**用于DSSAT-CSM集成的JavaScript模块**

**摘 要**

DSSAT是集成到单个软件包中的计算机程序和工具的集合，以促进作物模拟模型在研究和决策中的应用。 DSSAT Shell是一种用户界面程序，使用户可以轻松选择和使用任何DSSAT组件。它以固定宽度格式读取输入和输出的文本文件，以向用户提供信息并能够运行模型。读取DSSAT文件和处理要显示给用户的信息的逻辑依赖于Shell本身，并且不能被任何其他系统重用，这使得为DSSAT Shell实施替代方案变得更加困难，因为没有可用的框架来实现复杂性DSSAT文件的处理。 DSSAT工具是使用过期的Visual Basic等旧编程技术构建的，而Delphi则应使用现代标准化软件开发方法替换这些技术，以实现更好的可维护性。此外，这些工具是独立的，它们不共享代码，从而增加了维护它们的工作量。这项工作介绍了jDSSAT，一个多平台JavaScript模块。 jDSSAT为读取和处理DSSAT文件提供了一种标准且可重用的方法。通过这种方法，我们隔离了处理DSSAT文件的复杂性，以允许在任何环境下进行DSSAT集成。它还与DSSAT-CSM集成在一起，使在Linux，Windows和MacOS上运行DSSAT模型更加容易。结果，我们展示了一个多平台用户界面原型，该原型创建用于使用jDSSAT的主要功能来运行DSSAT作物模型。而且，与R环境的集成扩展了DSSAT集成的可能性。

# 1.简介

在过去 40 年中，作物系统的仿真有了显著的进步 [1]。作物建模可以促进研究人员理解和解释实验结果，以及诊断产量差距的能力[2]。它还可用于帮助科学家确定研究优先级。使用模型估计重要性以及某些参数的影响，研究人员可以观察在今后的研究中应更多地研究哪些因素，从而增加对系统的理解[3]。决策支持工具旨在帮助用户做出更有效的决策，引导他们完成明确的决策阶段，并呈现不同选项产生各种结果的可能性 [4]。这些可以是动态软件工具，其建议因用户输入而异，它们可能建议最佳决策路径。农业技术转让决策支持系统（DSSAT）由国际农业技术转让基准站点网络（IBSNAT）科学家小组[5]开发。DSSAT 是作物模拟模型 （CSM）、数据库管理程序和决策支持系统 （DSSs） 的组合。CSM 是根据先前建立的土壤、天气和作物管理实践的计算和输入数据模拟作物生长和产量的计算机程序 [6]。DSSAT-CSM 可以模拟各种作物的产量，20 多年来已被世界各地的许多科学家、决策者和研究人员使用。它旨在促进作物模型在由42个以上模型组成的农艺研究系统方法中的应用。在 DSSAT 开发之前，作物模型可用，但这些模型主要用于创建它们 [7] 的实验室，并且没有一套程序和模型套件，可用作决策工具，以及预测种植系统内的一个或多个作物 [8]。DSSAT 外壳计划提供了一个用户友好的工作环境，其中各种独立的工具和应用程序与 DSSAT 作物模型无缝集成。在 shell 中，用户可以启动用于创建和修改数据文件、运行裁剪模型和分析结果的应用程序 [9]。然而，DSSAT外壳和DSSAT系统的其他应用是使用诸如视觉基础等生命终止支持下的技术建造的。另一点是 DSSAT 工具（包括 Shell）仅适用于 Windows 操作系统，这需要 Linux 和 MacOS 的用户处理命令行以在 DSSAT-CSM 中运行模型。此方法需要很好地了解 DSSAT-CSM 命令，这些命令对某些用户来说可能很痛苦。其他工具，如pyDSSAT[10]，python库，以在Linux上执行原始的Fortran程序，是为了提高DSSAT的用户体验在 Linux 操作系统中的终端命令行执行，包括控制输入文件、使用 Matplotlib 工具分析输出文件以及提供 GUI 工具包，以便与 DSSAT-CSM 集成高效的交互工作。还有DASST，这是一个用于读取、处理和写入DSSAT文件的R包[11]。它使用 R 中提供的工具进行统计和图形分析。此包倾向于简化存储在 中的 DSSAT 模拟值的后期处理。OUT，提供将这些数据公开为属于数据集合的方法的文件。frame 对象可以像表一样被考虑。但是，pyDSSAT 或 DASST 无法像 DSSAT 外壳那样提供完整的体验。它们也不提供多平台方法，它们不是为提供创建现代 DSSAT 外壳的替代方案而构建的。本研究的动机是需要应用软件工程技术来构建 DSSAT 集成的可重用方法。我们在 JavaScript 模块允许任何用户界面轻松读取和处理 DSSAT 文件。DSSAT 外壳等工具仅读取向用户提供信息并能够运行模型所需的文件。文件处理的实现依赖于 DSSAT 外壳代码本身，因此不能在其他地方使用。任何使用用户界面执行任何操作的代码都应仅涉及用户界面代码 [12]。还需要实施软件工程最佳实践，例如跨平台原则，以便 DSSAT 用户能够轻松运行并可视化来自 Windows、Linux 和 MacOs 的模拟。jDSSAT 是一个 JavaScript 模块，该模块是 DSSAT 集成的标准方法。该模块能够处理不同的DSSAT文件，如CDE、输出、实验和治疗。它设计为在客户端1或后端端2上运行的模块，便于 DSSAT 社区的开发人员为 DSSAT 外壳创建替代方案，而无需担心互操作性和额外的工具安装。jDSSAT 模块是跨平台3，为 DSSAT-CSM 集成提供了一系列 JavaScript 功能，允许任何开发人员构建自己的用户界面，在 Linux、Windows 和 MacOS 中运行 DSSAT 模型。本文的其余部分的结构如下。第 2 节介绍了指导 jDSSAT 开发的关键技术要求。第 3 部分介绍了 jDSSAT 设计和体系结构。第 4 部分介绍了 jDSAT 的主要功能及其实施细节。第 5 节介绍用法jDSSAT 功能模式。最后，第6节介绍了我们对未来研究的结论和方向。

