

文章编号: 1672-2892(2012)02-0237-05

基于云模型的选煤厂 CIMS 环境下数据融合

范大鹏^a, 王雪丹^b, 李 丹^a

(黑龙江科技学院 a.计算机与信息工程学院; b.电气与信息工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150027)

摘 要: 结合数据融合综合处理信息的特点和云模型定性定量相结合的信息处理方法, 分析了选煤厂计算机现代集成制造系统(CIMS)环境的特点, 提出了选煤厂 CIMS 环境下数据融合的体系结构, 详细分析了 3 个分系统基于云模型的数据融合过程, 创建了各个分系统云模型数据融合的模型图, 同时提出了各个分系统的数据融合采用的方法及其云模型算法。通过算法仿真实验表明选煤厂采用云模型数据融合的方法对其控制生产过程有较大改进。

关键词: 云模型; 数据融合; CIMS 环境; 云神经网络; 云遗传算法

中图分类号: TN911.22; TP18

文献标识码: A

CIMS environment data fusion of coal preparation plant based on cloud model

FAN Da-peng^a, WANG Xue-dan^b, LI Dan^a

(a.School of Computer and Information Engineering; b.School of Electrical Engineering, Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin Heilongjiang 150027, China)

Abstract: According to the characteristics of data fusion integrated treatment information and cloud model combining qualitative and quantitative information processing method, coal preparation plant Computer Integrated Manufacturing Systems(CIMS) environment is analyzed, and data fusion architecture of coal preparation plant CIMS environment is proposed. Data fusion process of three subsystems based on cloud model are analyzed and their model diagrams are established. Data fusion approach and cloud model algorithm of each subsystem are proposed. Simulation results indicate that the cloud model can improve the control on the production process by data fusion method.

Key words: cloud model; data fusion; Computer Integrated Manufacturing Systems; cloud neural network; cloud genetic algorithm

计算机现代集成制造系统(CIMS)核心是“集成”, 其集成特性主要包括人员集成、信息集成、功能集成和技术集成等^[1], 由于选煤厂具有高度的生产集成化特点, 应用 CIMS 对生产的均衡性、稳定性、及时性具有十分重要的意义。数据融合就是数据的集成, 对所关心的目标进行检测、关联、跟踪、估计和综合等多级多功能处理, 以更高的精度、较高的概率或置信度得到所需要的设备工作状态和生产效率估计, 以及完整、及时地生产综合估计, 为决策层提供有用的决策信息^[2]。云模型是用自然语言值表示的定性概念与定量数据表示的不确定性转换模型, 主要反映客观世界中事物或知识中的感官模糊性和随机性, 为定性定量相结合的信息处理提供了新方法^[3]。采用数据融合思想设计 CIMS 系统可以提高系统的信息集成化程度, 数据融合与云模型结合可以更好地解决融合过程中算法的效率问题。本文将云模型和数据融合思想相结合, 应用到选煤厂 CIMS 集成环境中, 设计出了选煤厂 CIMS 环境下数据融合整体结构, 同时对各个分系统采用云模型的方法设计出解决不同问题的算法。

1 云模型

设 U 是 1 个用精确数值表示的定量论域, $X \subseteq U$, T 是 U 空间上的定性概念, 若元素 $x(x \in X)$ 对 T 所表达的定性概念的隶属确定度 $C_T(x) \in [0, 1]$ 是 1 个有稳定倾向的随机数, 则概念 T 从论域 U 到区间 $[0, 1]$ 的映射在数域空间的分布, 称为云。 $C_T(x)$ 在 $[0, 1]$ 上取值, 云是从论域到区间 $[0, 1]$ 的映射, 即: $C_T(x): U \rightarrow [0, 1], \forall x \in X(X \subseteq U), x \rightarrow C_T(x)$ 。从云的基本定义可看出, 论域 U 上的概念 T 从论域 U 到区间 $[0, 1]$ 的映射是一对多的关系, 即论域中

某1个元素与它对概念 T 的隶属度之间的映射是一对多的关系,而不是传统模糊隶属函数中的一对一的关系^[3]。

正态云发生器^[3]其算法步骤如下:

