

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101715675 A

(43) 申请公布日 2010.06.02

(21) 申请号 200910264446.4

(22) 申请日 2009.12.22

(71) 申请人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市学府路 301 号

(72) 发明人 秦云 赵德安 李发忠

(74) 专利代理机构 南京知识律师事务所 32207

代理人 卢亚丽

(51) Int. Cl.

A01D 41/127(2006.01)

G01D 21/00(2006.01)

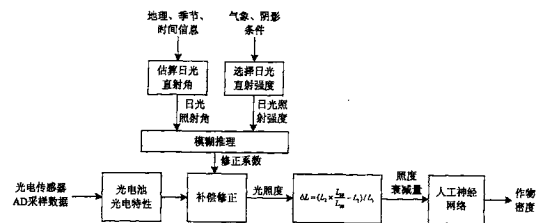
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种光电式谷物生长密度在线检测方法及其装置

(57) 摘要

本发明公开了一种光电式谷物生长密度在线检测方法及其装置。硬件部分包括光电传感器、信号采集、微处理器等部件;软件部分包括信号检测和数据处理。通过对田间作物上方和根部光照度的检测,计算由于作物对光线的遮挡引起的照度衰减量,进而估算作物的生长密度。为实现平均照度的检测,光电传感器上安装了泛光罩。为实现照度衰减量的准确检测,引入了地理位置、气象等信息对检测结果进行补偿和传感器自动校准。为实现根据照度衰减量对作物生长密度的估算,采用了人工神经网络进行非线性拟合及在线修正。本发明使联合收割机可根据作业田块的作物生长状况对行驶速度进行控制,保证其脱离滚筒负荷稳定,处于最佳工作状态。



1. 一种光电式谷物生长密度的在线检测方法,包括以下步骤:

(1) 在收割机进入田块作业前对采样点上下两点光照度进行校准以补偿光电传感器本身特性的不一致性;收割机作业时利用光电传感器对多点的作物上方和根部光照度进行在线检测;

(2) 从日光照射角度和照射强度两方面对光照度检测数据进行补偿修正,日光照射角度通过预设地理、季节、时间信息估算,照射强度由操作人员根据气象、阴影信息设置;然后根据上下两点光照度的相对偏差获得光照度衰减量;

(3) 采用具备动态更新自适应能力的非线性算法实现光照度衰减量与作物密度之间的函数关系,将多点光照度衰减量代入非线性算法计算获得作物密度;同时,根据检测得到作物密度、收割机行驶速度估算脱粒滚筒的喂入量,再依据脱粒滚筒的模型估算其转速,将此估算结果与滚筒转速实测数据相比较得到偏差,据此偏差对算法模型不断进行修正。

2. 根据权利要求1所述的光电式谷物生长密度的在线检测方法,其特征在于,步骤(3)中所述的具备动态更新自适应能力的非线性算法是人工神经网络。

3. 一种实现权利要求1所述光电式谷物生长密度的在线检测方法的装置,其特征在于,由多对光电传感器、信号采集模块和微处理器构成,其中:

(1) 多对光电传感器:设置在收割机割台前方的若干对光电传感器,每对光电传感器含上下两个传感器,每个传感器外装有一个泛光罩;

(2) 信号采集模块:包括各传感器的激励和信号处理电路、多路开关和AD转换器,用于将光电传感器光照度转换为与之成正比的电压信号,并通过AD转换器对各点光照度电压进行采样送MCU进行处理;

(3) 微处理器:用于将通过AD转换获得传感器检测的光照度数据进行数据处理而获得作物密度信息,所说的数据处理是:先根据传感器的照度-电压传递特性获得各采样位置上下两点的光照度,其差异即光照度的衰减量;再根据光照度衰减量与作物密度的函数关系由照度衰减量估算作物密度。

一种光电式谷物生长密度在线检测方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及农学、检测技术与自动化等领域,是一种用于联合收割机作业过程中对收割作物单位面积生长量在线检测的方法和装置,目的在于为收割机根据作物实际长势动态调节作业速度提供依据。