# 2.要求

有四个主要功能要求指导了 jDSSAT 实施：

1. 可移植性：jDSSAT应在不同的操作系统中运行相同的代码库，这是降低开发成本的关键问题。支持的操作系统是 Linux、MacOS 和 Windows。此外，它应该与 DSSAT-CSM 集成，在支持的操作系统上运行模型，而无需开发人员指定它。

2. 可重新配置：为了避免在新的 DSSAT 版本发布时必须重写代码段，我们将设计一个可配置的系统，可应用于各种方案。以下是 jDSSAT 的设置选项摘要列表： • DSSAT 工作目录 • 支持 DSSAT 版本 • 支持输出文件

3. 基于 Web：应通过 HTTP 访问 jDSSAT 模块，在外部服务器上通过 Internet 进行处理。应提供 REST 接口，以便与不同的编程语言集成。

4. 可重用性：以各种格式重复使用 jDSSAT 工件。它应该在客户端使用通过 NPM 的 Web 技术在客户端中用作"即插即用"，在服务器端通过 REST API 使用。

jDSSAT 旨在返回组织良好且可以使用的数据结构中的数据，如对象、列表和矢量。我们描述 jDSSAT 的数据结构如下：

• 矢量表示具有单一值的列表，这些作物可在 DSSAT 中提供。

• 包含属性名称和属性值的复杂对象。

• 对象数组作为复杂对象（如输出和实验文件）的列表。

# 3.jDSSAT 模块设计

我们实施了 jDSSAT，使架构尽可能优化和简单。该模块遵循外观软件设计模式图 1，为子系统中的一组接口提供统一接口。Facade 定义了更高级别的接口，使子系统更易于使用 [13]。外观模式提供了更加孤立的功能实现，并降低了da向未更改的子系统添加问题的风险。当系统非常复杂或难以理解时，此模式尤其使用，因为系统具有大量相互依赖的逻辑。jDSSAT 在节点环境中运行。在图 2 中，我们在用户界面上下文中显示体系结构组件。用户界面将 jDSSAT 作为依赖项加载，并通过 jDSSAT 向用户提供的信息。然后，jDSSAT 加载 NodeJS [15] 模块以访问文件系统、子进程和操作系统。例如，如果用户界面需要显示可用于给定裁剪的实验，jDSSAT 将在裁剪文件夹中处理实验文件，并将格式化的对象返回到用户界面。在 jDSSAT 开始之前，必须初始化任何与 DSSAT 的集成。它首先标识平台正在运行（Windows、Linux 或 MacOS），它通过使用提供包含平台名称的对象（win32、darwin 或 linux）的操作系统模块来达到此目的。然后，配置，如DSSAT CSM可执行文件名，文件系统模式和文件夹名称的外部工具。这些配置存储在配置文件中，以避免代码更改，以防未来 DSSAT 版本中出现某些路径更改。最后，jDSSAT 查找用户计算机上安装的最新 DSSAT 版本，并将此版本作为默认版本在模拟期间使用。由于 jDSSAT 初始化，我们现在可以利用 jDSSAT 公共功能（表 2）来读取、处理和写入 DSSAT-CSM 文件。当需要读取文件夹或文件内容的函数时，jDSSAT 使用 Node 的文件系统 （fs） 模块进行文件系统调用。