

1. 一种多人神经反馈训练方法,其特征在于包括如下步骤:

(1) 在多个使用者完成训练任务的同时,采集所述使用者的大脑神经活动数据,并计算出全部使用者的大脑神经活动交互性指标;

(2) 将所述大脑神经活动交互性指标作为反馈信息呈现给全部使用者;

(3) 使用者根据所述反馈信息调节自身大脑神经活动;

(4) 重复步骤(1)到步骤(3),直至所述训练任务结束。

2. 如权利要求1所述的多人神经反馈训练方法,其特征在于:

在所述步骤(1)中,通过脑电图成像设备或功能核磁共振成像设备或近红外光学脑成像设备采集所述使用者的大脑神经活动数据。

3. 如权利要求1所述的多人神经反馈训练方法,其特征在于:

在所述步骤(1)中,所述大脑神经活动交互性指标是多名使用者的神经活动强度的差值、变异值、皮尔森相关系数、以及相干系数中的任意一种;

其中, x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则两名使用者的神经活动强度的差值等于 $x-y$;

$x_1, x_2, \dots, x_N$ 分别代表 N 名使用者的神经活动强度,则 N 名使用者的神经活动强度的变异值是神经活动强度的统计 M 阶矩,即所述神经活动强度的变异值等于 $\frac{\sum (x_i - \bar{x})^M}{N}$,其

中, x_i 表示 N 名使用者中第 i 人的神经活动强度, $\bar{x}$ 是 N 名使用者的神经活动强度的平均值;

x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则所述神经活动强度的皮尔森相关系数等于 $\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$,多人情况下,两两分别计算双人的皮尔森相关系数,再取平均值;

x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则所述神经活动强度的相干系数等于 $\frac{C(x, y)}{P(x, x)P(y, y)}$,其中 $C(x, y)$ 为 x 与 y 的互功率谱, $P(x, x)$ 与 $P(y, y)$ 分别为 x 的自功率谱和 y 的自功率谱;多人情形下,两两分别计算双人的相干系数,再取平均值。

4. 一种用于实现权利要求1所述的多人神经反馈训练方法的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

包括至少一台脑成像设备、中央处理单元和多个显示设备;所述脑成像设备用于采集多个使用者的神经活动数据,并将采集到的所述神经活动数据传输给所述中央处理单元;所述中央处理单元用于结合训练任务分析所述神经活动数据,获得全部使用者的大脑神经活动交互性指标,并将之传输至所述显示设备;所述显示设备用于向所述使用者呈现反馈信息。

5. 如权利要求4所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

一台所述脑成像设备的多个电极片用于采集多个使用者的神经活动数据。

6. 如权利要求4所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

所述中央处理单元包括任务模块、采集模块、交互性计算模块和反馈模块;其中,所述任务模块用于基于所述训练任务生成任务流程,并控制其他模块的执行情况;所述采集模

块用于实时从所述脑成像设备中获取使用者的所述神经活动数据,并将所述神经活动数据传输至所述交互性计算模块;所述交互性计算模块用于对全部使用者的所述神经活动数据进行预处理,并提取出所述大脑神经活动交互性指标;所述反馈模块用于把所述大脑神经活动交互性指标反馈至所述显示设备。

7. 如权利要求6所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

所述采集模块用于实时从所述脑成像设备中提取出当前时刻全部使用者的脑活动信号和时间戳信息,并将所述脑活动信号和所述时间戳信息传输至所述交互性计算模块。

8. 如权利要求6所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

所述训练任务包括交替进行的休息阶段和任务阶段,所述任务模块用于通知所述反馈模块交替进入休息阶段或者任务阶段;并且所述任务模块用于将所述休息阶段和所述任务阶段的时间开始点和结束时间点通知所述交互性计算模块。

9. 如权利要求8所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

所述交互性计算模块用于对全部使用者的所述神经活动数据进行预处理;并从预处理得到的结果中提取出全部使用者的大脑特定功能系统的对应区域的平均信号强度,再根据来自所述任务模块的任务开始时间信息和任务结束时间信息,计算出所述大脑神经活动交互性指标。

10. 如权利要求8所述的多人神经反馈训练系统,其特征在于:

所述反馈模块用于把所述交互性计算模块得到的所述大脑神经活动交互性指标以画面的形式反馈至所述显示设备。

多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种神经反馈训练方法,尤其涉及一种通过采集多人的大脑神经活动,在线分析大脑神经活动交互性并将结果反馈给使用者,以使其对自身大脑神经活动进行调节的训练方法,本发明同时涉及一种多人神经反馈训练系统。

背景技术

[0002] 个体神经反馈(即单人神经反馈)是通过在线采集单个个体的大脑神经活动并反馈给其自身,使其能够自主地对大脑活动进行调节,达到改变其认知及行为的目的。通过对个体的特定大脑功能进行干预,从而实现对脑疾病患者的治疗和康复,或是使健康人的认知能力(如学习、记忆、运动等)得到提高。

[0003] 例如,研究者利用脑电图(EEG)或功能磁共振成像(fMRI),观测希望调节的目标脑区的神经活动指标,并将其通过视听觉等通道反馈给使用者,从而指导使用者尝试对该神经活动指标加以自主调节。通过一定时间的反复训练,使用者可以掌握这种自主调节能力。由于被调节的脑区的神经活动与特定认知功能存在关联,因此这种长期的训练可以促进相应认知能力的改善,或是对某些神经与精神疾病起到治疗作用。例如通过神经反馈调节视觉皮层的神经活动模式可以显著提高视知觉学习敏感度;而慢性痛患者则可以通过神经反馈调节前扣带皮层的神经活动来减轻疼痛,等。

