

# 多 Agent 技术在病害诊断系统中的应用

李春娥, 陈全功

(兰州大学草地农业科技学院, 兰州 730020)

**摘要:** 根据牧草病害诊断和案例诊断的特点, 结合多 Agent 思想, 构建基于多 Agent 的诊断框架结构。分析该诊断系统的诊断过程并用多 Agent 思想进行实现。客户端用户进行诊断数据的远程提交, 服务器端接收数据并进行任务分解, 服务器端根据案例的匹配程度确定采用案例诊断或普通诊断, 并得出诊断结论。

**关键词:** 多 Agent; 牧草病害; 案例; 诊断系统

## Application of Multi-Agent in Disease Diagnosis System

LI Chun-e, CHEN Quan-gong

(School of Pastoral Agricultural Science and Technology, Lanzhou University, Lanzhou 730020)

**【Abstract】** According to the characteristic of the pasture disease diagnosis and case diagnosis, combining the thought of Agent, this paper designs the structure based on multi-Agent, and analyzes the diagnosis process of this diagnosis system. It adopts the thought of multi-Agent to carry out the diagnosis process on the client. Users refer the diagnosis data, server receives data and analyzes the task, according the lever of case matching, the server confirms whether adopt the case diagnosis or adopt the common diagnosis, and gain the diagnosis result.

**【Key words】** multi-Agent; pasture disease; case; diagnosis system

多 Agent 系统(Multi-Agent-System, MAS)是指能进行问题求解, 能随环境改变而修改自身行为, 并能通过网络或其他 Agent 进行通信、交互、协作、协同完成求解同一问题的分布式智能系统。随着人工智能技术的发展, 多 Agent 在模拟人类社会组织结构与社会群体解决问题方面将发挥重要的作用, 同时在诊断性的专家系统方面也有着显著的优点。

### 1 病害诊断系统的特点

本文的系统所解决的是牧草病害的诊断, 由于非生物因素或生物因素是引起植物病害的两大因素, 因此病害被分为非传染性病害和传染性病害。本诊断专家系统是关于牧草的传染性病害诊断, 暂时不考虑非传染性病害。由生物病原物引起的植物病害称为传染性病害, 植物在传染后的症状主要表现在两方面: 病症和病状。

病状是植物感染病后表现的病态, 主要分为: 变色, 斑点, 腐烂, 萎蔫和畸形。病症是病组织上出现的病原物, 主要有: 粉状物, 霉状物, 菌核, 菌索, 粒状物, 毡状物及其斑状物和脓状物或胶状物<sup>[1]</sup>。由于病症表现了病原在质上的特点, 并且相当的稳定, 而且病状反映了植物在病害发生过程中的内部变化, 也是相对稳定的, 因此同时结合病症和病状的特点进行诊断, 很大程度上提高了诊断概率。同时, 植物在被侵染时也需要一个从侵染寄主植物开始到病原物产生繁殖体或发病为止的过程。因此, 植物在这一过程的不同时期, 在病状和病症上的表现会有所差别。为了在诊断数据获取途径“瓶颈”情况下, 使得诊断的过程尽可能完整和诊断结论尽可能接近事实, 本文采用了不确定性诊断和案例诊断相结合的方式<sup>[2]</sup>。

综上所述, 本诊断过程主要从牧草名、发病时期、诊断部位、病害症状、病害病状等因素进行综合诊断, 而且采取

有效的诊断因素并行与串行结合进行诊断。

### 2 多 Agent 在病害诊断系统中的实现

病害诊断的过程可以描述为: 客户端用户诊断数据的远程提交, 服务器端接收到数据并对数据进行初步分析, 服务器端调用诊断功能模块中的具体算法, 最终得出诊断结论, 如果诊断成功, 则输出诊断信息给用户, 如果诊断失败, 则保留诊断的中间结果, 以待以后专家进行确定。本文把这一诊断过程用多 Agent 的思想进行实现, 特别是随着诊断的并行性、数据库内容的扩充和位置的分布性的提出, 这一思想的优越性将更加明显<sup>[3]</sup>。

#### 2.1 诊断系统中多 Agent 的整体结构

本文把诊断过程分为 3 层: 表示层, 业务层和数据层。三者逐层递进、相互联系、协调工作, 共同完成诊断任务。如图 1 所示。

(1)表示层包括数据提交 Agent 和信息反馈 Agent, 主要负责客户端用户诊断数据的提交和服务器端诊断结果的反馈。

(2)业务层包括规划 Agent 和功能 Agent。规划 Agent 包括任务分解 Agent、任务队列 Agent 和任务调度 Agent, 主要是将客户端提交的诊断数据进行分解, 把诊断信息有条理地传给诊断模块进行具体的诊断, 同时为了解决诊断任务的并行执行的问题, 把诊断任务采用队列的形式进行存储, 这就

