



Universiteit Antwerpen
| Faculteit Wetenschappen

Computersystemen en -architectuur

MIPS: Memory-mapped I/O

Kasper Engelen

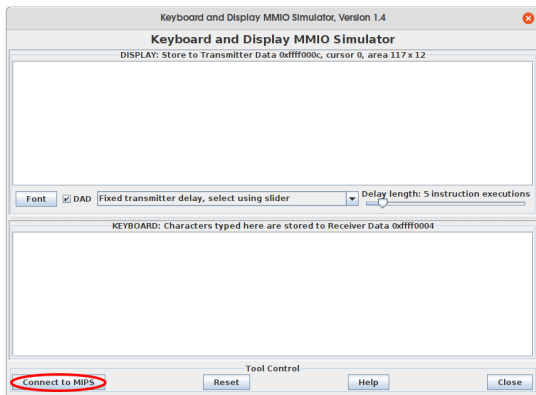
kasper.engelen@uantwerpen.be

Academiejaar 2022 – 2023

Memory-mapped I/O

- Toetsenbord input
- Bitmap output
- Bestanden inlezen
- Sleep-modus
- Functies

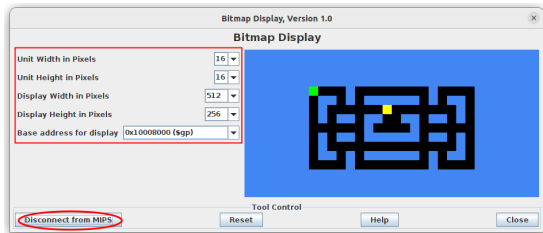
Toetsenbord input



- Adres 0xFFFF0000: byte staat op 01 wanneer er een input beschikbaar is
- Adres 0xFFFF0004: byte bevat character in ASCII formaat
- ! "Connect to MIPS" knop

Bitmap output

Unit Width in Pixels	16
Unit Height in Pixels	16
Display Width in Pixels	512
Display Height in Pixels	256
Base address for display	0x10008000 (\$gp)



- Elke word het in geheugen bevat één volledige pixel
- Row-major
- ! Gebruik de correcte instellingen
 - Unit width/height = 16
 - Display width = 512 pixels
 - Display height = 256 pixels
- ! “Connect to MIPS” knop

Bitmap output

Geheugen-layout

- Elke pixel = 32 bit kleurencode in aRGB-formaat
- Elke kleur is één byte (00 = 0, FF = 255)
- Voorbeeld:
 - **rood** = 0x00FF0000
 - **groen** = 0x0000FF00
 - **blauw** = 0x000000FF
 - **paars** = 0x00671D9D
- Voorstelling in geheugen (gebruik het \$gp register):

0x10008000	0x10008004	0x10008008	0x1000800C	0x10008010
0x10008014	0x10008018	0x1000801C	0x10008020	0x10008024
0x10008028	0x1000802C	0x10008030	0x10008034	0x10008038

Bestanden inlezen

■ Lezen van de file descriptor:

1. Zet `$v0` op 13
2. `$a0`: adres van string gevolgd door zero-byte (`.asciiz`) met de filename
3. `$a1`: op 0 zetten (flags)
4. `$a2`: op 0 zetten (mode)
5. Roep `syscall` instructie op
6. `$v0` bevat de file descriptor (of negatief getal in geval van error)

■ Lezen van de file inhoud:

1. Zet `$v0` op 14
2. `$a0`: de file descriptor
3. `$a1`: het adres van de buffer (= lege ruimte in geheugen)
! Eerst deze ruimte vrijmaken d.m.v. `.space` directive.
4. `$a2`: maximum aantal characters (=bytes) die gelezen worden
5. Roep `syscall` instructie op
6. `$v0` bevat lengte van de ingelezen file

Bestanden inlezen

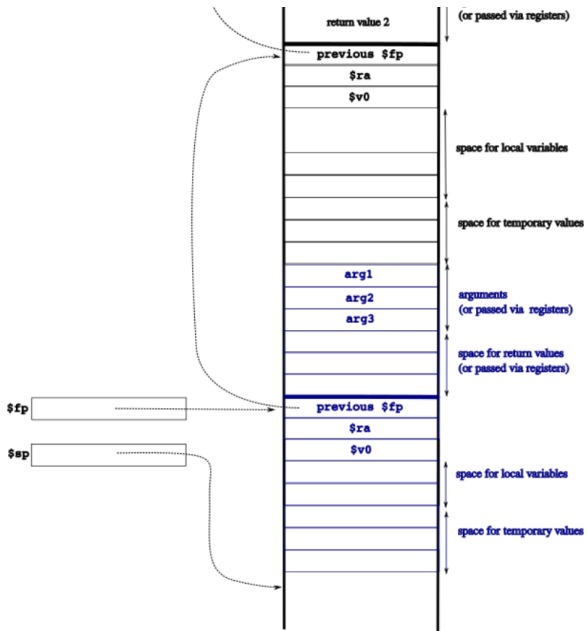
```
1  .data
2  fin:  .asciiz "input.txt"    # filename for input
3  buffer: .space 2048         # space used as buffer
4
5  .text
6  #####
7  # Open (for reading) a file
8  li $v0, 13                  # system call for open file
9  la $a0, fin                 # output file name
10 li $a1, 0                   # Open for writing (flags are 0: read, 1: write)
11 li $a2, 0                   # mode is ignored
12 syscall                     # open a file (file descriptor returned in $v0)
13
14 move $s6, $v0              # save the file descriptor
15
16 #####
17 # Read from file to buffer
18 li $v0, 14                  # system call for read from file
19 move $a0, $s6              # file descriptor
20 la $a1, buffer             # address of buffer to which to load the contents
21 li $a2, 2048               # hardcoded max number of characters (equal to size of buffer)
22 syscall                     # read from file, $v0 contains number of characters read
23
24 #####
25 # Close the file
26 li $v0, 16                  # system call for close file
27 move $a0, $s6              # file descriptor to close
28 syscall                     # close file
29 #####
```

Sleep-modus

Laat toe om programma te pauzeren (bijv. time-steps in een videospel)

1. Zet `$v0` op 32
2. `$a0`: aantal milliseconden dat het programma moet pauzeren
3. Roep de `syscall` instructie op
4. Programma wacht nu een bepaalde tijd
5. Programma gaat na het wachten verder met de andere instructies

Functies en stackframes



Functies en stackframes

```
1  .text
2  ##### PROCEDURE to add two numbers #####
3  addtwonumbers:
4      sw $fp, 0($sp) # push old frame pointer (dynamic link)
5      move $fp, $sp # frame pointer now points to the top of the stack
6      subu $sp, $sp, 16 # allocate 16 bytes on the stack
7      sw $ra, -4($fp) # store the value of the return address
8      sw $s0, -8($fp) # save locally used registers
9      sw $s1, -12($fp)
10
11     move $s0, $a0 # $s0 = first number to be added
12     move $s1, $a1 # $s1 = second number to be added
13
14     add $t0, $s0, $s1 # perform calculation
15     move $v0, $t0 # place result in return value location
16
17
18     lw $s1, -12($fp) # reset saved register $s1
19     lw $s0, -8($fp) # reset saved register $s0
20     lw $ra, -4($fp) # get return address from frame
21     move $sp, $fp # get old frame pointer from current fra
22     lw $fp, ($sp) # restore old frame pointer
23     jr $ra
24
25 #####
26     ... other code goes here ...
27     move $a0, $t0 # Put procedure arguments
28     move $a1, $t1 # Put procedure arguments
29     jal addtwonumbers # Call procedure
```