- $x_i = G(Ex, En)$, 其中 x_i 为云滴机, G 为云发生器, Ex 为期望值, En 为熵;
- $En_i' = G(En, He)$, 其中 En_i' 为实际云参数, He 为超熵;
- 计算 $\mu_i = \exp[-(x_i - Ex)^2 / 2En_i'^2]$, 其中 μ 为权值。

X 条件云发生器算法步骤如下:

- $En_i' = G(En, He)$;
- $\mu_i = \exp[-(x - Ex)^2 / 2En_i'^2]$, 令 (x, μ_i) 为云滴。

Y 条件云发生器算法步骤如下:

- $En_i' = G(En, He)$;
- $x_i = Ex \pm \sqrt{-2\ln(\mu)En_i'}$, 令 (x_i, μ) 为云滴。

2 选煤厂 CIMS 环境

以杏花选煤厂为例,考虑到选煤厂生产过程集中和经营管理的特点,也考虑到选煤厂现有的组织结构和功能需求,杏花选煤厂 CIMS 控制结构见图1,分为3层^[1]:工厂层、调度层和车间层,其中车间层包括设备层。选煤厂 CIMS 控制结构与美国国家标准的5层阶梯控制结构相比少了2个层,这是由选煤厂生产经营的特点决定的。选煤厂 CIMS 和一般连续制造业 CIMS 以及离散制造业 CIMS 三者阶梯层次之间的对应关系有所不同,连续制造业的调度层与离散制造业的工厂层、车间层和单元层3个层次相对应,这说明调度层在连续制造业中占有重要地位。调度层在选煤厂生产活动中的承上启下的关键作用,体现了选煤厂 CIMS 的特点,同时也体现了连续制造业 CIMS 的特点^[2]。

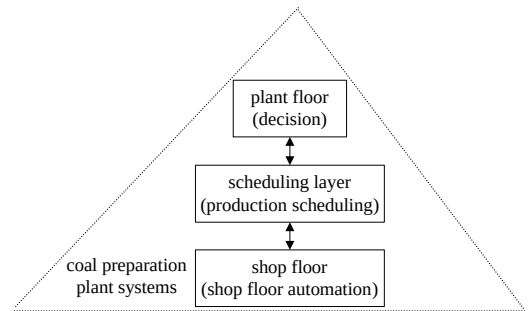


Fig.1 Step control structure of XingHua Preparation
图1 杏花选煤厂阶梯控制结构

3 数据融合

3.1 数据融合模型

按照美国实验室理事联合会(Joint Directors of Laboratories, JDL)数据融合工作组提出的模型,将其用于对数据融合功能进行划分^[3],在所有这类方法中,它的应用最为广泛。JDL 模型将功能划分为图2中融合层次,从而能够有效区别“目标优化”、“态势估计”、“效果评估”和“过程优化”等各种数据融合处理。

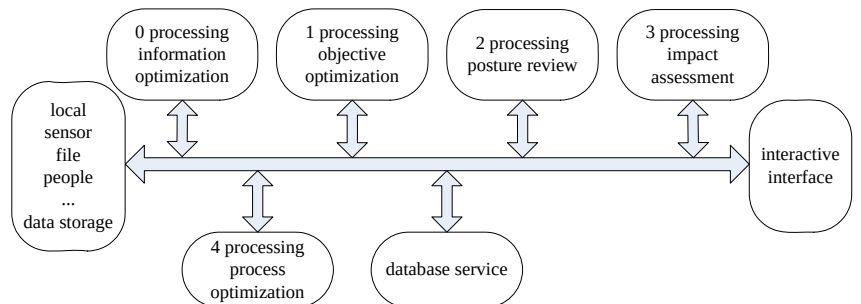


Fig.2 JDL data fusion model
图2 JDL 数据融合模型

3.2 选煤厂 CIMS 环境下数据融合体系结构

CIMS 控制生产过程数据融合见图3,可看到车间自动化分系统对应传感器融合和检测诊断这2个过程。检测诊断过程负责处理从车间自动化分系统提取的滤波信号,并加以特征提取定位,传感器融合这个过程通过对传感器信号处理,提取或观测传感器的

