



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107228942 A

(43)申请公布日 2017. 10. 03

(21)申请号 201710646398.X

(22)申请日 2017.08.01

(71)申请人 福州大学

地址 350116 福建省福州市闽侯县上街镇
大学城学园路2号福州大学新区

(72)发明人 姜海燕 陈建国 杜民 李玉榕

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 蔡学俊

(51)Int.Cl.

G01N 33/558(2006.01)

G01N 33/533(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

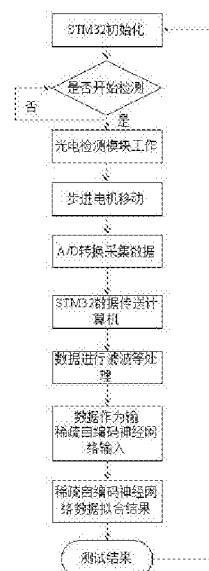
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及其装置

(57)摘要

本发明涉及一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及其装置。该装置包括光电信号检测单元、机械扫描单元、STM32微处理器控制单元及建立有荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库的计算机；机械扫描单元控制荧光试条的移动，光电信号检测单元检测荧光试条在移动中的荧光强度变化，并转换为电信号数据，而后经由STM32微处理器控制单元传输给计算机进行滤波处理消除包括基线的背景干扰，通过荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库进行数据分析，获得荧光免疫层析检测结果。本发明避免了对检测数据的特征值提取，可以根据检测数据，通过分层的方式学习数据的特征表示，提高荧光免疫层析检测效果。



1. 一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,其特征在于:包括如下步骤,

S1、采集荧光层析试条检测数据及检测结果作为训练数据,建立多层的深度稀疏自编码神经网络模型,采用训练数据对网络模型进行训练;

S2、将荧光试条放入荧光免疫层析试条检测装置的移动平台,由步进电机驱动移动平台的前后移动,同时光电检测模块将荧光强度变化转换成电信号数据;

S3、采集步骤S2转换的电信号数据,并将采集到的电信号数据传送到计算机,进行滤波处理消除包括基线的背景干扰;

S4、将采集到的电信号数据作为步骤S1建立的深度稀疏自编码神经网络模型的输入;

S5、采用深度稀疏自编码神经网络模型进行数据分析与处理,得到荧光免疫层析检测结果。

2. 根据权利要求1所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,其特征在于:所述步骤S1中,建立的深度稀疏自编码神经网络模型,其激活函数采用sigmoid函数 $f(z) = 1/(1+e^{-z})$,为实现稀疏性限制,其代价目标函数为:

$$J_{\text{sparse}}(W,b) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{2} \|y^i - h_{w,b}(x^i)\|^2 + \beta \sum_{j=1}^{s_2} \text{KL}(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$$

其中, W, b 是神经网络模型参数, m 是样本例数, $h_{w,b}(x^i)$ 是第 i 组样本神经网络输出层的输出值, y^i 是第 i 组样本对应输出值; β 是控制稀疏性限制惩罚项的系数, ρ 是稀疏值, $\hat{\rho}_j$ 是隐藏神经元 j 的平均激活值, s_2 是隐藏层中隐藏神经元的数量, $\text{KL}(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$ 是 ρ 与 $\hat{\rho}_j$ 间的相对熵。

3. 根据权利要求2所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,其特征在于:所述 ρ 取0.05。

4. 一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,其特征在于:包括光电信号检测单元、机械扫描单元、STM32微处理器控制单元及计算机,该计算机建立有荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库;STM32微处理器控制单元通过机械扫描单元控制荧光试条的移动,光电信号检测单元用于检测荧光试条的荧光强度变化,并转换为电信号数据,而后经由STM32微处理器控制单元传输给计算机进行滤波处理消除包括基线的背景干扰,而后通过荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库进行数据分析,获得荧光免疫层析检测结果。

5. 根据权利要求4所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,其特征在于:所述机械扫描单元包括用于放置荧光试条的移动平台及驱动该移动平台前后移动的步进电机。

