

Resumo

Nesta dissertação são tratados a concepção, o desenvolvimento e a utilização de modelos executáveis no âmbito da Integração de Sistemas de Fabrico ou Fabrico Integrado por Computador (CIM), área esta na qual têm sido realizados múltiplos esforços em vários domínios da tecnologia e das ciências humanas. O trabalho realizado situou-se numa zona de fronteira abordando as arquitecturas abertas para o CIM, as infra-estruturas de integração, e particularmente a moderação e controlo do sistema integrado de fabrico através de modelos executáveis.

A multidisciplinaridade existente no ambiente empresarial e fabril deverá reflectir-se na utilização de modelos de vários tipos que, uma vez integrados, retractem a realidade da forma mais adequada ao apoio à decisão. As facilidades de modelação devem cobrir não só o sistema físico de fabrico, i.e. máquinas, transportadores, armazéns, etc., mas ainda o sistema de informação e o sistema organizacional. Além disso, a moderação destes três aspectos distintos deve ser tratada de uma forma integrada e global, levando à necessidade da modelação das interfaces existentes entre cada um dos referidos sistemas.

O trabalho realizado no âmbito desta dissertação enquadra-se neste contexto, tendo sido dividido em duas partes que se complementam. A primeira dessas partes situa-se no âmbito das infra-estruturas e arquitecturas de integração para sistemas de fabrico, correspondendo a trabalho de investigação realizado primeiro no decorrer do projecto europeu SHOP-CONTROL e posteriormente no âmbito da construção do PROFIT (um sistema integrado para a gestão das operações fabris). A segunda parte está relacionada com a moderação do sistema de informação e a sua integração com o modelo do sistema físico de fabrico e o fluxo de materiais.

No âmbito das infra-estruturas de integração, apresenta-se a contribuição realizada para a especificação da arquitectura bem como para a especificação e desenvolvimento de infra-estruturas de suporte do SHOP-CONTROL, assim como de ferramentas de apoio à construção de aplicações de monitorização de condição do processo de fabrico.

Em relação à segunda parte do trabalho desenvolvido, são abordadas as Arquitecturas do Equipamento de Fabrico, do Sistema de Informação e Humana e Organizacional. É dada especial relevância à moderação tanto do sistema físico de fabrico (Arquitectura do Equipamento de Fabrico) como do sistema de informação de gestão e controlo (Arquitectura do Sistema de Informação). De facto, é na moderação da Arquitectura do Sistema de Informação e na sua integração com a Arquitectura do Equipamento de Fabrico que se encontra a principal contribuição do autor. A Arquitectura Humana e Organizacional é também abordada mas de forma muito breve, uma vez que as primitivas de moderação desenvolvidas pelo autor estão a ser utilizadas na construção de uma ferramenta de modelação, simulação e análise sócio-técnica em Sistemas Integrados de Fabrico.

A ferramenta desenvolvida implementa um conjunto de blocos construtivos básicos para a modelação da Arquitectura do Sistema de Informação usando uma técnica de descrição formal, o SDL ("Specification and Description Language"). Estes blocos construtivos básicos de suporte à linguagem

de especificação formal, foram construídos usando primitivas já disponíveis numa ferramenta comercial usada na moderação do sistema físico de fabrico e do respectivo do fluxo de materiais. Este facto tornou possível a construção de modelos do sistema de informação fabril que, através da introdução de conceitos de interacção do tipo "sensor" e "actuador", foi possível integrar com o modelo do sistema físico de fabrico. O sucesso desta integração permite que seja actualmente possível a construção de modelos integrados onde existe uma verdadeira interacção entre os modelos executáveis do sistema de informação e do sistema de fabrico. Resultou deste modo uma Bancada de Modelação (BM), fornecendo um ambiente integrado de moderação e simulação onde é possível descrever e analisar a interacção entre o fluxo de informação de controlo e de gestão e o fluxo de materiais inerentes ao processo de fabrico.

A BM suporta pois a especificação, desenvolvimento, teste, integração e validação de componentes e subsistemas do sistema de informação no âmbito dos Sistemas Integrados de Fabrico. A ligação da BM à infra-estrutura de integração SHOP-CONTROL permite realizar o teste e validação na fábrica, de aplicações fabris, autónomas e cooperantes num ambiente distribuído. Esta integração vertical permite a integração da BM com outras aplicações de gestão fabril e a sua interacção com a instalação fabril propriamente dita, facto que possibilita a reutilização do núcleo do modelo de simulação fabril em execução na BM no controlo efectivo das operações de fabrico.

Abstract

This thesis deals with the development and use of executable models within the scope of Integrated Manufacturing Systems or Computer Integrated Manufacturing (CIM), the latter being the area where many research efforts have been made both from the technological and from the human behaviour points of view. The research work undertaken lies in the borderline of three domains: open architectures for CIM; integrating infrastructures; and particularly executable models in the control of the actual integrated manufacturing system. The manufacturing enterprise environment involves many different issues that should be perceived and dealt with through the use of different types of models, the integration of these models representing the best environment for decision support. The modelling facilities should cover not only the physical manufacturing system, i.e. machines, conveyors, warehouses, etc., but the corresponding information and organisational systems as well. Moreover, the modelling of these three different aspects should be managed globally, therefore requiring their interfaces to be modelled.

The work undertaken within the scope of this thesis fits in the previously described framework, and was divided into two complementary parts. The first of these parts deals with architectures and infrastructures for manufacturing systems integration, putting into focus the work undertaken at first during the European project SHOP-CONTROL and later in the construction of PROFIT (an integrated shop floor control system). The second part is concerned with the information system modelling, and its integration with the physical manufacturing system model and the inherent material flow.

Concerning the first part of the work, this document presents the author's contribution for the specification, design and development of the SHOP-CONTROL architecture and supporting infra-structures, as well as for the construction of process condition monitoring tools.

In the second part, the Manufacturing Equipment, Information System and Organisational Architectures are a major subject. Special attention was given to the modelling of both the actual physical manufacturing system (Manufacturing Equipment Architecture), and the information system managing and controlling it (Information System Architecture). The main contribution of the author lies in fact in the modelling of the Information System Architecture, and in its integration with the Manufacturing Equipment Architecture. The Human and Organisational Architecture is also dealt with briefly, as the modelling primitives developed by the author are currently being used to build a modelling tool allowing the socio-technical simulation and analysis of integrated manufacturing systems.

The developed modelling tool encompasses a basic set of building blocks supporting an existing formal description technique SDL (Specification and Description Language), which are presently being used to model the Information System Architecture. These constructs supporting the formal description technique were built re-using basic building blocks provided by a commercial tool for modelling the manufacturing physical system and corresponding material flow. This enabled the integration of both the information and the manufacturing physical systems models through the use of interaction concepts such as *sensor and actuator*. The success of this integration allows the construction of integrated models, where the actual interaction across the several executable models may be simulated. The result was therefore a modelling workbench (MW) providing integrated modelling and simulation facilities of both the material flow and the management/control information flow models related with the actual manufacturing process.

This MW is actually supporting the specification, development, test, integration and validation of information technology components and sub-systems within the scope of integrated manufacturing systems. The existing link between the MW and the SHOP-CONTROL integrating infra-structure further enhances these facilities, by enabling *on site* test and validation of shop floor management applications in a distributed environment. This vertical integration, which allows the communication of the MW with the existing shop floor management applications, supports real-time interaction with the actual shop floor, thereby allowing the reuse of the simulation control kernel in the actual control of shop floor operations.