Universiteit Antwerpen
Faculteit Wetenschappen

Computersystemen en -architectuur

Introductie MIPS

Kasper Engelen

kasper.engelen@uantwerpen.be

Academiejaar 2022 – 2023

Instructies

- Bepalen wat een programma doet
- Worden één voor één uitgevoerd
- Arithmetic: optellen, delen, and, or, bitshifts, etc.
- Load/Store: lezen/schrijven naar geheugen
- Conditional: if-statements, loops, etc.
- Voorbeeld:
  - `li $t1, 12  # Register $t1 bevat nu de waarde 12`
  - `addi $t0, $t1, 2  # $t0 = $t1 + 2`
  - Register `$t0` bevat nu de waarde 14

Registers

Naam	Nummer	Betekenis
`$zero`	0	Altijd gelijk aan 0
`$at`	1	Gereserveerd (niet gebruiken)
`$v0` – `$v1`	2 – 3	Functie return waarde
`$a0` – `$a3`	4 – 7	Functie argumenten
`$t0` – `$t9`	8 – 15, 24 – 25	Temporary registers
`$s0` – `$s7`	16 – 23	Saved registers
`$k0` – `$k1`	26 – 27	Kernel Registers
`$gp`	28	Pointer naar global data
`$sp`	29	Stack pointer
`$fp`	30	Frame pointer
`$ra`	31	Return adres
`$f0` – `$f31`		Floating point registers

Labels

- Groeperen van instructies
- Vergelijkbaar met de naam van een functie (zie Python, C++)
- Maakt “jumps” en “branches” mogelijk

```
1  # add.asm: A program that computes the sum of 1 and 2
2  # leaving the result in register $t0.
3  # Registers used:
4  # t0 : used to hold the result
5  # t1 : used to hold the constant 1
6
7  main:               # start execution at main
8      li $t1, 1       # load value 1 into $t1
9      j add           # jump to label 'add'
10     addi $t0, $t1, 1    # $t0 = $t1 + 1
11 add:
12     addi $t0, $t1, 2    # $t0 = $t1 + 2
13 # end of add.asm
```

System calls

- Request aan besturingssysteem
- Functionaliteiten: input, output, memory, exit
- Hoe?
  1. Plaats code in register `$v0`
  2. Roep `syscall` instructie op

System calls

Naam	Code	Argumenten	Return register
`print_int`	1	`$a0`	
`print_float`	2	`$f12`	
`print_double`	3	`$f12`	
`print_string`	4	`$a0`	
`read_int`	5		`$v0`
`read_float`	6		`$f0`
`read_double`	7		`$f0`
`read_string`	8	`$a0` (geheugen adres) `$a1` (lengte)	
`sbrk`	9	`$a0` (lengte)	`$v0` adres
`exit`	10		

System calls

Voorbeeld

```
1  # add.asm: A program that computes the sum of 1 and 2
2  # Printing the result
3  # Registers used:
4  # t0 : used to hold the result
5  # t1 : used to hold the constant 1
6  main:
7      li   $t1, 1      # load 1 into $t1
8      addi $t0, $t1, 2 # $t0 = $t1 + 2
9
10     move $a0, $t0   # set result to $a0
11     li   $v0, 1     # load code for print_int
12     syscall
13 exit:
14     li  $v0, 10 # load code for exit
15     syscall
16 # end of add.asm
```

Geheugen

- Maakt het mogelijk om variabelen en data mee te geven in een script
- Data-gedeelte voorafgegaan door directive `.data`
- Voorbeelden:
  - `.ascii "abc"`: string
  - `.asciiz "abc"`: string gevolgd door zero-byte (zie theorielessen)
  - `.byte 5`: 8-bit integer
  - `.half -3`: 16-bit integer
  - `.word 3200`: 32-bit integer
  - `.space 20`: lege ruimte, 20-bytes groot
- Gebruik `lw` en `sw` instructies om data op te slaan en op te roepen
- Gebruik `la` om het adres te bekomen
- Instructie-gedeelte voorafgegaan door directive `.text`

