



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116720633 B

(45) 授权公告日 2023.10.27

(21) 申请号 202311011774.X

(22) 申请日 2023.08.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116720633 A

(43) 申请公布日 2023.09.08

(73) 专利权人 安徽农业大学
地址 230036 安徽省合肥市蜀山区长江西路130号

(72) 发明人 徐强 龚赛 陈婷婷 郝艳佳
林群英 李纯 许腾龙 裴东辉

(74) 专利代理机构 苏州科权知识产权代理事务所(普通合伙) 32561
专利代理师 邹宇

(51) Int. Cl.
G06Q 10/04 (2023.01)
A01G 18/00 (2018.01)
G06Q 50/02 (2012.01)
G06N 20/00 (2019.01)
G06N 20/10 (2019.01)
G06V 20/10 (2022.01)
G06V 10/82 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 114793671 A, 2022.07.29
JP 2022158620 A, 2022.10.17
CN 108739052 A, 2018.11.06
CN 108958204 A, 2018.12.07
CN 111176238 A, 2020.05.19
CN 111368643 A, 2020.07.03
CN 113317125 A, 2021.08.31
CN 114879786 A, 2022.08.09
CN 114901794 A, 2022.08.12
CN 115392576 A, 2022.11.25
CN 115774391 A, 2023.03.10
CN 1916789 A, 2007.02.21
RU 2723189 C1, 2020.06.09
US 2021378190 A1, 2021.12.09

周志远. 基于深度学习的香菇菌丝生长程度识别系统研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(农业科技辑)》.2023, D048-206.

王丽芳等. 痂状炭角菌鉴定、培养条件优化及发酵产物活性分析.《华南农业大学学报》.2022, 第43卷(第2期), 第49-56页.

审查员 柯东旭

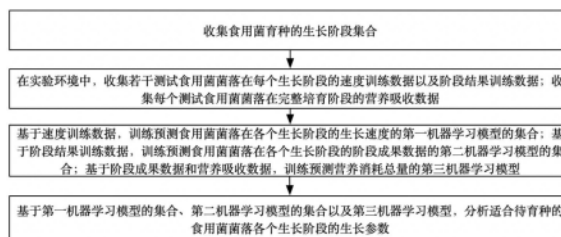
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54) 发明名称

一种食用菌育种生长参数寻优的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种食用菌育种生长参数寻优的方法,涉及食用育种生长参数优化技术领域,通过收集食用菌育种的生长阶段集合,收集测试食用菌菌落的速度训练数据以及阶段结果训练数据,并收集完整培育阶段的营养吸收数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合、预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合和预测营养消耗总量的第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;降低了食用菌育种的试错成本,提高了食用菌育种效益和育种效率。



CN 116720633 B

1. 一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,包括以下步骤:

收集食用菌育种的生长阶段集合;

在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据;

收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据;

基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;

基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;

基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型;

基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;

在所述实验环境,实验人员通过主动控制每个测试食用菌菌落的培养容器参数、培养液参数以及环境参数的方式,来观察每个测试食用菌菌落的不同育种过程以及育种结果,以收集测试食用菌菌落在不同的生长阶段的速度训练数据以及在菌落成熟阶段的面积训练数据;所述测试食用菌菌落为在实验环境中,实验人员进行育种的食用菌菌落;

所述速度训练数据包括所有测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及生长速度;

其中,所述生长参数特征数据包括在食用菌菌落的各个生长阶段中,影响食用菌菌落生长速度和成熟阶段菌落面积的环境参数值;

其中,所述菌落初始特征数据为在食用菌菌落的各个生长阶段开始时刻,食用菌的各项生长特征数据;

所述生长速度是在每个生长阶段中,为每个测试食用菌菌落提供对应生长参数特征数据的环境时,测试食用菌菌落从当前生长阶段进入下一个生长阶段所经历的时长;

所述阶段结果训练数据包括测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及阶段成果特征数据;所述阶段成果特征数据为食用菌菌落在下一生长阶段的菌落初始特征数据;

菌落成熟阶段的阶段成果特征数据为菌落稳定时菌落的成果值;所述菌落稳定时是指食用菌菌落的面积不再增大时;所述成果值的计算公式为:

将菌落稳定时,测试食用菌菌落的重量标记 W 、面积标记为 S 、成果值标记为 F ;则成果值 $F=a_1 \times W+a_2 \times S$;其中, a_1 和 a_2 分别为预设的比例系数;

将生长阶段集合中生长阶段的编号标记为 j ;

分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数包括以下步骤:

步骤P1:预先为待培育的食用菌菌落设置接种的孢子数量,为每个生长阶段设置一组初始生长参数;将生长参数类型的编号标记为 i ,将第 j 个生长阶段的第 i 种初始生长参数的值标记为 R_{ji} ,为第 i 种生长参数预设步长 b_i ;

步骤P2:计算综合收益;将该综合收益标记为 Z ;

步骤P3:将每个初始生长参数 R_{ji} 进行更新,更新的方式为随机的增加或减小对应的步长 b_i ,将更新后的初始生长参数 R_{ji} 标记为 R_{ji1} ,并重新计算更新后的综合收益,将更新后