[0004] 现有技术中,对神经反馈训练活动的研究局限于个体神经活动。而如果可以同时采集多人的大脑神经活动,在线计算其神经活动的交互性,并将该交互性结果反馈给所有使用者,使其能够据此自主调节各自的神经活动,以改变彼此间的神经活动的交互性,从而产生相应认知和行为的改变,可以达到改变人际间(社会)认知和行为的目的。该技术可以被用于训练多人之间的行为一致性与调节人际关系。例如可以通过调节学生(运动员、乐器学习者)与老师(教练、演奏家)的神经活动同步性,达到提高后者技能的目的。又如可以通过调节人与人之间的与社会认知相关的神经活动同步性,实现彼此信任、决策共识等目的。例如可以使社会认知障碍症(如抑郁症)患者与心理治疗师一同进行多人神经反馈调节,引导患者的神经活动向着治疗师所设定的正常活动模式演化,从而达到治疗其疾病的目的。而现有技术中,还未公开针对多人神经反馈训练的相关信息。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的首要技术问题在于提供一种多人神经反馈训练方法。

[0006] 本发明所要解决的另一技术问题在于提供一种多人神经反馈训练系统。

[0007] 为了实现上述的发明目的,本发明采用下述的技术方案:

[0008] 一种多人神经反馈训练方法,包括如下步骤:

[0009] (1) 在多个使用者完成训练任务的同时,采集所述使用者的大脑神经活动数据,并计算出全部使用者的大脑神经活动交互性指标;

[0010] (2) 将所述大脑神经活动交互性指标作为反馈信息呈现给全部使用者;

[0011] (3) 使用者根据所述反馈信息调节自身大脑神经活动；

[0012] (4) 重复步骤(1)到步骤(3)，直至所述训练任务结束。

[0013] 其中较优地，在所述步骤(1)中，通过脑电图成像设备或功能核磁共振成像设备或近红外光学脑成像设备采集所述使用者的大脑神经活动数据。

[0014] 其中较优地，在所述步骤(1)中，所述大脑神经活动交互性指标是多名使用者的神经活动强度的差值、变异值、皮尔森相关系数、以及相干系数中的任意一种；

[0015] 其中， x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度，则两名使用者的神经活动强度的差值等于 $x-y$ ；

[0016] $x_1, x_2, \dots, x_N$ 分别代表 N 名使用者的神经活动强度，则 N 名使用者的神经活动强度的变异值是神经活动强度的统计 M 阶矩，即所述神经活动强度的变异值等于 $\frac{\sum (x_i - \bar{x})^M}{N}$ ，

其中， x_i 表示 N 名使用者中第 i 人的神经活动强度， $\bar{x}$ 是 N 名使用者的神经活动强度的平均值；

[0017] x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度，则所述神经活动强度的皮尔森相关系数等于 $\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}}$ ，多人情况下，两两分别计算双人的皮尔森相关系数，再取平均值；

[0018] x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度，则所述神经活动强度的相干系数等于 $\frac{C(x, y)}{P(x, x)P(y, y)}$ ，其中 $C(x, y)$ 为 x 与 y 的互功率谱， $P(x, x)$ 与 $P(y, y)$ 分别为 x 的自功率谱和 y 的自功率谱；多人情形下，两两分别计算双人的相干系数，再取平均值。

[0019] 一种用于实现上述多人神经反馈训练方法的多人神经反馈训练系统，包括至少一台脑成像设备、中央处理单元和多个显示设备；所述脑成像设备用于采集多个使用者的神经活动数据，并将采集到的所述神经活动数据传输给所述中央处理单元；所述中央处理单元用于结合训练任务分析所述神经活动数据，获得全部使用者的大脑神经活动交互性指标，并将之传输至所述显示设备；所述显示设备用于向所述使用者呈现反馈信息。

[0020] 其中较优地，一台所述脑成像设备的多个电极片用于采集多个使用者的神经活动数据。

[0021] 其中较优地，所述中央处理单元包括任务模块、采集模块、交互性计算模块和反馈模块；其中，所述任务模块用于基于所述训练任务生成任务流程，并控制其他模块的执行情况；所述采集模块用于实时从所述脑成像设备中获取使用者的所述神经活动数据，并将所述神经活动数据传输至所述交互性计算模块；所述交互性计算模块用于对全部使用者的所述神经活动数据进行预处理，并提取出所述大脑神经活动交互性指标；所述反馈模块用于把所述大脑神经活动交互性指标反馈至所述显示设备。

[0022] 其中较优地，所述采集模块用于实时从所述脑成像设备中提取出当前时刻全部使用者的脑活动信号和时间戳信息，并将所述脑活动信号和所述时间戳信息传输至所述交互性计算模块。

[0023] 其中较优地，所述训练任务包括交替进行的休息阶段和任务阶段，所述任务模块

用于通知所述反馈模块交替进入休息阶段或者任务阶段；并且所述任务模块用于将所述休息阶段和所述任务阶段的时间开始点和结束时间点通知所述交互性计算模块。

[0024] 其中较优地，所述交互性计算模块用于对全部使用者的所述神经活动数据进行预处理；并从预处理得到的结果中提取出全部使用者的大脑特定功能系统的对应区域的平均信号强度，再根据来自所述任务模块的任务开始时间信息和任务结束时间信息，计算出所述大脑神经活动交互性指标。