背景技术

[0002] 随着粮食作物机收作业的不断普及,市场对联合收割机作业效率的要求越来越高,联合收割机的传统人工操作方式很难达到这一要求。为此,要求联合收割机具备自动化操作能力,即能够依据作业田块的实际情况不断调节收割机的行驶速度等参数,以达到最佳工作状态。喂入量是谷物联合收割机作业过程能够充分发挥生产效能的一个关键指标。喂入量由单位时间内收割机割台剪切的作物产生,该参数由割幅宽度、割台高度、收割机行驶速度以及作物的生长密度决定。显然,作物的生长密度是影响收割机控制操作的关键指标。现有的联合收割机收割作业自动控制采用脱粒滚筒转速等参数进行反馈控制,而实际上,这个控制过程的关键是依据田间作物的密度、长势等对其行驶速度进行控制,保证脱粒滚筒的转速符合要求。因此,必须对前方待收割区域作物的生长密度进行在线检测,以此为控制操作的基本输入。

[0003] 作物生长密度的传统测量方法有两类。其一是利用航空摄影或卫星遥感获取被测田块影像,通过图像处理获得田块作物的生长状况;其二是通过在作物田块安装的摄像头获得作物生长的实时图像信息。前一方法适于大面积田块的测量分析,后者适于中小面积田块的区域监测。这些测量方法与联合收割机的工作并无直接关联,信息分析处理的数据量非常庞大,测量过程须消耗大量时间。因此这些方法均属于静态检测方法,即对一段时间内相对稳定的田块进行检测,同时这些测量方法得到的是田块的总体长势分布。

发明内容

[0004] 本发明给出了一种利用光电传感器与计算机数据处理相结合的检测方法,可在联合收割机收割作业过程中对其前方待收获作物的生长密度进行实时的在线检测。该检测方法的基本思路是利用光电传感器对作物上方和根部平均光照度进行在线检测,通过对多个采样点检测数据进行处理、综合,获得由于作物而引起自然光照的损耗,并据此估算待收获区域作物的生长密度。

[0005] 本发明所说的光电式谷物生长密度的在线检测方法,包括以下步骤:

[0006] (1) 在收割机进入田块作业前对采样点上下两点光照度进行校准以补偿光电传感器本身特性的不一致性;收割机作业时利用光电传感器对多点的作物上方和根部光照度进行在线检测;

[0007] (2) 从日光照射角度和照射强度两方面对光照度检测数据进行补偿修正,日光照射角度通过预设地理、季节、时间信息估算,照射强度由操作人员根据气象、阴影信息设置;然后根据上下两点光照度的相对偏差获得光照度衰减量;

[0008] (3) 采用具备动态更新自适应能力的非线性算法实现光照度衰减量与作物密度之间的函数关系,将多点光照度衰减量代入非线性算法计算获得作物密度;同时,根据检测得到作物密度、收割机行驶速度估算脱粒滚筒的喂入量,再依据脱粒滚筒的模型估算其转速,将此估算结果与滚筒转速实测数据相比较得到偏差,据此偏差对算法模型不断进行修正。

[0009] 上述步骤(3)中所述的具备动态更新自适应能力的非线性算法可采用自适应预测模型、人工神经网络、支持向量机等方式实现。

[0010] 实现光电式谷物生长密度的在线检测方法的装置,由多对光电传感器、信号采集模块和微处理器构成,其中:

[0011] (1) 多对光电传感器:设置在收割机割台前方的若干对光电传感器,每对光电传感器含上下两个传感器,每个传感器外装有一个泛光罩;

[0012] (2) 信号采集模块:包括各传感器的激励和信号处理电路、多路开关和AD转换器,用于将光电传感器光照度转换为与之成正比的电压信号,并通过AD转换器对各点光照度电压进行采样送MCU进行处理;

[0013] (3) 微处理器:用于将通过AD转换获得传感器检测的光照度数据进行数据处理而获得作物密度信息,所说的数据处理是:先根据传感器的照度-电压传递特性获得各采样位置上下两点的光照度,其差异即光照度的衰减量;再根据光照度衰减量与作物密度的函数关系由照度衰减量估算作物密度。