的综合收益标记为Z1；

步骤P4:计算第j个生长阶段的第i种初始生长参数的梯度Tji,梯度Tji的计算公式为 $Tji = \frac{Z1-Z}{Rji1-Rji}$;将每个更新后的初始生长参数Rji1更新为 $Rji1-bi \times Tji$,再重新计算综合收益;将原Rji1重新标记为Rji,将Z1重新标记为Z,并将重新计算的综合收益标记为Z1;

步骤P5:循环执行步骤P4,直至循环次数达到预设的循环次数阈值;将循环结束时,第j个生长阶段的第i种初始生长参数Rji1作为待培育的食用菌菌落在对应阶段的对应生长参数的值;

计算综合收益的方式为:

将第j个生长阶段的初始生长参数标记为Cj;

将第j个生长阶段的初始生长参数Cj以及菌落初始特征数据作为第j个生长阶段对应的第二机器学习模型的输入,获得第j个生长阶段的预测的阶段成果特征数据;

将对待培育的食用菌菌落预测的菌落成熟阶段的阶段成果特征数据对应的成果值标记为Fp;

将第j个生长阶段的初始生长参数Cj以及菌落初始特征数据作为第j个生长阶段对应的第一机器学习模型的输入,获得第j个生长阶段的预测的生长速度,将第j个生长阶段的预测的生长速度标记为Vj;

将成果值Fp输入至第三机器学习模型,获得预测的营养吸收数据;将预测的营养吸收数据标记为X;

计算该初始生长参数的组合的综合收益Z;所述综合收益Z的计算公式为: $Z = \frac{b1 \times Fp + b2 \times \sum_j Vj}{X}$;其中,b1和b2为预设的比例系数。

2.根据权利要求1所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,所述生长阶段集合包括食用菌菌落从接种培养容器到菌落成熟的过程中经历的各个生长阶段;所述生长阶段集合包括孢子形成阶段、菌丝生长阶段、菌落形成阶段以及菌落成熟阶段。

3.根据权利要求2所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,所述营养吸收数据包括每个测试食用菌菌落从将孢子接种至培养容器开始至菌落稳定时的各种营养因素的消耗量之和;

每种营养因素的消耗量为在培养容器中,将孢子接种至培养容器时的营养元素含量与菌落稳定时的营养元素含量的差值。

4.根据权利要求3所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合的方式为:

对于第j个生长阶段,将速度训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第一机器学习模型的输入,所述第一机器学习模型以对每组特征向量的预测的生长速度作为输出,以速度训练数据中,特征向量对应的生长速度为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第一机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第j个生长阶段食用菌菌落的生长速度的第一机器学习模型;所述特征向量中的特征值包括生长参数特征数据中的环境参数值以及菌落初始特征数据。

5. 根据权利要求4所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合的方式为:

对于第j个生长阶段,将阶段结果训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第二机器学习模型的输入,所述第二机器学习模型以对每组特征向量的预测的阶段成果特征数据作为输出,以阶段结果训练数据中,特征向量对应的阶段成果特征数据为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第二机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第j个生长阶段的阶段成果特征数据的第二机器学习模型。

6. 根据权利要求3所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法,其特征在于,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型的方式为:

将每个测试食用菌菌落的成果值作为第三机器学习模型的输入,所述第三机器学习模型以对每个测试食用菌菌落预测的营养吸收数据作为输出,以收集的每个测试食用菌菌落的营养吸收数据为预测目标,以最小化所有对营养吸收数据进行预测的预测误差之和作为训练目标;对第三机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据成果值输出预测的营养吸收数据的第三机器学习模型。

7. 一种食用菌育种生长参数寻优系统,其基于权利要求1-6的任意一项所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法实现,其特征在于,包括数据收集模块、模型训练模块以及生长参数分析模块;其中,各个模块之间通过有线方式连接;

其中,所述数据收集模块用于收集食用菌育种的生长阶段集合、在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据、以及收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据,并将收集的速度训练数据、阶段结果训练数据以及营养吸收数据发送至模型训练模块;

其中,所述模型训练模块用于基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型,并将第一机器学习模型、第二机器学习模型以及第三机器学习模型发送至生长参数分析模块;

其中,所述生长参数分析模块用于基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数。

8. 一种电子设备,其特征在于,包括:处理器和存储器,其中,所述存储器中存储有可供处理器调用的计算机程序;

所述处理器通过调用所述存储器中存储的计算机程序,执行权利要求1-6中的任意一项所述的食用菌育种生长参数寻优的方法。

9. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,其上存储有可擦写的计算机程序;

当所述计算机程序在计算机设备上运行时,使得所述计算机设备执行权利要求1-6中的任意一项所述的食用菌育种生长参数寻优的方法。

一种食用菌育种生长参数寻优的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及食用菌育种生长参数优化技术领域,具体是一种食用菌育种生长参数寻优的方法。

背景技术

[0002] 食用菌是指可以作为食材或药用资源的真菌类生物。它们具有丰富的营养价值、特殊的风味和药用功效,因而在食品、药品和保健品等领域得到广泛应用。在食用菌的培育过程中,生长参数是指影响食用菌生长和发育的关键因素,调节和优化这些生长参数可以促进食用菌的生长和产量,因此对于生长参数值的设置的适宜性显得尤为重要;

