

基于量化模型的对大脑高效可靠处理信息实现机制的分析

谢 勤

(广州市科技和信息化局,第16届亚运会组委会信息技术部 广东 广州 510000)

摘要:文献^[1-9]提出了血液循环在大脑处理信息的过程中具有时序控制作用,并用量化模型结合结构风险最小化相关理论说明时序控制作用的意义。文献^[10-20]汇总介绍量化模型中的细节。量化模型中,把有反馈回路的神经网络分解为一系列前向网络集合;把对有反馈回路网络的训练等效为对一系列前向网络集合的训练;信息存储的过程是对一系列前向网络的训练过程;信息提取的过程是训练后的前向网络集合对一系列输入样本的处理过程。文献^[1-20]还结合结构风险最小化相关理论分析了血液循环的时序控制作用在大脑准确而高效处理信息方面的作用;分析了大脑能正确而高效处理信息,使智力能够诞生的原因;分析了理论建立和应用过程的神经生理学原理、只能有相对真理的神经生理学原因。以上内容涉及多方面的量化细节和生理学机制细节,这里将已发表在文献^[1-20]的量化模型和一些细节以综合报告形式再次进行综合介绍,以期对同行更好地理解大脑整体运作机制有所帮助。文章是综合报告系列第二篇,共十点;介绍了血液循环时序控制作用意义;介绍了大脑能正确、高效、可靠处理信息的原因在于通过“在存储一个信息(例如一幅图)时,分解出来的前向网络输入输出向量样本集合的分布特性存储信息(‘样本’的定义《大脑处理信息量化模型和细节综合报告》有再次介绍),在信息存储和提取时采用文献^[1-17]所述运作机制”的解决方案解决了大规模神经网络处理复杂信息时的样本量和网络规模匹配问题,并保证了信息的可靠存取;介绍了相关的细节和图示。

关键词:过程存储与重组模型;时序控制;脑电波;微循环;结构风险;中枢神经系统;信息处理;微环路;时间认知;智力起源;大脑量化模型

【中图分类号】R589.2

【文献标识码】A

【文章编号】1009-6019(2013)11-0011-03

前言

文章是综合报告系列第二篇,阅读本文前建议先阅读《大脑处理信息量化模型和细节综合报告》。本文共十一点,介绍血液循环时序控制作用意义、大脑能高效可靠处理信息的原因、相关的细节和图示。

1 关于血液循环时序控制作用意义,大脑能高效可靠处理信息原因,相关的细节和图示

1.1 运用结构风险最小化理论分析血液循环时序控制作用的意义^[1-7]

(1)由于一系列遗忘机制的存在,从训练效果看,建模时只需要考察改变程度较强的连接(1.9、1.10有更详细分析),以兴奋性突触为例,如果建立连接过程中细胞发放频率比较高,造成的突触兴奋连接效果较强,在遗忘机制的作用下能够保留同时兴奋的特性;如果建立连接过程中细胞的发放频率不太高,造成的突触兴奋连接效果不强,在遗忘机制的作用下不能保留同时兴奋的特性。例如图1中,在存储一个具体信息的过程中,只需要考虑标记有▲的连接改变,其他的连接等效于没有改变^[1-6]。

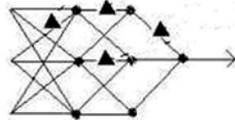


图1 建模时只需要考虑改变程度足够大的连接^[1-6]

(2)由于绝对不应期的存在,并且记忆形成在神经细胞同步和异步放电的过程,因此在特定的一段时间内,例如零点几秒或者几秒内,训练样本的总数是有限的^[1-6]。

(3)对于大脑神经网络,突触数量虽多,但并非无穷,因此 VC 维数是有限的。因此,按照系列综合报告第一篇的简化模型观察大脑网络的时候,经验风险一致收敛于实际风险的充要条件是成立的,从而为应用结构风险最小化相关理论分析网络提供了可能性^[1-6]。

(4)用系列综合报告第一篇中的简化模型考察大脑神经网络的训练和知识提取过程。从训练效果看,训练后的“一系列前向网络”必须满足“一系列一定的概率函数”——这是一个网络能够正确而高效的处理信息的必要条件。而在样本量有限的情况下,结构风险最小化相关理论可以用于评判该条件的满足程度。在样本量有限的情况下,存在样本量必须和网络规模匹配的问题^[1-6]。

