

ERP 系统多源异构数据融合的企业运营决策优化技术

王佩瑶

尼卡光学(天津)有限公司

DOI:10.32629/ej.v9i8.3611

[摘要] 目的: 针对企业ERP系统存在多源异构数据割裂、数据利用率低、运营决策滞后且精准度不足的行业痛点,本文采用多层级数据融合算法和语义对齐技术,构建ERP数据融合与决策优化仿真模型。方法: 以企业生产、库存、财务三类核心运营数据为研究对象,开展数值模拟与实例验证。结果: 该技术可以有效地消除数据孤岛,提高数据融合的准确率和决策的响应速度。结论: 研究可以给企业智能化运营决策、数字化管理升级提供技术参考和实践支持。

[关键词] ERP系统; 多源异构数据; 数据融合; 运营决策优化

中图分类号: TP391.4 文献标识码: A

Technology for Enterprise Operation Decision Optimization Based on Multi-source Heterogeneous Data Fusion of ERP Systems

Peiyao Wang

Nika Optics (Tianjin) Co., Ltd.

[Abstract] Objective: To address industrial pain points of enterprise ERP systems including isolated multi-source heterogeneous data, low data utilization efficiency, delayed operation decision-making and insufficient decision accuracy, this paper constructs a simulation model integrating ERP data fusion and decision optimization by adopting multi-level data fusion algorithms and semantic alignment technology. Methods: Taking three core operational datasets of enterprises—production, inventory and financial data—as research objects, numerical simulation and practical case verification are carried out. Results: The proposed technology can effectively eliminate data silos, improve the accuracy of data fusion and accelerate the response speed of decision-making. Conclusion: This research provides technical references and practical support for enterprises to realize intelligent operational decision-making and digital management transformation and upgrading.

[Key words] ERP system; multi-source heterogeneous data; data fusion; operational decision optimization

引言

数字化转型时期,企业ERP系统同生产、仓储、财务、客户等各个业务模块对接,产生大量的结构、格式、口径不同的异构数据,数据碎片化问题严重地影响了运营决策的实时性以及科学性。传统的数据处理技术不能很好地实现多源数据的高效融合,不能满足精细化运营决策的需求。本文以ERP多源异构数据融合核心技术为研究对象,建立仿真分析模型,研究数据融合对企业的运营决策产生怎样的影响,总结出关键技术及控制手段,为企业智能决策的落地提供技术支持。

1 ERP多源异构数据融合基础概况

1.1 多源异构数据生成条件

企业ERP系统在长期的运行过程中,逐渐把MES、WMS、CRM、SCM等外围业务系统集成起来,由于各个系统建设时期、技术选择、业务目标不同,在数据采集维度上存在明显差别,MES以工序

级实时生产参数为主,WMS关注库存周转和库位状态,CRM则以客户行为和销售过程为中心^[1]。各个系统存储格式包括关系型数据库的结构化二维表、半结构化的XML/JSON日志文件、非结构化的图纸、视频监控和合同文档,编码标准也存在GB2312、UTF-8、ASCII以及企业内部自定义码制混杂的情况,造成结构化、半结构化、非结构化并存的数据体系^[2]。

与企业生产运营全流程中动态数据更新频率不同,生产执行数据毫秒级刷新,财务结算数据日终批量同步,供应链物流数据随节点触发式上报,再加上各业务部门独立采集、分散存储的管理惯性,造成同一实体的属性在不同的系统中出现命名冲突、单位不一致、精度不同的情况。时间维度上的异步更新和空间维度上的分布存储,又进一步加大了数据的异构性、分散性,最终形成ERP多源异构数据融合所要面对的基础场景条件。

1.2 决策优化技术应用条件

企业数字化转型不断深入,精细化运营、敏捷决策成为主要的竞争要求,给数据融合和决策优化技术的落地赋予了具体的业务场景支撑^[3]。生产排程优化、库存动态调整、供应商协同预测等典型管理场景中,管理者不再满足于单一系统的统计报表,而需要进行跨系统关联分析来发现产供销全链路中的隐性联系和瓶颈节点。大数据处理框架Apache Spark、Flink的成熟,使TB级异构数据的批流一体化清洗、转换、加载成为可能;基于本体的语义映射技术和机器学习驱动的实体解析算法可以很好地解决跨系统字段同名异义、同义异名等问题,达到异构数据标准化对齐和特征融合的目的^[4]。

