

The system may be considered modular as the remote units are similar and can be equipped with up to 5 different boards (analog and digital I/O, relays, counters, RS-232 serial ports). Units for the milking facility can be also connected to displays and alarm lights. The communication between modules is done by means of a proprietary fieldbus called SATBUS. The central unit (the master) is a IBM PC type computer equipped with a fieldbus. The communication with the managing computer uses a local Ethernet network.

Título: Sistema de Tele-Operação de um Braço Robótico
Title: System for the Teleoperation of a Robotic Manipulator

Autor/Author: Filipe Miguel Teixeira Pereira da Silva

Orientador/Advisor: Francisco Vaz

Data Apresentação/Acceptance Date: 04/95

Palavras Chave: Cinemática directa, cinemática inversa, end-effector, grau de liberdade, interface homem-máquina, manipulabilidade, manipulador puma, redundância, singularidade, tele-operação

Key Words: Direct kinematics, inverse kinematics, end-effector, degree of freedom, human-machine interface, manipulability, puma manipulator, redundancy, singularity, tele-operation

Mestrado/M.S.

Resumo

Neste trabalho é apresentada uma experiência da utilização de tecnologias robóticas na realização de operações de verificação remota em áreas de armazenamento de materiais físeis. O sistema desenvolvido é constituído por um braço manipulador operado remotamente a partir de uma estação local de controlo.

As características chave do robot são o seu braço com seis graus de liberdade (tipo PUMA), a pinça de três dedos com um grau de liberdade e o esquema de realimentação sensorial local, que é a base para a sua autonomia. Para o controlo do braço manipulador é utilizada uma arquitectura convencional, efectuando-se uma decomposição tradicional em módulos funcionais operando em série. O conhecimento da cinemática do braço manipulador é usado para a tele-operação em dois modos de controlo: ponto-a-ponto e movimento contínuo.

Embora se pretenda implementar um sistema com autonomia baseada em sensores, assume-se a necessidade da cooperação entre o homem e a máquina baseada em estruturas gráficas operáveis a partir da estação local de controlo. A interface homem-máquina implementada apresenta novos conceitos em relação às arquitecturas clássicas na área, devido à capacidade de integração num único écran de toda a informação relevante para o operador do sistema: interfaces gráficas de controlo, visualização de sinais vídeo e de ambientes virtuais.

A aplicação de comandos de controlo e movimento é efectuada quer usando um dispositivo de reflexão-de-força com seis graus de liberdade (Spaceball) quer

usando o rato na interface gráfica. Por outro lado, a informação sensorial do robot é utilizada na estação local permitindo a visualização em tempo real de sinais vídeo ou actualizando o modelo virtual em 3-D do braço manipulador. O operador humano está envolvido no ciclo de controlo através da realimentação visual e pela aplicação de comandos de controlo. A arquitectura utilizada proporciona um controlo supervisionado que permitirá no futuro passar cada vez mais autonomia para o robot sem alterar a sua estrutura básica.

Embora os testes efectuados sejam o corolário de experiências em laboratório e não de utilizadores finais, os resultados obtidos são bastante promissores representando um primeiro passo no desenvolvimento de um sistema de manipulação versátil e autónomo.

Abstract

This work presents an experience in using robotics technologies to perform remote verification tasks inside a fissile material storage area. The developed system is composed of a manipulator arm remotely operated from a local system's operator console.

The robot's key features are its six degrees of freedom arm (PUMA-type), a multi-finger gripper with one degree of freedom and its local sensory feedback scheme, that is the basis for its autonomy. For the control of the manipulator arm is used a conventional architecture, with a traditional decomposition in functional modules operating in serial mode. The knowledge of the robot's kinematics is utilised to implement the following tele-operation modes: point-to-point control and continuous path control.

Despite the intention in achieving a sensor-based on-board system, it is assumed the importance of the cooperation between man and machine based on graphical structures operated from the local console. The human-machine presents new concepts in comparison with more classical techniques in the area, due the complete integration into a single screen of all the relevant information needed by the system's operator: system's control interfaces, visualisation of video signal and virtual environments.

The application of control and motion commands is realised using both a six degrees of freedom force-reflecting input device (Spaceball) and the mouse in the graphical user's interface. On the other side, the sensory information on-board at the robot is used in the local console providing the real time visualisation of video images and updating the 3-D virtual model of the manipulator arm. The system's operator is involved in the control loop via visual feedback and by issuing control commands. This architecture provides a supervisory control that will allow, in future, to shift more and more autonomy to the robot without changing the basic structure.

Although all the tests performed correspond to laboratory experiments, instead of that from final users, the results obtained can be considered promising

representing a first step in developing a versatile and autonomous manipulation system.

