**一种基于期望误差算法的警醒手环设计方法**

**技术领域**

本发明涉及期望误差算法和电子手环等技术领域，提出了一种基于期望误差算法的警醒手环设计方法。

**技术背景**

在高速公路汽车驾驶、矿业开采和机床操作等工作中，疲惫犯困是引起事故的一个重要因素。根据“国内安全生产事故统计分析”的数据结果表明，事故发生的首要原因之一就是操作人员疲惫犯困引起的注意力缺失。因此，如何警醒处于疲惫犯困状态的操作人员，减少事故的发生对安全生产具有重要的作用。

根据神经科学关于神经递质的研究成果，大脑释放神经递质——多巴胺的神经元发放率水平与即时警醒具有密切的关系。当刺激恒河猴大脑中神经元发放多巴胺水平时，会提高恒河猴的警醒程度。根据神经科学的研究结果，当被试（如恒河猴）对感知刺激的预测值与实际值存在较大差值时，其多巴胺发放水平会显著提高。比如，当给予身体刺激*s*时，刺激的大小设为*V*(*s*)，这时大脑对刺激*s*的预期值为*E*(*s*)，若预期值与实际值的差值*D*=| *E*(*s*) - *V*(*s*)|较大，则大脑多巴胺神经元的发放率水平显著提高，则对被试的警醒效果越好。

当操作人员意识到自己处于疲惫犯困状态时，往往会给予身体直接的刺激*s*，比如涂抹清凉油、吃刺激性食物等，期望解除疲劳，达到警醒的效果。由于刺激*s*是接受刺激的人自身发起，*E*(*s*)近似等于*V*(*s*)。此时，大脑多巴胺神经元的发放率水平正常，警醒效果不佳。因此，这类给予身体直接刺激的唤醒方法并不能取得较好的警醒作用*。*

若第一次给予的刺激*s*0足够大，预期值与实际值的差值*D*0=| *E*(*s0*) - *V*(*s0*)|较大时，则能够将操作人员警醒。然而，当再次给予刺激*s*1时，大脑会记住之前刺激*V*(*s0*)的大小，从而在接收刺激时改变*E*(*s1*)值，导致*D*1=| *E*(*s1*) - *V*(*s1*)|值变小，即产生心理适应性，意味着再在之后使用刺激产生的警醒效果会逐渐减弱。例如，第一次咀嚼辣椒会刺激味蕾，从而起到一定的警醒作用。若经常咀嚼辣椒，味觉会逐步适应此刺激，因此越往后其唤醒作用越低。

针对以上问题，本发明将基于期望误差算法设计了一种警醒手环。该手环的刺激位点、幅值大小和刺激时间都将根据期望误差算法以某个特定概率分布产生，从而避免在警醒时存在的难唤醒和易适应这两个问题。该警醒手环携带方便，结构简单，能广泛应用于长途汽车驾驶和诸多需要警醒的操作工种。

**发明内容**

为了解决上述技术问题，本发明采用了如下技术方案：一种基于期望误差算法的警醒手环，包括手环主体、电池装置和腕带装置。

所述的手环主体包括一个圆形的电击按钮开关、两个 LED 指示灯（红灯亮表示电量不足，绿灯亮表示可正常使用）、主体外壳（防尘防水）以及电池装置；

所述的电池装置包括蓝牙单片机、放电电路、电极贴片和微型 USB 接口（可充电）；

所述的腕带装置含8个电击点位；所述的电极贴片与电刺激点位相连以实现电击警醒功能。

进一步地，手环的腕带分为3种型号以适合不同周长的手腕（S号长度适合的手腕周长：145mm~170mm，M号长度适合的手腕周长：170mm~195mm，L号长度适合的手腕周长：195mm~210mm）。