[0014] 在本发明中,利用光电传感器检测光照度是本检测方法的关键内容。由于收割机作业必须具备足够的光照条件,因此光电检测以日光的基本光源,检测可见光波段。光电传感器的配置与结构见附图2所示。收割机割台前方装配若干组采样点,每组采样点含两个传感器,其一处于采集作物上方,检测环境光照度;另一处于接近作物根部,检测由于作物遮挡引起衰减后的光照度。由于作物的遮挡,作物根部光照度将衰减,作物密度增加则光照度的衰减量随之增加。各采样点检测的光照度应为该位置的平均照度,由于日光照射方向、阴影等环境因素的影响,传感器外须增加适当的机械装置以保证:1. 传感器可尽可能地感受到环境光;2. 日光不会直接照射到传感器受光面上。为此,在传感器外安装一个泛光罩。

[0015] 本发明中实现装置电路系统以MCU为核心,配合适当的存储器、AD转换等外围电路构成智能仪表。根据光电传感器的具体特性要求,系统包括传感器相应的适配电路,将光照度转换为与之成正比的电压信号。而后通过AD转换器对各点光照度电压进行采样送MCU进行处理。

[0016] 本发明中MCU中的数据处理软件是本检测方法的核心,整个数据处理过程可见附图3。MCU通过AD转换获得传感器检测的光照度数据,由这些数据获得作物密度信息须经两次变换处理:1. 根据传感器的照度-电压传递特性获得各采样位置上下两点的光照度,两者之间的差异即由于作物遮挡而引起的光照度衰减量;2. 光照度衰减量与作物密度存在某种函数关系,根据该函数由照度衰减量估算作物密度。两次计算过程均具有很强的非线性,实现过程中须引入大量的非线性运算。同时两个函数关系都受到很多环境因素的影响,在工作过程中会发生变化,因此算法实现须引入相应的动态自校准和补偿技术。

[0017] 电压-光照度的函数关系会受到日光照射角度和照射强度的影响,运行过程中需要对此进行补偿修正,将环境自然光照状况规范到一定的标准光照条件,即以天穹为均匀面光源。日光照射角度与作业地点的地理位置、日期、时间等因素有关。根据日期可得到当

前太阳的直射纬度,根据时间可得到当前太阳的直射经度,与当地经、纬度坐标一起,根据解析几何原理,可得到太阳照射角。本发明将照射强度分为若干等级,由操作人员根据作业期间的气象条件和环境阴影设定。依据一定的模糊推理规则由日光照射角度和照射强度等级确定一定的补偿系数,各光照度数据即乘以该系数进行补偿。为保证传感器的一致性,光照度衰减量采用上下两点光照度的相对偏差表示。在系统进入田块作业前对上下两点光照度进行校准,获得在相同照度条件下两传感器的基准检测结果,正常工作期间则利用该基准检测结果对实时检测结果进行修正。

[0018] 光照度衰减量与作物密度之间的函数关系存在严重的非线性,无法获得准确的函数方程,本发明采用人工神经网络等具备动态更新自适应能力的非线性算法实现该关系函数运算,即将光照度衰减量代入算法,经前向计算得到作物密度,同时利用从联合收割机作业中脱粒滚筒等其它装置获得的信息对上述算法不断进行反向的在线或离线学习修正。具体反向学习修正过程是:作物密度会通过割台、传送带作业形成脱粒滚筒的喂入量,进而影响脱粒滚筒的转速。因此将前向计算得到的作物密度与对应时刻的收割机行驶速度、割幅相乘,再经过与收割传送过程相当的延时得到脱粒滚筒的喂入量,将此喂入量代入脱粒滚筒转速模型计算出滚筒转速的估算值,以实测滚筒转速为标准样本与滚筒转速估算值与进行比较,得到算法的偏差,根据此偏差对光照度衰减量与作物密度之间的算法模型进行不断修正。光照度衰减量与作物密度之间的函数模型如附图 5。

附图说明

[0019] 图 1 是作物生长密度在线检测装置的结构框图;

