

采集眼电图(EOG)的导联方式

王兆云, 吴小培

(安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥 230039)

摘要:阐述了眼电图(EOG)的定义及眼球转动时的眼电图瞳孔检测机理,由配对测量电极的参考电极电势位置特性,及生物电差分放大器导联特点,引申出眼电图的单极导联方式和双极导联方式。通过两种导联方式的实验数据波形进一步分析说明两种导联方式的理论基础,明确了眼电图检测技术中的电极导联方式。两种导联方式既有联系又有区别,各有其优缺点和适用条件。文中为不同用途的眼电图检测提供了电极导联方式的理论依据。

关键词:眼电图;参考电极;导联方式

中图分类号:TP206+.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)06-0145-03

Method of Leads in Gathering EOG

WANG Zhao-yun, WU Xiao-pei

(School of Computer Science and Technology, Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: Elaborated the definition of electrooculogram and the mechanism of canthus detection of eyeball slewing. The homopolar lead mode and the bipolar lead mode of EOG were introduced by the voltage characteristic of the reference electrode on the counterpart - electrodes and the characteristics of the bioelectricity differential amplifier. The theory of two different lead mode were further demonstrated by the comparison of the waveform of their experiment data. Then, the lead modes of EOG was clear. Both the two lead modes have their advantages and drawbacks and they are correlative with each other. In this paper, for different purposes of EOG testing provided the lead modes on the basis of the theory.

Key words: electro-oculogram(EOG); reference electrode; method of leads

0 引言

1849年, Du Bois-Reymond 等人发现, 人眼的运动与人体皮肤表面电极电势之间存在着关系。医学研究表明, 这种电势关系由眼睛的角膜(Cornea)与视网膜(Retina)之间的电势差引起^[1]。该电势起源于视网膜色素上皮和光感受器细胞, 被称为静息电势。静息电势的正极位于光感受器一侧, 负极位于视网膜色素上皮一侧, 此电势产生的电流由视网膜一侧不断流向角膜一侧, 故而形成一个角膜端为正极, 视网膜端为负极的电场, 如图1所示, 其电势大小在0.4~10mV之间。当眼球运动时, 角膜与视网膜之间的电势差会随眼球的运动而不断变化, 该电势信号即是眼电信号, 眼电信号随眼球运动而不断变化, 在时间轴上构成一条

变化的曲线, 把这条曲线称作眼电图(EOG, Electrooculogram)^[2]。通过对眼电图的测量分析, 可以测定眼球运动的生理变化, 经过信号采集与模式识别, 进而可以设计成基于眼电信号的人机交互系统^[3]。目前基于脑电信号开发的人机接口系统(BCI)^[4,5]是当前科学研究的一个热点之一。而眼电信号比脑电信号在波形上相对简单, 信号采集与识别更加容易。另外通过对不同眨眼次数状态下的眼电信号进行编码, 增加了选择控制状态目标信息, 扩展了基于眼电信号的人机交互系统的应用范围^[6,7]。眼电信号检测是人机交互系统设计的首要一步。

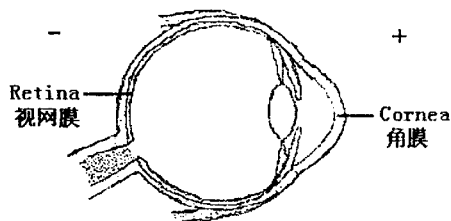


图1 眼球的正负电势分布

当代临床上尚不能对眼球的静息电势做直接记录, 通常做法是从眼睛外侧皮肤表面间接地测定静息

收稿日期: 2008-10-15; 修回日期: 2009-02-15

基金项目: 国家自然科学基金(60771033); 安徽省自然科学基金(070412038)

作者简介: 王兆云(1983-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 从事智能信息处理方向的研究; 吴小培, 教授, 博士生导师, 研究方向为盲信号处理, 生物医学信号处理。