6. 根据权利要求4所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,其特征在于:所述光电信号检测单元包括激发光源、光电二极管、接收光纤、发射光纤、滤光片、匀光片,激发光源发射激发光通过发射光纤照射至荧光试条上,接收光纤用于接收荧光试条产生的荧光,经滤光片后进入硅光电管。

7. 根据权利要求6所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,其特征

在于:所述接收光纤的光纤头为扁平的椭圆形,并与荧光层析试条检测区的检测线相匹配,发射光纤为6条,该6条发射光纤均匀的分布在接收光纤周围,经匀光片后用于激发荧光试条。

8.根据权利要求4所述的基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,其特征在于:还包括一与所述STM32微处理器控制单元连接的存储单元。

基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明荧光测流免疫层析检测技术领域,具体涉及一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及装置。

背景技术

[0002] 荧光免疫层析技术是在侧流免疫层析技术(Lateral flow immunoassay,LFIA)的基础上,采用纳米荧光颗粒作为示踪标记物进行检测的方法。该方法灵敏度、特异度高,可重复性和稳定性好,动态检测范围广,而且能即时得出结果、适用于单人份测定等优势。荧光免疫层析技术作为一种快速检测方法,可应用在生物医学、临床、食品安全等多个领域,其检测技术的研究具有重要的意义。

[0003] 目前荧光免疫层析的临床可测定项目包括心肌肌钙蛋白I、肌红蛋白、肌酸激酶同工酶、微量白蛋白、绒毛膜促性腺激素及 β 亚单位的含量等。农产品食品安全的检测项目包括激素类如氯霉素、链霉素、磺胺类、四环素类等,真菌毒素类如黄曲霉素B1、黄曲霉素M1及玉米赤霉烯酮等。

[0004] 荧光免疫层析检测技术主要利用样品的荧光光谱特性,目前荧光免疫层析检测技术主要采用光电检测和图像检测两种方式,在图像检测的荧光免疫层析检测中,图像特征量选取多以灰度值进行数据算法分析,检测精度相较于光电检测的方法低。而上述两种传统检测方法中,均需要进行特征值的提取以进行数据分析。而深度神经网络在模式分类领域,由于避免了对图像的复杂前期预处理,可以直接输入原始图像,通过分层的方式学习图像的特征表示,因而得到了更为广泛的应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及装置,该方法避免了对检测数据的特征值提取,可以直接根据检测数据,通过分层的方式学习数据的特征表示,提高荧光免疫层析检测效果。

[0006] 为实现上述目的,本发明的技术方案是:一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,包括如下步骤,

[0007] S1、采集荧光层析试条检测数据及检测结果作为训练数据,建立多层的深度稀疏自编码神经网络模型,采用训练数据对网络模型进行训练;

[0008] S2、将荧光试条放入荧光免疫层析试条检测装置的移动平台,由步进电机驱动移动平台的前后移动,同时光电检测模块将荧光强度变化转换成电信号数据;

[0009] S3、采集步骤S2转换的电信号数据,并将采集到的电信号数据传送到计算机,进行滤波处理消除包括基线的背景干扰;

[0010] S4、将采集到的电信号数据作为步骤S1建立的深度稀疏自编码神经网络模型的输入;

[0011] S5、采用深度稀疏自编码神经网络模型进行数据分析与处理,得到荧光免疫层析

检测结果。

[0012] 在本发明一实施例中,所述步骤S1中,建立的深度稀疏自编码神经网络模型,其激活函数采用sigmoid函数 $f(z) = 1/(1+e^{-z})$,为实现稀疏性限制,其代价目标函数为:

$$J_{\text{sparse}}(W,b) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{2} \|y^i - h_{w,b}(x^i)\|^2 + \beta \sum_{j=1}^{s_2} \text{KL}(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$$

