

Resumo:

No CAPS está a ser desenvolvido um sistema de interligação de processadores e periféricos com uma organização em BUS.

Procede-se a uma breve descrição desse sistema bem como à apresentação de um programa de simulação que fornece dados sobre estatísticas de ocupação em vários regimes de funcionamento,

O programa a usado para estudo da disciplina de prioridades no acesso ao BUS. São apresentados e comentados alguns resultados.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem-se vindo a assistir a um desenvolvimento notável de instalação e exploração de redes de computadores.

Para além do desenvolvimento explosivo de redes ditas globais assiste-se também à proliferação de redes locais (1), (2) por vezes até fortemente localizadas e que aproveitam de forma eficiente a sua pequena dispersão física.

Esse desenvolvimento resulta da progressiva baixa de preço e aumento da capacidade do equipamento informático, nomeadamente no que diz respeito às unidades centrais. Esta condição permite e acompanha uma cada vez mais a adaptação a tarefas específicas. Surge como resultado, a tendência para a concentração de equipamentos fortemente heterogéneos em áreas fisicamente restritas (empresas, universidades, laboratórios de investigação). Dessa concentração resulta, vantagem da constituição de redes, quer para partilhar equipamento de maior preço (usualmente periféricos), quer para estabelecer "set-ups" mais complexos e adaptados à resolução de certos problemas quer simplesmente, para maior comodidade de utilização. Acessoriamente as redes locais permitem, de modo mais vantajoso o acesso a uma rede de nível superior (local ou global). Marginalmente resulta a simplificação da ligação de sistemas em fase experimental, experiências automatizáveis, bancadas de medida e teste ou instrumentação diversa ao sistema de cálculo.

Estes foram os factores que levarão à decisão de se caminhar para a implementação de uma rede local no CAPS no qual se dispõe de um computador HP 2116C, com uma teleimpressora, um terminal gráfico de vídeo, um leitor de fita perfurada, uma unidade de diskettes, um duplo conversor A/D e um duplo conversor D/A ligado a um outro display gráfico,; uma calculadora Wang com um terminal de vídeo alfa-numérico, um leitor de cartões perfurados, duas unidades de cassetes, uma impressora rápida e um "plotter"; dois terminais, um vídeo e o outro impressor que são actualmente ligados a outros computadores por via telefónica; vários sistemas de microprocessadores. Aguarda-se a instalação de um sistema HP 1000.

2. ESTRUTURA DO SISTEMA PROPOSTO

A concretização da rede local do CAPS será feita através de uma estrutura em BUS a qual estão ligados os computadores e os periféricos. Do ponto de vista da rede, os periféricos a ela ligados são considerados como unidades independentes tão autónomas como os computadores. De aqui em diante passaremos a designar por periférico (da rede) todo o equipamento a ela ligado seja ele computador ou realmente periférico.

Em cada momento é definido um conjunto de ligações virtuais entre os periféricos que constitui uma configuração. Deste modo, até que a configuração seja alterada, cada periférico tem atribuído como interlocutor um outro periférico bem determinado.

A comunicação faz-se palavra a palavra, através do BUS,

entre os dois periféricos.

As comunicações são sincronizadas por um BUS e cada uma ocupa um ou dois ciclos do BUS.

Nestas circunstâncias os periféricos que pretendem transmitir têm de obter acesso aos Conflitos no acesso são resolvidos através de uma disciplina do acesso que define prioridades e escolhe em cada momento qual o periférico que obtém acesso ao BUS.

Uma descrição um pouco mais desenvolvida a dada na referência (3).

3. Programa busim

Como ferramenta de projecto foi implementado um programa de simulação que permite obter dados que caracterizam a eficácia do sistema em estudo (3), (4).

Este programa simula o funcionamento do BUS com três importantes limitações. Em primeiro lugar não é feita alteração dinâmica de ligações. Em segundo lugar a estatística de pedidos de acesso das interfaces não é alterável durante a simulação. Em terceiro lugar, a disciplina de acesso é fixa e do tipo "daisy-chain" em que a posição das ligações do periférico ao bus, neste, determina a sua prioridade.

