

Relatório de Estágio

Estágio para licenciatura no tema

Técnicas de Simulação, Controlo e Optimização para Sistemas Autónomos-
Aplicações na Robótica e em Processos de Manufactura

PRODEP Proc. N° 4.3/7.04/92

Autor

Rui David Bayer Castro

Junho de 1993



FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Rua dos Bragas, 4099 Porto Codex, PORTUGAL
Telef. 351-2-317105/107/412/457 · Telex 27323 FEUP P · Telefax 351-2-319280

Acção de Formação Prodep 4.3/7.04/92

Formando: Rui David Bayer Castro

Orientador Científico: Fernando Manuel Ferreira Lobo Pereira

Este relatório corresponde à apreciação científica das actividades desenvolvidas pelo Lic^o Rui David Bayer Castro durante o segundo semestre de 1992.

O trabalho desenvolvido foi de elevado mérito e executado com grande dedicação.

Os trabalhos realizados e o relatório apresentados pelo formando reflectem, com rigor a natureza dos trabalhos executados.

Além do empenhamento e das excelentes qualidades do estagiário concorreram para o sucesso deste trabalho, os meios disponibilizados.

O Supervisor do Estágio na FEUP

Fernando M. F. Lobo Pereira
Prof. Aux. da FEUP

ISR - Instituto de Sistemas e Robótica

DEEC - R. dos Bragas, 4099 Porto Codex, Portugal

Fax: 351 - 2- 319280

Tel: 351 -2 - 2007505

REFERÊNCIA DO PROJECTO 4.3/1.63/92

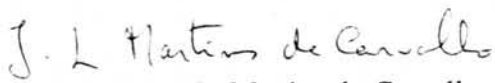
Parecer Técnico

Acompanhei os trabalhos de estágio realizados no Pólo do Porto do Instituto de Sistemas e Robótica pelo Lic^o Rui David Bayer Castro, bem como apreciei os trabalhos produzidos e apresentados em Congressos Internacionais e o relatório oportunamente apresentado.

Com base no acompanhamento referido, considero que aqueles trabalhos reflectem o trabalho efectivamente realizado, revelando elevado empenhamento do estagiário.

Sou portanto de parecer que foram plenamente atingidos os objectivos inicialmente propostos no plano de trabalhos,

O Supervisor do Estágio no Instituto de Sistemas e Robótica


Prof. Doutor Jorge L. Martins de Carvalho

**PROGRAMA PRODEP
MEDIDA 4.3**

**SISTEMAS DE MANUFACTURA ,
INTERFACES GRÁFICOS E
INTERFACES GRÁFICOS EM
SOFTWARE DE CONTROLO E
SIMULAÇÃO DA PRODUÇÃO**

4
621.3(047.3)/L666 1992/CASr
25 09 09

**Programa PRODEP
Medida 4.3**

**Estágios Profissionais para Bacharelatos,
Licenciaturas e Pós-Graduações, na área de
Engenharia Electrotécnica e de
Computadores, subordinada ao tema
"Técnicas de Simulação, Controlo e
Optimização para Sistemas Autónomos -
Aplicações na Robótica e em Processos de
Manufactura"**

Relatório de Actividades de:
Rui David Bayer Castro

Índice

1. Actividade Desenvolvida	2
1.1 Âmbito	2
1.2 Estudos Efectuados.....	2
1.3 Aplicação Prática	4
2. Apêndices	5
2.1 Bibliografia e Referências	5
2.2 Referências.....	5

1. Actividade Desenvolvida

1.1 Âmbito

A actividade foi desenvolvida no âmbito de um projecto de investigação de um grupo da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto na área do planeamento e controlo hierárquico de processos de manufactura, contribuindo para a criação de um sistema de simulação de escalonamento e sequenciamento de processos de manufactura.

1.2 Estudos Efectuados

O estudo foi dividido em duas partes. Numa primeira parte pretendeu-se obter algum 'background' nas áreas relacionadas com os processos de manufactura, seu controlo e simulação. A segunda parte centrou-se numa questão bastante mais específica: a criação de interfaces com o utilizador para pacotes de software.

Em apêndice pode-se encontrar a bibliografia consultada.