(5)大脑中生化环境参数、血液循环机制、遗忘机制的配合;以氧供应为例,从缺氧症的症状和相关的脑电波现象可以看到,当动脉血带来的物质少于正常值的时候,细胞的兴奋程度比较低,存储信息时,改变的连接较大部分被遗忘机制抵消,形成记忆力下降的心理现象,而提取信息时,出现注意力涣散等现象;从氧中毒的某些症状可以看到,当需要动脉血周期性带来的物质过多的时候,细胞的兴奋程度过高,从结构风险角度,相关网络范围过大,信息处理的效果也不佳。在正常情况下,在处理某一特定信息的时候,获得动脉血多的区域能保证细胞群有足够的兴奋程度,获得动脉血少的区域,细胞群的兴奋程度足够低,对信息存储和提取的影响不大;这种情况等效于组织起一个规模受控的子网络。由于工作在合适的参数范围,配合微循环系统的调节机制,以及血液供应机制遍布在大脑各个区域,血液循环机制成为能在全局范围中,秒或更小时间尺度上协调神经细胞工作的基础时序控制机制。这一时序控制机制控制了相关网络规模,降低结构风险,有利于大脑高效处理信息^[1-5]。

1.2 关于处理某一特定信息时相关网络的定义^[1-12];文献^[7]中提到的“在处理特定信息的时候,相关网络中细胞的兴奋程度足够大”是指“在处理特定信息的时候,相关网络中兴奋的细胞兴奋程度足够大”;“在处理特定信息的时候,无关网络中细胞的兴奋程度足够小”是指“在处理特定信息的时候,无关网络中兴奋的细胞兴奋程度足够小”。文献^[7]图8是兴奋性连接为例说明问题。把“处理特定信息的时候的相关网络”和“相关网络中动脉血供给丰富的细胞组成的网络”比较时,前者是“相关网络中动脉血供给丰富的细胞组成的网络”加上“由于和后者中细胞存在比较强的抑制性连接,当后者中动脉血供给丰富的细胞兴奋程度比较高的时候,相应的兴奋程度低到一定程度的细胞群”和“由于外界输入等原因,虽动脉血供给少,但兴奋程度仍到达一定程度的细胞;由于和这些细胞有较强抑制连接,抑制程度到达一定程度的细胞”以及“前面3个引号所述细胞群中和细胞群之间的相互连接”共同组成的网络。^[1-12]

1.3 信息处理正确性评估时可以把有反馈回路的网络分解成一系列前向网络,再结合结构风险理论分析的一个重要原因^[1-12];文献^[1-9]量化模型中把有反馈回路的网络分解为一系列前向网络集合并结合结构风险最小化相关理论进行分析;在分解出来的前向网络(如图2中红圈标出的细胞为输出细胞的前向网络)中,对反馈回路的处理可采用图3中的方式。可以采用上述分析方法评估信息处理正确性的一个重要原因是在采用结构风险最小化相关理论进行分析的时候,分析过程不涉及所分析前向网络的输入、输出向量的分布函数在具体每个点的值。^[1-12]

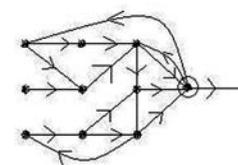


图2 以红圈标出的细胞为输出细胞的前向网络中,对反馈回路可采用图3所示的处理方式^[1-12]

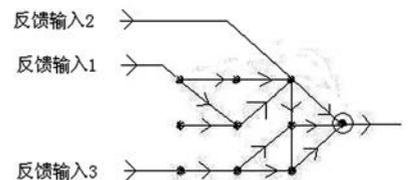


图3 以图2红圈标出的细胞为输出细胞的前向网络中,对反馈回路可采用的处理方式^[1-12]

1.4 关于细胞同步兴奋的一些说明^[1-13];在提到“细胞同步兴奋”概念的时候,涉及“同步兴奋的细胞群大小”和“同步兴奋细胞群兴奋程度”两个不同的量。存在这样的情况:(1)虽然“同步兴奋细胞群的兴奋程度”小,但“同步兴奋的细胞群”范围大,脑电波上表现为同步化,波幅较高;(2)虽然“同步兴奋细胞群的兴奋程度”大,但“同步兴奋的细胞群”范围小,脑电波上表现为去同步化,波幅较(1)低。成人一定程度低血糖的时候会出现情况(1),正常清醒成人在睁眼的情况下会出现情况(2)。^[1-13]