**基金项目:** 科技部西部专项基金资助项目“西部七省区草业开发与生态建设专家系统”(2003BA901A20)

**作者简介:** 李春娥(1981-), 女, 硕士研究生, 主研方向: GIS 和专家系统的应用; 陈全功, 教授、博士生导师

**收稿日期:** 2007-09-13 **E-mail:** liche05@lzu.cn

存在一个队列任务的调度问题，此问题由任务调度 Agent 根据相应的算法进行任务的调遣，以保证任务执行的并行性。功能 Agent 根据规划层传输过来的任务进行诊断，它包括普通诊断 Agent、案例诊断 Agent 和未果结论保存 Agent，首先考虑采用案例进行诊断，否则再采用普通诊断，本次诊断结论产生时，如果诊断成功则向客户端输出诊断结果，同时将此次诊断结果和案例库中相应结果进行比较，进行相应修正，以保证案例库中结论的科学性。如果诊断失败，则向数据层的动态库中保存此次诊断的中间结果，待专家进行相应的处理。

(3)数据层的 DBMS Agent 主要对底层数据进行管理，核心任务是不断丰富和完善数据库的内容，提供在诊断过程中用到的数据，同时进行诊断结论的修改和保存，以提高数据库特别是知识库和案例库中数据的完善性。另外，本诊断专家系统的知识表示主要包括基础库、动态库和案例库。基础库<sup>[4]</sup>包含基础数据库、基础知识库和媒体库。动态库包含动态数据库和动态知识库。基础库中存储的是已经过专家确认的数据库和知识库，动态库中存储的是在诊断过程的中间结果或用户从客户端提交的新的数据和知识。媒体库中存放的是用户或专家存储的植物病害的图片或视频资料，它目前主要是辅助诊断数据。案例库存储的是直接作为诊断标准的历史数据，它由专家和诊断结果中产生的新的案例数据确定。