[0025] 其中较优地，所述反馈模块用于把所述交互性计算模块得到的所述大脑神经活动交互性指标以画面的形式反馈至所述显示设备。

[0026] 本发明提供的多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统，在训练过程中通过脑成像设备采集多名使用者的神经活动数据，在线计算其神经活动的交互性，并将多名使用者的大脑特定功能系统的神经活动交互性指标反馈给使用者，从而使使用者能够根据获得的反馈信息调节训练策略，以使其彼此间的神经活动交互性得到训练，向目标模式发展。该多人神经反馈训练系统可用于训练多人之间的神经活动一致性、行为一致性与调节人际关系，以达到改变使用者人际间认知和行为的目的。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明所提供的多人神经反馈训练系统的整体结构示意图；

[0028] 图 2 为第一实施例中，“拔河”游戏的反馈界面示意图；

[0029] 图 3 为第一实施例中，测试极片在使用者脑部的分布示意图；

[0030] 图 4 为第一实施例中，训练任务设计示例；

[0031] 图 5 为第一实施例中，两个使用者目标功能区域的神经活动变化曲线；

[0032] 图 6 为第二实施例中，游戏反馈界面示意图；

[0033] 图 7 为第二实施例中，两名相同的使用者在四次训练过程中，分别获得的游戏效果图；

[0034] 图 8 为图 7 所示的四次训练过程中，小球偏离中间轨道的总时间的柱状统计图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图和具体实施例对本发明的发明内容做详细说明。

[0036] 本发明所提供的多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统，旨在通过采集多个使用者的神经活动强度，在线计算全部使用者的大脑神经活动交互性指标并将之反馈给使用者，从而使使用者能够根据获得的反馈信息调节训练策略，以使其彼此间的神经活动交互性得到训练，向目标模式发展。

[0037] 在该多人神经反馈训练方法中，使用者通过完成训练任务达到训练的目的。具体来说，该多人神经反馈训练方法包括如下步骤：(1) 在多个使用者完成训练任务的同时，采集全部使用者的大脑神经活动数据，并计算出全部使用者的大脑神经活动交互性指标；(2) 将大脑神经活动交互性指标作为反馈信息呈现给全部使用者；(3) 使用者根据反馈信息调节自身大脑神经活动；(4) 重复步骤(1)到步骤(3)，直至训练任务结束。

[0038] 该多人神经反馈训练方法，可用于训练多个使用者的神经活动的同一性、改善使用者的神经活动交互性，除了具有医用价值外，还可用于改善普通人的神经活动，调节人际

关系。

[0039] 在该多人神经反馈训练方法中,步骤(1)中可以通过脑电图成像设备或功能核磁共振成像设备或近红外光学脑成像设备采集所述使用者的大脑神经活动数据。

[0040] 在该多人神经反馈训练方法中,可以使用多名使用者的神经活动强度的差值、变异值、皮尔森相关系数、以及相干系数中的任意一种作为大脑神经活动交互性指标,当然,也可以使用可以体现多名使用者的大脑神经活动交互性的其他指标进行反馈。

[0041] 在此,分别对多名使用者的神经活动强度的差值、变异值、皮尔森相关系数、以及相干系数的获得过程进行说明。

[0042] (1)用 x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则两名使用者的神经活动强度的差值等于 $x-y$;

[0043] (2) $x_1, x_2, \dots, x_N$ 分别代表 N 名使用者的神经活动强度,则 N 名使用者的神经活动强度的变异值是神经活动强度的统计 M 阶矩
$$\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^M}{N},$$

[0044] 其中, x_i 表示 N 名使用者中第 i 人的神经活动强度, $\bar{x}$ 是 N 名使用者的神经活动强度的平均值;

[0045] (3) x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则两人神经活动强度的皮尔森相关系数等于
$$\frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2} \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2}},$$

[0046] 多人情况下,两两分别计算双人的皮尔森相关系数,再取平均值;

[0047] (4) x 和 y 分别代表两名使用者的神经活动强度,则神经活动强度的相干系数等于
$$\frac{C(x, y)}{P(x, x)P(y, y)},$$

[0048] 其中 $C(x, y)$ 为 x 与 y 的互功率谱, $P(x, x)$ 与 $P(y, y)$ 分别为 x 的自功率谱和 y 的自功率谱;多人情形下,两两分别计算双人的相干系数,再取平均值。

[0049] 同时,本发明还提供了用于实现上述多人神经反馈训练方法的多人神经反馈训练系统。如图 1 所示,该多人神经反馈训练系统包括至少一台脑成像设备 1、中央处理单元 2 和多个显示设备 3;脑成像设备 1 用于采集多个使用者的神经活动数据,并将采集到的神经活动数据传输给中央处理单元 2;中央处理单元 2 用于结合训练任务分析神经活动数据,获得全部使用者的大脑神经活动交互性指标,并将之传输至显示设备 3;显示设备 3 用于向使用者呈现反馈信息,该反馈信息指全部使用者的大脑神经活动交互性指标,为了增加训练的趣味性和直观性,该反馈信息可以以画面的形式呈现给使用者。

[0050] 其中,脑成像设备 1 用于采集多个使用者的神经活动数据。在训练过程中,可以使用一台脑成像设备 1 中的不同光极片对多个使用者进行同时采集;也可以使用多台脑成像设备 1 分别对不同的使用者进行采集,在使用过程中,多台脑成像设备 1 均与中央处理单元 2 连接。该多人神经反馈训练系统中的脑成像设备 1 可以是脑电图(EEG)成像设备或功能核磁共振成像(fMRI)设备或近红外光学脑成像(fNIRS)设备中的任意一种。

[0051] 在此,分别对采用不同的脑成像设备进行多人同时脑成像进行说明。例如:(1)使用一台脑电图成像设备,将测量电极分为若干部分,每名使用者使用一部分电极记录脑信

