Registros de Ativação

Sandro Rigo sandro@ic.unicamp.br







Introdução

Funções têm variáveis locais

- Devem ser criadas na chamada da função
- Sobrevivem até que a função retorne (C, Pascal, Java)

Recursão

Cada instância da função tem seus próprios parâmetros e locais

Chamadas de funções

- Se comportam de maneira LIFO
- Podemos usar uma pilha







Stack Frames

- As operações push e pop não podem ser feitas individualmente para cada variável
 - Manipula-se conjuntos de variáveis
 - Precisamos ter acesso a todas elas
- Stack Pointer (SP)
 - Todas as posições além do SP são lixo
 - Todas as anteriores estão alocadas
- Activation Record ou Stack Frame
 - Área na pilha reservada para os dados de uma função
 - parâmetros, locais, endereço de retorno, etc







Stack Frames

8		↑ higher addresses
	•	
	argument n	
		v.
incoming	*	previous
arguments		frame
	argument 2	
	argument 1	
frame pointer \rightarrow	static link	
,		9
	local	
	variables	
	return address	
	temporaries	
	Sold State Control of the Control of	current
	saved	frame
	registers	
	registers	
	argument m	9
	argament m	
outgoing		
	,	
arguments		
	argument 2	
	argument 1	
stack pointer \rightarrow	static link	,
		0.8868-9304
		next
		frame
		7.7
2		↓ lower addresses

- A pilha normalmente cresce para baixo
- O formato do frame depende
 - Linguagem sendo compilada
 - Características do processador alvo
 - Normalmente o fabricante do processador determina um layout padrão
 - Funções escritas numa linguagem podem chamar funções de outra linguagem





Frame Pointer

- Suponha que g() chama f(a1, a2, ...,an)
 - g() é conhecida como caller (chamador)
 - f() é conhecida como callee (chamado)
- Na chamada de f()
 - SP aponta para o primeiro argumento sendo passado a f()
 - f() aloca seu frame subtraindo o tamanho de SP
- O antigo SP se torna o atual FP
- Em algumas arquiteturas o FP é um registrador
 - Se valor antigo é salvo no frame e restaurado no retorno







Frame Pointer

- FP é útil quando o tamanho dos frames pode variar ou não são contíguos na pilha
- Com frames de tamanho fixo:
 - O FP sempre diferirá de SP por um tamanho conhecido
 - Não é necessário gastar um registrador para isso
- Por que um FP?
 - O tamanho do frame só pode ser calculado muito adiante no processo de compilação
 - É necessário saber o número de temporários e registradores a serem salvos







Frame Pointer

Por que um FP?

- Porém é útil saber os offsets dos parâmetros e locais
- São alocados primeiro, próximos ao FP
 - Offset conhecido mais cedo





Registradores

- Registradores são unidades de armazenamento internas do processador
 - Tempo de acesso é milhares de vezes mais rápido que a memória
- O bom uso dos registradores é essencial para um bom desempenho do programa
- O número de registradores é limitado. Ex:32
- É comum instruções aritméticas poderem acessar valores somente em registradores
 - RISC







Registradores

- Muitas funções podem precisar dos registradores ao mesmo tempo
- Suponha que f() chama g() e ambas usam o registrador r
 - Caller-save: É responsabilidade de f salvar e restaurar o registrador r
 - Callee-save: É responsabilidade de g salvar e restaurar o registrador r
- Normalmente n\u00e3o existe uma diferen\u00e7a f\u00edsica entre os registradores
 - Diferenciação entre caller e callee saves é convenção da arquitetura







Registradores

- Uma boa escolha entre caller e callee save registers pode economizar acessos à memória
- Exemplo: No MIPS

- \$t0-\$t9: caller-saves

- \$s0-\$s7: callee-saves





Parâmetros

- Estudos mostram que quase todas têm no máximo 4 argumentos
- Quase nenhuma tem mais que 6
- Antigamente, passagem era sempre feita na pilha
 - Tráfego de memória desnecessário
- Hoje em dia:
 - Primeiros k parâmetros passados em registradores, o resto na pilha
 - K = 4 ou 6 é um valor típico







Endereço de Retorno

- Antigamente era colocado na pilha no momento da chamada da função
- Atualmente é mais comum ser mantido em registrador
 - No MIPS: ra ou \$31
- Procedimentos que não são folhas devem salvá-lo na pilha



Variáveis na Pilha

Razões para alocar uma variável na pilha:

- Passagem por referência (& em C)
- Variáveis acessadas por funções aninhadas
- Valor muito grande para caber em um registrador
 - Alguns compiladores podem dividí-lo
- Registrador ocupado pela variável se torna necessário para outro propósito
- Spill: há variáveis locais e temporários demais para caber todos em registradores, alguns são forçadamente colocados na pilha







Static Links

- Funções Aninhadas:
 - Funções internas podem acessar varíáveis das externas
- Static Link: um ponteiro para o frame da função que estaticamente engloba a chamada
- Exemplo: programa 6.3 do livro