Todas estas limitações podem ser ultrapassadas, uma vez que a simulação pode ser interrompida em (quaisquer momento e recomeçada após verificação da situação e eventuais alterações aos que podem incluir ligações, estatísticas de chamadas das interfaces ou a disciplina de prioridades (ainda, que, dentro do tipo daisy-chain). Estão em fase de implementação modificações que permitem alterar a estatística de chamadas do periférico permitindo simular o funcionamento por "Bursts") e está em projecto uma alteração que permitirá simular qualquer disciplina de prioridades. O programa, que simula até 16 ligações, obtém:

- Caracterização do funcionamento de cada periférico através de, para cada um:

distribuição de esperas;
espera média por acesso;
espera máxima por acesso;
espera total;
numero de chamadas.

-Caracterização global do sistema através de:
numero de ciclos com ocupação;

numero de ciclos em que se registaram esperas;
numero total de esperas em periférico: Ciclo;

estatística do comprimento da fila de esperas;
comprimento médio da fila de esperas.

-Situação no momento através do:

ciclos de simulação terminados;

numero de ciclos que antecedem a próxima chamada em cada periférico;
estado de cada ligação;

numero de ciclos que antecedem a próxima saída de dados;

acções a emprender no próximo ciclo simulado e numero de ciclos que o antecedem.

As saídas são feitas estruturalmente, acompanhando os dados de uma mnemónica da sua designação (pag 1).)

Os diversos dados que figuram nos resultados de simulação apresentados são os seguintes:

-Estatística de atrasos do periférico i (DST. i)

Trata-se de uma matriz para cada periférico em que o primeiro elemento indica o número de vezes em que o periférico foi atendido sem espera e o último indica o número de vezes em que o periférico foi atendido após esperar 19 ou mais ciclos e os restantes elementos DSTJ.i com $2 < J < 19$ indicam o número de vezes que o periférico i esperou j-1 ciclos.

-Número de chamadas do periférico i (NCL i)
Indica o número de chamadas ao BUS feita pelo periférico i

-Espera total do periférico i (TDP i)
Indica o número total de ciclos perdidos pelo periférico i em esperas.

-Espera média do periférico i (MDL i)

-Espera máxima do periférico 1 (MXD i)

-Espera total do BUS (TDB)
Indica o número total de esperas por acesso ao BUS

- Número de ciclos ocupados (OCY)

-Número de ciclos com periféricos em espera (DCY)

-Comprimento médio da fita de espera (MQU)

-Estatística de esperas por acesso ao BUS (QST)

trata-se de uma matriz em que o elemento i indica quantas vezes estiveram i-1 periféricos aguardando acesso ao BUS.

4. ESTUDO DA DISCIPLINA DE ACESSO AO BUS

O programa BUSIM tem vindo a ser utilizado para estudo de diversas estratégias na definição da ordem de prioridades de acesso ao bus dentro de uma disciplina do tipo "daisy-chain".

Como se afirmou esta em estudo uma generalização que permitirá o estudo de outros tipos de disciplina nomeadamente o de disciplinas com prioridades dinamicamente alteráveis.

Para averiguar dos méritos relativos de diversos esquemas foi simulada uma configuração que embora possuindo apenas 4 ligações representa já uma situação que coloca razoáveis exigências ao sistema. Através da variação do valor do ciclo do bus é possível mantendo os parâmetros das distribuições das chamadas de periféricas, simular uma maior ou menor ocupação.

É simulada uma situação em que o computador HP2116C está ligado por 4 interfaces ao terminal gráfico, ao duplo conversor A/D, ao duplo conversor D/A e a unidade de diskettes (5). Supõe-se que o BUS transmite um byte por ciclo. As ligações entre interfaces que possuam palavras maiores que 1 byte são transmitidos em dois ciclos consecutivos.

As ligações simuladas tem as seguintes características:

Ligação computador-terminal gráfico:

Esta ligação é feita a velocidade de 3000bit/s. Do ponto de vista que nos interessa, o computador transfere um BYTE através do BUS para a interface do terminal que o serializa.