号,并将脑信号传输至同一台数据处理计算机;(2)每名使用者使用 1 台脑电图成像设备记录脑信号,并将脑信号传输至同一台数据处理计算机;(3)使用双人测量线圈,利用一台功能核磁共振成像设备同时记录两人的脑信号,并将之传输至同一台数据处理计算机;(4)每名使用者使用 1 台功能核磁共振成像设备记录脑信号,并将之传输至同一台数据处理计算机;(5)使用一台近红外光学脑成像设备,将测量光极分为若干部分,每名使用者使用一部分光极记录脑信号,并将脑信号传输至同一台数据处理计算机;(6)每名使用者使用 1 台近红外光学脑成像设备记录脑信号,并将记录的脑信号传输至同一台数据处理计算机。

[0052] 在本申请文件的实施例,使用一台日立的 ETG-4000 近红外脑功能成像设备实现多人同时脑成像。将该近红外脑功能成像设备的测量光极分为若干部分,每名使用者使用一部分光极片记录脑信号,并将记录的脑信号传输至同一台数据处理计算机中进行处理。

[0053] 在该多人神经反馈训练系统中,中央处理单元 2 用于处理脑成像设备 1 采集的脑成像信号,并进行在线分析计算,获得多人的大脑神经活动交互指标。该中央处理单元 2 可以用运行系统软件的电脑主机实现,显示设备 3 可以用 LCD 液晶显示屏或其他显示器实现。

[0054] 在中央处理单元 2 中,包括任务模块、采集模块、交互性计算模块和反馈模块;其中,任务模块用于基于训练任务生成任务流程,并控制其他模块的执行情况;采集模块用于实时从脑成像设备中获取使用者的神经活动数据,并将神经活动数据传输至交互性计算模块;交互性计算模块用于对全部使用者的神经活动数据进行预处理,并提取出使用者的大脑神经活动交互性指标;反馈模块用于把大脑神经活动交互性指标反馈至显示设备,呈现给使用者。

[0055] 在该中央处理单元 2 中,各功能模块的具体实现过程如下。任务模块,基于主试提供的组块任务设计参数,生成时间间隔序列和任务序列,并维护一个定时器。在神经反馈训练任务设计中,为了保证大脑的训练效果,将训练任务设计为包括交替进行的休息阶段和任务阶段的组块任务。定时器按时间间隔序列里面的时间作为倒计时,当定时器计时完毕,根据任务序列修改当前的实验进行条件,并通知反馈模块进入休息阶段或者任务阶段;与此同时,将休息阶段和任务阶段的时间开始点和结束时间点通知交互性计算模块。

[0056] 采集模块,通过 TCP/IP 协议跟光学脑成像设备 1 建立网络连接并实时接收神经活动数据。该采集模块实时从脑成像设备 1 中提取出当前时刻全部使用者的脑活动信号和时间戳信息,并将脑活动信号和时间戳信息传输至交互性计算模块。交互性计算模块,接收来自采集模块的神经活动数据,并对其进行滑动窗口平均滤波、氧合减脱氧血红蛋白浓度的预处理过程;并从预处理得到的结果中提取出特定功能系统所对应区域的平均信号强度,获得大脑特定功能系统的神经活动强度指标。通过对多个使用者的神经活动强度指标进行数据处理,可以获得全部使用者的大脑神经活动交互性指标。

[0057] 反馈模块,分为 2 个阶段循环出现:阶段 1 为休息阶段,呈现休息提示信息,此时使用者什么都不需要做,放松身心;阶段 2 为任务阶段,反馈模块接收来自交互性计算模块的大脑神经活动强度指标,并且通过游戏画面等形式友好的方式呈现给使用者。此时,使用者按照预先给定的训练方式做出反应,从而进一步控制游戏的走向。

[0058] 上面对该多人神经反馈训练方法的步骤和多人神经反馈训练系统的结构组成进行了介绍,下面结合具体的训练任务,以两个实施例对该神经反馈训练系统的训练过程进

行说明。

[0059] 第一实施例：

[0060] 在该实施例中，两名使用者通过智力拔河的游戏训练彼此之间的竞争能力。在训练任务完成过程中，使用者通过观察显示设备 3 上的游戏画面，进行智力拔河。如图 2 所示的游戏界面，包括位于两侧分别代表两个使用者的神经活动强度的竖条图，其中竖条图的高度用于表示使用者的神经活动强度值，在该画面的中下部，有一个根中部系有丝带的绳索，当两个使用者的神经活动强度相当时，神经活动强度的差值接近为零，丝带位于绳索的中部，此时，两名使用者的神经活动交互性较强；当两个使用者的神经活动强度相差较大，神经活动强度的差值为正值或负值时，丝带在绳索上的位置偏向于神经活动强度较大的一方。在该训练过程中，使用者可以通过调节自身的神经活动强度，使之超过对手，从而将代表胜利的丝带拉到属于自己的一方，该游戏画面以丝带的位置清晰、形象地反馈出两个使用者的大脑神经活动强度的交互性。

[0061] 在该训练过程中，两名使用者（1P 和 2P）分别佩戴一个 3×5 的光极片，在该光极片中包括 8 个发射极（见图 3 中黑色圆圈）和 7 个探测极（见图 3 中空心圆圈），形成 22 条测量通道。将该光极片分别佩戴在使用者的左侧颅骨上，用以测量左脑的神经活动区域，如图 3 所示，将该光极片最右侧探测极的中心放置在 Cz 位置，并将位于该光极片中部的探测极放置在 C3 位置，则 C3 四周的四个测量通道（见图 3 中黑色方框）所对应的神经区域为目标功能区域。