电势,将两个皮肤电极分别放在眼睛的内、外眦部皮肤表面上,记录两个电极间的电势差变化,通过电势差的变化间接的反映静息电势的变化。例如,测试者在明或暗适应条件下,在内、外眦角皮肤上各贴置一氯化银电极,如图 2 所示,当左眼球转向内眦角时,左眼球的角膜正电势移近内眦角,视网膜的负电势移近左外眦角,相应引起左侧外眦角和内眦角处电极间的电势改变,记录电势变化,即可得到眼球向右转动时的眼电图。反之,当左眼球转向左外眦角时,左眼球的角膜正电势移近左外眦角,视网膜负电势移近内眦角,两眦角处的电极电势随眼球的运动而改变,记录电势的变化,即可得到眼球向左转动时的眼电图。

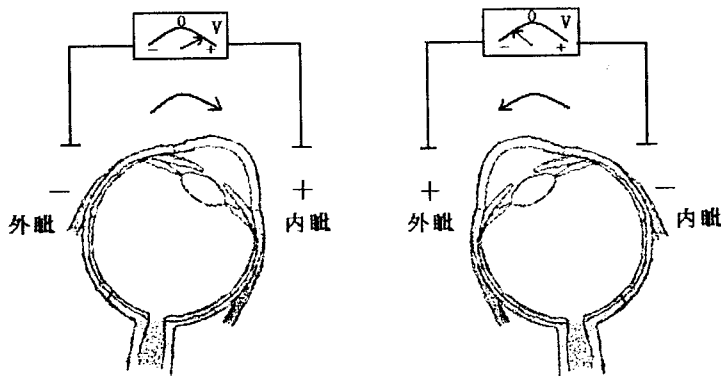


图 2 眼电图的电势差原理

1 导联方式

由电学常识可知,为获得一个电势信号,至少需要两个电极成对进行测量。EOG 信号也是如此。配对电极中的一个电极电势为参考电势或零电势,另一个电极的电势变化就等于该配对电极间的电势差变化。这里作为参考电势的电极是相对于另一个电极而言的参考电极。参考电极的电势若与眼球运动引起的电势没有关系,即参考电极置于人体相对零电势点,则配对电极间的电势完全等于另一电极的电势^[8]。实际应用中,电势点可以选择耳垂、鼻尖、乳凸等部位,这时的参考电极可以称为无关电极或标准电极。相对的,若参考电极电势与眼球运动引起的电势存在关系,则配对电极间的电势差与两电极的电势相联系,这时的参考电极称为活动电极或作用电极。另外为了更好地采集眼电信号,还需要一个接地电极,接地电极是其余各电极的公共参考地电极,该电极有助于排除人体除眼电信号外的其他人体生物电信号干扰,也有助于排除采集设备带来的 50Hz 工频干扰^[9,10]。

生物电放大器一般采用差分运算放大器,放大器的两个输入端与电极连接方式构成导联方式,无关电极与活动电极配对的导联方式称为单极导联方式,使

用两个活动电极配对的导联方式称为双极导联方式。眼电信号是生物电的一种,导联方式也包含单极导联方式和双极导联方式。

1.1 双极导联方式

双极导联方式属于常规眼电图导联方式。眼电图双极导联方式的电极接法如图 3 所示。

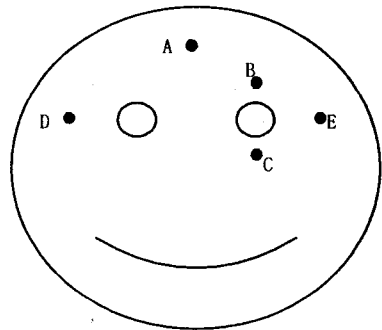


图 3 眼电图的双极导联方式

5 个氯化银电极组成双通道连接方式:电极 A 置于额中央处,采集人体自身所带的电信号,作为其余电极的参考电势,即 A 为地电极;电极 B 置于眉毛之上,C 置于眼眶下边缘,电极 B、C 与眼球在同一直线上,眼球做水平方向运动时,两点电势在眼电势平衡点上,无电势变化,当眼球做垂直方向运动时,B、C 两点有明显电势改变;电极 D、E 置于左右眼眶的外边缘,并与眼球同在同一条直线,采集眼球做水平方向运动时的电势差改变情况。电极 D、E 所测得的电势差,实际上是两只眼球水平方向运动时两眼电势信号的平均值。在两外眦角贴放电极组成配对导联替代内外眦角组成配对导联电极,可以避免内眦角处鼻梁上电极信号的不稳定性带来的电势误差。