O ritmo desta ligação é, pois de 300 bytes/s. Verifica-se que o factor limitador é aqui representado pela velocidade imposta pelo terminal e não pelo tempo de resposta do computador. Admite-se que o computador esta transmitindo para o terminal.

Ligação computador-conversores A/D:

Trata-se de uma ligação em que os conversores enviam alternadamente valores de um de outro ao ritmo mais elevado permitido pelas especificações e que corresponde a intervalos de palavras de 20 us. As palavras são de 12 bits.

Ligação computador-conversores D/A:

Trata-se de uma ligação em que o computador envia alternadamente valores para um e outro ao ritmo mais elevado permitido pelas especificações e que corresponde a intervalos entre palavras de 25 us. As palavras tem 12 bits.

Ligação computador-diskettes:

Trata-se de uma ligação em que é enviado um byte de cada vez pelo computador ao terminal de diskettes. A ligação tem um ritmo imposto pelo computador. As transmissões são feitas com um período de 14 us.

Inicialmente foram feitos alguns ensaios no sentido de determinar qual o número de ciclos necessários para se atingirem parâmetros estacionários na descrição do estado do sistema. Para várias situações foi verificado que, após a simulação de 40 000 ciclos a variação dos parâmetros não era já significativa. Nessas circunstâncias fizeram-se simulações de 40 000 ciclos.

Foram estudadas 4 possíveis configurações.

configuração 1: A ordem de prioridades corresponde à velocidade dos periféricos, isto é, periféricos mais rápidos têm prioridade superior aos mais lentos.

Configuração 2: A ordem de prioridades é a inversa da

Resultados das simulações

simulação longe da saturação (figs. 1 a 4). Usou-se um ciclo de 1 us para esta simulação. Verifica-se que em qualquer das configurações a percentagem de ocupação do BUS foi de cerca de 35%.

Interessa considerar a degradação que é introduzida em cada ligação pelo facto de existirem as outras.

Por simulação obtivemos os seguintes valores que foram confirmados por uma análise estatística:

Ligações Computador-terminal

NCL 12

TDP do computador 33783

TDP do terminal A/D

Ligação Computador-conversores A/D

NCL 2040

TDP O nos dois casos

Ligação computador-conversores D/A

NCL 1385

TDP do computador 4358

TDP do conversor O

Ligação computador diskettes

NCL 2030

TDP do terminal de diskettes 60 443

TDP do computador 0

O aparecimento de valores são nulos nos atrasos dos periféricos resulta de que nesses atrasos estão incluídas não só as esperas por acesso ao BUS (que com as ligações isoladas são nulas) mas também as esperas por retorno das flags dos receptores autorizando novo envio.

No quadro i estão resumidos os resultados para as 4 configurações dos dados TDP e NCL.

Verifica-se que, como era de esperar, dada a pouca ocupação do bus o numero da chamadas por periférico não foi significativamente afectado. De um modo geral o mesmo se passa no que diz respeito aos atrasos registados. E, no entanto, importante notar que na ligação computador-duplo conversor D/A o computador aumenta significativamente as suas esperas. Tal situação é explicável. As médias de chamada dos dois periféricos são muito semelhantes e daí resulta que uma muito pequeno degradação do tempo de copo são do receptor (no que diz respeito à flag) por intromissão de ligações mais prioritárias resulta num agravamento percentual muito significativo.

Veja-se que agora quase todos os periféricos apresentam atrasos em todas as configurações, mas que esses atrasos mesmo nos casos de periférico, que não registavam atrasos são apesar de tudo, pouco importantes. Isso é perfeitamente claro da análise de MXD e MDL, que nos permite ter a garantia que os atrasos máximos e médios são de facto pouco significativos

Repare-se que, como seria de esperar, a estratégia que consiste em dar mais prioridade aos periféricos mais rápidos, se revela, de facto, a mais eficaz pois a programação é menos acentuada. Isto é visível também no que diz respeito à fila da espera média.