[0014] 其中, W, b 是神经网络模型参数, m 是样本例数, $h_{w,b}(x^i)$ 是第 i 组样本神经网络输出层的输出值, y^i 是第 i 组样本对应输出值; β 是控制稀疏性限制惩罚项的系数, ρ 是稀疏值, $\hat{\rho}_j$ 是隐藏神经元 j 的平均激活值, s_2 是隐藏层中隐藏神经元的数量, $\text{KL}(\rho \parallel \hat{\rho}_j)$ 是 ρ 与 $\hat{\rho}_j$ 间的相对熵。

[0015] 在本发明一实施例中,所述 ρ 取0.05。

[0016] 本发明还提供了一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,包括光电信号检测单元、机械扫描单元、STM32微处理器控制单元及计算机,该计算机建立有荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库;STM32微处理器控制单元通过机械扫描单元控制荧光试条的移动,光电信号检测单元用于检测荧光试条在移动中的荧光强度变化,并转换为电信号数据,而后经由STM32微处理器控制单元传输给计算机进行滤波处理消除包括基线的背景干扰,而后通过荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库进行数据分析,获得荧光免疫层析检测结果。

[0017] 在本发明一实施例中,所述机械扫描单元包括用于放置荧光试条的移动平台及驱动该移动平台前后移动的步进电机。

[0018] 在本发明一实施例中,所述光电信号检测单元包括激发光源、光电二极管、接收光纤、发射光纤、滤光片、匀光片,激发光源发射激发光通过发射光纤照射至荧光试条上,接收光纤用于接收荧光试条产生的荧光,经滤光片后进入硅光电管。

[0019] 在本发明一实施例中,所述接收光纤的光纤头为扁平的椭圆形,并与荧光层析试条检测区的检测线相匹配,发射光纤为6条,该6条发射光纤均匀的分布在接收光纤周围,经匀光片后用于激发荧光试条。

[0020] 在本发明一实施例中,还包括一与所述STM32微处理器控制单元连接的存储单元。

[0021] 相较于现有技术,本发明具有以下有益效果:本发明避免了对检测数据的特征值提取,可以直接根据检测数据,通过分层的方式学习数据的特征表示,提高荧光免疫层析检测效果。

附图说明

[0022] 图1为本发明荧光免疫层析检测整体框图。

[0023] 图2为本发明荧光免疫层析光电检测系统示意图。

[0024] 图3为本发明接收光纤光纤头、发射光纤光纤头截面示意图。

[0025] 图4为本发明荧光免疫层析检测装置工作流程图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图,对本发明的技术方案进行具体说明。

[0027] 本发明的一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,包括如下步骤,

[0028] S1、采集荧光层析试条检测数据及检测结果作为训练数据,建立多层的深度稀疏自编码神经网络模型,采用训练数据对网络模型进行训练;

[0029] S2、将荧光试条放入荧光免疫层析试条检测装置的移动平台,由步进电机驱动移动平台的前后移动,同时光电检测模块将荧光强度变化转换成电信号数据;

[0030] S3、采集步骤S2转换的电信号数据,并将采集到的电信号数据传送到计算机,进行滤波处理消除包括基线的背景干扰;

[0031] S4、将采集到的电信号数据作为步骤S1建立的深度稀疏自编码神经网络模型的输入;

[0032] S5、采用深度稀疏自编码神经网络模型进行数据分析与处理,得到荧光免疫层析检测结果。

[0033] 所述步骤S1中,建立的深度稀疏自编码神经网络模型,其激活函数采用sigmoid函数 $f(z) = 1/(1 + e^{-z})$,为实现稀疏性限制,其代价目标函数为:

$$J_{\text{sparse}}(W, b) = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{1}{2} \|y^i - h_{w,b}(x^i)\|^2 + \beta \sum_{j=1}^{s_2} \text{KL}(\rho \| \hat{\rho}_j)$$