Título: Processador Neuronal Virtual Digital para Implementação VLSI

Titl: *A Digital Neural Virtual Processor for VLSI*

Autor/Author: Jorge Manuel Borda d'Água Velez

Orientador/Advisor: António de Brito Ferrari

Data Apresentação/Acceptance Date: 05/95

Palavras Chave: Processador neuronal, representação numérica, verilog, processamento paralelo, análise de desempenho

Key Words: *Neural networks, parallel processing, verilog*

Mestrado/M.S.

Resumo

A dissertação presente constitui a descrição do projecto de um processador neuronal digital virtual, a ser fabricado em tecnologia VLSI, e do procedimento de desenvolvimento adoptado utilizando uma linguagem de descrição de *hardware* - Verilog HDL.

Através de Verilog e do respectivo simulador Verilog-XL, foi projectado o processador neuronal e construída uma plataforma de simulação para o sistema de processamento - neurocomputador.

A arquitectura, do tipo multi-processador sobre um barramento único, funciona como coprocessador de um computador convencional - o *host*. O processador projectado visa a implementação eficiente do algoritmo de treino backpropagation sobre o perceptrão multicamada. Através de uma versão reorganizada do algoritmo e de unidades independentes e assíncronas, para comunicação e processamento, consegue-se um bom mapeamento da arquitectura com as exigências de comunicação entre processadores.

O processador, microprogramado com uma arquitectura do tipo RISC, integra uma unidade de vírgula flutuante para efectuar os cálculos intrínsecos ao modelo do neurónio utilizado. A precisão moderada exigida na execução de redes *backpropagation*, permite a adopção de uma mantissa de tamanho reduzido, facultando maior desempenho em termos de capacidade e de velocidade de operação para o mesmo custo por pastilha VLSI. O formato utilizado resultou de um estudo empírico sobre o comprimento de palavra necessário durante o treino. Para tal efeito foi construído um simulador em linguagem C que simula as limitações da representação, através de uma função de truncagem.

A função de activação utilizada - função sigmoide, foi implementada por tabela. A resolução adoptada derivou também, do estudo com o simulador C construído.

A simulação global do sistema envolveu além do projecto do processador neuronal, a descrição do ambiente necessário ao seu controlo, à sua inicialização e programação. Foi construído um assembler, com base num sub-conjunto de instruções do neuroprocessador, foram emuladas as funções de controlo do *host*, e criado

um programa de configuração para gerar o código Verilog dependente da configuração e o conteúdo das várias memórias do sistema.

Operando por intermédio do *host* através de interfaces independentes, o *hardware* a construir e o simulador formado por: descrição do sistema, assembler e programa de configuração, são de um ponto de vista funcional, equivalentes para o utilizador.

Com a utilização das capacidades de Verilog HDL e de Verilog-XL, como meio de captura, de teste e de caracterização do projecto realizado, atributos essenciais no desenvolvimento de sistemas digitais de elevada complexidade, o procedimento seguido enquadra-se perfeitamente nas actuais metodologias de desenvolvimento. A descrição e simulação do sistema de processamento paralelo, integrando um número variável de processadores operando simultaneamente, além da validação da arquitectura, potencializa ainda várias aplicações futuras: no âmbito da optimização do *hardware*, do teste de *neuro-software* e no estudo de outros problemas próprios dos sistemas de processamento paralelo em geral.

A dissertação escrita e o projecto realizado, constituem de facto, o primeiro passo no sentido da construção de um computador neuronal de elevada versatilidade e desempenho.

Abstract

The present dissertation describes the project of a neural digital virtual processor to be fabricated in VLSI technology, and its development procedure, making use of a hardware description language — Verilog HDL. Through Verilog and its simulator Verilog-XL, the neural processor was designed and a simulation framework for the overall processing system — neurocomputer, was built.

The architecture, a multiprocessor type with a single common bus, operates as a coprocessor of a conventional computer — the host. The processor design is targeted for the efficient implementation of the backpropagation learning algorithm on the multi-layer perceptron. By means of a reorganized version of the algorithm, and adopting independent and asynchronous units for communication and processing, a good mapping between the architecture and its communication requirements, is achieved.

The processor, micro-programmed and with a RISC-type architecture, comprises a floating point unit for the basic neuron model calculations. The moderate precision requirements of backpropagation neural nets, allows for the adoption of a reduced length mantissa. Thus, higher capacity and operating speed for the same VLSI chip costs, can be obtained. The representation format to be used, resulted from an empirical study on the required word-length during the training phase. A C language simulator which implements the representation limitations through an appropriate truncation function, has been built.