[0020] 图 2 是光电传感器的配置与结构图;

[0021] 附图中,1 为作物上方的传感器,2 为作物根部传感器,3 为泛光罩,4 为光电传感器,5 为收割机拨禾轮。

[0022] 图 3 是数据处理流程图;

[0023] 图 4 是光电传感器电路结构图;

[0024] 图 5 是阳光照射角度隶属度函数图形;

[0025] 图 6 是作物上方光照度修正系数隶属度函数图形;

[0026] 图 7 是作物根部光照度修正系数隶属度函数图形;

[0027] 图 8 是估算作物密度算法结构图;

具体实施方式

[0028] 如图 1,整个系统由若干对光电传感器、各传感器的激励和信号处理电路、多路开关、AD 转换器和配有一定数据处理软件的 MCU(微处理器)构成,实施中系统 MCU 采用 MSP430F147 单片机,以硅光电池作为光电传感器,通过串行数据通信总线从操作面板获得各种补偿用辅助信息,并向操作面板输出检测结果。

[0029] 如图 2 所示,实施中在收割机拨禾轮 5 割台前方布置 4 组采样点:a、b、c、d,每组采样点上下各一只,a1、b1、c1、d1 是作物上方的传感器 1,a2、b2、c3、d4 是作物根部传感器 2,共 8 只光电传感器 4。光电池安装在一个圆柱形外壳底部,圆柱形外壳顶部安装半球形泛光罩 3。圆柱形外壳和泛光罩 3 采用半透明磨砂玻璃制成,保证光线可泛射进入壳体内,光

电池能够感受到环境光照度,同时光线不会直接照射光电池受光面。光电池在激励电路作用下将光强信号转换成电流信号,由流-压变换电路转换为电压信号,并经适当的放大、滤波处理送单片机 AD 转换,电路结构见附图 4。

[0030] 所有采样点信号经 AD 转换进入 MCU,MCU 软件对数据进行相应处理,流程如附图 3。数据处理包含由采样电压获得相应的光照度及其衰减量、由光照度衰减量估算作物密度两部分。

[0031] (1) 由采样电压估算光照度及其衰减量

[0032] 首先对采样数据进行环境条件修正。操作人员作业前根据实际状况选择设置环境信息,包括有关地理信息和根据气象条件、阴影选择阳光照射强度等级。系统根据地理信息和内部实时时钟获取的日期、时间估算阳光照射角。根据日期可得到当前太阳的直射纬度,根据时间可得到当前太阳的直射经度,与当地经、纬度坐标一起即可获得阳光照射角。阳光的照射角度、强度对不同位置光照度检测结果的影响不同,作物上方传感器受到的影响要大于作物根部传感器,为此须将自然日光照射折算到均匀的天穹面光源。对于相同的日光照射强度,照射角越大,传感器感受到的光能量越多,因此即便环境光照度相同,传感器的输出会增大,反之照射角越小,传感器输出降低。因此在这种情况下需要对日光照射角进行补偿。实施中系统采用阳光照射角、照射强度等级依据一定的模糊推理规则估算上下检测点数据的修正系数,数据乘以该系数进行修正。模糊推理过程具体如下:

[0033] 阳光照射角度和不同位置传感器数据的修正系数采用三角形隶属度函数,其隶属度函数图形见附图 5、附图 6 和附图 7,照射强度模糊集合则直接引用其设定等级的定义。修正系数的清晰化计算采用最大隶属度法。

[0034] 由阳光照射角度和照射强度获得修正系数的模糊推理规则如下:

照射角度 \ 照射强度	照射强度				
	很弱	弱	中等	强	很强
很大	中等	小	小	很小	很小
大	大	中等	小	小	很小
中等	大	大	中等	小	小
小	很大	大	大	中等	小
很小	很大	很大	大	大	中等