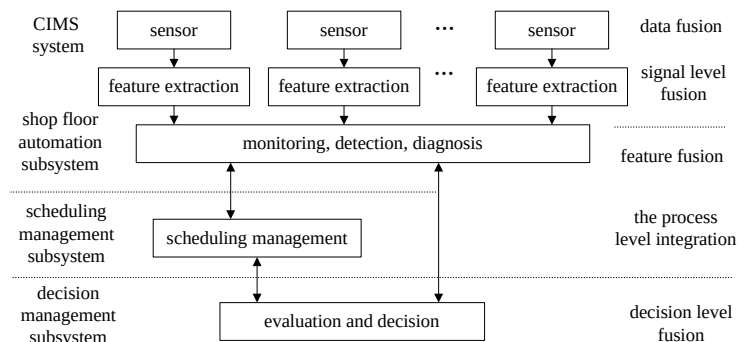


Fig.3 Data fusion of controlling production process
图3 CIMS 控制生产过程数据融合

滤波信号,并将滤波后的信号传递给车间自动化分系统的检测诊断过程。调度管理分系统包括1个过程,即调度管理过程,该过程负责调度管理系统的各种行为,并将各种行为付诸行动,该过程提供全系统的控制功能,该系统将检测结果传递给决策管理分系统。决策管理分系统负责对检测和诊断的结果评价,同时做出全局决策,并将决策方案传递给调度管理分系统中的调度管理过程,对系统控制,优化调节系统的综合效能。

从图3可看到车间自动化分系统对应信号级融合和特征级融合这2个过程;调度管理分系统对应过程级融合,这是选煤厂 CIMS 环境的核心部分;决策管理分系统对应决策级融合。

4 基于云模型的选煤厂 CIMS 环境下分系统数据融合研究

4.1 车间自动化分系统数据融合

4.1.1 数据融合过程

车间自动化分系统数据融合过程见图4,车间自动化分系统数据融合主要是针对设备的检测和诊断。

4.1.2 云神经网络故障检测与诊断

云神经网络算法描述见文献[4]。针对设备检测和诊断的特点,图5给出了设备检测和诊断的方法,其中 x 为输入变量,CG为云发生器, f 为进化函数, θ 为阈值, λ 为遗传因子, ys 为输出变量。

融合过程首先从多个传感器提取设备状态的运行信息,并对信息预处理,其中最小二乘融合方法可以采用Kalman滤波、最优值理论、似然估计等方法^[5-6];然后对局部信息进行融合,主要采用云神经网络的方法,得到单一和复合的初步检测和诊断证据;再对单一和复合的初步检测和诊断证据应用云模型评价理论进行融合,得到部分检测和诊断证据;最后综合决策层进行总的融合处理。基于云神经网络的系统故障检测与故障诊断过程为:首先利用逆向云算法,得到各个参数的云模型数字特征值;再使用参数数据进行训练,得到用于进行故障检测与故障诊断的网络结构;然后使用其余的参数数据对已得到的网络结构进行验证和考核。

4.2 调度管理分系统数据融合

4.2.1 数据融合过程

图6中调度管理分系统的数据融合过程是在车间自动化分系统的基础上应用调度和集成控制的方法对选煤厂设备进行调度管理。

4.2.2 云遗传算法调度优化

云遗传算法描述见文献[7],文献[1]给出了应用自适应遗传算法的例子,对该例子做适当修改,基本遗传算法(Genetic Algorithm, GA)、云遗传算法(Cloud Genetic Algorithm, CGA)、自适应遗传算法(Adaptive Genetic Algorithm, AGA)、云自适应遗传算法(Cloud Adaptive Genetic Algorithm, CAGA)的进化次数和最大效益的结果见图7。