[0003] 目前的食用菌育种方法存在以下不足之处:

[0004] 缺乏有效的量化指导方法:传统的育种方法主要依赖于经验和试错,缺乏科学的量化指导手段,导致育种效率低下;

[0005] 试错成本高:传统育种方法需要大量的试验和时间来调整不同生长参数,试错成本较高,效率低下;

[0006] 缺乏智能化优化手段:现有的育种方法通常依赖于人工操作和经验,缺乏智能化的优化手段,无法实现自动化和高效的参数优化;

[0007] 授权公告号为CN113711843B的中国专利公开了一种食用菌生长参数寻优的系统和方法,基于Modbus通信协议的传感器为环境传感器,摄像头用于监测食用菌的生长情况,基于Modbus通信协议的传感器和摄像头均通过以太网与计算机连接;计算机中安装具有图像处理 and 机器学习功能的食用菌生长模型分析系统,该系统可采集传感器实验记录,并通过摄像头观察食用菌长势,生成食用菌生长模型,利用精细分段算法在模型中寻找最优食用菌面积及生长环境参数;该方法所解决的问题是通过优化生长参数来优化食用菌的质量,而未考虑到食用菌的生长速度、生成产量以及在生长过程中需要消耗的营养元素的总量,从而未能考虑到生产效益问题;

[0008] 为此,本发明提出一种食用菌育种生长参数寻优的方法。

发明内容

[0009] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明提出一种食用菌育种生长参数寻优的方法,降低了食用菌育种的试错成本,提高了食用菌育种效益和育种效率。

[0010] 为实现上述目的,根据本发明的实施例1提出一种食用菌育种生长参数寻优的方法,包括以下步骤:

[0011] 收集食用菌育种的生长阶段集合;

[0012] 在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据;

[0013] 收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据;

[0014] 基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;

[0015] 基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;

[0016] 基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型;

[0017] 基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;

[0018] 其中,所述生长阶段集合包括食用菌菌落从接种培养容器到菌落成熟的过程中经历的生长阶段;所述生长阶段集合包括孢子形成阶段、菌丝生长阶段、菌落形成阶段以及菌落成熟阶段;

[0019] 在所述实验环境,实验人员通过主动控制每个测试食用菌菌落的培养容器参数、培养液参数以及环境参数的方式,来观察每个测试食用菌菌落的不同育种过程以及育种结果,以收集测试食用菌菌落在不同的生长阶段的速度训练数据以及在菌落成熟阶段的面积训练数据;所述测试食用菌菌落为在实验环境中,实验人员进行育种的食用菌菌落;

[0020] 所述速度训练数据包括所有测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及生长速度;

[0021] 其中,所述生长参数特征数据包括在食用菌菌落的各个生长阶段中,影响食用菌菌落生长速度和成熟阶段菌落面积的环境参数值;

[0022] 其中,所述菌落初始特征数据为在食用菌菌落的各个生长阶段开始时刻,食用菌的各项生长特征数据;

[0023] 在孢子形成阶段,生长特征数值包括实验人员向培养容器中接种的孢子的数量;

[0024] 在菌丝生长阶段,生长特征数值包括的在孢子形成阶段结束时,接种的孢子中孢子萌发的数量;

[0025] 在菌落形成阶段,生长特征数值包括在菌丝生长阶段结束时的菌丝网络密度;所述菌丝网络密度由实验人员根据行业经验进行统计;

[0026] 在菌落成熟阶段,生长特征数值包括在菌落形成阶段结束时,菌落的生存率;所述菌落的生存率通过实验人员进行统计获得;

[0027] 其中,所述生长速度是在每个生长阶段中,为每个测试食用菌菌落提供对应生长参数特征数据的环境时,测试食用菌菌落从当前生长阶段进入下一个生长阶段所经历的时长;

[0028] 其中,所述阶段结果训练数据包括测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及阶段成果特征数据;所述阶段成果特征数据为食用菌菌落在下一生长阶段的菌落初始特征数据;

[0029] 菌落成熟阶段的阶段成果特征数据为菌落稳定时菌落的成果值;所述菌落稳定时是指食用菌菌落的面积不再增大时,菌落的面积可以通过计算机视觉技术或实验人员测量获得;所述成果值的计算公式为:

[0030] 将菌落稳定时,测试食用菌菌落的重量标记W、面积标记为S、成果值标记为F;则成果值 $F=a_1 \times W+a_2 \times S$;其中, a_1 和 a_2 分别为预设的比例系数;

[0031] 所述营养吸收数据包括每个测试食用菌菌落从将孢子接种至培养容器开始至菌落稳定时的各种营养因素的消耗量之和；

[0032] 每种营养因素的消耗量为在培养容器中,将孢子接种至培养容器时的营养元素含量与菌落稳定时的营养元素含量的差值；

[0033] 训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合的方式为：

[0034] 将生长阶段集合中生长阶段的编号标记为 j ；

[0035] 对于第 j 个生长阶段,将速度训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第一机器学习模型的输入,所述第一机器学习模型以对每组特征向量的预测的生长速度作为输出,以速度训练数据中,特征向量对应的生长速度为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第一机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第 j 个生长阶段食用菌菌落的生长速度的第一机器学习模型;所述特征向量中的特征值包括生长参数特征数据中的环境参数值以及菌落初始特征数据;所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个；