Simulação perto da saturação (figs 5 a 8):

Usou-se um ciclo de 4 us para esta simulação

Verifica-se que em qualquer das configurações a percentagem de ocupação do BUS varia de 86% a 98%.

Nestas circunstâncias acentua-se a degradação das características.

Aliás, tal degradação verifica-se já no que diz respeito às ligações isoladas especialmente no que diz respeito à ligação computador/conversores A/D em que passa a existir espera do conversor pelo retorno da flag pelo computador, Isto é resultado de uma menor "definição" na escala dos tempos que sincronizando os acontecimentos mais espaçadamente vai, por assim dizer, tornar simultâneos acontecimentos que o não são.

Os valores obtidos para as ligações isoladas são os seguintes:

Ligação computador terminal

NCL47

TDP do computador 36453

TDP do terminal 0

ligação Computador-Conversores A/D

NCL7276

TDP do computador 0

TDP dos conversores 39868

Ligação Computador-Conversores DIA

NCL4632

TDP do computador 8259

TDP dos conversores 0

Ligação Computador-Diskettes

NCL 7604

TDP do terminal de diskettes 60931

TDP do computador 0

No quadro 2 estão resumidos os resultados para este caso.

Claro que agora existe já uma acentuada degradação no numero de chamadas realizadas especialmente na que diz respeito As ligações menos prioritárias. Note-se a "hiper-sensibilidade" da ligação computador-conversores DA que vem confirmar o que se disse. Nes te caso é interessante comparar as configurações 1 e 3. Veja-se a influência da maior prioridade dada ao receptor, ainda que em termos de ligação, a situação tenha piorado.

No que diz respeito a esperar , verifica-se que a degradação percentual é tanto maior quanto mais equilibrados são os dois terminais do ponto de vista de intervalos entre pedidos de acesso, o que é conforme ao esperado.

Mais uma vez as esperas registadas nos receptores não são, de um modo geral, relevantes se as compararmos com os acréscimos dos emissores embora nas ligações menos prioritárias nas duas primeiras configurações essas esperas assumam já uma importância muito maior.

simulação em franca saturação (figs 9 a 12):

Usou-se um ciclo de 10 us e registaram-se ocupações de 100%.
A degradação assume aspectos graves.

Os resultados para as ligações individualmente São es seguintes:

Ligação Computador-Terminal

NCL 119

TDP do computador 37369

TDP do terminal 0

Ligação Computador-Conversores A/D

NCL 11441

TDP do computador 0

TDP dos conversores 39941

Ligação Computador-Conversores DIA

NCL8870

TDP do computador 11902

TDP dos conversores 0

Ligação Computador-Diskettes

NCL16967

TDP do computador 0

TDP do terminal de diskettes 5461

Verifica-se que a degradação da ligação computador-conversores D/A se acentua.

Os resultados para as diversas configurações estão no quadro 3.

A situação é de facto muito degradada. Repare-se que não só a última ligação não estabelece contactos como a penúltima e penosamente degradada especialmente nas configurações 1 e 3.

Nesta situação as configurações 2 e 4 aparecem como situações mais equilibradas em que as fortes assimetrias são reduzidas especialmente na 4. Isto é feito, contudo, à custa da ligação mais exigentes

Assim ala-se mais uma vez a "hiper-sensibilidade" da ligação computador-conversores D/A.

Conclusões:

O trabalho realizado até agora apontou algumas alterações desejáveis no programa BUSIM que estão em fase de Projecto ou de concretização. Em todo o caso ficou, desde já clara a utilidade e a flexibilidade do programa BUSIM.

Os resultados já obtidos formaram desde já bases para a tomada de opções de projecto em relação à rede local a implementar no CAPS.

Estão previstos vários ensaios que permitem evidenciar a influencia das características dos periféricos na eficácia do sistema.

Também, como se disse, se vai passar brevemente à execução de simulações com mais distribuições que permitam simular a existência de bursts de tráfego e aponta-se para o ensaio de outras disciplinas de prioridade.