Aquisição de 'background' em áreas relacionadas com processos de manufactura, seu controlo e simulação:

Dividiu-se a atenção por cinco temas de relevo relacionados com a organização, controlo e simulação de sistemas de manufactura - arquitecturas de controlo, sequenciamento, FMS, JIT, e simulação e sistemas de manufactura.

O desenvolvimento dos sistemas de manufactura flexíveis (FMS) e sistemas de manufactura automatizados (AMS), veio colocar ênfase na necessidade da existência de um eficaz sistema de controlo que permita uma eficiente utilização dos recursos disponíveis. Um tal sistema de controlo inclui várias responsabilidades de tomada de decisão, incluindo escalonamento, encaminhamento de partes, e alocação de recursos. É função da arquitectura de controlo alocar essas responsabilidades de decisão a elementos de controlo específicos, ou seja, a **arquitectura de controlo** faz de componentes de controlo um sistema de controlo.

A extraordinária evolução verificada na tecnologia, bem assim como o aumento dos requisitos de ambientes de manufactura, têm sido acompanhados por um evoluir das arquitecturas de controlo. De facto, a evolução das arquitecturas de controlo tem acompanhado as tendências gerais em termos de arquitecturas organizacionais, passando de estruturas extremamente centralizadas, a hierárquicas, hierárquicas modificadas e heterárquicas, aproximando assim o poder de decisão do local de execução, aumentando a flexibilidade e fiabilidade dos sistemas de controlo.

Pode-se definir **escalonamento da produção** como a alocação de recursos finitos de produção, no tempo, a diversas tarefas, de modo a satisfazer da melhor forma um determinado conjunto de objectivos, e de maneira que em qualquer instante

nenhuma máquina processe mais do que uma tarefa, e nenhuma tarefa seja processada por mais do que uma máquina.

Os problemas de escalonamento da produção podem ser classificados em diversos tipos - problemas de máquina única; problemas de máquinas em paralelo (máquinas idênticas, uniformes ou não relacionadas; permitindo interrupção ou não); problemas de multi-operações (open-shop; flow-shop; job-shop).

Devido à simplicidade e raridade dos dois primeiros tipos de problemas, eles não foram abordados, centrando-se o estudo nos problemas de multi-operação, nomeadamente nos problemas de job-shop e flow-shop.

A ideia da flexibilidade aparece sempre associada a uma capacidade de enfrentar situações imprevistas, ou pelo menos variantes. De facto o que se pretende ao introduzir flexibilidade numa organização é torná-la mais robusta e melhor preparada para enfrentar o ambiente em que se inclui.

No mercado global em que actualmente vivemos sente-se cada vez mais a impossibilidade de organizações pesadas e rígidas sobreviverem. É necessário preparar as organizações a responderem às solicitações do mercado de uma forma extremamente eficaz e eficiente. Para tal estas devem dispôr de sistemas produtivos com pequenas constantes de tempo, isto é, que permitam à organização responder rapidamente às variações na procura, seja na quantidade, seja no produto propriamente dito.

Um sistema de manufatura flexível (**FMS**), se bem implementado e aproveitado, pode conduzir a organização a um nível de flexibilidade que lhe permita ser extremamente competitiva no mercado actual.

Para o bom funcionamento de um sistema produtivo flexível é essencial dispôr de um eficaz mecanismo de controlo do mesmo. Um tal mecanismo deveria idealmente realizar todas as tarefas de controlo da produção, desde o sequenciamento à monitorização e resolução de situações não previstas. Embora nos últimos anos se tenha realizado bastante trabalho nesta área, a dimensão da tarefa em causa impede que se tenha sequer aproximado de um tal mecanismo.

Prevê-se no futuro uma crescente proliferação de FMSs, sendo portanto de capital importância o desenvolvimento de novas soluções neste campo.

A filosofia de produção **Just-In-Time** (JIT) baseia-se em conceitos extremamente simples - produzir apenas o necessário, quando necessário; eliminação de desperdícios de matéria prima, capital, mão de obra, tempo de inactividade, enfim, tudo aquilo que não acrescenta valor ao produto final; melhoria da produtividade, qualidade, serviços ao cliente, etc.