企业ERP系统在硬件上完成算力升级,高性能计算集群和内存计算架构支撑起大规模数据的实时处理需求;软件方面数据治理体系逐步健全,元数据管理、主数据管理、数据质量监控等模块相继建立起来,给批量离线分析、实时流式处理以及多目标优化、数字孪生仿真等决策模型的稳定运行提供坚实的基础和制度保障,使数据融合由技术验证转向规模化应用成为可能。

2 数据融合对运营决策的主要影响及优化技术措施

2.1 对企业运营决策的主要影响

多源数据割裂造成企业运营决策处在“数据失真”和“信息时滞”的双重困境之中^[5]。由于各个业务系统独立维护数据副本,同一个物料编码在ERP和WMS中不一致,同一个订单状态在CRM和MES之间存在时间差,造成生产排程所依据的库存可用量不准、成本核算分摊的人力工时与实际不符、采购计划所参考的销售预测落后于市场波动。在碎片化的信息输入之下,决策层很难把握产供销联动的真实全貌,从而产生产能过剩与缺料待产并存、安全库存冗余与紧急调货频繁共生的资源配置扭曲现象,严重损害企业运营效率和应变能力。

2.2 决策优化关键技术措施

针对ERP数据异构性强、融合粒度粗、决策适配性差等核心痛点,关键优化措施要从数据预处理、融合算法到决策联动形成三层递进式技术闭环。第一层为数据预处理和标准化清洗,对于各个源系统的空值、异常值、格式不一致等问题,用规则引擎和机器学习相结合的方法,制定字段映射模板完成单位换算、码值转义,用缺失值插补算法和离群点检测机制剔除噪声数据,输出统一字段语义、统一精度口径的标准化中间数据集。第二层为分层融合算法的深度整合,对标准化数据按业务主题进行分层处理,在原子层使用主数据匹配和实体消歧技术合并同一物料、供应商、客户等核心实体,在汇总层使用时序对齐和关联规则挖掘将生产工单与质量检测记录、设备维保日志进行业务链拼接,在分析层使用数据立方体和多维特征融合生成支持不同决策粒度的宽表模型,实现从细粒度明细到粗粒度汇总的灵活切换。

第三层就是数据-决策联动模型的建立,把融合后的宽表数据集同生产排程优化器、库存动态补货模型、财务盈利分析引擎等决策模块对接起来,创建起一个可以随意更改的决策规则

库,使融合的数据按照业务约束以及目标函数来实时调整决策参数。同时用反馈机制把决策执行结果回写到融合模型里,不断校验数据权重和关联强度,形成“数据融合-决策推演-执行反馈-模型迭代”的闭环优化链条,保证融合结果始终和运营决策需求相匹配,从而降低由于数据失真而造成的决策风险。

3 数据融合与决策优化仿真模拟分析确定

3.1 仿真模型

本文根据数据层、特征层、决策层三级融合架构来建立ERP多源异构数据融合仿真模型,选用数据融合准确率、决策响应时长、资源配置优化率这三个主要评价指标。模型用语义对齐算法来完成异构数据格式的统一和冲突修正,用张量分解算法提取出多源数据的核心特征,再利用智能决策算法对运营方案进行迭代优化。模型以企业真实的ERP运营数据集为依托,模拟出多种场景下数据融合的效果以及决策优化的效果,可以准确地量化出技术应用的价值,给之后的数值模拟和技术验证提供模型的支持。

3.2 数值模拟参数

为了保证仿真试验结果的科学性、客观性以及可量化性,要依靠标准化评价指标和数学公式来设定参数、进行数值模拟运算。本文根据ERP多源异构数据融合的特点以及企业运营决策评价的需求,选取数据融合精准度、决策响应速度、资源优化效益这三个主要方面来创建评价体系。根据定义规范化计算公式、统一模拟参数标准的方法,来消除主观试验误差,给多场景对比仿真、数据结果分析提供统一的量化依据,具体指标公式和参数定义如下。