[0062] 在该训练任务中，使用者在身体不活动的情况下，通过运动想象进行拔河。在该实施例中，使用者需要参加两个阶段的训练任务，每个阶段持续 7 分 10 秒（共 430 秒），在每个训练阶段包括 30 秒的预备时间和 5 个组块的训练时间，如图 4 所示，每个组块内部有基础阶段（baseline）和拔河（fighting）阶段两部分，其中基础阶段时长 40 秒，任务阶段时长 40 秒。30 秒的预备时间用于拔河者调整状态，不计入最终的拔河曲线中。

[0063] 在该拔河比赛的训练过程中，通过分析目标功能区域的 HbO 含量计算使用者的神经活动强度，并通过计算两个使用者的神经活动强度的差值，确定丝带在绳索上的位置。在中央处理单元的硬件上分别记录原始血红素和比赛过程中血红素的含量，以时间为横坐标制作如图 5 所示的血红素的变化曲线图。用光滑的曲线和带有五角标志的曲线分别表示 1P 和 2P 目标功能区域的神经活动强度，通过计算两条曲线中某一时刻的差值，获得两人的大脑神经活动交互指标，确定丝带在绳索上的位置。图中以灰色为背景的区域代表拔河阶段，以白色为背景的区域代表基础阶段。从图中可以看出，两个使用者在拔河阶段的神经活动强度均大于基础阶段的神经活动强度，说明在该训练过程中，两个使用者的目标功能区域的神经均得到了锻炼和有效的控制，并且在该训练过程中，提高了两个使用者的竞争能力。

[0064] 第二实施例：

[0065] 第一实施例中，以训练两个使用者之间的竞争为例进行了说明，在第二实施例中以训练两个使用者之间的协作能力为例进行说明。在图 7 所示的游戏界面中，黑色小球自下向上前进，小球下方的曲线为小球的运动轨迹。在该实施例中，仍以两个使用者的神经活动强度的差值作为大脑神经活动交互性指标，当小球处于两条虚线之间的部分时，表示使用者彼此间神经交互性高，且越靠近中线位置，神经交互性越高；小球偏离中线越远则表示使用者彼此间神经交互性越低。在该训练过程中，使用者被要求通过精神想象改变自身的

脑神经活动,提高与其他使用者的神经活动交互性,共同使小球尽可能地沿中线前进。通过该训练任务,可以训练使用者的神经活动的协作性,提高彼此之间的交互能力。

[0066] 图 7 是两名相同的使用者在依次进行的四次训练过程中,分别获得的效果图;图 8 是对四次训练过程中,小球偏离中间轨道的时间进行统计,获得的柱状统计图。从图 7 中可以看出,在四次训练过程中,随着训练次数的增多,小球偏离轨道(两条虚线中间的部分)的时间与幅度都得到减少。因为,在该实施例,以两个使用者的神经活动强度的差值($x-y$)作为大脑神经活动交互性指标,小球偏离中间轨道的幅度越小,说明使用者之间的交互性越高,神经活动一致性越好。从而得出结论:经过多次神经反馈训练后,两名使用者的神经活动的同步性得到了提高。图 8 所示的柱状统计图是对四次训练过程中小球偏离中间轨道的总的时间的统计,其中,以横坐标代表 4 次训练,纵坐标代表每次训练过程中小球偏离中间轨道的总的时间。在该统计过程中,以采样点为单位,每个采样点是 0.1 秒。从图 8 中可以看出,该图显示出与图 7 相同的结论,随着训练次数的增加,小球偏离轨道的时间呈下降趋势,说明两人神经活动的同步性得到了提高。

[0067] 在此,需要强调的是,上述两个实施例中,仅以两个使用者的神经活动强度的差值作为大脑神经活动交互性指标对该多人神经反馈训练系统进行说明;该多人神经反馈训练系统还可以使用其他参数作为大脑神经活动交互性指标,如上文中提及的神经活动强度的变异值、皮尔森相关系数、相干系数,以及其他本文中未提及的参数。

[0068] 综上所述,本发明提供的多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统,在训练过程中通过脑成像设备采集多名使用者的神经活动数据,在线计算其神经活动的交互性,并将多名使用者的大脑特定功能系统的神经活动交互性指标反馈给使用者,从而使使用者能够根据获得的反馈信息调节训练策略,以使其彼此间的神经活动交互性得到训练,向目标模式发展。该多人神经反馈训练系统可用于训练多人之间的行为一致性与调节人际关系,以达到改变使用者人际间认知和行为的目的。

[0069] 上面对本发明所提供的多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统进行了详细的介绍。对本领域的一般技术人员而言,在不背离本发明实质精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都将构成对本发明专利权的侵犯,将承担相应的法律责任。