A aplicação das ideias base da filosofia JIT conduziria a sistemas produtivos eventualmente perfeitos, onde não existiria qualquer desperdício. Tal não é porém fácil, ou porventura possível, de atingir, limitando-nos assim a procurar a chegar o mais próximo possível da perfeição - produção sem defeitos; fluxo contínuo de manufatura; tempos de setup e tamanho de lotes de produção mínimos; stock nulo; operações standard, comuns a uma grande variedade de produtos; manutenção preventiva; sistema de controlo da produção do tipo Pull; número mínimo de fornecedores que usem também JIT; níveis de produção uniformizados; trabalhadores multi funcionais.

Outros conceitos intimamente ligados ao JIT são os conceitos de Total Quality Control (TQC), Statistical Quality/Process Control (SP/QC), Factory Automation (FA), Total Productive Maintenance (TPM), Envolvimento dos Fornecedores e Consideração do Factor Humano.

A **simulação** é uma poderosa ferramenta a utilizar em qualquer situação que envolva incerteza e tomadas de decisão, permitindo, se correctamente utilizada, aumentar o conhecimento sobre a situação em causa. Nos **sistemas de manufactura** a simulação é utilizada em duas situações - no apoio ao design do sistema; e, no escalonamento da produção.

Construção de interfaces gráficos:

Esta segunda fase do estudo consistiu numa análise de interfaces de alguns pacotes de software de simulação e controlo da produção, nomeadamente o SIMFACTORY, procurando-se assim obter uma ideia das tendências em voga neste campo. A componente mais importante desta segunda parte do estudo recaiu sobre as características de interfaces em geral, suas causas de sucesso e insucesso, e o seu desenvolvimento utilizando conceitos 'Object Oriented'.

1.3 Aplicação Prática

Se com a primeira parte do estudo se pretendia apenas obter conhecimentos gerais sobre sistemas de manufactura, suas características e sua simulação, já a segunda fase desse mesmo estudo foi orientada com um objectivo preciso, o de preparar o desenvolvimento da interface com o utilizador, do tipo GUI, do sistema de simulação para planeamento e controlo hierárquico de processos de manufactura.

Assim, como resultado do estudo realizado foi criada uma interface gráfica baseada em conceitos 'Object Oriented' para o ambiente de simulação já referido, tendo sido realizada a sua implementação utilizando a linguagem de programação 'MODSIM II'.

2. Apêndices

2.1 Bibliografia

- [B1] Melnyk, Steven, Carter, Phillip, "Production Activity Control : A practical guide", Dow Jones - Irwin, 1987
- [B2] Coad, Peter, Yourdon, Edward, "Object-Oriented Design", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1991
- [B3] Coad, Peter, Yourdon, Edward, "Object-Oriented Programming", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- [B4] Booch, Grady, "Object Oriented Design With Applications", The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., 1991
- [B5] Pressman, R. S., "Software Engineering - A Practitioner's Approach", 3rd Ed., McGraw-Hill, 1992
- [B6] MODSIM II The Language for Object-Oriented Programming Reference Manual, CACI Products Company
- [B7] MODSIM II The Language for Object-Oriented Programming Tutorial, CACI Products Company
- [B8] MODSIM II The Language for Object-Oriented Programming User's Manual, CACI Products Company
- [B9] SIMGRAPHICS II User's Manual for MODSIM II, CACI Products Company

2.2 Referências

Arquiteturas de Controlo

- [A1] Dilts, D. M., Boyd, N. P., Whorms, H. H., "The Evolution of Control Architectures for Automated Manufacturing Systems", Journal of Manufacturing Systems, Vol 10, N 1, pp.79-93
- [A2] Albus, James S. et al, "A Reference Model Architecture for ARTICS", Manufacturing Review, Vol 4, N 3, September 1991, pp. 182-193
- [A3] Albus, James S., "RCS: A Reference Model Architecture for Intelligent Machine Systems", DRAFT
- [A4] Mackulak, Gerald T., " High Level Planning and Control: An IDEF0 Analysis for Airframe Manufacture", Journal of Manufacturing Systems, Vol 1, N 2, pp.121-133
- [A5] David Wu, Szu-Yung, Wusk, Richard A., "Multi-pass Control System - A Control/Scheduling Structure for Flexible Manufacturing Cells", Journal of Manufacturing Systems, Vol 7, N 2, pp.107-120
- [A6] Simpson, J. A. , Hocken, R. J., Albus, J. S., "The Automated Manufacturing Research Facility of the National Bureau of Standards", Journal of Manufacturing Systems, Vol 1, N 1, pp.17-31