在处理某一特定信息的时候,某一较小范围网络内的“同步兴奋细胞群的兴奋程度”增大,达到“提取和存储信息需要达到的兴奋程度”;但同时扰乱了比较大范围网络内的细胞群的“同步兴奋”(即产生“切割效应”),导致脑电波波幅的下降和快波的出现。^[1-13]

1.5 LTD 机制的一些重要特性^[1-15];LTD 机制的两个重要特性

作者简介:谢勤,(1982—),男,华南理工大学硕士,中国神经科学学会会员,工程师,近年在亚组委信息技术部完成核心信息系统——计时记分和成绩处理系统项目实施管理方面的工作,其中计时记分系统投资一亿。主要研究方向:计算机科学与工程,人工智能,神经生物学。

是,对于 Homo-LTD,在秒的时间尺度上,在新皮层需要高频刺激才能诱导 LTD;对于 Hetero-LTD,其产生多数以相邻突触 LTP 的产生为前提条件。因为这些重要特性的存在,可以看到血液循环机制有能力控制处理特定信息时相关网络的范围(存储特定信息时不会大幅度修改无关网络中连接的权值,提取特定信息时无关网络中的兴奋细胞兴奋程度足够小);因此在考察大脑存储和提取某一特定信息的时候,可以等效为一个范围相对小的相关网络,从而能结合结构风险最小化相关工具看到血液循环的时序控制机制有利于大脑准确而高效地处理信息。^[1-15]

1.6 LTD 机制在处理特定信息时组织起独立网络方面的一些作用^[1-15];LTD 机制的产生使无关网络和相关网络细胞之间的 LTP 连接弱化,有利于处理不同信息时组织起相对独立的子网络。处理某一特定信息时,位于有关网络和无关网络边界的有 LTD 机制产生的细胞,既可能属于相关网络,也可能属于无关网络。^[1-15]

1.7 血液循环的时序控制作用对 Homo-LTD、Hetero-LTD 产生范围的影响^[1-15];对于 Homo-LTD,在秒的时间尺度上,在新皮层需要高频刺激才能诱导 LTD,通过限制高频刺激的产生,血液循环的时序控制作用限制了 Homo-LTD 的产生范围。对于 Hetero-LTD,其产生多数以相邻突触 LTP 的产生为前提条件,通过限制达到一定兴奋程度的细胞网络的范围,血液循环的时序控制作用限制了 Hetero-LTD 的产生范围。因此,血液循环的时序控制作用限制了处理某一特定信息时相关网络的范围,降低结构风险,有利于大脑正确而高效地处理信息。^[1-15]

1.8 一些关于血液循环机制控制处理特定信息时相关网络范围的图示^[1-16];由于 LTD 机制有文献^[15]描述的特性,可以看到血液循环机制有能力控制处理特定信息时相关网络的范围(因为 LTP 产生的范围、高频刺激产生的范围控制了 LTD 产生的范围,血液循环的时序控制作用通过控制 LTP 产生范围、高频刺激产生的范围控制了 LTD 产生的范围),图 4 至图 6 给出了一些相关的图示。^[1-16]

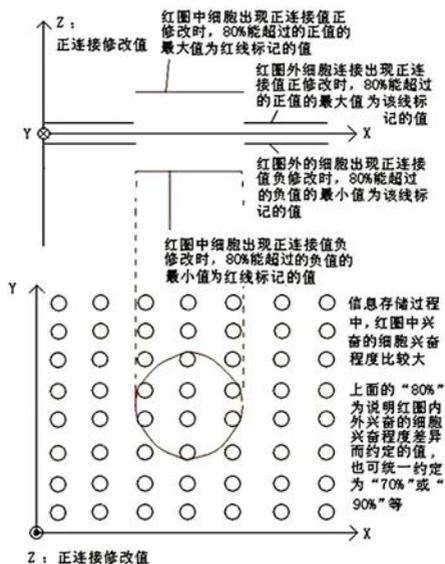


图 4[1-16]

文献^[16]图三(即图 6)中的“80%”是为了说明红圈内外细胞之间的连接修改程度差异(细胞兴奋程度差异决定)而约定的值,也可约定为“30%”,“50%”,“90%”等。在图 6 中,为方便理解,可改约定为“30%”。^[1-19]

1.9 对于一个训练好的存储有某一特定信息的子网络,较小幅度地修改权值对原来存储在网络中的信息影响不大的一个原因^[1-17]