[0036] 训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合的方式为：

[0037] 对于第 j 个生长阶段,将阶段结果训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第二机器学习模型的输入,所述第二机器学习模型以对每组特征向量的预测的阶段成果特征数据作为输出,以阶段结果训练数据中,特征向量对应的阶段成果特征数据为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第二机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第 j 个生长阶段的阶段成果特征数据的第二机器学习模型;所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个；

[0038] 训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型的方式为：

[0039] 将每个测试食用菌菌落的成果值作为第三机器学习模型的输入,所述第三机器学习模型以对每个测试食用菌菌落预测的营养吸收数据作为输出,以收集的每个测试食用菌菌落的营养吸收数据为预测目标,以最小化所有对营养吸收数据进行预测的预测误差之和作为训练目标;对第三机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据成果值输出预测的营养吸收数据的第三机器学习模型;所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个；

[0040] 分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数包括以下步骤：

[0041] 步骤P1:预先为待培育的食用菌菌落设置接种的孢子数量,为每个生长阶段设置一组初始生长参数;将生长参数类型的编号标记为 i ,将第 j 个生长阶段的第 i 种初始生长参数的值标记为 R_{ji} ,为第 i 种生长参数预设步长 b_i ；

[0042] 步骤P2:计算综合收益;将该综合收益标记为 Z ；

[0043] 步骤P3:将每个初始生长参数 R_{ji} 进行更新,更新的方式为随机的增加或减小对应的步长 b_i ,将更新后的初始生长参数 R_{ji} 标记为 R_{ji1} ,并重新计算更新后的综合收益,将更

新后的综合收益标记为Z1；

[0044] 步骤P4:计算第j个生长阶段的第i种初始生长参数的梯度Tji,梯度Tji的计算公式为 $T_{ji} = \frac{Z1-Z}{R_{ji1}-R_{ji}}$;将每个更新后的初始生长参数Rji1更新为Rji1-bi×Tji,再重新计算综合收益;将原Rji1重新标记为Rji,将Z1重新标记为Z,并将重新计算的综合收益标记为Z1;

[0045] 步骤P5:循环执行步骤P4,直至循环次数达到预设的循环次数阈值;将循环结束时,第j个生长阶段的第i种初始生长参数Rji1作为待培育的食用菌菌落在对应阶段的对应生长参数的值;

[0046] 计算综合收益的方式为:

[0047] 将第j个生长阶段的初始生长参数标记为Cj;

[0048] 将第j个生长阶段的初始生长参数Cj以及菌落初始特征数据作为第j个生长阶段对应的第二机器学习模型的输入,获得第j个生长阶段的预测的阶段成果特征数据;

[0049] 将对待培育的食用菌菌落预测的菌落成熟阶段的阶段成果特征数据对应的成果值标记为Fp;

[0050] 将第j个生长阶段的初始生长参数Cj以及菌落初始特征数据作为第j个生长阶段对应的第一机器学习模型的输入,获得第j个生长阶段的预测的生长速度,将第j个生长阶段的预测的生长速度标记为Vj;

[0051] 将成果值Fp输入至第三机器学习模型,获得预测的营养吸收数据;将预测的营养吸收数据标记为X;

[0052] 计算该初始生长参数的组合的综合收益Z;所述综合收益Z的计算公式为:

$$Z = \frac{b1 \times Fp + b2 \times \sum_j Vj}{X};$$

其中,b1 和b2 为预设的比例系数。

[0053] 根据本发明的实施例2提出一种食用菌育种生长参数寻优系统,包括数据收集模块、模型训练模块以及生长参数分析模块;其中,各个模块之间通过有线方式连接;

[0054] 其中,所述数据收集模块主要用于收集食用菌育种的生长阶段集合、在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据、以及收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据,并将收集的速度训练数据、阶段结果训练数据以及营养吸收数据发送至模型训练模块;

[0055] 其中,所述模型训练模块主要用于基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型,并将第一机器学习模型、第二机器学习模型以及第三机器学习模型发送至生长参数分析模块;

[0056] 其中,所述生长参数分析模块主要用于基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数。

[0057] 根据本发明的实施例3提出的一种电子设备,包括:处理器和存储器,其中,所述存储器中存储有可供处理器调用的计算机程序;

[0058] 所述处理器通过调用所述存储器中存储的计算机程序,在票据交易后台中执行上述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法。

[0059] 根据本发明的实施例4提出的一种计算机可读存储介质,其上存储有可擦写的计算机程序;当所述计算机程序在计算机设备上运行时,使得所述计算机设备执行上述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法。

[0060] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0061] 本发明通过预先收集食用菌育种的生长阶段集合,在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据,并收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据,基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合,基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合,基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型,通过对食用菌菌落进行生长阶段划分,分析每个生长阶段的生长速度、最终成果值,再基于最终成果值分析达到该成果值所需要消耗的营养元素的总量,从而基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;通过对食用菌菌落各个生长阶段的生长参数的智能参数寻优,对食用菌育种进行量化指导,降低了食用菌育种的试错成本,提高了食用菌育种效益和育种效率。