[0035] 其中, W, b 是神经网络模型参数, m 是样本例数, $h_{w,b}(x^i)$ 是第 i 组样本神经网络输出层的输出值, y^i 是第 i 组样本对应输出值; β 是控制稀疏性限制惩罚项的系数, ρ 是稀疏值, $\hat{\rho}_j$ 是隐藏神经元 j 的平均激活值, s_2 是隐藏层中隐藏神经元的数量, $\text{KL}(\rho \| \hat{\rho}_j)$ 是 ρ 与 $\hat{\rho}_j$ 间的相对熵。所述 ρ 取 0.05。

[0036] 本发明还提供了一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置,包括光电信号检测单元、机械扫描单元、STM32微处理器控制单元及计算机,该计算机建立有荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库;STM32微处理器控制单元通过机械扫描单元控制荧光试条的移动,光电信号检测单元用于检测荧光试条在移动中的荧光强度变化,并转换为电信号数据,而后经由STM32微处理器控制单元传输给计算机进行滤波处理消除包括基线的背景干扰,而后通过荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库进行数据分析,获得荧光免疫层析检测结果。还包括一与所述STM32微处理器控制单元连接的存储单元。

[0037] 所述机械扫描单元包括用于放置荧光试条的移动平台及驱动该移动平台前后移动的步进电机。所述光电信号检测单元包括激发光源、光电二极管、接收光纤、发射光纤、滤光片、匀光片,激发光源发射激发光通过发射光纤照射至荧光试条上,接收光纤用于接收荧光试条产生的荧光,经滤光片后进入硅光电管。所述接收光纤的光纤头为扁平的椭圆形,并与荧光层析试条检测区的检测线相匹配,发射光纤为6条,该6条发射光纤均匀的分布在接收光纤周围,经匀光片后用于激发荧光试条。

[0038] 以下为本发明的具体实现过程。

[0039] 本发明的一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法,包括以下步

骤:

[0040] (1) 采集一定数量的荧光层析试条检测数据及检测结果作为训练数据, 建立一个多层的深度稀疏自编码神经网络模型, 采用训练数据对网络模型进行训练。

[0041] (2) 将荧光试条放入荧光免疫层析试条检测装置, 由步进电机驱动移动平台的前后移动, 同时光电检测模块将荧光强度变化转换成电信号。

[0042] (3) 并通过STM32的A/D接口采集, 并将采集到的数据传送到计算机, 进行滤波等处理消除基线和其他背景干扰。

[0043] (4) 将采集到的数据作为稀疏自编码神经网络的输入。

[0044] (5) 采用稀疏自编码神经网络进行数据分析与处理, 得到荧光免疫层析检测结果。

[0045] 本发明还提供了一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测装置, 其特征在于: 包括光电信号检测单元, 机械扫描单元, STM32微处理器控制系统以及计算机的数据处理与分析及数据管理平台。扫描仪采用STM32微处理器作为控制系统, 并采用稀疏自编码神经网络进行数据训练与分析, 获得检测结果。

[0046] 荧光免疫层析检测装置框图如图1所示。主要包括光电信号检测单元, 机械扫描单元, STM32微处理器控制系统以及在计算机上建立的荧光检测稀疏自编码神经网络模型和荧光免疫层析检测数据数据库。

[0047] 扫描仪采用STM32微处理器作为控制系统, 检测时由步进电机驱动移动平台的前后移动, 同时光电检测模块将荧光强度变化转换成电信号, 并通过STM32的A/D接口采集。并将采集到的数据传送到计算机, 进行滤波等处理以消除基线和其他背景干扰。在计算机上存储有荧光免疫层析检测数据及对应检测结果的数据库, 并利用该数据库建立稀疏自编码神经网络。将采集到的数据作为稀疏自编码神经网络的输入, 采用稀疏自编码神经网络进行数据分析, 获得检测结果。