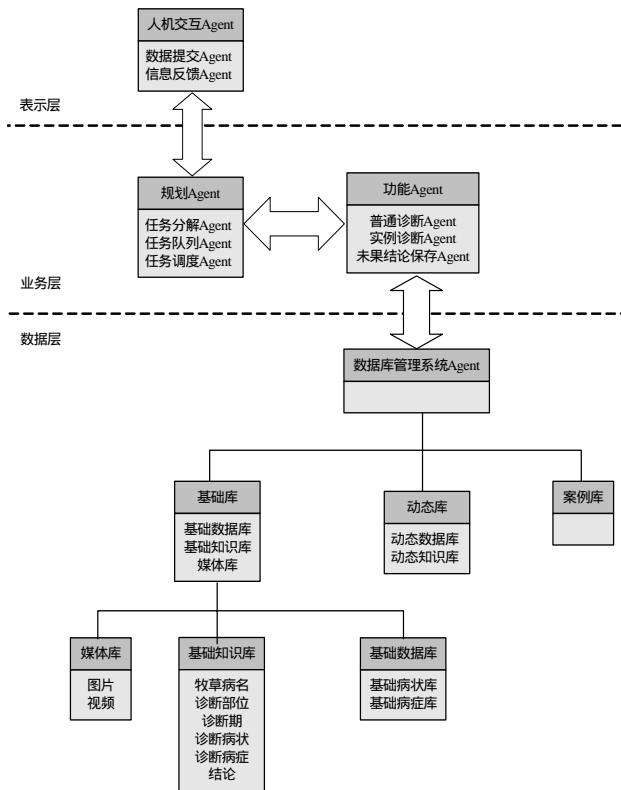


图1 多 Agent 的整体结构

## 2.2 具体诊断过程

整个诊断过程包括：

- (1)客户端诊断数据的提交；
- (2)服务器端诊断数据的分析和诊断；
- (3)客户端反馈诊断结论及用户评价。

本文结合多 Agent 的结构图对诊断过程进行了详细的描述，从而对各个 Agent 的功能有了具体的认识。具体的诊断流程如图2所示。

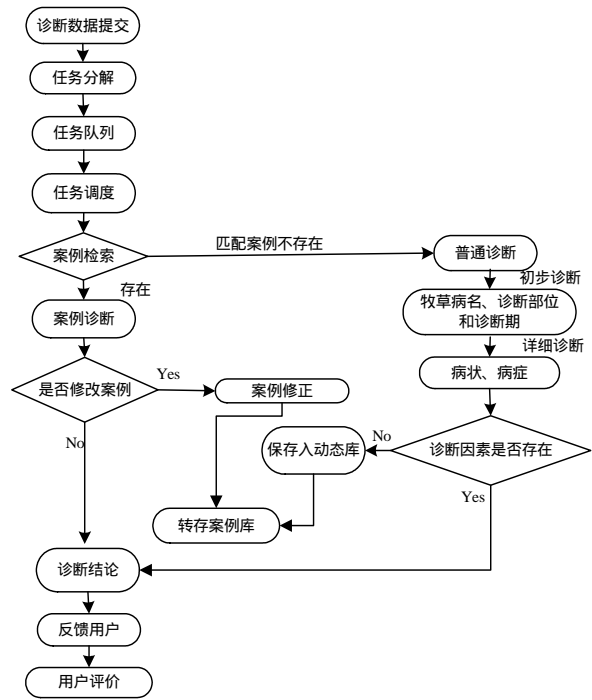


图2 诊断流程

### 2.2.1 客户端诊断数据的提交

当用户提出诊断需求时，从客户端提交诊断数据，这主要由数据提交 Agent 来完成。它提示用户按照系统设计好的结构和步骤进行数据的填写，填写内容主要包括：牧草名称，诊断时期（即牧草的生长期），诊断部位，病害症状和病症，CF 值，病害照片信息和备注说明信息等。CF 值根据病害的表现程度分为不明显、明显、很明显 3 个程度，相应的 CF 值为 0.5, 0.7, 0.9，这是诊断结论可信度计算的参数<sup>[5]</sup>。

### 2.2.2 服务器端诊断数据的分析和诊断

服务器端在接收到诊断信息时，要按照诊断任务分解数据，把分解的数据入队，具体的诊断模块算法根据任务队列的状态进行诊断。

(1)任务分解 Agent：分解的原则是针对诊断对象的结构和特点进行分解，在本文的牧草病害诊断中，把牧草名称、诊断部位和诊断期作为高层任务，而病害症状和病症信息作为低层任务<sup>[6]</sup>。

(2)任务入队 Agent：根据任务分解的结果，把每个任务按照先后顺序进入队列，这个队列是和诊断顺序相应的，而且同一时刻可以进入多个待诊断任务，因此，诊断模块调用每个任务时，要根据它们当前的状态（静止态、就绪态、阻塞态和运行态）进行，这就存在一个状态之间的转化。静止态指没有被诊断模块调用的任务，只是停留在磁盘上，就绪态指被诊断模块调用，但还处于后续队列。阻塞态指本身需要等待一个条件激活才能运行的任务，而阻塞态被激活后就恢复到运行态。

(3)任务调度 Agent：根据各任务在队列中的当前状态和诊断模块算法执行的情况进行任务的调度。这里需要确定任务的调度算法，根据任务入队的先后情况和诊断算法中任务的优先权进行任务的调度。既保证了单个任务的串行执行，同时也保证了多个诊断任务的并行执行。

在诊断任务请求时，功能 Agent 中首先考虑案例诊断，先根据待诊断数据检索案例库中对应的案例，如果有匹配的就直接采用案例诊断，如果没有匹配的，就采用普通诊断。

(4)案例诊断 Agent 包括：案例检索与匹配 Agent，案例诊断 Agent 和修正与重用案例 Agent<sup>[7-8]</sup>。

(5)案例检索与匹配 Agent：案例检索结果的优劣直接影响案例的重用与修改。案例的检索与匹配是根据匹配算法进行运算的，而匹配算法常常是根据待诊断数据和案例的特征值进行计算和比较得出两者的相似度来衡量两者的匹配程度。考虑到算法的简单实用性，这里用最相邻算法作为匹配算法，但还需考虑相似程度多大时才算匹配成功。

(6)案例诊断 Agent：如果匹配成功，案例中显示的结论就作为本次的诊断结论，并且将匹配的相似度作为衡量这一结论的可信程度。

(7)修正与重用案例 Agent：如果待诊断数据比案例计算的可信度高，则理论上说明待诊断数据比案例中的数据更加完善，需要对原案例进行修正。一般修正案例时要先保存可信度高的结论到动态库中，待专家最终确认后再存入案例库中并替换原案例。如果待诊断数据比案例计算的可信度低，放弃新诊断结论的保存，但是和此次待诊断数据相比，原案例中没有的数据要存入动态库中，待专家确认分类后存入基础库中。每次诊断完后，不管诊断成功与否都要吸取本次诊断中的新内容补充原有的案例库或知识库，使得数据层的内容在系统运行与维护的过程中不断丰富和完善，为今后的诊断提供更加科学的依据。