附图说明

[0062] 图1为本发明的实施例1中食用菌育种生长参数寻优的方法的流程图;

[0063] 图2为本发明的实施例2中食用菌育种生长参数寻优系统的模块连接关系图;

[0064] 图3为本发明实施例3中的电子设备结构示意图;

[0065] 图4为本发明实施例4中的计算机可读存储介质结构示意图。

具体实施方式

[0066] 下面将结合实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0067] 实施例1

[0068] 如图1所示,一种食用菌育种生长参数寻优的方法,包括以下步骤:

[0069] 步骤一:收集食用菌育种的生长阶段集合;

[0070] 步骤二:在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据;

[0071] 收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据;

[0072] 步骤三:基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型;

[0073] 步骤四:基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;

[0074] 其中,所述生长阶段集合包括食用菌菌落从接种培养容器到菌落成熟的过程中经历的生长阶段;优选的,所述生长阶段集合包括但不限于孢子形成阶段、菌丝生长阶段、菌落形成阶段以及菌落成熟阶段等;

[0075] 在所述实验环境,实验人员通过主动控制每个测试食用菌菌落的培养容器参数、培养液参数以及环境参数的方式,来观察每个测试食用菌菌落的不同育种过程以及育种结果,从而准确地收集测试食用菌菌落在不同的生长阶段的速度训练数据以及在菌落成熟阶段的面积训练数据,提高了对训练数据收集的准确性和可控性;所述测试食用菌菌落为在实验环境中,实验人员进行育种的食用菌菌落;

[0076] 所述速度训练数据包括所有测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及生长速度;

[0077] 其中,所述生长参数特征数据包括在食用菌菌落的各个生长阶段中,影响食用菌菌落生长速度和成熟阶段菌落面积的环境参数值;优选的,所述环境参数值包括但不限于温度、湿度、光照强度以及pH值等;可以理解的是,温度、湿度、光照以及pH值均可以通过对应的传感器实时测量;

[0078] 其中,所述菌落初始特征数据为在食用菌菌落的各个生长阶段开始时刻,食用菌的各项生长特征数据;需要说明的是,在各个阶段,生长特征数据有所不同;

[0079] 在本发明的一个优选的实施例中,在孢子形成阶段,生长特征数值包括实验人员向培养容器中接种的孢子的数量;

[0080] 在菌丝生长阶段,生长特征数值包括的在孢子形成阶段结束时,接种的孢子中孢子萌发的数量;

[0081] 在菌落形成阶段,生长特征数值包括在菌丝生长阶段结束时的菌丝网络密度;所述菌丝网络密度由实验人员根据行业经验进行统计;

[0082] 在菌落成熟阶段,生长特征数值包括在菌落形成阶段结束时,菌落的生存率;所述菌落的生存率通过实验人员进行统计获得;

[0083] 其中,所述生长速度是在每个生长阶段中,为每个测试食用菌菌落提供对应生长参数特征数据的环境时,测试食用菌菌落从当前生长阶段进入下一个生长阶段所经历的时长;

[0084] 需要说明的是,对每个阶段的开始时间的划分,根据实验人员凭借行业经验人工划分或基于计算机视觉技术自动进行划分;基于计算机视觉技术的方式可以为预先人工收集各个生长阶段开始时刻的图片,并对每张图片人工打上对应生长阶段的标签,将所有打上标签的图片作为CNN神经网络模型的输入,CNN神经网络模型以生长阶段的标签作为输出,对CNN神经网络模型进行训练,通过使用训练完成的CNN神经网络模型来自动区分食用菌菌落的生长阶段;

[0085] 其中,所述阶段结果训练数据包括测试食用菌菌落在对应的生长阶段的生长参数特征数据、菌落初始特征数据以及阶段成果特征数据;所述阶段成果特征数据为食用菌菌落在下一生长阶段的菌落初始特征数据;可以理解的是,下一生长阶段的菌落初始特征数据即为当前生长阶段的培育成果;

[0086] 需要说明的是,菌落成熟阶段的阶段成果特征数据为菌落稳定时菌落的成果值;所述菌落稳定时是指食用菌菌落的面积不再增大时,菌落的面积可以通过计算机视觉技术或实验人员测量获得;所述成果值的计算公式为:

[0087] 将菌落稳定时,测试食用菌菌落的重量标记 W 、面积标记为 S 、成果值标记为 F ;则成果值 $F=a_1 \times W+a_2 \times S$;其中, a_1 和 a_2 分别为预设的比例系数;

[0088] 所述营养吸收数据包括每个测试食用菌菌落从将孢子接种至培养容器开始至菌落稳定时的各种营养因素的消耗量之和;

[0089] 优选的,所述营养因素包括但不限于碳源、氮源以及微量元素等;所述碳源包括但不限于葡萄糖、木糖以及麦芽糖等;所述氮源包括但不限于氨基酸、蛋白质以及氨基酸;所述微量元素包括但不限于铁、锌、锰等;各种营养因素可以通过化学和物理方法进行测量;本发明在此不再赘述;

[0090] 每种营养因素的消耗量为在培养容器中,将孢子接种至培养容器时的营养元素含量与菌落稳定时的营养元素含量的差值;