1.2 单极导联方式

眼电图单极导联方式的电极接法如图 4 所示。共需 4 个氯化银电极组成双通道采集方式:电极 A、B、E 的电极位置同图 3 相应位置,电极 C、D 置于乳凸处。因为两乳凸处电势相等,都为零电势,所以两点可以合为一点,并分别与电极 B、E 组成垂直方向和水平方向

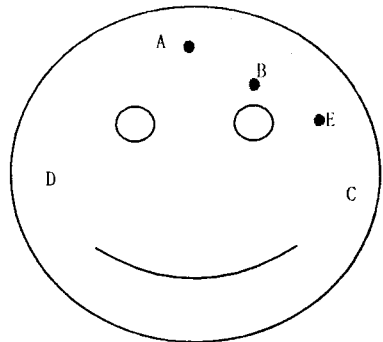


图 4 眼电图的单极导联方式

的配对电极,采集眼球垂直运动方向和水平运动方向的眼电图。

2 实验结果

单极导联方式采集的眼电图波形如图6所示。图5为双导联方式的眼电图波形。

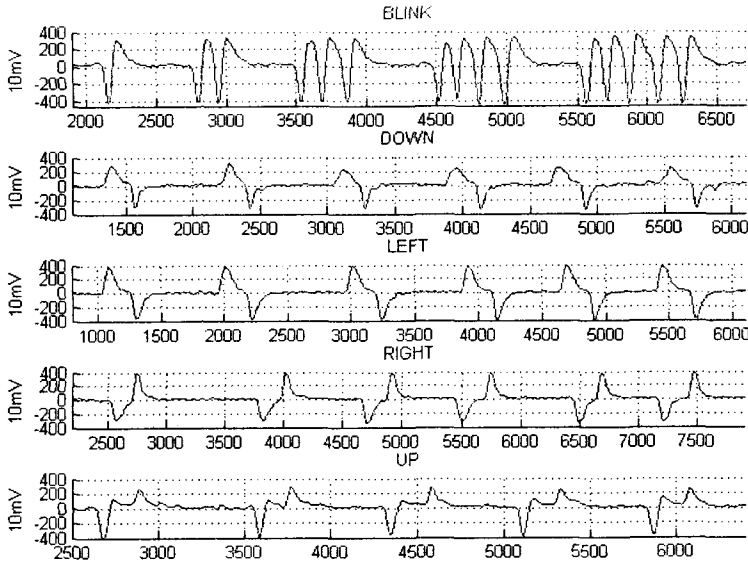


图5 双极导联方式的眼电图波形

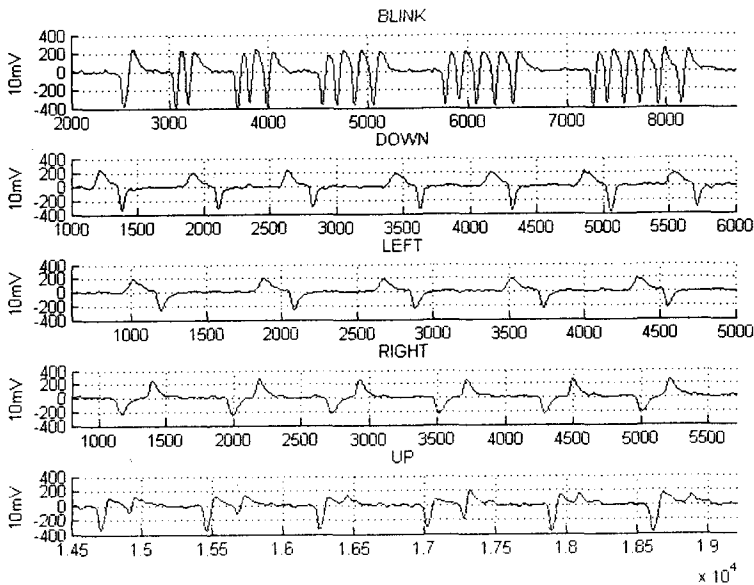


图6 单极导联方式的眼电图波形

图5、6为同一个眼电图采集设备以不同的导联方式采集的眼电图波形。图中BLINK波形为垂直方向眨眼信号波形,DOWN、LEFT、RIGHT、UP波形为眼球分别向下、向左、向右、向上转动时的眼电图波形。对比两图可知,两图中各波形形状对应相似,区别不大,而单极导联方式中的眼电图波形幅度明显比双极导联方式中的眼电图波形幅度小,这也说明了乳凸位置的零电势作用。双极导联方式中的配对两电极电势

随眼球转动向正负极两个方向变化,相对于零电势点,两电极电势的绝对值都在增大;单极导联方式中配对电极的无关电极电势为零,固定不变,当眼球转动时,只有单方面活动电极的电势改变。结果就是单极导联方式的眼电图波形幅度小于双极导联方式的眼电图波形幅度。从两图中的幅度比较,图5中的各波形幅度并不等于图6中波形幅度的2倍,可分析得出,眼球的电势分布并不是均匀分布,而且乳凸的电势会有微小的电势变化,并不是绝对的零电势。

3 结束语

单极导联方式的优点是可以记录活动电极位置处的电势变化,缺点是活动电极接触到的信号要比无关电极多,记录的信号往往是一个混合信号,要得到所需信号依赖于高性能的采集记录系统。另外,乳凸位置并不是绝对的零电势点,当振幅很大的异常信号出现于颞侧时,可能记录到这一信号。