fs 模块提供了一个 API，用于以围绕标准 POSIX 函数 [16] 紧密建模的方式与文件系统进行交互。DSSAT-CSM 提供了一种机制，用于通过命令行运行模型模拟，该命令行由 jDSSAT 使用。jDSSAT 中的命令行集成由子进程模块进行，允许访问操作系统功能。因此，一旦调用jDSSAT仿真函数，就会在操作系统上执行命令。其他组件和实现详细信息在后面各节中讨论。

# 4.实施和测试

jDSSAT实现分为两个主要组成部分，即DSSAT文件处理和DSSAT-CSM集成。本节讨论当前版本的 jDSSAT 的实现，以及我们如何测试其功能。

## 4.1 DSSAT 文件处理

### 4.1.1 中央服务器设计

jDSSAT 能够为特定实验处理 FILEX。此文件包含有关处理、田间条件、作物管理和模拟控件的数据 [14]，它们位于具有 \*.\*X 扩展名的裁剪文件夹中。此外，jDSSAT 可以处理包含模拟结果的裁剪模型生成的 OUTPUT 文件。一般 DSSAT 配置文件（称为 DSSATPRO）经过处理，以为每个作物提供扩展、命令行和路径等信息。

### 4.1.2 裁剪文件夹

jDSSAT使用DSSAT安装目录内容查找DSSATPRO文件，该文件指定DSSAT[9]中使用的所有程序和数据文件的位置。DSSATPRO扩展文件取决于在Windows、Linux和MacOS上安装的DSSAT版本，最新发布的DSSAT版本是v47。在提供DSSAT中可用作物的列表时，jSSAT必须读取并解析Windows上的DSSATPRO.v47文件，以生成包含裁剪名称、位置文件夹和裁剪扩展的对象数组。不会返回其内容中没有FILEX的文件夹。4.1.2.阅读实验读取实验功能将由文件夹内容中的所有FILEX进行查看。该函数将按裁剪文件夹中以\*.\*X扩展名结尾的文件来查看。对于每个FILEX文件，算法1创建一个实验数组，其中包含描述、修改日期、名称和数字作为对象字段。

### 4.1.3阅读处理 治疗处理功能，图3，将收到一组FILEX名称作为输入。每个FILEX包含一个工件部分，如图4行17到22所示，用于检索工件信息。jDSSAT首先加载FILEX内容，然后通过执行\_从前索引的子字符串来分析内容，直到#CULTIVARS的索引。之后，通过子字符串的行进行循环，以获得处理、处理编号和实验，以格式化对象以作为函数响应的一部分发送。

### 4.1.4.阅读.OUT文件

裁剪模拟模型可以提供模拟作物的非常详细的输出。但是，分析输出具有挑战性。jDSSAT提供了一种读取和处理这些文件的简便方法。仿真的结果存储在中。OUT扩展文件，这些文件包含固定宽度格式。如图5所示，第11行是表示变量名称的标头，标头后的每行都是变量值，如果模拟运行了多个实验（第7行）或处理（第9行），则此文件的内容上将具有更多的标头和变量值。读取输出文件函数将裁剪名称和输出文件名作为输入接收。作物名称变量值将用于标识输出文件位于用户机器中的位置。找到输出文件位置后，jDSSAT会读取出文件内容，如下所示：

