

Computer Systems

Steven Moerman

1

H3 Gehele getallen p61

- Binair

8-bits

Bereik $R = B^K = 2^8 = 256$ (0-255)

4x8-bits = 32-bits = 4 bytes

Bereik $R = B^K = 2^{32} = 4\,294\,967\,296$ (0 – 4 294 967 295)

2

H3 Gehele getallen p61

- BCD (binary-coded decimal)

Per cijfer een nibble gebruiken (4-bits).

- Opgelet <> omzetten (10) naar (16)!!!
- 1 byte = 2 nibble = 2 BCD cijfers = (00 – 99)

Bv $68_{(10)} = 0100\,0100_{(2)} = 0110\,1000_{(BCD)}$

3

H3 Gehele getallen

- Binair vs BCD

Aantal bits	BCD-bereik		Binair bereik	
	Bereik	Aantal cijfers	Bereik	Aantal cijfers
4	0-9	1	0-15	1+
8	0-99	2	0-255	2+
12	0-999	3	0-4095	3+
16	0-9999	4	0-65535	4+
20	0-99999	5	0-1M	6+
24	0-999999	6	0-16M	7+
32	0-99999999	8	0-4G	9+

4

H3 Gehele getallen

- BCD optelling (correctie bij >9 van +6)

9876	=	1001	1000	0111	0110
+5432	=	0101	0100	0011	0010
15308		1110	1100	1010	1000
		(14)	(12)	(10)	(8)
>9 → +6		0110	0110	0110	0000
		10100	10010	10000	1000
+carry		1	1	1	0
		0001	0101	0011	0000
		1	5	3	0
					8

5

H3 Gehele getallen

- Binaire optelling

9876	=	0010	0110	1001	0100
+ 5432	=	0001	0101	0011	1000
15308	=	0011	1011	1100	1100

6

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p64

Zet het getal 73 om in BCD-voorstelling.

Voer de bewerking $57+31$ uit in BCD-voorstelling.

Voer de bewerking $57+34$ uit in BCD-voorstelling.

Voer de bewerking $17+86$ uit in BCD-voorstelling.

7

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p64

Zet het getal 73 om in BCD-voorstelling.

$$7_{(10)} = 0111_{(2)}$$

$$3_{(10)} = 0011_{(2)}$$

$$73_{(10)} = 0111\ 0011_{(BCD)}$$

8

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p64

Voer de bewerking $57+31$ uit in BCD-voorstelling.

$$57_{(10)} \quad 0101\ 0111_{(BCD)}$$

$$31_{(10)} \quad 0011\ 0001_{(BCD)}$$

$$88_{(10)} \quad 1000\ 1000_{(BCD)}$$

9

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p64

Voer de bewerking 57+34 uit in BCD-voorstelling.

57 ₍₁₀₎	0101	0111 _(BCD)
34 ₍₁₀₎	0011	0100 _(BCD)
91 ₍₁₀₎	1000	1011 _(BCD)
Correcties	0000	0110 _(BCD)
	1000	10001 _(BCD)
Carry	0001	0000 _(BCD)
	1001	0001 _(BCD)

10

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p64

Voer de bewerking 17+86 uit in BCD-voorstelling.

17 ₍₁₀₎	0001	0111 _(BCD)
86 ₍₁₀₎	1000	0110 _(BCD)
103 ₍₁₀₎	1001	1101 _(BCD)
Correcties	0000	0110 _(BCD)
	1001	10011 _(BCD)
Carry	0001	0000 _(BCD)
	1010	0011 _(BCD)
Correcties	0110	0000 _(BCD)
	10000	0011 _(BCD)
Carry	0001	0000
	0001	0000

11

H3 Gehele getallen

- Gehele getallen met teken
 - Teken + absolute waarde
 - 9-complementvoorstelling
 - 1-complementvoorstelling
 - 2-complementvoorstelling

12

H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

Bv. $+3_{(10)}$ $-11_{(10)}$

0	positief
1	negatief

Bereik ???

$R = B^K$

decimaal	teken + absolute waarde
1	000 0000 0000 0001
1	1000 0000 0000 0001
33	0000 0000 0010 0001
33	1000 0000 0010 0001
32767	1111 1111 1111 1111
32767	1111 1111 1111 1111

13

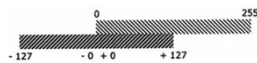
H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

$R = 2^8$ (8 bits) = 256 {0, 1, ..., 254, 255}

$R = 2^7$ (7 bits) = 128 {0, 1, ..., 126, 127}

+ teken in 8^{ste} bit {-127, -126, ..., -1, 0, 1, ..., 126, 127}



14

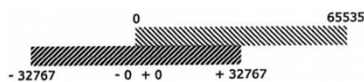
H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

$R = 2^{16}$ (16 bits) = 65536 {0, 1, ..., 65534, 65535}

$R = 2^{15}$ (15 bits) = 32768 {0, 1, ..., 32766, 32767}

+ teken in 16^{ste} bit {-32767, -32766, ..., -1, 0, 1, ..., 32766, 32767}



15

H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

Speciaal geval = 0 = +0 = -0

decimaal	teken + absolute waarde
+ 0	0000 0000
- 0	1000 0000

16

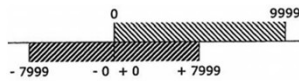
H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