[0048] 激发光光电检测模块是集激发光源2、硅光电管1、接收光纤3、发射光纤4、滤光片5、匀光片6为一体的模块, 见图2。根据荧光的光谱特性, 激发光源采用紫外光LED, 为了获得均匀的激发光照, 提高检测准确度, 发射光纤4和接收光纤3的结构如图3图所示。接收光纤光纤头为扁平的椭圆形状, 与荧光层析试条检测区的检测线相匹配, 以提高检测线区域的灵敏度。6个发射光纤光纤头均匀分布在接收光纤的周围, 经匀光片后用于激发荧光试条。硅光电管1选用对荧光波长感应敏感的硅光电二极管, 提高检测准确度和精度。

[0049] 如图4所示, 为本发明荧光免疫层析检测流程图, 检测开始时, 试条7在光电检测模块的紫外激发光的激发下发射荧光。步进电机驱动移动平台的前后移动, 同时光电检测模块将荧光强度的变化转换成电信号, 并通过STM32的A/D接口采集, 并将采集到的数据传送到计算机。计算机先将采集到的数据进行滤波等处理后, 作为稀疏自编码神经网络的输入, 通过分层的方式学习数据的特征表示, 提高荧光免疫层析检测效果。

[0050] 本发明中建立的荧光免疫层析检测装置的稀疏自编码神经网络模型, 其激活函数采用sigmoid函数 $f(z) = 1/(1+e^{(-z)})$ 。为了实现稀疏性限制, 代价目标函数为:

$$J_{\text{sparse}}(W, b) = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \frac{1}{2} \|y^j - h_{w,b}(x^j)\|^2 + \beta \sum_{j=1}^{S_2} \text{KL}(p||\hat{p}_j)$$

[0052] 其中, W, b 是神经网络模型参数, m 是样本例数, $h_{w,b}(x^i)$ 是第 i 组样本神经网络输出

层的输出值, y^i 是第 i 组样本对应输出值; β 是控制稀疏性限制惩罚项的系数, ρ 是稀疏值, $\hat{\rho}_j$ 是隐藏神经元 j 的平均激活值, s_2 是隐藏层中隐藏神经元的数量, $KL(\rho||\hat{\rho}_j)$ 是 ρ 与 $\hat{\rho}_j$ 间的相对熵。所述 ρ 取 0.05。

[0053] 采用一定数量的荧光层析试条检测数据及对应检测结果作为训练数据, 采集处理后的数据作为输入, 检测结果作为标签。采用训练数据对神经网络模型各个隐含层进行逐层训练, 得到稀疏子自编码网络模型的 w, b 等参数。