(8)普通诊断 Agent：在案例匹配不成功时，考虑用普通诊断算法。此普通诊断过程采用的是串行与并行相结合的方式<sup>[9]</sup>。根据诊断牧草名称、诊断期和诊断部位并行诊断，初步确定诊断的范围，根据牧草病害病状和病症数据进行具体的诊断。最后得到的结论可能是几个可信度不同的诊断结果。把相应的诊断结论和可信度都输出给用户，同时把相应媒体库中的数据也输出给用户，辅助用户进行最后的诊断确诊。如果本次诊断结论的可信度比知识库中的高，就先把结论存入动态库中，待专家确认后再存入知识库中。

在普通诊断中还有另外一种情况：知识库中没有和待诊断数据相匹配的数据，认为此诊断知识在知识库中不存在，本次诊断失败，同时保存待诊断数据到动态库中，待专家确认后再存入知识库。

### 2.2.3 诊断结论及用户评价的反馈

本文的诊断过程中都有权值  $CF$  的参与，不管是哪种诊

断途径提交的诊断结论，都带有一个可信度值和阈值。提供可信度只是用户最终确诊的参考因素。用户根据结论和辅助信息，最终确定诊断结论并且向服务器提交确诊信息。这个信息可作为知识库更新的一个重要参考数据。

### 3 结束语

本系统的诊断过程中使用的具体算法还有很多缺点。由于用户的认知程度和专业程度不同，在诊断过程中输入的  $CF$  值带有很大的主观性和盲目性。对于中间结果和最终的诊断结论的存储都需要专家的参与，无疑增加了专家的负担，也影响了诊断的实时性，该系统与理想的智能专家系统还有很大距离。本文引入了其他非病害诊断系统的技术和思想，并结合病害诊断自身的特点，构建了牧草病害诊断的基本框架，由于技术本身和个人认识的缺陷，还存在不少问题，今后还需要做更多的工作以逐步完善。

### 参考文献

- [1] 刘若. 草原保护学第三分册——植物病理学[M]. 2版. 北京: 中国农业出版社, 1998.
- [2] 向艳, 王洪元. 基于模糊推理模型的专家系统的研究与应用[J]. 计算机工程, 2005, 31(10): 180-187.
- [3] 陈真勇, 永勇, 褚福磊, 等. 多 Agent 故障诊断原型系统研究[J]. 中国机械工程, 2002, 13(13): 1084-1088.
- [4] 付炜. 基于知识表示的 DDES 辅助决策系统的结构设计[J]. 地理科学, 2006, 26(1): 52-57.
- [5] 何勇, 宋海燕. 基于神经网络的作物营养诊断专家系统[J]. 农业工程学报, 2005, 21(1): 110-113.
- [6] 孙宇, 彭强, 张晓阳, 等. 基于混合结构树的故障诊断技术研究[J]. 计算机集成制造系统, 2005, 11(7): 1030-1033.
- [7] 赵卫东, 李旗号, 盛昭瀚. 基于案例推理的决策问题求解研究[J]. 管理科学学报, 2000, 3(4): 29-36.
- [8] 王玉, 邢渊, 阮雪榆. 基于事例的推理循环中人工神经网络和遗传算法的 4 种应用模型[J]. 上海交通大学学报, 2003, 37(2): 202-204.
- [9] 秦俊奇, 曹立军, 王兴贵. 基于多 Agent 混合推理的故障诊断方法[J]. 计算机工程, 2006, 32(9): 44-46.

(上接第 181 页)

### 参考文献

- [1] Kennedy J, Eberhart R C. Particle Swarm Optimization[C]//Proc. of IEEE International Conference on Neural Networks, IV. Piscataway, NJ, USA: IEEE Service Center, 1995: 1942-1948.
- [2] 刘靖明, 韩丽川. 粒子群优化 K 均值的混合聚类算法研究[J]. 中国管理科学, 2004, 12(专辑): 96-99.
- [3] 刘向东, 沙秋夫, 刘勇奎. 基于粒子群优化算法的聚类分析[J]. 计算机工程, 2006, 32(6): 201-202.
- [4] Jain A K, Murty M N, Flynn P J. Data Clustering: A Survey[J]. ACM Computer Survey, 1999, 31(3): 264-323.
- [5] Macqueen J. Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations[C]//Proceedings of the 5th Berkeley Symposium on Mathematics Statistic Problem. California, Berkeley, USA: [s. n.], 1967: 281-297.
- [6] 樊玮. 粒子群优化方法及其实现[J]. 航空计算技术, 2004, 34(3): 39-42.