# Mais exemplos em máquina Norma

Professor Dr. Ricardo Ferreira de Oliveira

Estudaremos neste texto mais exemplos de programas em máquina Norma. Conforme os exemplos vão se tornando mais complexos, o estudante pode observar a diferença entre o tamanho dos programas monolíticos em relação aos programas iterativos. Recorde o aluno que a máquina Norma pode conter um número infinito de registradores nomeados com letras maiúsculas. Os registradores X e Y são reservados para a entrada e a saída respectivamente (DIVÉRIO; MENEZES, 2011, p.71).

**Exemplo 4**. Neste exemplo queremos substituir o conteúdo do registrador “A” pelo conteúdo do registrador “B” preservando o conteúdo de “B”. Novamente precisamos de um registrador auxiliar “C”, que precisará ser zerado. Então nosso programa ficará da seguinte maneira em termos de algoritmo:

1. Zeramos o registrador “A”
2. Zeramos o registrador “C”
3. Até que “B” fique zero, decrementamos “B”, e incrementamos “A” e “C”.
4. Agora restauramos o valor de “B” fazendo:
5. Até que “C” fique zero, decrementamos “C” e incrementamos “B”.

Forma monolítica:

|  |
| --- |
| 1: se A=0 então vá\_para 3 senão vá\_para 2  2: faça A:=A-1 vá\_para 1  3: se C=0 então vá\_para 5 senão vá\_para 4  4: faça C:=C-1 vá\_para 3  5: se B=0 então vá\_para 9 senão vá\_para 6  6: faça A:=A+1 vá\_para 7  7: faça B:=B-1 vá\_para 8  8: faça C:=C+1 vá\_para 5  9: se C=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 10  10: faça B:=B+1 vá\_para 11  11: faça C:=C-1 vá\_para 9 |

Forma iterativa:

|  |
| --- |
| até A=0  faça (A:=A-1);  até C=0  faça (C:=C-1);  até B=0  faça (A:=A+1; B:=B-1; C:=C+1);  até C=0  faça (B:=B+1; C:=C-1); |

**Exemplo 5**. Neste exemplo desejamos saber se o conteúdo de “A” é maior que o conteúdo de “B”. Para que o programa não fique extenso, não iremos preservar os valores de “A” e de “B”. Se o conteúdo de “A” for maior que o conteúdo de “B” armazenaremos 1 em “C”. Caso contrário armazenaremos “0” em “C”.

Então nosso programa ficará da seguinte maneira em termos de algoritmo:

1. Zeramos o registrador “C”
2. Decrementamos “A” e “B” de uma unidade até que um dos dois fique zero.
3. Agora testamos se “A” está diferente de zero. Se estiver, incrementamos o registrador “C” de uma unidade.

Forma monolítica:

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 3 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 1  3: se A=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 4  4: se B=0 então vá\_para 7 senão vá\_para 5  5: faça A:=A-1 vá\_para 6  6: faça B:=B-1 vá\_para 3  7: faça C:=C+1 vá\_para 0 |

Forma iterativa:

|  |
| --- |
| até C=0  faça (C:=C-1);  até B=0  faça (  se (A=0) então faça (C:=C+1;  se (B=0) então ()  senão (B:=B-1));  senão faça (A:=A-1;B:=B-1);); |

Observe, no exemplo 4, que se “A” chega a zero primeiro incrementamos o valor de “C”. Caso contrário, o programa irá continuar decrementando até “B” se tornar zero e “C” continuará com zero.

**Exemplo 6**. Nosso próximo exemplo ilustra a operação de multiplicar o conteúdo do registrador “B” pelo registrador “A” armazenando o resultado em “A”. Observe que, necessitaremos de dois registradores auxiliares “C” e “D”.

Forma monolítica:

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 3 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 1  3: se D=0 então vá\_para 5 senão vá\_para 4  4: faça D:=D+1 vá\_para 5  5: se A=0 então vá\_para 8 senão vá\_para 6  6: faça C:=C+1 vá\_para 7  7: faça A:=A-1 vá\_para 5  8: se C=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 9  9: se B=0 então vá\_para 13 senão vá\_para 10  10: faça B:=B-1 vá\_para 11  11: faça A:=A+1 vá\_para 12  12: faça D:=D+1 vá\_para 9  13: se D=0 então vá\_para 16 senão vá\_para 14  14: faça B:=B+1 vá\_para 15  15: faça D:=D-1 vá\_para 13  16: faça C:=C-1 vá\_para 8 |

Forma iterativa:

|  |
| --- |
| até C=0  faça (C:=C-1);  até D=0  faça (D:=D-1);  até A=0  faça (A:=A-1; C:=C+1);  até C=0  faça (  até B=0  faça (B:=B-1; A:=A+1; D:=D+1);  até D=0  faça (B:=B+1; D:=D-1); C:=C-1); |

## Exercícios resolvidos

**Exercício resolvido 1**) Supondo que tivéssemos os seguintes valores nos registradores A, B e C:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| A | B | C |
| 5 | 4 | 2 |

O que estará no registrador “A” após executarmos o programa Norma abaixo:

|  |
| --- |
| até C=0  faça (C:=C-1; A:=A+1; B:=B+1) |

1. 5
2. 6
3. 7
4. 9
5. 10

Solução: A cada volta C decrementa 1, A incrementa de 1 e B incrementa de 1 até que C esteja zerado. Como C inicia com 2, haverá duas iterações até o programa parar. Como em cada iteração A e B são incrementados de 1, ao final da execução A estará com o valor 7!

**Exercício resolvido 2**) Considere o seguinte código para máquina Norma em um programa iterativo:

|  |
| --- |
| até C=0  faça (C:=C-1; A:=A+1; B:=B+1); |

Qual das opções abaixo mostra um programa monolítico equivalente:

a)

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 3 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 3  3: faça A:=A+1 vá\_para 1  4: faça B:=B+1 vá\_para 0 |

b)

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 4 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 3  3: faça A:=A+1 vá\_para 1  4: faça B:=B+1 vá\_para 0 |

c)

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 3  3: faça A:=A+1 vá\_para 4  4: faça B:=B+1 vá\_para 1 |

d)

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 3  2: faça C:=C-1 vá\_para 3  3: faça A:=A+1 vá\_para 4  4: faça B:=B+1 vá\_para 1 |

e)

|  |
| --- |
| 1: se C=0 então vá\_para 0 senão vá\_para 2  2: faça C:=C-1 vá\_para 3  3: faça A:=A+1 vá\_para 4  4: faça B:=B+1 vá\_para 0 |

**Solução**: A resposta será letra c). No programa monolítico da letra a) somente após o registrador C estar zerado é que ele incrementará uma vez só os registradores B e C. No programa monolítico da letra b) após o registrador C ficar zerado ele irá para a linha 4, incrementará o registrador B e parará. No programa monolítico da letra d) o programa não passará pela linha 2 de modo que ficará em loop infinito! No programa monolítico da letra e) ao fim da primeira iteração o programa irá parar em vez de voltar a linha 1.

Na próxima temática iremos trabalhar outra Máquina Universal, a máquina de Post. Até lá!

Referências

DIVERIO, Tiarajú; MENEZES, Paulo Blauth. **Teoria da computação**: máquinas universais e computabilidade. Porto Alegre: Bookman, 2011. (Livros didáticos informática UFRGS 5) [Recurso Eletrônico/Biblioteca Virtual Universitária].