进一步地，蓝牙单片机产生一个电击刺激释放的数字信号会通过期望误差算法进行处理。

一种基于期望误差算法的警醒方法，包括如下步骤：

1）按下电击按钮产生一个脉冲电压触发蓝牙单片机；

2）蓝牙单片机通过期望误差算法控制手环电刺激点位是否放电、放电大小和时间延时等参数。状态值函数可表示为：

其中，表示时刻产生的电击刺激,包括时间、触发电刺激点个数、电刺激位激活状态、强度等参数；*N*为电击点位总个数。

2.1）表示第个电刺激点的激活状态（1表示激活，0表示未激活），可表示为：

其中为区间上按均匀分布随机产生的实数。

2.2）触发电刺激点个数可表示为：

2.3）表示第个电刺激孔触发的刺激强度，服从高斯分布,即：

本发明中，和分别取4.0和3.0。

2.4）期望误差是预期状态值函数与实际状态值函数的差， 可以表示为下一次电刺激产生的刺激大小与上一次产生电刺激大小的差值，即：

2.5）其中电刺激时间*t*服从指数分布,即：

在本发明中，值取0.5。

3）放电电路根据2.1）的计算结果接通电极；

4）放电电路根据2.3）的计算结果控制电刺激强度；

5）放电电路根据2.5）的计算结果控制每次电刺激发生的时间间隔；

6）该电极将脉冲电压传导至对应的电击点位，从而释放电刺激；

与现有技术相比，本发明具有如下优点：

1）由于本发明设计的电击刺激的幅度在人类可承受且会被刺痛的范围内，可以轻易警醒处于昏睡状态和注意力分散状态的佩戴者；

2）由于本发明释放的电击刺激的时间间隔、位置和强度等参数均服从2.1）～2.5）设置，佩戴者不会存在适应电击刺激的情况，因此电击刺激对佩戴者始终具有警醒作用。

**附图说明**

图 1手环整体结构示意图；

图 2手环电池电路图。

**具体实施方式**

本发明提出的一种基于期望误差算法的警醒手环设计方法结合附图详细说明如下：

参照图1，一种基于期望误差算法的警醒手环设计，包括手环主体、电池装置和腕带装置。

1. 所述的手环主体包括一个圆形的电击按钮（编号3），材质为PVC颗粒；两个直径为3mm、1瓦特的LED灯珠指示灯（红灯（编号4）表示电量不足，绿灯（编号5）表示可正常使用）；外壳为聚碳酸酯PC（防尘防水）和电池装置（编号2）。
2. 所述手环的电池装置包括蓝牙单片机、放电电路、电极贴片部分和微型 USB 接口。放电电路以及电极部分均由蓝牙单片机控制，电池类型为聚合物锂电池，电池容量为41mah、输入电流为5mA、输入电压为DC 450V，输出电压为DC 50V ~ 450V，电池可通过微型USB充电。
3. 所述手环的腕带（编号1）分为3种型号以适合不同周长的手腕（S号长度适合的手腕周长：145mm~170mm，M号长度适合的手腕周长：170mm~195mm，L号长度适合的手腕周长：195mm~210mm）。
4. 所述手环的腕带装置中共嵌入8个电击点位（编号6），腕带材质为道康宁TPSiV，具有细薄，拉伸强度较高，适于穿戴的特点。
5. 所述的电池中的电极贴片与腕带中的电击点位相连，时间、触发电刺激点个数、电刺激位激活状态、强度等参数均可由蓝牙单片机设置，以实现电击警醒功能。

参照图2，一种基于期望误差算法的警醒方法，包括如下步骤：

1）按下电击按钮产生一个脉冲电压触发蓝牙单片机；

2）蓝牙单片机通过期望误差算法控制手环电刺激点位是否放电、放电大小和时间延时等参数。状态值函数可表示为：

其中，表示时刻产生的电击刺激,包括时间、触发电刺激点个数、电刺激位激活状态、强度等参数；*N*为电击点位总个数。

2.1）表示第个电刺激点的激活状态（1表示激活，0表示未激活），可表示为：

其中为区间上按均匀分布随机产生的实数。

2.2）触发电刺激点个数可表示为：

2.3）表示第个电刺激孔触发的刺激强度，服从高斯分布,即：

本发明中，和分别取4.0和3.0。

2.4）期望误差是预期状态值函数与实际状态值函数的差， 可以表示为下一次电刺激产生的刺激大小与上一次产生电刺激大小的差值，即：

2.5）其中电刺激时间*t*服从指数分布,即：

在本发明中，值取0.5。

3）放电电路根据2.1）的计算结果接通电极；

4）放电电路根据2.3）的计算结果控制电刺激强度；

5）放电电路根据2.5）的计算结果控制每次电刺激发生的时间间隔；

6）该电极将脉冲电压传导至对应的电击点位，从而释放电刺激；