

Título: Multiprocessador de Passagem de Mensagens.

Title: *Message Passing Multiprocessor*

Autor/Author: Ernesto Fernando Ventura Martins

Orientador/Advisor: António Nunes da Cruz

Data Apresentação/Acceptance Date: 19/02/99

Palavras Chave: Multiprocessadores, Multicomputadores, Passagem de Mensagens, Arbitragem de Bus, Extensão de Multiprocessamento.

Key Words: *Multiprocessors, Multicomputers, Message-Passing, Bus Arbitration, Multiprocessing Extension.*

Doutoramento/Ph.D.

Resumo

Esta tese descreve a arquitectura e a implementação dum sistema multiprocessador. Os processadores estão interligados através dum *bus* paralelo comercial (G-96+) e executam individualmente um sistema operativo multitarefa (OS-9). A interacção entre processos é suportada por uma extensão de multiprocessamento, que possibilita a passagem de mensagens.

Os processadores são computadores autónomos baseados no micro 68020, e ligam-se ao *bus* partilhado através dum interface multi-funcional que inclui um circuito integrado de arbitragem, um controlador de passagem de mensagens e um circuito de acesso ao *bus*. O circuito de arbitragem, do tipo de auto-selecção, inclui algumas características programáveis tendentes a otimizar a utilização do *bus*. O critério de equidade, o modo *parking*, e a preempção do *bus*, são os atributos mais salientes. Através dos circuitos de passagem de mensagens, os processadores podem comunicar mensagens entre si, em transferências ponto-a-ponto, *broadcast* ou *multicast*, usando uma única transacção de *bus* e com a mínima intervenção dos CPUs. Os circuitos de acesso ao *bus* permitem um acesso transparente aos espaços de endereçamento de memória e I/O do G-96+.

O sistema foi projectado para servir em aplicações nas áreas de controlo industrial e de processamento de sinal. A configuração dos processadores, face aos requisitos específicos destas aplicações, é efectuada através dum interface para um *bus* de expansão, ao qual podem ser ligados módulos comerciais compatíveis com o *bus* G-96. Para aplicações de processamento de sinal desenvolvemos um módulo baseado num DSP. Um conjunto de módulos deste tipo pode ser ligado a uma placa com conversores A/D e D/A, através dum multiplexador programável.

Com base no sistema operativo OS9 da Microware, residente em cada processador, desenvolveu-se uma extensão de multiprocessamento que implementa uma interface de comunicação, através do qual os processos podem trocar mensagens de forma transparente. A extensão é constituída por um conjunto de módulos cooperantes integrados nos sistemas operativos locais e implementa uma modelo de comunicação baseado em circuitos virtuais e canais de recepção. As primitivas de comunicação podem funcionar em modo síncrono ou assíncrono, em transferências ponto-a-ponto ou *multicast*. Os níveis de desempenho obtidos na plataforma actual, são iguais ou superiores aos reportados para sistemas congéneres, baseados em tecnologia idêntica.

Nos primeiros capítulos da tese, discutimos aspectos da realização de multiprocessadores de passagem de

mensagens e descrevemos a componente de hardware do sistema implementado. As abordagens mais comuns, utilizadas na construção de software de sistema em multicomputadores, bem como os modelos usados na comunicação inter-processos, são analisados a seguir. Por fim descrevemos a extensão desenvolvida e avaliamos o seu desempenho.

Abstract

This work describes the architecture and the implementation of a message passing multiprocessor system. Processors are interconnected through a commercial backplane bus, and run each a multitasking operating system. A set of message passing primitives provided by a multiprocessing extension, supports interaction between processes.

Processors are self-contained computer boards based on the 68020 microprocessor. They connect to a G-96+ shared bus through a multi-function interface, which includes a bus arbiter, a message passing controller, and a bus access circuit. The arbitration circuit is based on the self-selection technique, and includes some programmable facilities to optimize bus usage, namely a fair operation mode, a bus parking feature, and a preemption mechanism. Using their respective message passing controllers, processors can exchange messages in a single bus transaction, using one-to-one communication, broadcast or multicast. The bus access circuit allows processors to access any location within the G-96+ bus memory and I/O address spaces. In the work described herein, all low-level interprocessor communication is performed using the message passing mechanism.

The system is intended to serve in the areas of industrial control and signal processing. To allow customization to the specific requirements of these applications, processors include a G-96-compatible local bus interface, to which a wide variety of commercially available modules can be attached. For applications involving signal processing we developed a DSP-based module. An analog I/O board with A/D and D/A converters and a programmable interconnection multiplexer, was also developed.

Starting from Microware's OS9 operating system kernel in each processor, we designed a multiprocessor extension which provides application processes with a global communication interface, through which they can exchange messages in a transparent way. The extension comprises an integrated set of cooperating system modules, and implements a communication model based on channels and virtual circuits. Communication primitives support synchronous and asynchronous message transfer and group communication. The inter-process communication performance figures measured in the current hardware platform, match or exceed the ones reported for similar systems.

In the first chapters of this thesis we discuss the main design issues in message passing multiprocessors, and present our system's hardware implementation. Next we review the most common approaches used to build system software in multicomputers, and the models on which inter-process communication is based. The multiprocessor extension is then described and evaluated.