双极导联方式可以克服单极导联方式的缺点,两电极位于仅相对于眼球的两极,接触到的信号一样多,不会因为异常信号的出现而影响两个电极间的电势差。但是双极导联方式没有单极导联方式的优势,不可能记录到单活动电极处的电势变化。

采集眼电图信号的双通道通路中,单极导联方式相比双极导联方式的电极接法少一个电势电极,这无疑节省了接触电极资源,受试者的不适感也大大降低。当乳凸位置零电势点不影响实验目的时,使用单极导联方式为宜。两种导联方式各有其优缺点和适用条件,选择哪种导联方式具体由研究目的而定。

参考文献:

- [1] 韩玉昌.眼动仪和眼动实验法的发展历程[J].心理科学,2000,23(4):454-457.
- [2] Scherg B. Dipole models of eye movements and blinks[J]. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 1991, 79:36-44.
- [3] 吕钊,吴小培,李密.基于眼电的机器人控制系统研究[J].工业控制计算机,2007,20(12):77-79.
- [4] Wolpaw J R, Birbaumer N, McFarland D J, et al. Brain-computer interfaces for communication and control[J]. Clinical Neurophysiology, 2002, 6:767-791.

够查询也需要属性。

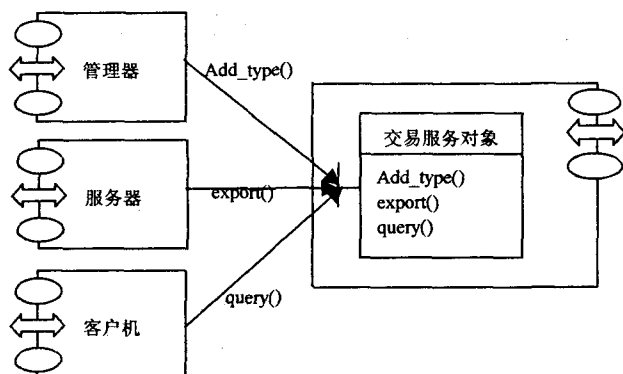


图6 交易对象服务模型

* 服务器:输出供应。当管理员定义了被应用程序使用的服务类型后,服务器就可向交易服务输出其对象。服务器通过激发交易服务中一个对象上的 export() 方法来完成这个任务,以提供一个对象、一个识别服务类型的字符串和一个属性的序列。