Sequenciamento

- [Q1] Ackoff, Russell L., " Optimization + Objectivity = Opt Out ", European Journal of Operational Research , Vol. 1 , 1987
- [Q2] Barrett, Robert e Suknan Kadipasaoglu, " Dispatching Rules for a Dynamic Flow Shop " in Production and Inventory Management Journal - First Quarter , 1991, pp.54-58

[Q6] Ehteshami, Babak, Raja G. Pétrakian, Phyllis M. Shabe, "Trade-offs in Cycle Time Management : Hot Lots"

[Q7] Guarnani, Hareh, Pravin K. JOhri, " A Study of Performance Objectives in the Scheduling of Manufacturing Systems ", Journal of Manufacturing Systems, Vol 10, N 5 , pp.422-429

[Q8] Hoitomt, Debra J., Peter B. Luh, Scott Bailey, Steve LoStocoo, "A Pratical System for Scheduling Manufacturing Job Shops ", IEEE 1992, pp.284-392

[Q9] McKay, Kenneth N., Frank R. Safayeni, John A. Buzacott, "Job-Shop Scheduling Theory : What is relevant ? ", Interfaces 18:4, July-August 1988, pp.84-90

[Q10] Nyen, P.A., " OPT - rules in descrete event simulation models. An algorithm for scheduling based on critical source identification ",Proc. 4th Int. Conf. Simulation in Manufacturing, Nov. 1988, pp.21-32

[Q11] Ribeiro, M. Isabel, et al, " A CIM approach to scheduling and material handling : a case study "

[Q12] Sarkis, Joseph, " Production and Inventory Control issues in Advanced Manufacturing Systems ", Production and Inventory Management Journal - First Quarter, 1991, pp. 76-82

[Q13] Sponseller, Eric A., " Overlapped Scheduling of Flow-Shop Production using a spreadsheet model ", Production and Inventory Management Journal- Second Quarter, 1992, pp.74-79

[Q14] Zhou, Chen, Pius J. Egbelu, " Scheduling in a Manufacturing Shop with Sequence-Dependent Setups ", Robotics & Computer - Integrated Manufacturing, Vol.5, N°1, pp.73-81, 1989

[Q15] SuperCalc4, versão 1.00, Computer Associates International Inc. (1986)

FMS

[F1] Dupont-Gateland, Catherine, "A Survey of Flexible Manufacturing Systems", Journal of Manufacturing Systems, Vol 1, N 1, pp.1-15

[F2] J. A. Simpson, R. J. Hocken, e J. S. Albus, "The Automated Manufacturing Research Facility of the National Bureau of Standards", Journal of Manufacturing Systems, Vol 1, N 1

[F3] Ashton, James E., "Managing Design for Continuous Improvement in a System Job Shop", Manufacturing Review, Vol 5, N 3, September 1992, pp.149-157

[F4] Ranta, J., Tchijov, I., "Economics and Sucess Factors of Flexible Manufacturing Systems: The Conventional Explanation Revisited", The International Journal of Manufacturing Systems, 2 (1990), pp.169-190

[F5] "The Quality Revolution in Plastics Industry Manufacturing", Plastics Technology, November 1984

[F6] Krasa Sethi, Andrea, Pal Sethi, Suresh, "Flexibility in Manufacturing: A Survey", The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 2 (1990), pp.289-328

[F7] Maimon, O. Z., "Real-time Operational Control of Flexible Manufacturing Systems", Journal of Manufacturing Systems, Vol 6, N 2, pp.125-136

[F8] Deane, Richard H., Moon, Seok H., " Work Flow Control in the Flexible Flow Line", The International Journal of Flexible Manufacturing Systems, 3/4 (1992), pp. 217-235

JIT

[J1] Kimura,O. & Terada,H. , "Design and analisys of Pull Systems, a method of multi-stage production control", International Journal of Production Research, 1981, Vol 19, N 3, pp. 241-253

[J2] Tae-Moon, Kim, "Just-in-time manufacturig system : a periodic pull system", International Journal of Production Research., 1985, Vol 23, N 3, pp. 553-562

[J3] Richa,C. & Edwards,D. K., "A JIT Implementation Plan Using Policy Deployment", Manufacturing Review, Vol 5, N 3, September 1992, pp.166-174