[0036] 实施中,不同光电池的传递特性形式基本相同,具体参数则具有较大差异,因此各点照度的计算存在很大误差。实际上系统需要的只是光照度的衰减量,因此系统采用光照度相对衰减量,并在作业开始前自动进行上下两点光照度校准。具体过程是在收割机尚未进入作业田块之前,没有作物遮挡光线,因此上下两点传感器得到的光照度基本相等,此时系统记下上、下两点数据 L_{10} 、 L_{20} 。正常作业过程中,将上、下两点的实测数据 L_1 、 L_2 代入下式计算光照度的衰减量 ΔL :

$$[0037] \quad \Delta L = (L_2 \times \frac{L_{10}}{L_{20}} - L_1) / L_1$$

[0038] (2) 由光照度衰减量估算作物密度

[0039] 采用人工神经网络算法完成这一非线性函数运算,基本算法结构如附图 8,算法包括前向计算过程和反向修正过程两部分。实施中采用三层 BP 网络,以实时采样的 4 路光照

度衰减量 ΔL 为输入,作物密度为输出。前向计算过程中网络输入光照度衰减量,经 3 三层 BP 算法计算得到作物密度。反向修正过程为:利用霍尔接近传感器检测收割机行走轮和脱粒滚筒驱动齿轮上的磁钢,得到收割机的行走速度和滚筒的转速。根据前向计算得到的作物密度与对应时刻的收割机行走速度、割幅相乘,再经过与收割传送过程相当的延时得到脱粒滚筒的喂入量,将此喂入量代入脱粒滚筒转速模型估算出滚筒转速,以实测滚筒转速为标准样本与滚筒转速估算值与进行比较,得到偏差并依据 BP 算法反向修正网络各节点权值系数。