[0091] 训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合的方式为:

[0092] 将生长阶段集合中生长阶段的编号标记为 j ;

[0093] 对于第 j 个生长阶段,将速度训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第一机器学习模型的输入,所述第一机器学习模型以对每组特征向量的预测的生长速度作为输出,以速度训练数据中,特征向量对应的生长速度为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第一机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第 j 个生长阶段食用菌菌落的生长速度的第一机器学习模型;所述特征向量中的特征值包括生长参数特征数据中的环境参数值以及菌落初始特征数据;优选的,所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个;

[0094] 训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合的方式为:

[0095] 对于第 j 个生长阶段,将阶段结果训练数据中,每组生长参数特征数据和菌落初始特征数据组合为特征向量的形式,特征向量作为第二机器学习模型的输入,所述第二机器学习模型以对每组特征向量的预测的阶段成果特征数据作为输出,以阶段结果训练数据中,特征向量对应的阶段成果特征数据为预测目标,以最小化所有特征向量的预测误差之和作为训练目标;对第二机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训练出根据生长参数特征数据和菌落初始特征数据输出预测第 j 个生长阶段的阶段成果特征数据的第二机器学习模型;优选的,所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个;

[0096] 训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型的方式为:

[0097] 将每个测试食用菌菌落的成果值作为第三机器学习模型的输入,所述第三机器学习模型以对每个测试食用菌菌落预测的营养吸收数据作为输出,以收集的每个测试食用菌菌落的营养吸收数据为预测目标,以最小化所有对营养吸收数据进行预测的预测误差之和作为训练目标;对第三机器学习模型进行训练,直至预测误差之和达到收敛时停止训练,训

练出根据成果值输出预测的营养吸收数据的第三机器学习模型;优选的,所述第一机器学习模型是多项式回归模型或SVM模型中的任意一个;

[0098] 需要说明的是,预测误差的计算公式为: $zk = (ak - wk)^2$,其中, k 为训练特征数据的编号, zk 为预测误差, ak 为第 k 组训练特征数据对应的预测的训练标签数据, wk 为第 k 组训练数据对应的实际的训练标签数据;

[0099] 例如,对于第一机器学习模型,特征向量为训练特征数据,训练标签数据为生长速度;对于第二机器学习模型,特征向量为训练特征数据,训练标签数据为阶段结果训练数据;对于第三机器学习模型,特征向量为成果值,训练标签数据为营养吸收数据;

[0100] 分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数包括以下步骤:

[0101] 步骤P1:预先为待培育的食用菌菌落设置接种的孢子数量,为每个生长阶段设置一组初始生长参数;将生长参数类型的编号标记为 i ,将第 j 个生长阶段的第 i 种初始生长参数的值标记为 R_{ji} ,为第 i 种生长参数预设步长 b_i ;

[0102] 步骤P2:计算综合收益;将该综合收益标记为 Z ;

[0103] 步骤P3:将每个初始生长参数 R_{ji} 进行更新,优选的,更新的方式为随机的增加或减小对应的步长 b_i ,将更新后的初始生长参数 R_{ji} 标记为 R_{ji1} ,并重新计算更新后的综合收益,将更新后的综合收益标记为 Z_1 ;

[0104] 步骤P4:计算第 j 个生长阶段的第 i 种初始生长参数的梯度 T_{ji} ,梯度 T_{ji} 的计算公式为 $T_{ji} = \frac{Z_1 - Z}{R_{ji1} - R_{ji}}$;将每个更新后的初始生长参数 R_{ji1} 更新为 $R_{ji1} - b_i \times T_{ji}$,再重新计算综合收益;将原 R_{ji1} 重新标记为 R_{ji} ,将 Z_1 重新标记为 Z ,并将重新计算的综合收益标记为 Z_1 ;

[0105] 步骤P5:循环执行步骤P4,直至循环次数达到预设的循环次数阈值;将循环结束时,第 j 个生长阶段的第 i 种初始生长参数 R_{ji1} 作为待培育的食用菌菌落在对应阶段的对应生长参数的值;

[0106] 计算综合收益的方式为:

[0107] 将第 j 个生长阶段的初始生长参数标记为 C_j ;

[0108] 将第 j 个生长阶段的初始生长参数 C_j 以及菌落初始特征数据作为第 j 个生长阶段对应的第二机器学习模型的输入,获得第 j 个生长阶段的预测的阶段成果特征数据;可以理解的是,第1个生长阶段的菌落初始特征数据为接种的孢子数量,其后的第 j ($j > 1$) 个生长阶段中,菌落初始特征数据为第 $j-1$ 个生长阶段的预测的阶段成果特征数据;

[0109] 将对待培育的食用菌菌落预测的菌落成熟阶段的阶段成果特征数据对应的成果值标记为 F_p ;

[0110] 将第 j 个生长阶段的初始生长参数 C_j 以及菌落初始特征数据作为第 j 个生长阶段对应的第一机器学习模型的输入,获得第 j 个生长阶段的预测的生长速度,将第 j 个生长阶段的预测的生长速度标记为 V_j ;

[0111] 将成果值 F_p 输入至第三机器学习模型,获得预测的营养吸收数据;将预测的营养吸收数据标记为 X ;