(1)图 7 表示一个训练好的存储有某一特定信息的网络,细胞 B 和细胞 A 之间的连接权值为 W_0 ,分析的时候,把“波动的阈值”分解为两个值,一个是固定的阈值 G_a ,另外一个为 G_a 波动分值(作为一路输入)。图 9 和 10 中的坐标轴为各路输入的和(包括细胞 B 向细胞 A 的输入和 G_a 波动分值)约定区间 A_0 表示在细胞 B 向细胞 A 的输入为 $1 * W_0$ (而不是 $0 * W_0$)的情况下,各路输入的效果总和所处的范围。在信息处理正确的情况下,区间 A_0 中小于 G_a 的区间对应的输入样本输出应为 0,区间 A_0 中大于 G_a 的区间对应的输入样本输出应为 1。^[1-17]

(2)现在假设训练好的图 7 的网络中的一些连接权值受到修改。有两种情况:(1)B 到 A 的权值受到较大的修改,修改后为 $W_0 - \Delta W_1$,或者 $W_0 + \Delta W_2$ (2)B 到 A 的权值受到较小的修改,修改后为 $W_0 - \Delta W_1'$,或者 $W_0 + \Delta W_2'$ 。图 9 表示了情况(1)发生后,处于区间 A_1

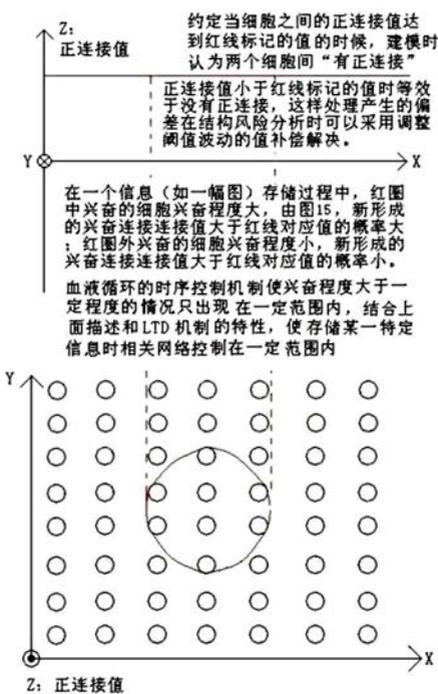


图 5[1-16]

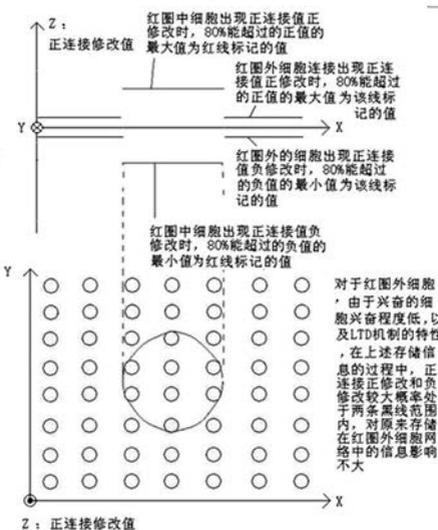


图 6[1-16]

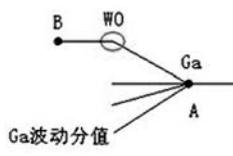


图 7[1-17]

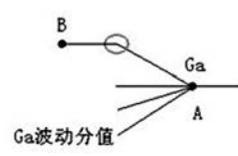


图 8[1-17]

情况一: $W_0 - \Delta W_1, W_0 + \Delta W_2$
情况二: $W_0 - \Delta W_1', W_0 + \Delta W_2'$

(长度为 $11+12$)对应的样本将会出现输出变化的情况(即由输出 1 变为输出 0,或者由输出 0 变为输出 1)。图 10 表示了情况(2)发生后,处于区间 A_1' (长度为 $11+12$)对应的样本将会出现输出变化的情况(即由输出 1 变为输出 0,或者由输出 0 变为输出 1)。^[1-17]

(3)对比图 9 和图 10,在权值修改比较小的情况下,比较小区间对应的输入样本输出会受影响,因此对原存储的信息影响不大。^[1-17]

(4)对于有多条连接出现权值修改的情况,可以结合联合分布相关理论和上述方法分析。^[1-17]

1.10 关于信息可靠存储和提取的细节^[1-18]

对于细胞之间的连接,用类似文献^[17]图一到图四的图示分析也可以看到存储信息时需要较大程度改变权值的原因。^[1-18]

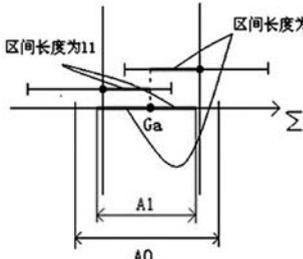


图 9[1-17]