* 客户机:查询匹配的供应。最后一步是让客户机在交易服务中查找对象。交易者的客户机激发交易者中对象上的 query() 方法,并提供一些参数。首先,客户机确定所需的服务类型,服务类型必须和前面由管理器定义的服务类型匹配。当服务器输出供应时,它们会向这些属性中的一些(或全部)提供值。客户机通过提供一系列限制来查询输出供应的集合。交易服务评估该查询,并找出匹配这些特定限制的供应集合。这些供应会返回到客户机。

* 设计交易空间。设计交易空间主要是定义服务类型。评估客户机应用程序所需的用来找出对象的方法,并定义组成那些属性的服务类型。然后,服务器简单地输出供应,而客户机则向交易服务查询匹配值。交易服务则完成繁重的任务^[8]。

3.3 命名服务和交易服务的比较

* 二者适用于复杂的环境。

* 交易空间是多维的,每个服务类型可以有任意数量的属性,而在服务类型中定义的每个属性和所有其他属性互不相关。另外,可以在服务类型中加入新的属性而不影响已存在的供应。

* 名字层次是两维的。服务器绑定到名字层次的每个对象,只有两部分与其关联的信息,即它的名字和它在层次中的位置。

* 向交易服务中增加服务类型属性对其他影响不大。

* 向名字层次增加属性则要求对层次进行完全的重构。

* 如果客户机只需根据固定的标准集合来查找对象,命名服务适合对此建模;如果客户机使用变化的标准集合来查找对象,交易服务更好。

4 结束语

在编写分布式异构网络系统的应用程序时,对象的定位尤其重要。文中对基于 CORBA 分布式信息处理系统提出了对象定位的解决方案和实现方法,随着对象定位技术也在不断发展,它也必将有着更广泛的应用。

参考文献:

- [1] Object Management Group. The common object request broker: architecture and specification, version 3.0 [EB/OL]. 2001-09. <http://www.Corba.org>.
- [2] Object Management Group. Real-Time CORBA [EB/OL]. 2001-09. <http://www.Corba.org>.
- [3] Huang S, Hu Y, Li C. A CORBA-Based Computer Support Cooperative Work for Dynamic Alliances [J]. Int J Adv Manuf, 2002, 19: 753-755.
- [4] 王忠, 陈海清. CORBA 事件服务的应用研究 [J]. 华中科技大学学报, 2001(11): 24-25.
- [5] 詹永照, 谢力, 孙钟秀. 使用 CORBA 实现各种分布式应用系统的策略 [J]. 计算机科学, 1999, 26(4): 13-16.
- [6] 代霞, 黄劲松. 基于 CORBA 综合网络配置管理的设计与实现 [J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(2): 91-93.
- [7] 许丽婷, 董丽丽. CORBA 中 POA 策略研究 [J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(1): 60-62.
- [8] 李振, 曹谢东, 刘世齐. 基于 CORBA 的油气田异构信息系统多源集成 [J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(6): 60-62.

(上接第 147 页)

- [5] Schalk G, McFarland D J, Hinterberger T, et al. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System [J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2004, 51(6): 1034-1043.
- [6] Tecce J J, Gips J, Livieri C P, et al. Eye movement control of computer functions [J]. International Journal of Psychophysiology, 1998(29): 319-325.
- [7] 程明, 高上凯, 张琳. 基于脑电信号的脑-计算机接口 [J]. 北京生物医学工程, 2000, 19(2): 113-118.
- [8] 翟义然, 尧德中. 基于真实头模型的 EEG 参考电极标准化技术 [J]. 中国生物医学工程学报, 2004, 23(6): 523-528.
- [9] 吴小培, 冯焕清, 周荷琴, 等. 独立分量分析及其在脑电信号预处理中的应用 [J]. 北京生物医学工程, 2001, 20(1): 35-46.
- [10] 胡人君, 李坤, 吴小培. 基于脑电信号的思维任务分类 [J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(5): 173-176.