[0112] 计算该初始生长参数的组合的综合收益 Z ;所述综合收益 Z 的计算公式为:

$Z = \frac{b1 \times Fp + b2 \times \sum_j Vj}{X}$; 其中, b1 和 b2 为预设的比例系数。

[0113] 实施例2

[0114] 如图2所示,一种食用菌育种生长参数寻优系统,包括数据收集模块、模型训练模块以及生长参数分析模块;其中,各个模块之间通过有线方式连接;

[0115] 其中,所述数据收集模块主要用于收集食用菌育种的生长阶段集合、在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据、以及收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据,并将收集的速度训练数据、阶段结果训练数据以及营养吸收数据发送至模型训练模块;

[0116] 其中,所述模型训练模块主要用于基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型,并将第一机器学习模型、第二机器学习模型以及第三机器学习模型发送至生长参数分析模块;

[0117] 其中,所述生长参数分析模块主要用于基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数。

[0118] 实施例3

[0119] 图3是本申请一个实施例提供的电子设备结构示意图。如图3所示,根据本申请的又一方面还提供了一种电子设备100。该电子设备100可包括一个或多个处理器以及一个或多个存储器。其中,存储器中存储有计算机可读代码,当计算机可读代码由一个或多个处理器运行时,可以执行如上所述的一种食用菌育种生长参数寻优的方法。

[0120] 根据本申请实施方式的方法或系统也可以借助于图3所示的电子设备电子设备的架构来实现。如图3所示,电子设备100可包括总线101、一个或多个CPU102、只读存储器(ROM)103、随机存取存储器(RAM)104、连接到网络的通信端口105、输入/输出组件106、硬盘107等。电子设备100中的存储设备,例如ROM103或硬盘107可存储本申请提供的一种食用菌育种生长参数寻优的方法。一种食用菌育种生长参数寻优的方法可例如包括以下步骤:步骤一:收集食用菌育种的生长阶段集合;步骤二:在实验环境中,收集测试食用菌菌落在每个生长阶段的速度训练数据以及阶段结果训练数据;收集每个测试食用菌菌落在完整培育阶段的营养吸收数据;步骤三:基于速度训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的生长速度的第一机器学习模型的集合;基于阶段结果训练数据,训练预测食用菌菌落在各个生长阶段的阶段成果数据的第二机器学习模型的集合;基于阶段成果数据和营养吸收数据,训练预测营养消耗总量的第三机器学习模型;步骤四:基于第一机器学习模型的集合、第二机器学习模型的集合以及第三机器学习模型,分析适合待育种的食用菌菌落各个生长阶段的生长参数;

[0121] 进一步地,电子设备100还可包括用户界面108。当然,图3所示的架构只是示例性的,在实现不同的设备时,根据实际需要,可以省略图3示出的电子设备中的一个或多个组件。

[0122] 实施例4

[0123] 图4是本申请一个实施例提供的计算机可读存储介质结构示意图。如图4所示,是根据本申请一个实施方式的计算机可读存储介质200。计算机可读存储介质200上存储有计算机可读指令。当计算机可读指令由处理器运行时,可执行参照以上附图描述的根据本申请实施方式的一种食用菌育种生长参数寻优的方法。计算机可读存储介质200包括但不限于例如易失性存储器和/或非易失性存储器。易失性存储器例如可包括随机存取存储器(RAM)和高速缓冲存储器(cache)等。非易失性存储器例如可包括只读存储器(ROM)、硬盘、闪存等。

[0124] 另外,根据本申请的实施方式,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本申请提供了一种非暂时性机器可读存储介质,所述非暂时性机器可读存储介质存储有机器可读指令,所述机器可读指令能够由处理器运行以执行与本申请提供的方法步骤对应的指令,在该计算机程序被中央处理单元(CPU)执行时,执行本申请的方法中限定的上述功能。

[0125] 可能以许多方式来实现本申请的方法和装置、设备。例如,可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本申请的方法和装置、设备。用于方法的步骤的上述顺序仅是为了进行说明,本申请的方法的步骤不限于以上具体描述的顺序,除非以其它方式特别说明。此外,在一些实施例中,还可将本申请实施为记录在记录介质中的程序,这些程序包括用于实现根据本申请的方法的机器可读指令。因而,本申请还覆盖存储用于执行根据本申请的方法的程序的记录介质。

[0126] 另外,本申请的实施方式中提供的上述技术方案中与现有技术中对应技术方案实现原理一致的部分并未详细说明,以免过多赘述。

[0127] 以上的预设的参数或预设的阈值均由本领域的技术人员根据实际情况设定或者大量数据模拟获得。

[0128] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方法而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方法进行修改或等同替换,而不脱离本发明技术方法的精神和范围。