16 bits BCD = 1001 1001 1001 1001 {0, 1, ..., 9998, 9999}

15 bits BCD = 111 1001 1001 1001 {0, 1, ..., 7998, 7999}

+ teken in 16^{ste} bit {-7999,-7998,..., -1, 0, 1, ..., 7998, 7999}



17

H3 Gehele getallen

- Teken + absolute waarde

P 67 (midden)

Packed decimal (cobol) => niet te kennen

18

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling p67
 - Grondtal-complement
 - (Grondtal-1)-complement

19

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling p67
 - 9-complementvoorstelling (grondtal 10-1)

000-499 = positieve waarde

500-999 = negatieve waarde

voorstelling	500	999 000	499
waarde	-499	-0 0	499

20

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complementvoorstelling (grondtal 10-1)

Waarde (10)	9-complement (9c)
168	168
-401	598

999 9999

- 401 - 0401

598 9598

21

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 9-complementvoorstelling (grondtal 10-1)

Aantal cijfers	9-complement (9c)	Waarde (10)
3	598	-401
4	0598	+598
4	9598	-401

Opgelet: altijd aantal cijfers meegeven!

22

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 9-complementvoorstelling (grondtal 10-1)

9999

- 9980

0019

Eerste cijfer is 9 {5,6,7,8,9}, dus negatief => -19.

23

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 9-complementvoorstelling (grondtal 10-1)

Controle: - (- waarde) = waarde

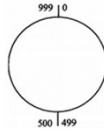
Complement = basis – waarde

Basis – (basis – waarde) = waarde

24

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling

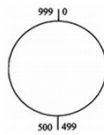


+250 →				+250 →			
500	649	899	999	000	170	420	499
-499	-350	-100	-0	+0	170	420	499

25

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling
 - wraparound

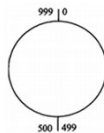


+699 →				+200 →			
999	000	200	420	499	500	899	999
-0	+0	200	420	499	-499	-100	-0

26

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling
 - End-around carry



← 1 ←				← 300 ←			
500	899	900	999	000	200	499	
-499	-100	-99	-0	+0	200	499	

→ 300 →				→ +1 →			
500	799	999	000	99	100	499	
-499	-200	-0	+0	99	100	499	

27

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling
 - End-around carry

799	799	- 200
<u>+100</u>	<u>+300</u>	<u>+300</u>
899	1099	100
	<u>->->1</u>	
	100	

28

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling
 - End-around carry

400	400	
<u>-100</u>	<u>+899</u> (complement : vermindering als optelling)	
300	1299	
	<u>->->1</u>	
	300	

29

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 9-complement optelling
 - Vast bereik (aantal cijfers)
 - Overflow
 - » 2 getallen met zelfde teken optellen
 - Zelfde teken, is goed
 - Ander teken, is overflow

30

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 1-complement p72
 - Basis 2
 - Positieve waarden beginnen met {0}
 - Negatieve waarden beginnen met {1}

31

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 1-complement
 - Inversie = 1-complement nemen

$0100\ 0001_{(2)} = +65$

$1011\ 1110_{(1c)} = -65$

32

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 1-complement
 - Inverse = 1-complement nemen

8-bits

Opgelet: -0 en +0 !!!

33

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 1-complement optelling

-6	1001	+2	0010
+4	<u>0100</u>	+4	<u>0100</u>
-2	1101	+6	0110

$\begin{array}{cccccccc} 000 & 001 & & 101 & 111 & 000 & 010 & 0110 & 0111 \\ -7 & -6 & & -2 & -0 & +0 & +2 & +6 & +7 \end{array}$

34

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 1-complement verschil

+6	0110	0110	+2	0010
-4	<u>-0100</u>	<u>1011</u>	-4	<u>1011</u>
+2		10001	-2	1101
End-around carry	<u>0001</u>			
	0010			

35

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling

- 1-complement

- Samenvatting p 75

+A = starten met 0 rest gewoon binair

-A = starten met 1, EN andere bits inverse.

$A+B = A+B$

$A-B = A+B_{[1c]}$

End-Around carry optellen bij uitkomst.

36

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p76

37

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p76

decimaal		binair		1-compl	Som 1-compl	Verschil binair	Verschil decimaal
A	B	A	B	-B	A+(-B)	A-B	A-B
41	71						
51	22						
68	82						

38

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 2-complement (-0 en +0 vermijden)

$$2\text{-complement} = 1\text{-complement} + 1$$

1000 0000	1111 1111	0000 0000	0111 1111
-128	-1 0		+127

Bv 16-bits

$$1\ 0000\ 0000\ 0000\ 0000 = 1111\ 1111\ 1111\ 1111 + 1$$

39

H3 Gehele getallen

- Complementaire voorstelling
 - 2-complement = 1-complement + 1

+A = starten met 0 rest gewoon binair

-B = (starten met 1, EN andere bits inverse) + 1

A+B = A+B

A-B = A+ B_(2c)

Uitkomst pos. => ok

Uitkomst neg. => opnieuw 2-complement en MSB is - teken

GEEN End-Around carry meetellen => geen 2x 0 meer

40

H3 Gehele getallen

- Opdrachten p78

41