

## TPC4

### Resultados dos exercícios propostos

#### 1. Formato dos ficheiros `prog.c` e `soma.c`

Ambos os ficheiros estão no formato "texto", i.e., em ambos os ficheiros cada um dos *bytes* que o constitui representa um carácter codificado em ASCII, e termina normalmente em Unix/Linux com o carácter "new line" codificado em ASCII, 0x0a (depende do editor de texto usado).

#### 2. Tamanho dos ficheiros `prog.c` e `soma.c`

Uma vez que são ambos ficheiros de texto, basta contar os caracteres introduzidos (não esquecer o carácter de mudança de linha) para se ficar com uma estimativa do tamanho do ficheiro. Através de um entre vários comandos do Linux (por ex., `ls -l` ou `wc`) pode depois confirmar o tamanho exato do ficheiro.

#### 3. Formato do ficheiro `soma.s`

Tal como o ficheiro fonte que lhe deu origem, este continua a estar no formato "texto". O facto de conter código *assembly* pelo meio, é uma interpretação nossa do significado do texto nele contido.

#### 4. Informação simbólica no ficheiro `soma.s`

Viu-se em aulas anteriores que o código *assembly* é constituído por um conjunto de mnemónicas que identificam as operações que o CPU executa (por ex., `mov`, `sub`, `and`, `push`) seguida da identificação dos operandos fonte e/ou destino (seu valor ou localização). Os valores são normalmente numéricos, e as localizações são números (endereço de memória), nomes de registos (começados por "%" na notação da GNU), ou especificação de endereços de memória usando constantes e 1 a 2 nomes de registos entre parênteses.

Assim, tudo o resto neste ficheiro de texto é informação simbólica.

Estão presentes pelo menos 3 tipos de informação simbólica:

- linhas que começam com ".", que são diretivas (comandos) para o *assembler*, quando for montar o código binário; especificam, por exemplo, onde começa o bloco de informação contendo o código do módulo (".text") ou contendo as variáveis globais (".data"), ou ainda que uma determinada sequência de caracteres é única no programa e foi definida neste módulo, podendo ser acedida a partir de qualquer outro módulo que seja posteriormente ligado a este e que lhe faça referência; por ex. ".global" seguido do nome de uma função codificada no ficheiro original em C que deu origem a este ficheiro, ou de uma variável global declarada no mesmo ficheiro;
- linhas que terminam em ":" são etiquetas que indicam a localização (i) dentro do bloco .text de um dado pedaço de código ou (ii) dentro do bloco com as variáveis globais uma dada variável (cujo nome está imediatamente antes dos ":");
- sequências de caracteres no meio do código *assembly*, associadas normalmente ao nome de uma variável ou função, indicando a localização em memória onde ela irá tomar os diversos valores ao longo da execução de um programa (as "etiquetas" referidas antes).

#### 5. Nível de abstração do ficheiro `soma.s`

Este é ainda um ficheiro de texto, no nível *assembly*, ainda longe de poder ser interpretado pela unidade de descodificação de qualquer processador.

#### 6. Visualização de parte do conteúdo do ficheiro `soma.o`

Este é um ficheiro objeto, em que parte do seu conteúdo é já o código do programa em linguagem máquina do IA-32.

Com o comando `(gdb) x/23xb soma` o que se pretende é ver em hexadecimal o conteúdo dos 23 *bytes* do bloco `.text` a partir do local onde estava colocada a etiqueta com o nome da função `soma`, i.e., os 23 *bytes* iniciais com o código em linguagem máquina da função `soma`.

Contudo, aparece uma mensagem de aviso de algo inesperado a partir de certa posição, devido ao facto do bloco `.text` deste módulo não ter sequer 23 *bytes*.

## 7. Nível de abstração do ficheiro `soma.o`

Tal como escrito antes, este é um ficheiro objeto, em que parte do seu conteúdo é já o código do programa em linguagem máquina do IA-32. Contudo, olhando para os endereços de cada uma das instruções (que começam no endereço "0") pode-se concluir que este código ainda não está pronto para ser executado (para além de se saber que lhe falta ainda o `main`).

## 8. Informação simbólica em `soma.o`

Este ficheiro continua a ter informação simbólica, quanto mais não seja indicações para os diversos blocos que o constituem (`.text` e/ou `.data`). A prova disto é a existência de uma tabela de símbolos neste ficheiro, a qual pode ser visualizada com `objdump -t soma.o`.

## 9. Representação da variável `accum`

Esta variável deixou de aparecer como informação simbólica: já foi convertida num número, que se assume como o endereço de memória onde irá ficar alojada esta variável global. Mas, o endereço de memória é "0" e é o mesmo onde se encontra o código da função `soma`...

Isto significa que o endereço especificado para essa variável indica apenas a sua localização dentro do bloco das variáveis globais (i.e., é a 1ª variável global), enquanto o endereço do código da função `soma` indica também a localização desse pedaço de código no bloco `.text` deste ficheiro.

## 10. Análise do código em `soma.o`

Na sequência do comando de `objdump` executado (com a opção de "desmontagem") é possível verificar quantos *bytes* ocupa o código desta função em linguagem máquina, como está codificada cada uma das instruções e se ocupa 1, 2, 3 ou 6 *bytes*.

## 11. Formato do ficheiro `prog`

Este ficheiro é já o executável, contendo toda a informação necessária para poder ser executado com sucesso: código em linguagem máquina de todo o programa, incluindo o código das funções de bibliotecas do sistema operativo (e do C e outros), e os valores inicializados das variáveis globais (por ex., mensagens de erro).

## 12. Localização da variável `accum` no ficheiro `prog.dump`

Esta variável deixou de aparecer localizada no endereço "0" bem como o do código da função `soma`. Estão já em endereços distintos, como seria de esperar.

## 13. Representação em memória do endereço de `accum`

Analisando lado a lado o código binário e o código *assembly* da função dá para ver nitidamente como é que o endereço de `accum` aparece no formato de instrução: com o seu *byte* menos significativo no endereço de menor valor. O que mostra claramente que a implementação desta arquitetura é *little endian*.

## 14. Invocação da função `soma` pela `main`

Analisando de novo o código, agora na `main`, encontra-se a instrução de `call` seguido de um endereço de memória, que corresponde precisamente ao do início da função `soma`. Mesmo que o valor numérico desse endereço não esteja claramente visível no *assembly*, é possível lê-lo no código em binário, depois do 1º *byte* que especifica a operação de `call`.