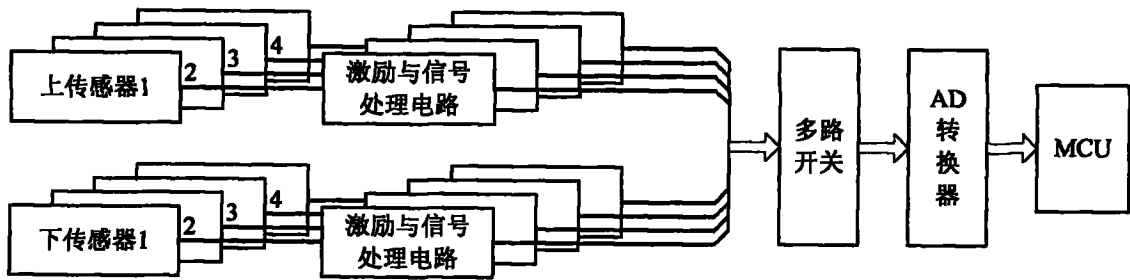


图 1

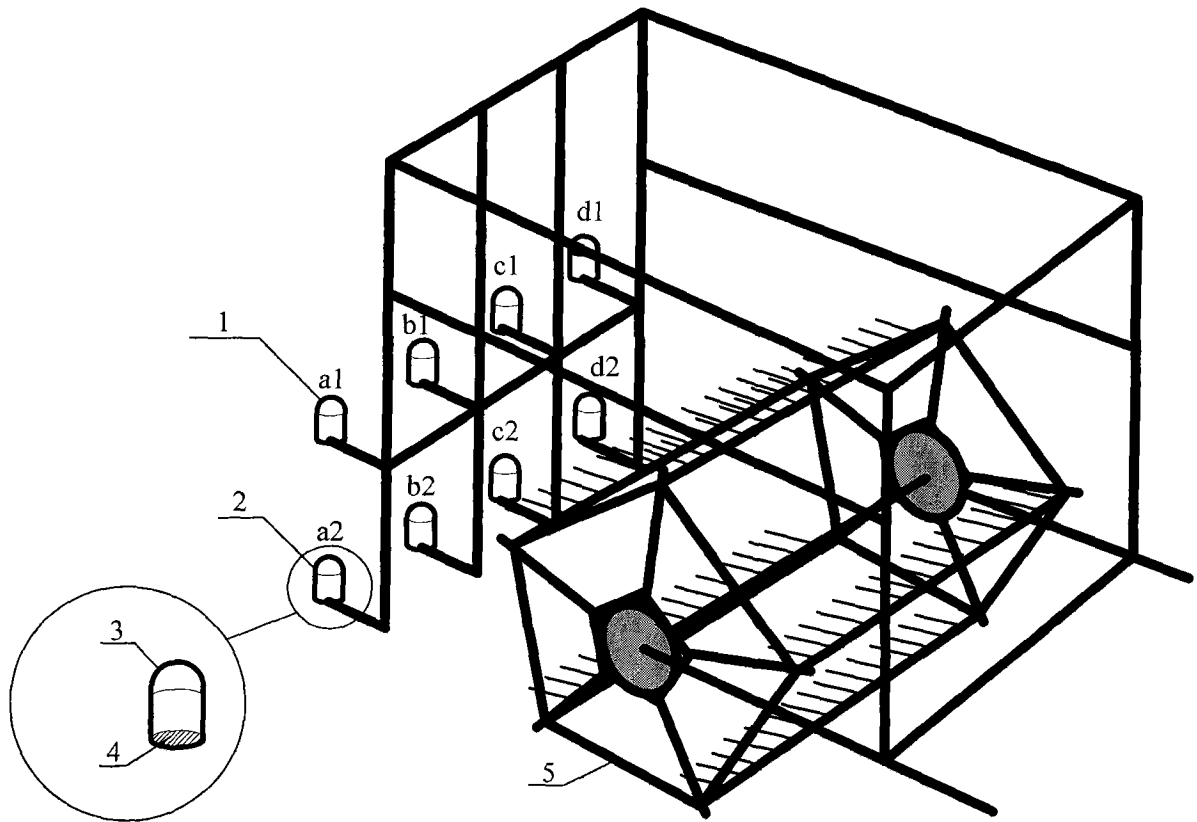


图 2

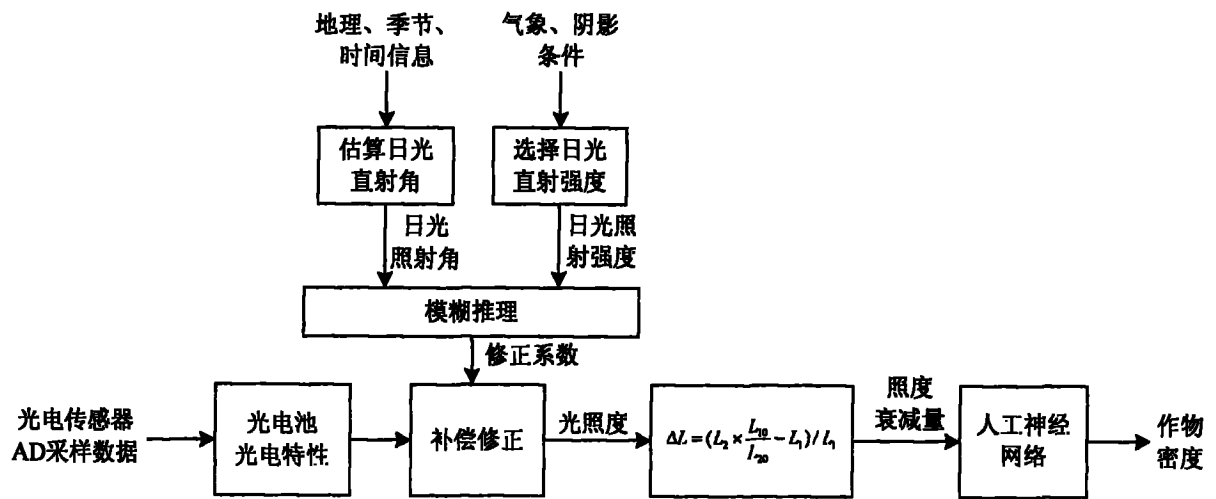


图 3

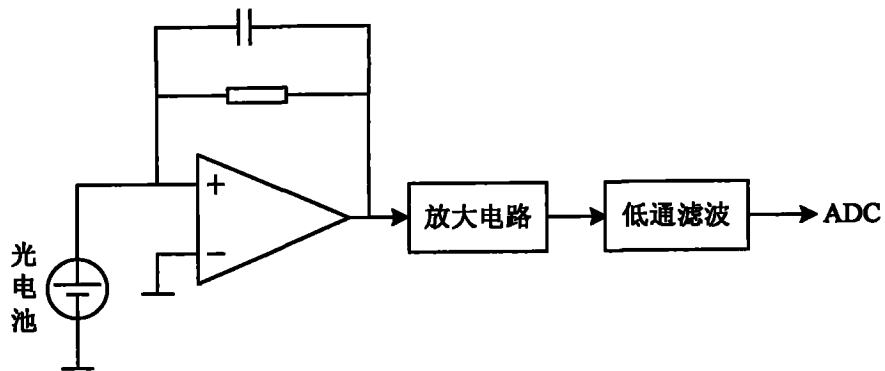


图 4