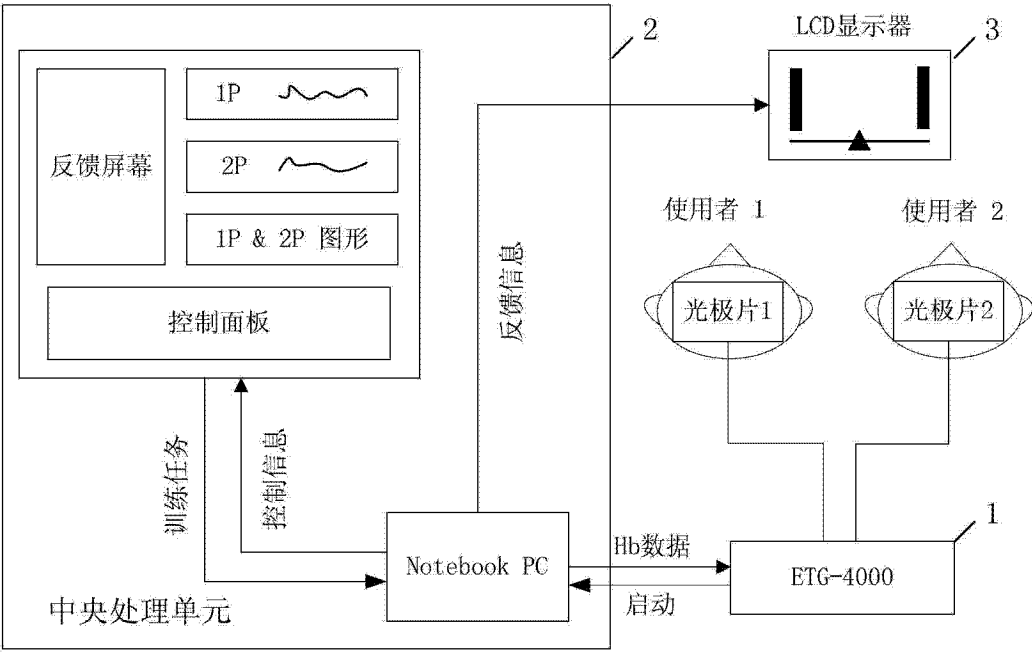


图 1

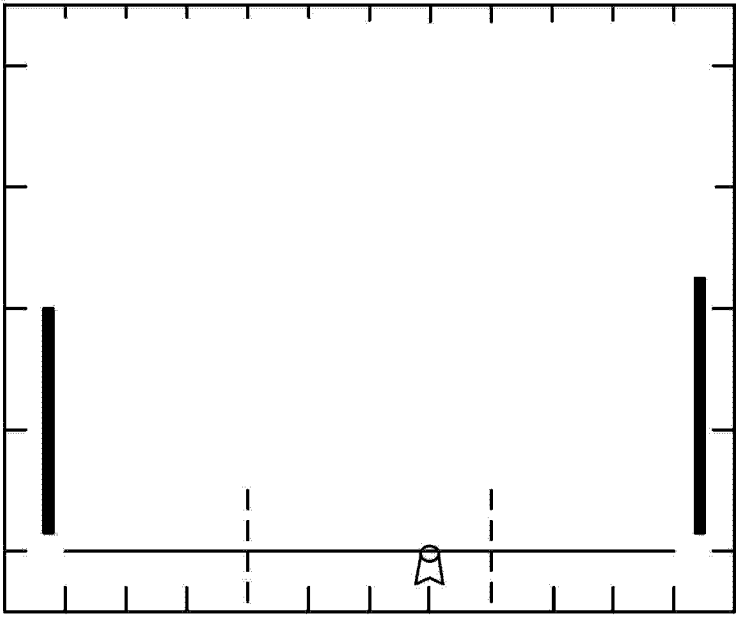


图 2

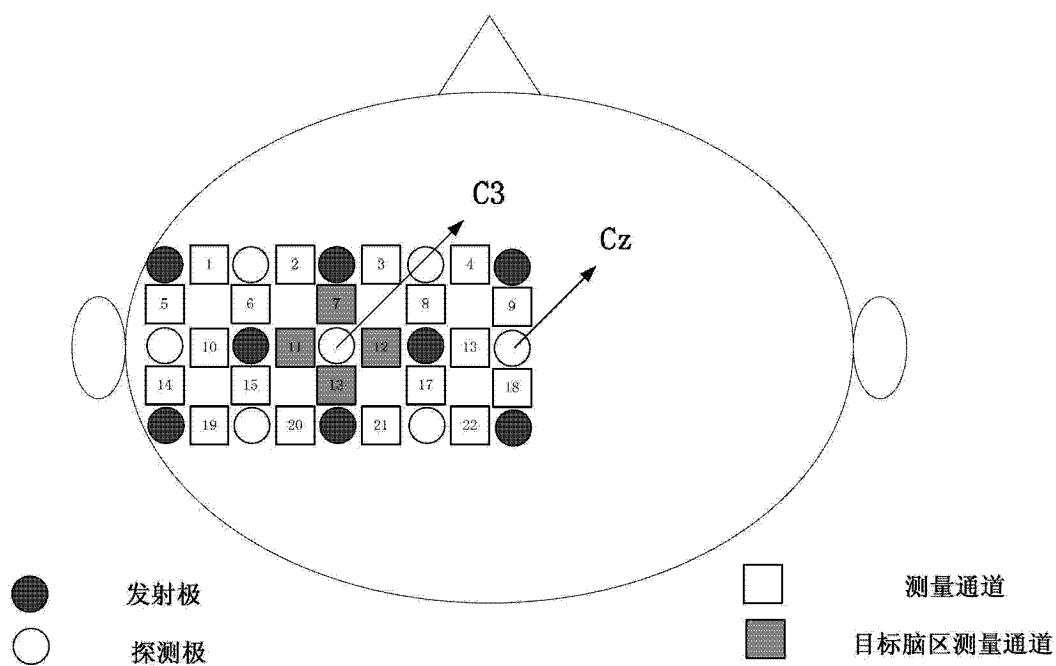
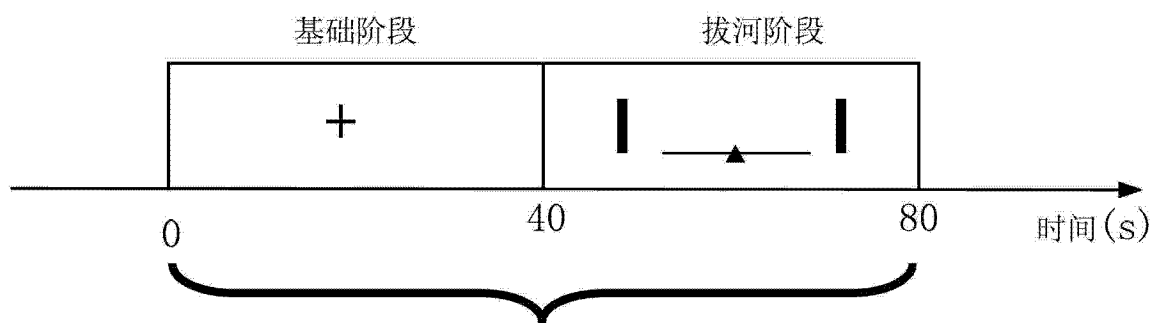