[J4] Kulwicz, R., "Toyota´s new parts center targets top service", Modern Materials Handling, November 1992, pp. 73-84

- [J5] Stromstad, B., "Lessons Learned : A Jit Implementation Case Study", *Manufacturing Techniques*
- [J6] Uzsoy, R., Martin-Vega, L.A., "Modelling kanban-based demand-pull systems: a survey and critique", *Manufacturing Review*, Vol 3, N 3, September 1990, pp.155-160
- [J7] Di Mascolo, M., Frein, Y., Dallery, Y., "Queueing Network Modeling and Analysis of Kanban Systems", 0-8186-2615-1/92, *IEEE* 1992, pp.202-211
- [J8] Miltenburg, J., "Level Schedules For Mixed-Model Assembly Lines In Just-In-Time Production Systems", *Management Science*, Vol 35, N 2, February 1989, pp.192-207
- [J9] Huang, P.Y., Moore, L.J. & Shin, S., "World-Class Manufacturing In the 1990s : Integrating TQC, JIT, FA and TPM With Worker Participation", *Manufacturing Review*, Vol 4, N 2, June 1991, pp.87-95
- [J10] Sohal, A.S. & Naylor, D., "Implementation of JIT in a Small Manufacturing Firm", *Production and Inventory Management Journal*, First Quarter, 1992, pp. 20-25
- [J11] Miayzaki, S., Ohta, H., Nishiyama, N., "The Optimal Operation Planning of Kanban to Minimize the Total Operation Cost", *International Journal of Production Research*, Vol.26, N°10, pp 1605-1611, 1988
- [J12] Orth, D., Hybil, R., Korzan, D., "Analysis of a JIT Implementation at Dover Corporation", *Production and Inventory Management Journal* - Third Quarter, 1990, pp.79-82
- [J13] "Your Suppliers Are Just Getting Started, Too", *Plastics Technology*, November, 1984, pp.89-91
- [J14] "Succeeding With Statistical Process/Quality Control", *Plastics Technology*, November, 1984, pp.95-99
- [J15] von Hassell, A., Kirkland, C., "The Quality Revolution In Plastics Manufacturing", *Plastics Technology*, November, 1984, pp. 75-85

Object-Oriented

- [O1] de Champeaux, D., et al, "The Process of Object-Oriented Design", *OOPSLA '92*, pp. 45-62
- [O2] de Champeaux, D., et al, "Case Study of Object-Oriented Software Development", *OOPSLA '92*, pp. 377-391
- [O3] Guimarães, N., "Building Generic User Interface Tools: An Experience with Multiple Inheritance", *OOPSLA '91*, pp.89-96
- [O4] de Champeaux, D., et al, "Formal Techniques for OO Software Development (PANEL)", *OOPSLA '91*, pp. 166-170
- [O5] Kilov, H., "Object concepts and bibliography", *ACM SIGPLAN Notices*, Vol 26, N 10, October 1991, pp. 11-12
- [O6] Leavens, G. T., "Introduction to the Literature on Object-Oriented Design, Programming and Languages"
- [O7] Dewhurst, S., Stark, K., "Programming in C++"
- [O8] Hayes, F., Coleman, D., "Coherent Models for Object-Oriented Analysis", *OOPSLA '91*, pp.171-183
- [O9] Ishikawa, Y., "Communication Mechanism on Autonomous Objects", *OOPSLA '92*, pp. 303-314
- [O10] Schaschinger, H., "ESA - An Expert Supported OOA Method and Tool", *ACM SIGSOFT SOFTWARE ENGINEERING NOTES*, Vol 17, N 2, Apr 1992, pp.50-56
- [O11] Coad, P., "Finding Objects: Practical Approaches", *OOPSLA '91* (Addendum to the Proceedings), pp.17-19
- [O12] Kerth, N. L., "A Structured Approach to Object-Oriented Design", *OOPSLA '91* (Addendum to the Proceedings), pp. 21-43
- [O13] Holibaugh, R., "Object Oriented Modelling", *OOPSLA '91* (Addendum to the Proceedings), pp. 73-78
- [O14] Lenkov, D., Monegan, M., "Object Management and Tool Integration Mechanisms in Object-Oriented Program Development Environments", *OOPSLA '91* (Addendum to the Proceedings), pp. 79-82