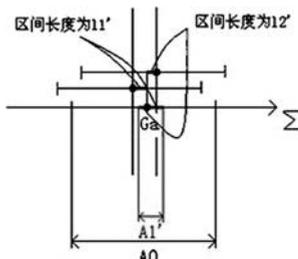


图 10[1-17]

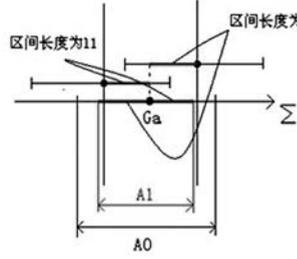


图 13[1-17]

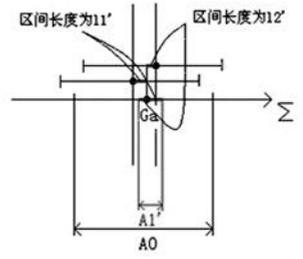


图 14[1-17]

(1)图 11 表示一个网络,细胞 B 和细胞 A 之间的连接权值为 W_0 (为叙述方便,不妨假定 $W_0 > 0$),分析的时候,把“波动的阈值”分解为两个值,一个是固定的阈值 G_a ,另外一个为 G_a 波动分值(作为一路输入)。图 13 和 14 中的坐标轴为各路输入的和(包括细胞 B 向细胞 A 的输入和 G_a 波动分值)约定区间 A_0 表示在细胞 B 向细胞 A 的输入为 $1 * W_0$ (而不是 $0 * W_0$)的情况下,各路输入的效果总和所处的范围。区间 A_0 中小于 G_a 的区间对应的输入样本输出为 0,区间 A_0 中大于 G_a 的区间对应的输入样本输出为 1。^[1-18]

参考文献

[1] 谢勤,王乙容.大脑处理信息的过程存储与重组模型[J].现代生物医学进展,2007,(3):432-435,439
 [2] 谢勤.血液循环在大脑信息处理过程中的时序控制作用[J].现代生物医学进展,2008,(6):1152-1159
 [3] 谢勤.过程存储与重组模型[Z].www.sciam.com.cn,2006
 [4] 谢勤.一种关于脑电波起源和含义的观点[C].中国神经科学学会第七次全国学术会议论文集.北京:科学出版社,2007:144
 [5] 谢勤.血液循环在大脑信息处理过程中的时序控制作用整理[C].中国神经科学学会第八次全国学术会议论文集.北京:科学出版社,2009:135
 [6] 谢勤.血液循环在大脑信息处理过程中的时序控制作用整理[J].中外健康文摘,2011,8(20):93-98
 [7] 谢勤.大脑处理信息的样本量和网络规模问题[J].中外健康文摘,2011,8(21):88-91
 [8] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的另一种样本重组方案[J].中外健康文摘,2011,8(22):209-210
 [9] 谢勤.大脑处理信息的样本量和网络规模问题[C].中国神经科学学会第九次全国学术会议论文集.北京:科学出版社,2011:366
 [10] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编[J].中外健康文摘,2011,8(48):78-80
 [11] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编二[J].中外健康文摘,2012,9(4):101-102
 [12] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编三[J].中外健康文摘,2012,9(16):61-62
 [13] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编四[J].中外健康文摘,2012,9(23):193-194
 [14] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编五[J].中外健康文摘,2012,9(20):56-57
 [15] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编六[J].中外健康文摘,2012,9(29):238-239
 [16] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编七[J].中外健康文摘,2012,9(33):45-46
 [17] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编八[J].中外健康文摘,2012,9(39):393-395
 [18] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编九[J].中外健康文摘,2012,9(39):402-403
 [19] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编十[J].中外健康文摘,2012,9(39):407-408
 [20] 谢勤.大脑处理信息量化模型中的细节汇编十一[J].中外健康文摘,2012,9(50):112-113

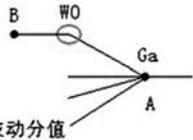


图 11[1-17]

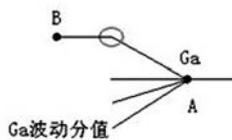


图 12[1-17]

情况一: $W_0 - \Delta W_1, W_0 + \Delta W_2$
 情况二: $W_0 - \Delta W_1', W_0 + \Delta W_2'$