图 3



每个阶段包括5个组块，共分为2个阶段

图 4

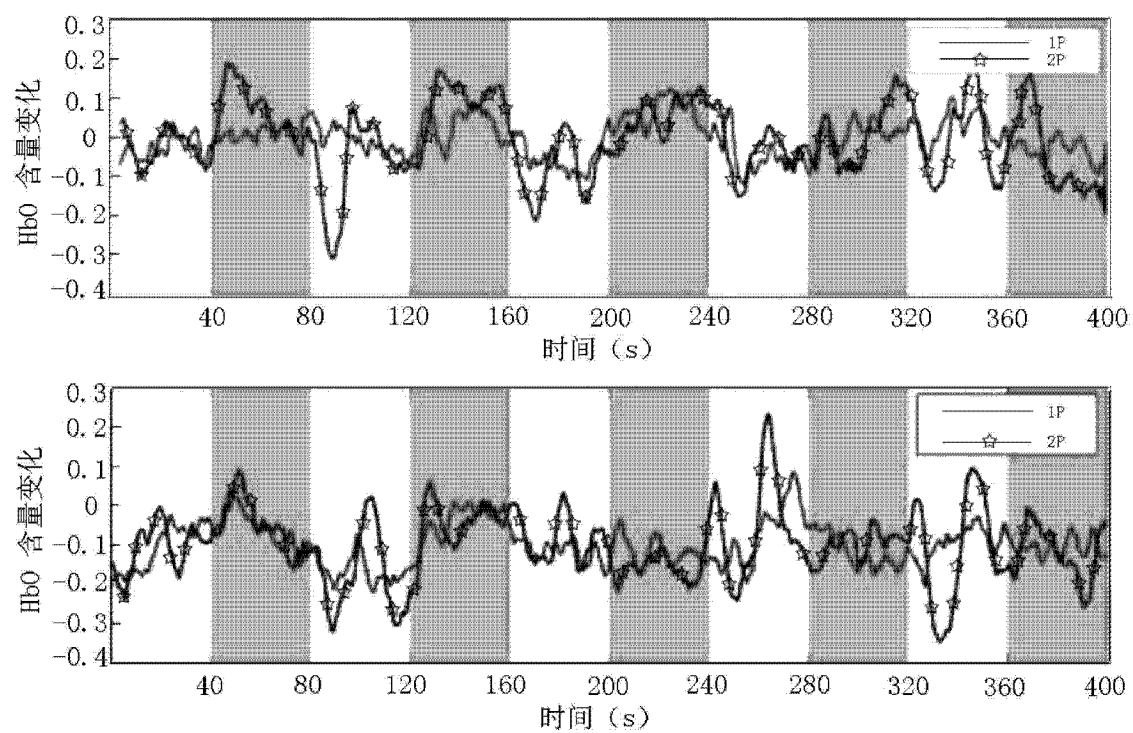


图 5

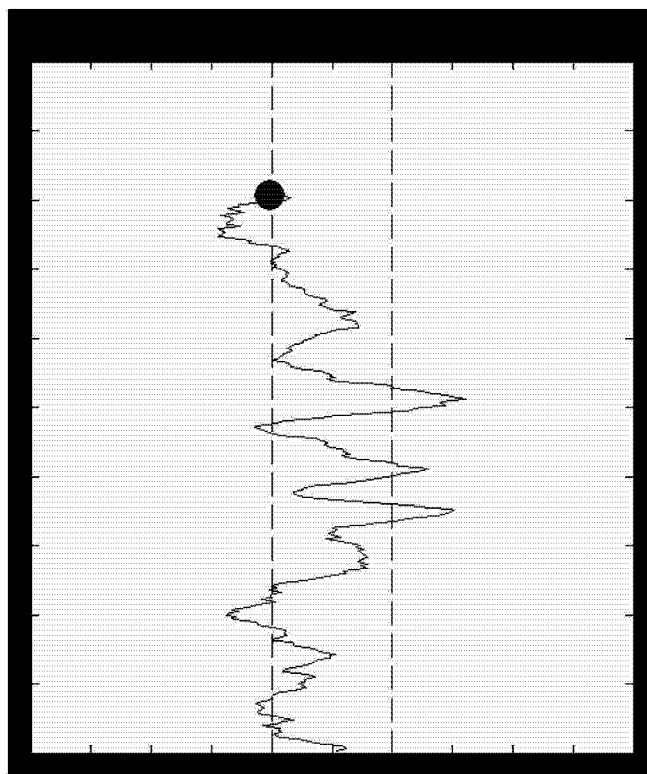


图 6

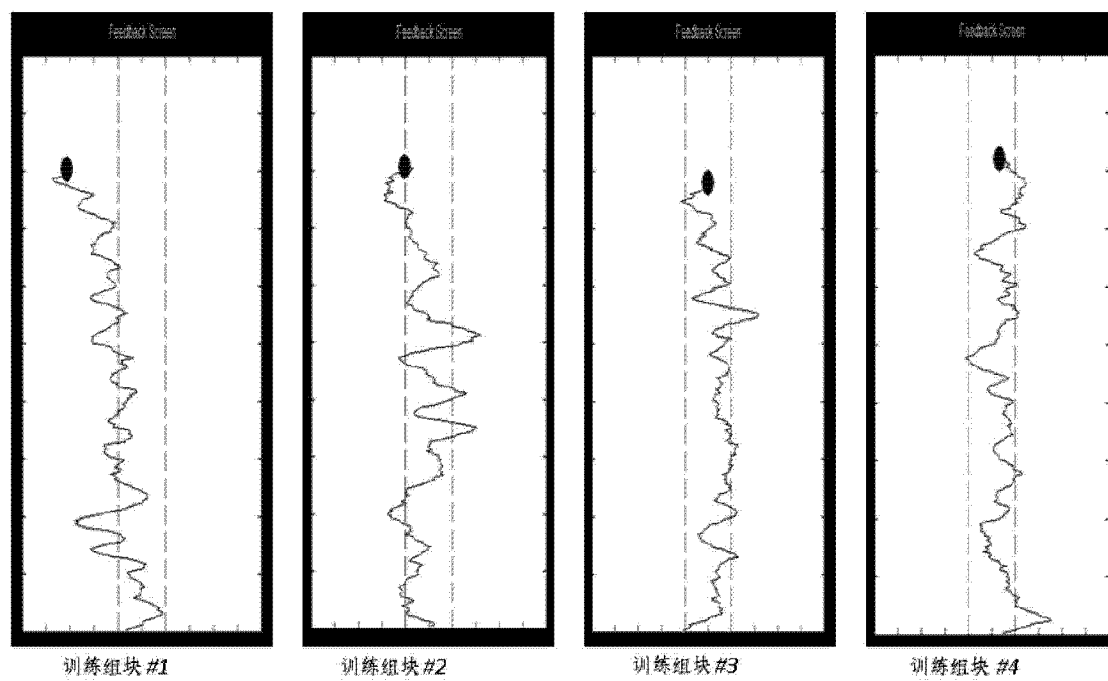


图 7

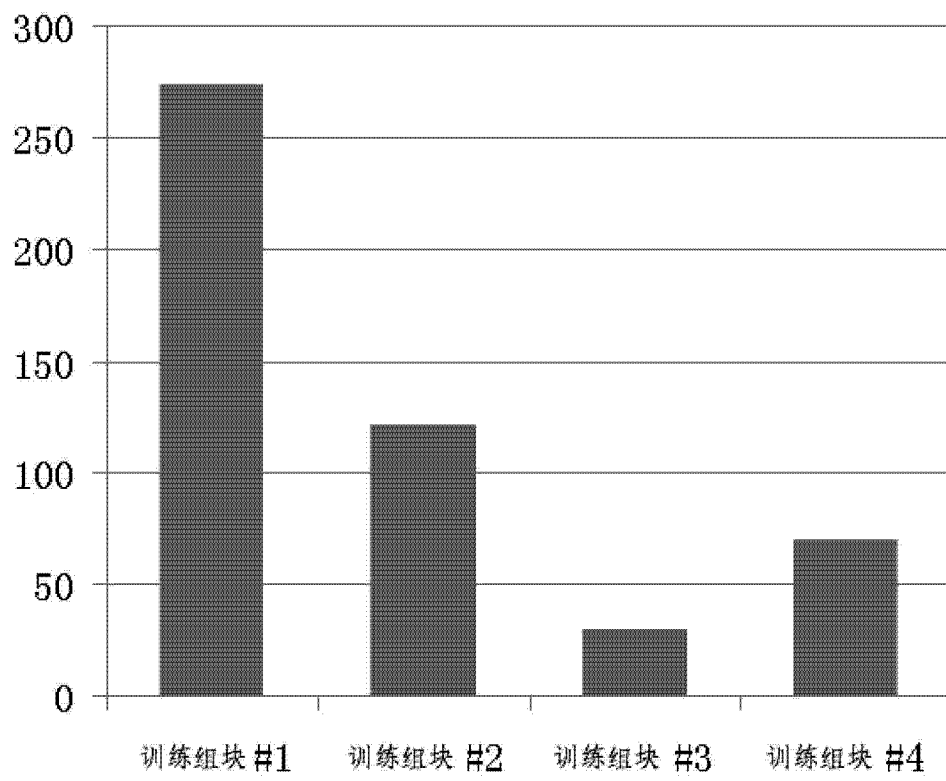


图 8

专利名称(译)	多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统		
公开(公告)号	CN103054573A	公开(公告)日	2013-04-24
申请号	CN201210592794.6	申请日	2012-12-31
[标]申请(专利权)人(译)	北京师范大学		
申请(专利权)人(译)	北京师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	北京师范大学		
[标]发明人	朱朝喆 段炼 刘伟杰		
发明人	朱朝喆 段炼 刘伟杰		
IPC分类号	A61B5/0476 A61B5/055 A61B5/00		
代理人(译)	陈曦 董烨飞		
其他公开文献	CN103054573B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种多人神经反馈训练方法和多人神经反馈训练系统。该多人神经反馈训练系统，包括至少一台脑成像设备、中央处理单元和多个显示设备；脑成像设备用于采集多个使用者的神经活动数据，并将采集到的神经活动数据传输给中央处理单元；中央处理单元用于结合训练任务分析神经活动数据，获得全部使用者的大脑神经活动交互性指标，并将之传输至显示设备；显示设备用于向使用者呈现反馈信息。使用者可以根据反馈信息调节训练策略，以使其彼此间的神经活动交互性得到训练，向目标模式发展，从而训练多人之间的行为一致性与调节人际关系，以达到改变使用者人际间认知和行为的目的。