4.3 决策管理分系统数据融合

4.3.1 数据融合过程

图8给出了决策分系统数据融合的过程,看出决策过程也是先对单一项进行评估,然后对单元项进行单元评估,最

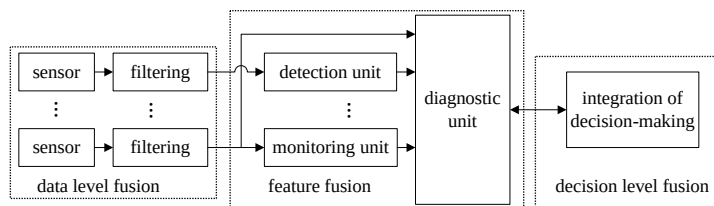


Fig.4 Data fusion process of plant automation sub-system

图4 车间自动化分系统数据融合过程

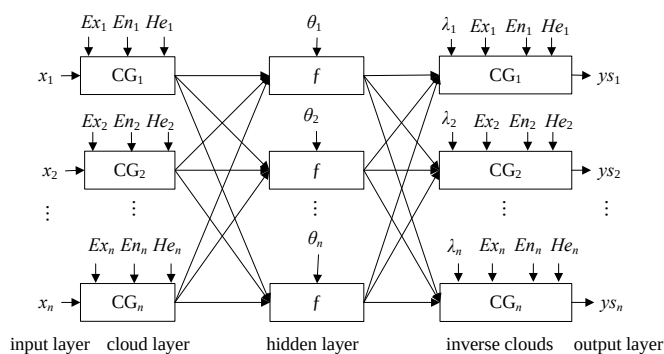


Fig.5 Topology of cloud neural network

图5 云神经网络拓扑结构

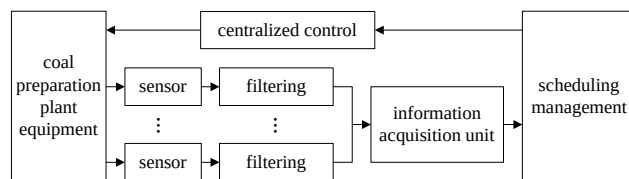


Fig.6 Data fusion process of scheduling management sub-system

图6 调度管理分系统数据融合过程

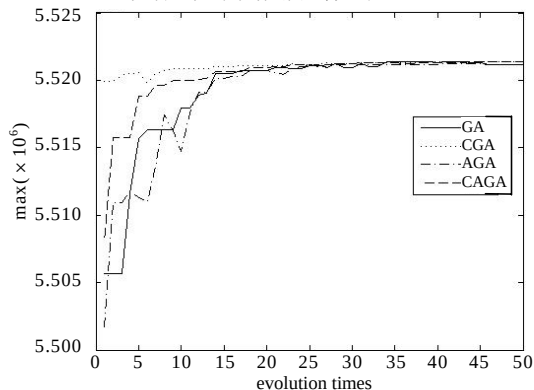


Fig.7 Comparison of the four genetic algorithms

图7 四种遗传算法的运行比较结果

后对单元评估汇总,进行融合总的评估和决策。

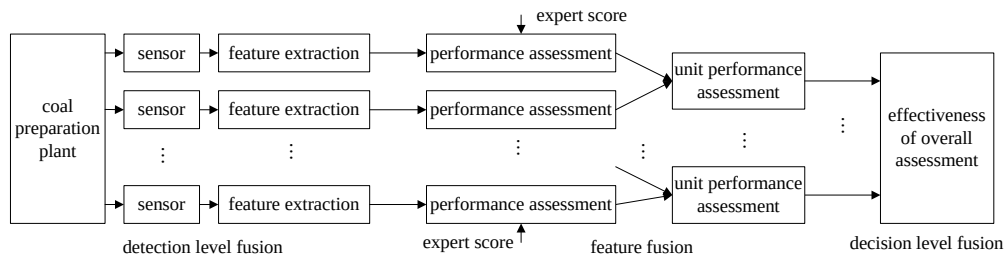


Fig.8 Data fusion process of decision-making sub-system

图8 决策分系统数据融合过程

4.3.2 云模型效能评估

图9是采用云模型的思想对选煤厂综合效能的评估过程。

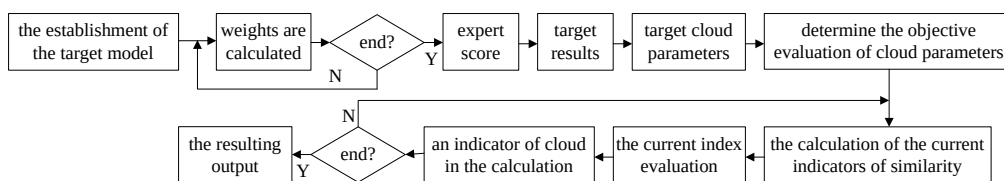


Fig.9 Data fusion algorithm by using cloud model evaluation

图9 采用云模型评价数据融合算法过程

根据效能评估数据融合模型分析,可以看出云模型评估算法包括^[8]:

- 目标模型的建立:该过程是给评估提供评估参数;
- 计算权值:权值代表各个指标相对它的上一级指标的重要程度,采用层次分析法求得;
- 专家评分并建立评分范围:该过程根据专家对每一个具体指标进行评价的结果建立;
- 由专家评分、相似度算法和逆向云算法,求得实际评价云模型;
- 根据c)建立指标评价云模型;
- 计算各个指标的相似度,求得当前指标的相似度,并给出评价;
- 计算上一级的综合云模型。该过程根据当前级的云模型指标由综合云求解算法求得;
- 输出评价结果。

图10为效能评估结果。

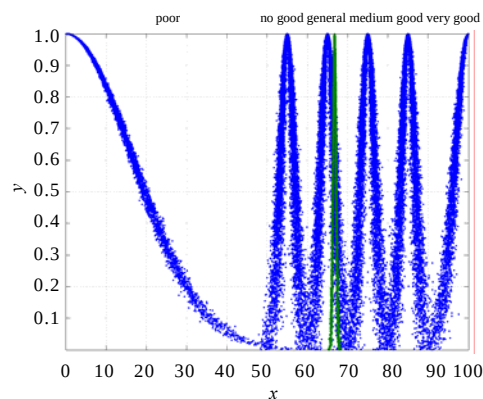


Fig.10 Performance evaluation results

图10 效能评估结果

5 结论

本文从基于云模型的数据融合的思想出发,分析了选煤厂CIMS的特点,结合CIMS环境和数据融合思想设计出了选煤厂CIMS环境下的数据融合体系结构,分别对车间自动化分析系统、调度管理分系统、决策管理分系统给出了数据融合过程并分析了各个分系统采用云模型思想的融合方法,给出了各个分系统数据融合的过程图。通过对选煤厂CIMS环境及各个分系统的云模型数据融合过程的详细分析,可以看出杏花选煤厂CIMS环境下采用云模型数据融合的思想是可行的。随着数据融合技术从军事应用逐步转向民用,选煤厂应用云模型数据融合技术将会不断地发展,选煤厂的设计理念将会会有一个根本的转变。

参考文献:

- [1] 郭西进. 选煤厂CIMS环境下管理信息系统的分析、设计、应用[M]. 北京:中国矿业大学出版社, 2003. (GUO Xijin. Preparation CIMS environment management information system analysis, design, application[M]. Beijing: China University of Mining Press, 2003.)

- 作者简介:



王雪丹(1956-),女,哈尔滨市人,教授,博士,主要研究领域为控制理论.

李 丹(1982-), 女, 哈尔滨市人, 工程师, 主要研究领域为人工智能。

[illegible]

IEEE
NANO
Nanotechnology Enabled
NEMS 2013

The 8th Annual IEEE International Conference on

Nano/Micro Engineered and Molecular Systems

April 7-10, 2013, Suzhou, China

Abstract Deadline: October 15, 2012

General Chair
Haixia Zhang Peking University

General Co-Chairs
Chang-Jin Kim University of California, Los Angeles
Lining Sun Soochow University

Technical Program Chair
Yuelin Wang Shanghai Institute of Microsystem and Information Technology, CAS

Organization Chair
Zheng Cui Suzhou Institute of Nanotech and Nanobionics, CAS

Conference Scope

1. Nanophotonics
2. Nanomaterials
3. Nanomedicine
4. Nanobiology, Nano-bio-informatics
5. Molecular Sensors, Actuators, and Systems
6. Carbon Nanotube and Graphene based Devices and Systems
7. Microfluidics and Nanofluidics
8. Micro and Nano Heat Transfer
9. Micro and Nano Fabrication
10. Nanoscale Robotics, Assembly, and Automation
11. Micro and Nano Sensors and Actuators
12. Integration of M/NEMS