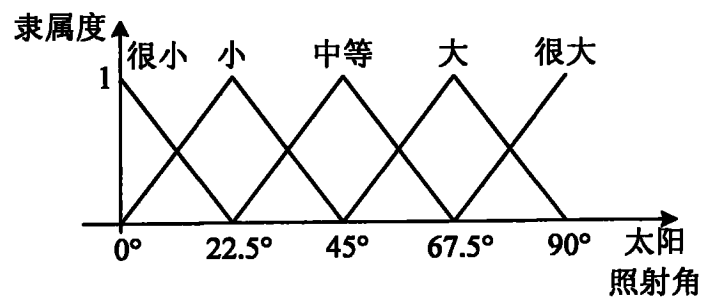


图 5

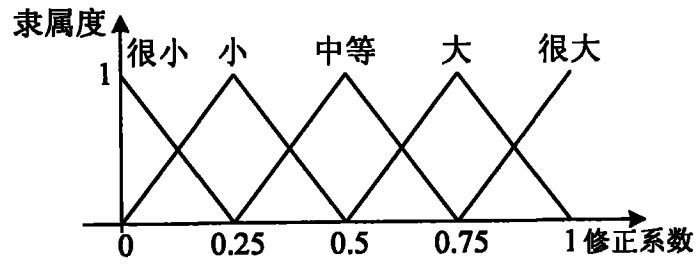


图 6

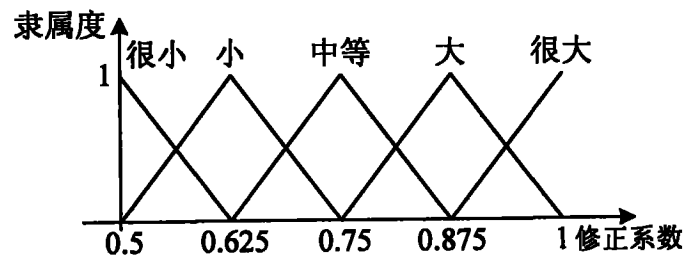


图 7

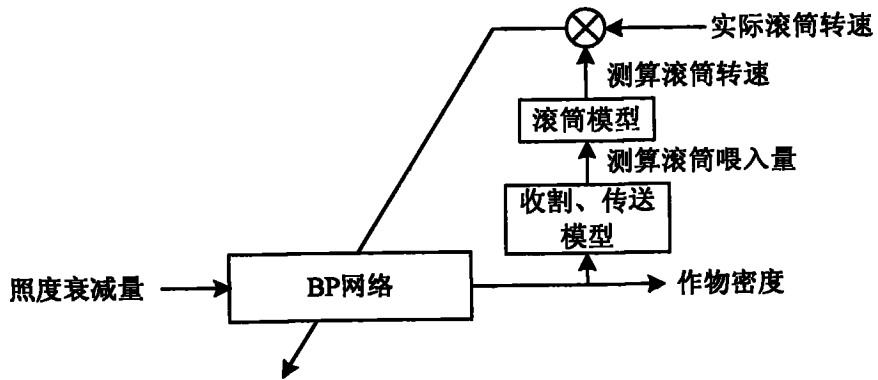


图 8