(2)现在讨论往网络中存储信息的场景,B 和 A 之间连接权值受到修改,从而实现 B 细胞和 A 细胞同步兴奋(或者 B 细胞兴奋的同时 A 细胞抑制)。有两种情况:(1)B 到 A 的权值受到较大的修改,修改后为 $W_0 + \Delta W_2$ (或者 $W_0 - \Delta W_1$)。 (2)B 到 A 的权值受到较小的修改,修改后为 $W_0 + \Delta W_2'$ (或者 $W_0 - \Delta W_1'$)。图 13 表示了情况(1)发生后,处于区间 A_1 中小于 G_a 的长度为 I_2 的子区间对应的样本将会出现由输出 0 变为输出 1(或者处于区间 A_1 中大于 G_a 的长度为 I_1 的子区间对应的样本将会出现由输出 1 变为输出 0)。图 14 表示了情况(2)发生后,处于区间 A_1' 中小于 G_a 的长度为 I_2 对应的样本将会出现由输出 0 变为输出 1(或者处于区间 A_1' 中大于 G_a 的长度为 I_1 对应的样本将会出现由输出 1 变为输出 0)。^[1-18]

(3)对比图 13 和图 14,图 13 比较大区间对应的输入样本输出为 1(或者为 0),从而为实现在信息存储完成后,实现 B 细胞和 A 细胞同步兴奋(或者 B 细胞兴奋的同时 A 细胞抑制)的概率大提供了可能性;也为在以后出现权值被干扰修改的情况下,输入样本输出发生变化的概率相对比较小提供了可能性。例如:为在以后出现权值被干扰修改的情况下,在 B 细胞向 A 细胞输入为 1 的情况下,A 细胞输出为 1 的概率仍然比较大(或者在 B 细胞向 A 细胞输入为 1 的情况下,A 细胞输出为 0 的概率仍然比较大)提供了可能性,从而实现信息的可靠存储。^[1-18]

(4)对于有多条连接出现权值修改的情况,可以结合联合分布相关理论和上述方法分析。^[1-18]

(5)通过“用输入输出向量样本集合的分布特性存储信息,在信息存储和提取时采用前面文献所述运作机制”,大脑解决了大规模神经网络处理复杂信息时的样本量和网络规模匹配问题,并保证了信息的可靠存储,从而有利于大脑准确而高效地处理信息。^[1-18]

(上接第 10 页)可见其临床意义。但是在其临床治疗期间要保证充分的暴露术野,并能够有效的保护周围的组织,在工作阶段,保证涡轮机的水流冷却,避免灼伤、坏死,并且治疗期间及时的吸出患者口部和咽部的积液^[7]。而采用锤击方式拔除阻生支持会产生较为严重的振动,并对下颌骨的关节造成较大的冲击,影响张口度,治疗造成的疼痛较大,不易被患者接受。

参考文献

[1] 胡卫子.地塞米松和替硝唑局部注射用于下颌阻生齿拔除临床观察[J].安徽卫生职业技术学院学报,2011,18(07):109-110
 [2] 李晓光,赵峰,王艳春,张阿男,张明宾.下颌阻生智齿涡轮钻法与锤凿法拔除的临床比较[J].上海口腔医学,2012,13(04):198-199
 [3] 赵文峰,赵艳华,陈增力,刘继延,张伶军,王丽英.种植机辅助拔除

下颌阻生第 3 磨牙的效果[J].第三军医大学学报,2012,15(14):106-107
 [4] 李若萱.与下颌第三磨牙近远中倾斜度相关的因素[A].中华口腔医学会全科口腔医学专业委员会第一次学术年会会议论文集[C].2012,20(17):120-121
 [5] 殷宝兰.下颌阻生牙拔除术的围手术期护理[A].全国口腔护理学术交流暨专题讲座会议论文集汇编[C].2011,11(22):195-196
 [6] 武倩倩.水平埋伏下颌第三磨牙近中和直立移动的三维有限元分析与临床研究[D].安徽医科大学,2012,50(12):132-133
 [7] 李炳桂.增隙法在阻生牙拔除中的应用[A].中华口腔医学会成立大会暨第六次全国口腔医学学术会议论文集汇编[C].2012,18(14):116-117

基于量化模型的对大脑高效可靠处理信息实现机制的分析

作者: [谢勤](#)
作者单位: [广州市科技和信息化局, 第16届亚运会组委会信息技术部 广东 广州, 510000](#)
刊名: [大家健康 \(下旬版\)](#)

英文刊名: [For All Health](#)

年, 卷(期): 2013(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_djzk-x201311007.aspx