1.使用索引、长度、变量名称初始化标头对象。

2.初始化一系列物体，以存储实验、治疗编号、处理及其值。

3.循环穿过线条。

4.查找运行次数、实验和治疗情况。这些信息中的每一个都有一个前缀。此步骤通过在行的乞讨中分别查看RUN、MODEL和实验来执行。如果找到此标识符之一，jDSSAT读取之后的内容行。

5.读取模拟值。\*符号后跟YEAR变量是DSSAT输出文件中数据头行的第一个字符。当jDSSAT在行的开头找到此符号时，它会初始化一个辅助数组来存储标头。空格之间的每个值将是标题数组上的一个位置。图6.读取输出文件函数对象结果。它显示找到的总变量和部分变量及其值内容。

6.获取每个标头变量的值。算法应考虑循环中的下一行将包含数据，类似于EasyGrapher的方法[17]。此过程应执行，直到算法找不到另一个运行。

7.如果输出文件中有多个运行，请重复所有步骤。

读取DSSAT输出文件的结果将是一个数组，我们在图6中看到的包含每次运行的对象。jDSSAT还读取摘要.OUT和概述.OUT，以提供有关仿真结果的详细信息。

## 4.2DSSAT-CSM集成。

DSSATCSM将所有作物的模型合并到一组代码中。调用模型时，运行模式由命令行参数指定。如果使用DSSAT外壳运行模型，则这些命令行对用户{14}是透明的。当前jDSSAT版本中有可用于CSM的命令集表1、运行模式批处理和灵敏度。jDSSAT中的子进程节点模块通过运行任何系统命令支持访问操作系统功能。

### 4.2.1.运行模拟

要首先运行CSM模型，我们需要选择要模拟的实验和处理。一组实验和治疗可以在单个模拟或批处理模式下运行。单个实验/处理可以作为批处理模拟运行，也可以以灵敏度模式[18]运行。jDSSAT方法是批量仿真。模拟分为两个步骤。

1.创建批处理文件：批处理文件是一组配置，用于运行模型，如实验和处理列表。在jDSSAT中有此文件的预先构建模板。函数使用此模板填充配置以在批处理模式下运行模型。

2.运行命令：创建批处理文件后，jDSSAT使用子进程节点模块[19]执行在命令行解释器中创建的命令。

## 4.3辅助功能。

其他功能还具有辅助功能，可帮助用户了解其他信息，例如正在使用的DSSAT版本和路径。辅助函数的完整列表可以在表2上看到。

## 4.4.模块测试

我们使用jDSSAT函数创建用户界面（如图7所示）来运行DSSAT模型。此用户界面为用户提供了选择裁剪、实验和处理的功能。此外，它还显示正在处理的文件的预览。在屏幕上的蓝色按钮中提供了运行模拟的选项。用户界面还提供图形生成器图8，供用户可视化模拟结果，它提供了用于选择裁剪、输出文件和在图形中绘制的变量的选项。创建了一个简单的R包，用于通过HTTP测试jDSSAT。此包在本地计算机中下载jDSSAT并启动API以将请求从R发送到jDSSAT。在图9中，我们在R中显示了实验函数响应。

# 5.结论和未来工作

在本文中，我们介绍了jDSSAT，一个灵活而强大的JavaScript模块，它抽象了阅读和处理DSSAT文件的复杂性。该模块与DSSATCSM集成在不同的运行模型操作系统中。jDSSAT的实施也突出了互操作性的好处，这是DSSAT工具中的一个问题。此外，jDSSAT设计为DSSAT集成的标准模块，减少了在R等其他编程语言中构建与DSSAT集成的努力。jDSSAT是一个正在进行的项目。我们打算重用其代码，以便有一个版本在Web上运行DSSAT模型。还需要开发端到端用户界面，作为当前DSSAT外壳的替代方案。