[0054] 将采集到的数据作为稀疏自编码神经网络的输入。采用稀疏自编码神经网络进行数据分析与处理, 得到荧光免疫层析检测结果。

[0055] 以上是本发明的较佳实施例, 凡依本发明技术方案所作的改变, 所产生的功能作用未超出本发明技术方案的范围时, 均属于本发明的保护范围。

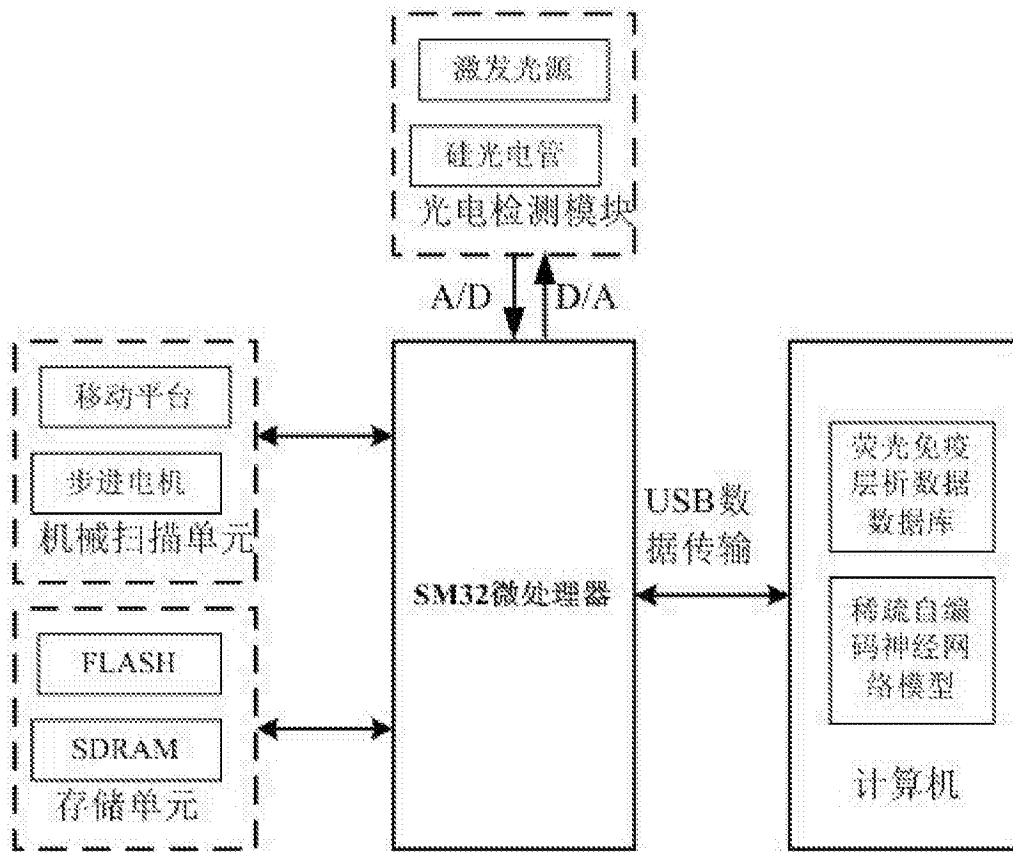


图1

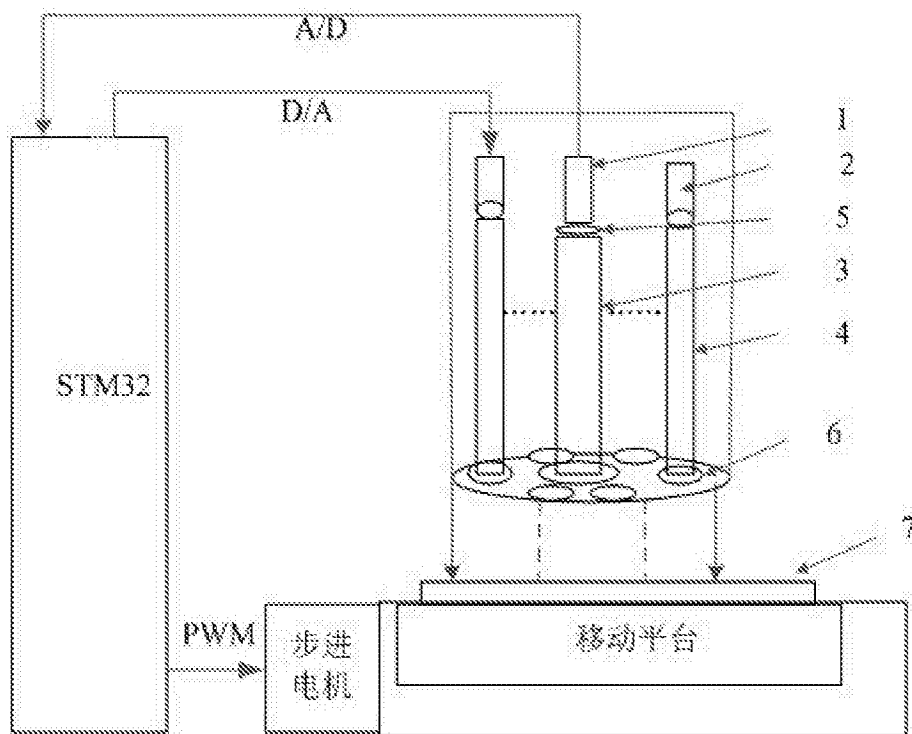


图2

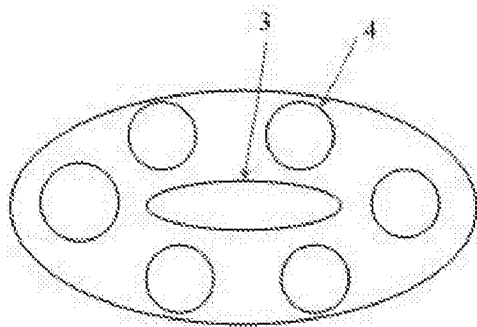


图3

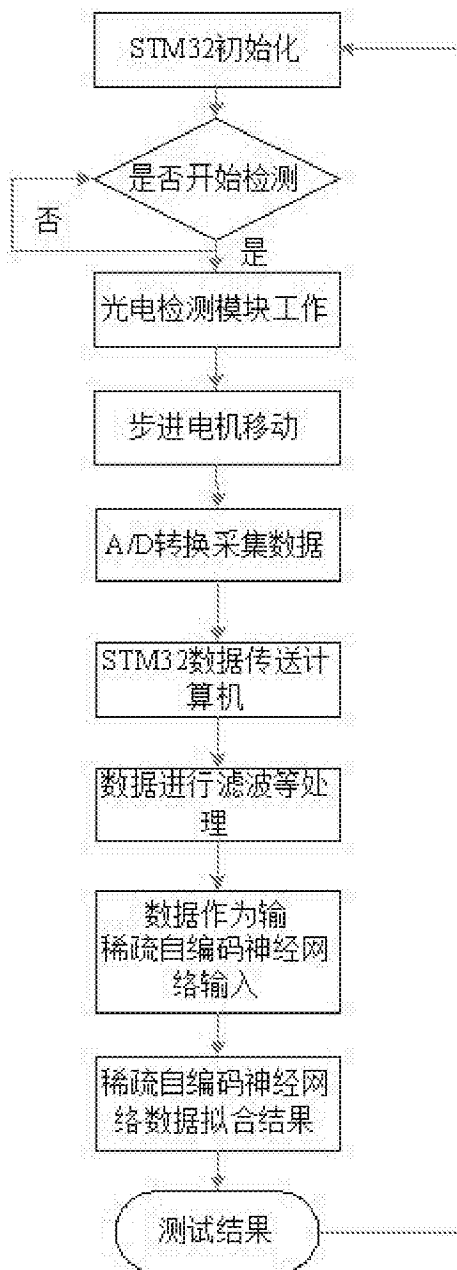


图4

专利名称(译)	基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及装置		
公开(公告)号	CN107228942A	公开(公告)日	2017-10-03
申请号	CN201710646398.X	申请日	2017-08-01
[标]申请(专利权)人(译)	福州大学		
申请(专利权)人(译)	福州大学		
当前申请(专利权)人(译)	福州大学		
[标]发明人	姜海燕 陈建国 杜民 李玉榕		
发明人	姜海燕 陈建国 杜民 李玉榕		
IPC分类号	G01N33/558 G01N33/533 G06N3/04 G06N3/08		
CPC分类号	G01N33/533 G01N33/558 G06N3/04 G06N3/08		
代理人(译)	蔡学俊		
其他公开文献	CN107228942B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种基于稀疏自编码神经网络的荧光免疫层析检测方法及装置。该装置包括光电信号检测单元、机械扫描单元、STM32微处理器控制单元及建立有荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库的计算机；机械扫描单元控制荧光试条的移动，光电信号检测单元检测荧光试条在移动中的荧光强度变化，并转换为电信号数据，而后经由STM32微处理器控制单元传输给计算机进行滤波处理消除包括基线的背景干扰，通过荧光检测稀疏自编码神经网络模块和荧光免疫层析检测数据数据库进行数据分析，获得荧光免疫层析检测结果。本发明避免了对检测数据的特征值提取，可以直接根据检测数据，通过分层的方式学习数据的特征表示，提高荧光免疫层析检测效果。