Geheugen

Voorbeeld 1

```
1  # helloworld.asm:  A "Hello World" program.
2  # Registers used:
3  # $v0 : syscall parameter and return value
4  # $a0 : syscall parameter: the string to print
5      .data
6  hello_msg:   .asciiz "Hello World!\n"
7
8      .text
9  main:
10     la $a0, hello_msg   # load the addr of hello_msg in $a0
11     li $v0, 4           # load code for print_string
12     syscall
13 exit:
14     li $v0, 10  # load code for exit
15     syscall
```

Geheugen

Voorbeeld 2

```
1  # loadandstore.asm: Demonstrate load and store instructions
2  # by implementing c = a + b
3      .data
4  var_a:   .word -5     # variable a
5  var_b:   .word 8      # variable b
6  var_c:   .word 0      # variable c
7
8      .text
9  main:
10     lw $t1, var_a         # load a in $t1
11     lw $t2, var_b         # load b in $t2
12     add $t0, $t1, $t2     # add a and b
13     sw $t0, var_c         # store sum into c
14
15
16 exit:
17     li $v0, 10        # load code for exit
18     syscall
```

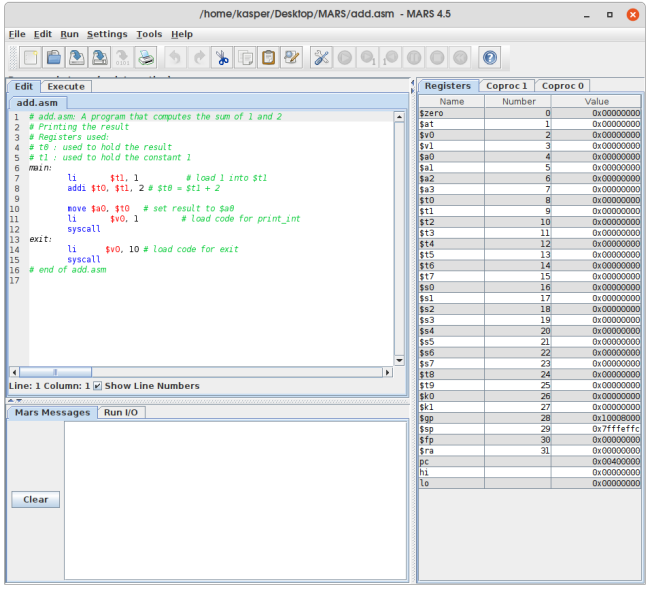
Conditionele instructies

```
1  # conditional.asm
2  # c = max(a, b)
3      .data
4  var_a:   .word 8      # variable a
5  var_b:   .word 14     # variable b
6  var_c:   .word 0      # variable c
7
8      .text
9  main:
10     lw $t1, var_a   # load a in $t1
11     lw $t2, var_b   # load b in $t2
12
13     #conditional: if a > b
14     bgt $t1, $t2, t1_greater  # branch if $t1 > $t2
15     sw  $t2, var_c            # store b into c
16     j endif                   # jump to endif
17 t1_greater:
18     sw $t1, var_c  # store a into c
19 endif:
20     li $v0, 10  # load code for exit
21     syscall
```