(1) 数据融合准确率(P):

$$P = \frac{N_{\text{correct}}}{N_{\text{total}}} \times 100\%$$

式中 N_{correct} 为有效融合数据量, N_{total} 为待融合总数据量,用于衡量异构数据融合精准度。

(2) 决策响应时长(T):

$$T = T_2 - T_1$$

式中 T_1 为数据采集完成时间, T_2 为决策方案生成时间,反映决策实时性。

(3) 资源配置优化率(R):

$$R = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \times 100\%$$

式中 C_0 为优化前资源损耗成本, C_1 为优化后资源损耗成本,表征决策优化效益。基于上述公式设置仿真参数,完成多组场景数值模拟运算。

3.3 技术阶段划分

根据ERP数据融合与决策优化全流程,把技术应用分成三个大的阶段。第一阶段是数据预处理阶段,对多源异构数据进行清洗、去重、格式标准化、缺失值补全,消除原始数据误差;第二阶段是分层数据融合阶段,依次完成数据层整合、特征层提取、

决策层聚合,实现多源数据深度融合;第三阶段是决策优化迭代阶段,以融合后的高质量数据为动力,推动运营决策模型的运算,动态调整生产、库存、成本控制方案,形成“数据处理-融合分析-决策优化”的技术链条。

3.4数值模拟分析

为了检验本文ERP多源异构数据融合技术对运营决策的影响效果,设置传统数据处理模式为对照组、本文技术为实验组,控制数据体量、业务场景等变量一致,围绕三大核心指标进行多组数值模拟试验,通过对比分析两组试验数据来验证技术的可行性与优越性,具体模拟数据如下表所示。

表1 多场景数值模拟试验指标对比数据表

试验场景	数据融合准确率(%)	决策响应时长(s)	资源配置优化率(%)
传统数据处理模式	82.36	12.68	10.25
本文数据融合技术模式	96.82	4.35	28.63

4 技术控制措施实施效果

4.1现场监测数据

为了检验技术落地应用的效果,选择某制造企业ERP系统作为实践场景,创建起数据监测体系,对技术落地前后数据融合质量、决策速度、运营效益主要指标展开持续监测,获取企业真实的运营数据,形成实测数据集,客观体现技术应用实际落地效果,现场监测数据如下表所示。

表2 技术实施前后现场监测核心指标数据表

监测阶段	数据融合准确率(%)	月度决策失误次数(次)	企业运营成本损耗率(%)
技术实施前	81.53	5.8	18.36
技术实施后	95.97	1.2	9.82

4.2实施效果评价

根据现场监测数据可知,本文所研发的ERP多源异构数据融合和决策优化技术落地之后,企业的数据融合准确率得到明显提高,很好地解决了多源数据异构、冲突、利用率低等问题。同

时月度决策失误次数明显减少,运营成本损耗率大幅度下降,充分说明该技术可以很好地改善企业经营决策模式,提高决策的科学性以及精准度。从总体上讲,该技术适合于企业ERP系统数字化运营场景,落地性好、实用性高,可以有效地帮助企业降本增效、实现智能化决策升级,具有良好的工程应用和推广价值。

5 结论

本文就ERP系统多源异构数据融合问题及企业运营决策优化需求展开研究,创建三级数据融合仿真模型,整理出标准化预处理、分层数据融合、动态决策优化这三个主要技术,明确技术实施流程以及各个阶段的划分。经过数值模拟和现场实试验证,该技术可以大大改善ERP数据融合质量以及决策响应速度,改善企业资源配置、减少运营损耗。研究解决了传统ERP数据处理和决策模式的不足之处,可以给各个企业ERP系统的智能化升级、数据驱动的运营决策优化提供理论和技术上的参照。

[参考文献]

[1]王晓,王雷,孟令伟.刍议新型电力系统多源异构数据融合技术[J].仪器仪表用户,2024,31(8):70-72+75.

[2]罗弦,新型电力系统多源异构数据感知传输与实时计算关键技术及应用.湖北省,国网湖北省电力有限公司信息通信公司,2023-11-02.

[3]范朝阳.智能工厂边缘侧多源异构数据集成研究与应用[D].北京交通大学,2023.

[4]王代君,周天图,傅俊敏,等.大型桥梁健康监测系统多源异构数据集成研究[J].中外公路,2023,43(2):100-106.

[5]王臻,刘东,徐重西,等.新型电力系统多源异构数据融合技术研究现状及展望[J].中国电力,2023,56(4):1-15.

作者简介:

王佩瑶(1982--),女,汉族,广东人,研究方向:智能化企业管理与数字化运营实践。