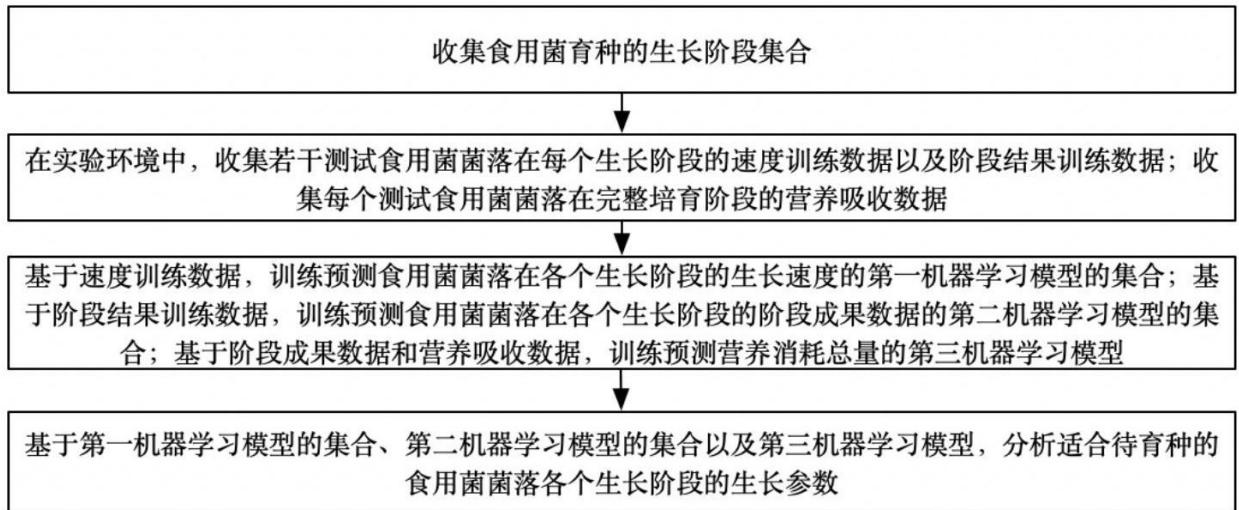


图 1

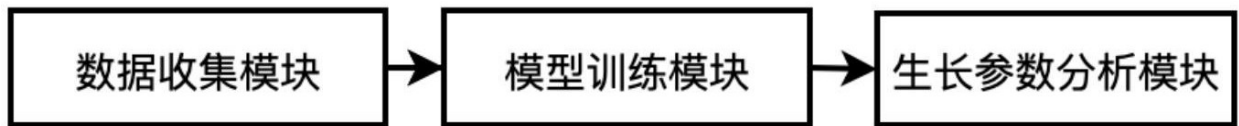


图 2

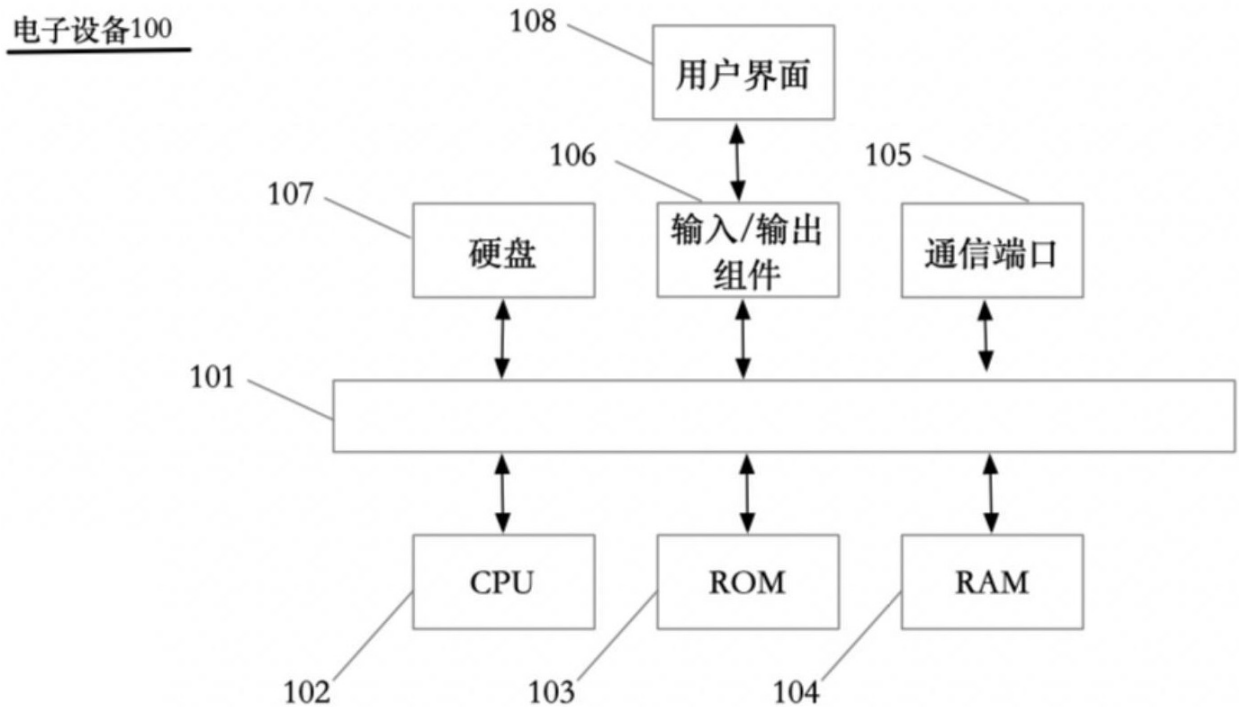


图 3



图 4