Loops

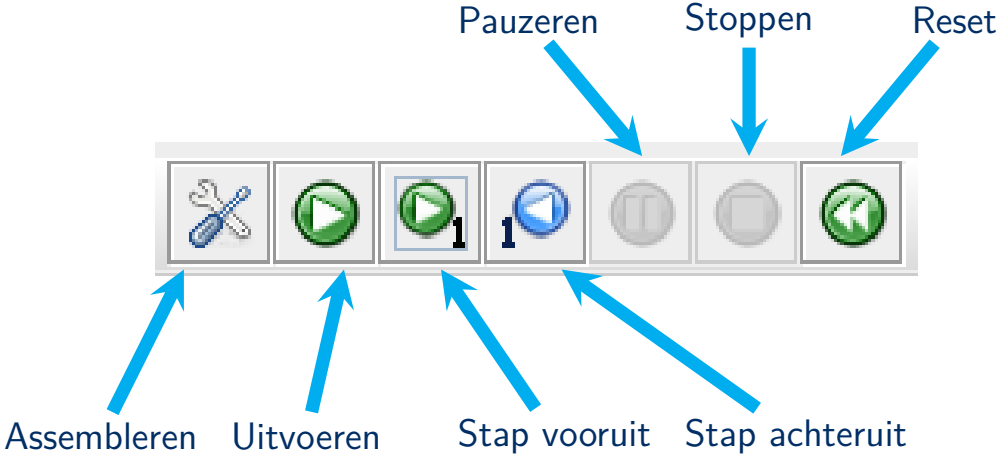
```
1  # loop.asm
2  # c = a x b
3      .data
4  var_a:   .word 8      # variable a
5  var_b:   .word 5      # variable b
6  var_c:   .word 0      # variable c
7
8      .text
9  main:
10     lw $t1, var_a  # load a in $t1
11     lw $t2, var_b  # load b in $t2
12
13     #loop: add a to result, do this b times
14     li $t0, 0   # loop register
15     li $t3, 0   # result register
16 loop:
17     bge $t0, $t2, endloop   # end loop if loop register >= b
18     add $t3, $t3, $t1       # add a to result
19     addi $t0, $t0, 1        # increase loop register
20     j loop                  # jump to loop
21 endloop:
22     sw $t3, var_c           # store result into c
```

MARS Simulator

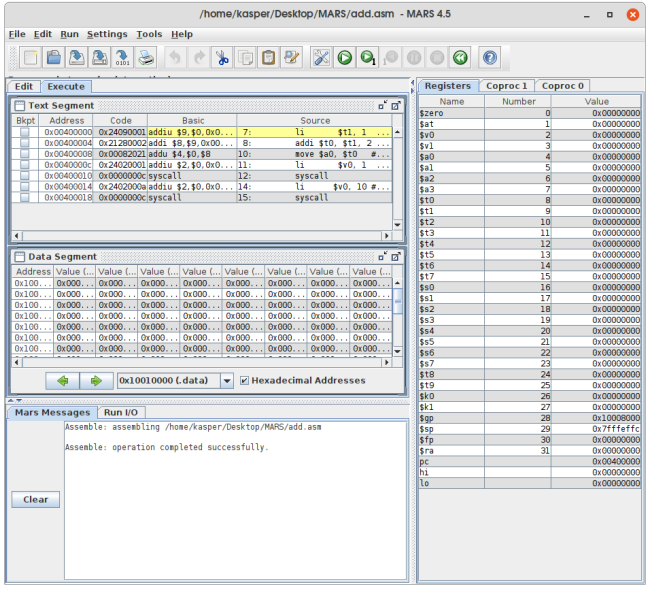


MARS Simulator

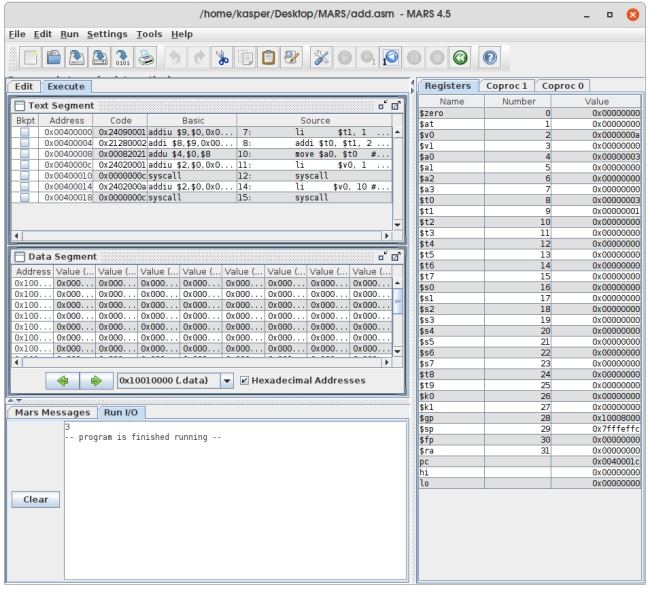
Toolbar



MARS Simulator



MARS Simulator



MIPS Reference sheet

- Overzicht van alle instructies en betekenis
  - Arithmetic, Logic instructions
  - Branch, Jump instructions
  - Memory instructions
- Te vinden op de MSDL-website