位论文, 2005.6.1
- [8] 徐栋君. 脑电信号采集系统设计与研究[D]. 江苏: 江苏大学, 硕士学位论文, 2006.
- [9] 李永. 基于 PTR2000 的体温和脉搏两生理参数监测系统的实现[J].2005.
- [10] 李广弟等. 单片机基础[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2001.7.