- [O15] Simmel, S. S., "Object-based Visual Programming Languages", OOPSLA '91 (Addendum to the Proceedings), pp. 99-106
- [O16] Gibson, E., "Flattening the learning curve: educating object-oriented developers", JOOP, February, 1991, pp. 24-29
- [O17] Benoit, C., Bidoit, M., "SPOKE: an object-oriented programming environment", JOOP, February, 1991, pp. 30-39
- [O18] Hurson, A. R., Pakzad, S. H., "Object-Oriented Database Management Systems: Evolution and Performance Issues", IEEE COMPUTER, February, 1993, pp.48-60
- [O19] Salt, J. D., "Making objects work for you - mapping OOA onto MODSIM II"

Simulação

- [S1] Warnecke, H.-J., Steinhilper, R., Zeh, K.-P., "Simulation as an integral part of an effective planning of flexible manufacturing systems (FMS)"
- [S2] Larsen, N. E., Alting, L., "Requirements to Scheduling Simulation Systems"
- [S3] Sztrimbely, W. M., Weymouth, P. J., "Dynamic process plant simulation and scheduling: an expert systems approach", SIMULATION, March, 1991, pp. 175-178
- [S4] Zeigler, B. P., Chi, S., "Model-Based Architecture Concepts for Autonomous Systems Design and Simulation", Intelligent and Autonomous Control, pp. 57-78
- [S5] Pflug, G. Ch., Prohaska, M., "The entity-connection approach to modelling and simulation", SIMULATION, October, 1990, pp. 226-235
- [S6] Swinehart, K. D., Blackstone, J. H., "Simulating a JIT/kanban production system using GEMS", SIMULATION, October, 1991, pp. 262-269
- [S7] Banks, J., "The simulation of material handling systems", SIMULATION, November, 1990, pp. 261-270
- [S8] Sydow, A., "Hierarchical Concepts in Modelling and Simulation"
- [S9] Standridge, C. R., Pritsker, A. A. B., "Using Data Base Capabilities in Simulation"
- [S10] Kiran, Ali S., et al, "An integrated simulation approach to design of flexible manufacturing systems", SIMULATION, February, 1989, pp. 47-52
- [S11] Pruet, J. M., Vasudev, V. K., "MOSES: Manufacturing Organization Simulation and Evaluation System", SIMULATION, January, 1990, pp. 37-59
- [S12] Schroer, B. J., "A Simulation Assistant for Modeling Manufacturing Systems", SIMULATION, November, 1989, pp. 201-206
- [S13] Ketcham, M. G., et al, "Information structures for simulation modeling of manufacturing systems", SIMULATION, February, 1989, pp. 59-67

Sistemas de Software

- [W1] Saradhi, M., "Systems Modelling and Description", ACM SOFTWARE ENGINEERING NOTES, Vol 17, N 2, Apr 1992, pp. 57-63
- [W2] Batory, D., O'Malley, S., "The Design and Implementation fo Hierarchical Software Systems with Reusable Components", ACM Transactions on Software and Methodology, Vol 1, N 1, October 1992, pp. 355-398

Algoritmos de Controlo

- [C1] Borges Sousa, J., Lobo Pereira, F., " A Receding Horizon Strategy for the Hierarchical Control of Manufacturing Systems"
- [C2] Kimenia, J., Gershwin, S. B., "An Algorithm for the Computer Control of a Flexible Manufacturing System", IIE Transactions, December, 1983, pp. 353-363

Outros Sistemas

- [T1] Seliger, G., Viehweger, B., Wieneke, B., "Decision support for planning flexible manufacturing systems"
- [T2] "MOD-NET Project"
- [T3] Warnecke, H. J., "Modularized Production Control", Manufacturing Review, Vol 4, N3, September 1991, pp. 168-181

[T4] "CIM System Planning Toolbox"

[T5] Engelke, H., et al, "Integrated Manufacturing Modeling System", IBM Journal Research Development, Vol 29, N 4, July, 1985, pp. 343-355

Diversos

[D1] Lu, H., Ooi, B.-C., Goh, C.-H., "On Global Multidatabase Query Optimization", SIGMOD RECORD, Vol 21, N 4, December, 1992, pp. 6-11



FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000101635