

Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego

Laboratorium z przedmiotu:
Architektura i organizacja komputerów

Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego nr 9: **Optymalizacja programów dla komputera DLX**

Spis treści

A.	Treść zadania	2
B.	Kod programu	3
C.	Zrzut ekranu z wynikami.....	5
D.	Zawartość tablic T oraz TB	6
E.	Obliczone wartości tablic T oraz TB.....	7

A. Treść zadania

Begin

Dane:

SKŁADNIK = 1330, UŁAMEK = 0.35, ROZMIAR = 103.

Wzór:

$$TB[i] = \frac{[(3.2 * T[i] * T[i+3] * T[i+5] * T[i+6]) - T[i+7]]}{[0.35 + (T[i+5] * T[i+6] * T[i+7]) + T[i+8]]}$$

Napisać program **Lab9_nr.s** w asemblerze komputera DLX, który:

1. Zadeklaruje dwie tablice przechowujące liczby zmiennoprzecinkowe podwójnej precyzji:
T 130- elementową oraz **TB** ROZMIAR-elementową, a także zmienną **Suma** zmiennoprzecinkową podwójnej precyzji.
2. Komórki tablicy **T** wypełni (za pomocą obliczeń, wykonanych w pętli, a nie za pomocą statycznej deklaracji z nadaniem wartości początkowych) kolejnymi liczbami o części ułamkowej równej UŁAMEK i części całkowitej rosnącej o jeden, począwszy od numeru w dzienniku studenta/ studentki, powiększonej o SKŁADNIK
(np. nr=1; UŁAMEK = 0.35; SKŁADNIK = 5; w tablicy T mają być zapisane liczby $T[1] = (1+5+0.35) = 6.35$, $T[2] = (6.35 + 1) = 7.35$ itd.).
3. Następnie dla każdego elementu tablicy **TB** wykona operację, określoną powyższym wzorem (**UWAGA: wszystkie występujące we wzorze działania mają być jawnie wykonane w programie**, nie są dopuszczalne przekształcenia wzoru (np. skrócenia), zastępowanie wykonywania działań obliczonymi stałymi. Można użyć stałych dla reprezentowania w programie wartości numeru w dzienniku, danych SKŁADNIK i UŁAMEK oraz stałych we wzorach na TB np. 3.2 itd.
4. W zmiennej **Suma** umieści obliczoną w pętli sumę wszystkich elementów tablicy **TB**. **Uwaga** - ze względu na błąd w implementacji forwardingu ZMP w WinDLX czasem zdarza się tak, że poprawnie napisany program przy wyłączonym forwardingu "daje" poprawne wyniki, a po włączeniu forwardingu generuje złe zawartości TB albo błędną Sumę. Radzę w przypadku "niezrozumiałych" błędów wyłączyć forwarding i sprawdzić działanie programu.
5. Przed rozpoczęciem tworzenia programu radzę (o ile Studentka/Student - wykonawca ćwiczenia walczy o ocenę co najmniej **db**) zaprojektować arkusz kalkulacyjny w Excelu, Calcu lub innym środowisku, wykonujący te same obliczenia w celu weryfikacji poprawności uzyskiwanych w programie wyników.

End

B. Kod programu

```
.data
T: .space 1040
TB: .space 824
suma: .double 0

skladnik: .double 1330
ulamek: .double 0.35
numer: .double 10

stala: .double 3.2
liczT: .word 129
liczTB: .word 103
jeden: .double 1

.text
;pobieranie danych
ld f2, skladnik      ; stala skladnik
ld f4, ulamek        ; stala ulamek
ld f6, numer         ; stala numer
ld f12, jeden        ; liczba 1 typu double
ld f14, stala        ; stala do obliczen dla TB

;indeks i licznik dla T
lw r10, liczT        ; pobierz licznik T
addi r20, r0, T      ; indeks pierwszego elementu T

;pierwszy element T
addd f8, f2, f4      ; skladnik + ulamek
addd f10, f8, f6      ; skladnik + ulamek + numer
sd T(r0), f10        ; wpisz wynik do T[1]

;wypelnianie tabli T
tablicaT:
addi r20, r20, #8    ; miejscenastepnego elementu T (8 = sizeof(double))
addd f10, f10, f12    ; nastepna wartosc T
sd 0(r20), f10       ; wpisz do T[i]
subi r10, r10, #1    ; zmniejsz licznik
bnez r10, tablicaT   ; zakoncz, jesli licznik = 0

;indeks i licznik dla TB
lw r4, liczTB        ; pobierz licznik TB
addi r20, r20, #8    ; indeks pierwszego elementu TB (T[131] => TB[1])

;przygotowywanie zmiennych do obliczen dla TB
add r5, r0, r20      ; indeks nastepnej pamieci po T
subi r5, r5, #1040    ; indeks pierwszego elementu T
ld f16, 4096         ; wartosc T[i]
```

```

ld f18, 4120      ; wartosc T[i+3]
ld f20, 4136      ; wartosc T[i+5]
ld f22, 4144      ; wartosc T[i+6]
ld f24, 4152      ; wartosc T[i+7]
ld f28, 4160      ; wartosc T[i+8]

;wypenianie tablicy TB
tablicaTB:
;obliczanie licznika wartosci TB[i]
multd f26, f14, f16 ; iloczyn1 = stala * T[i]
multd f26, f26, f18 ; iloczyn1 *= T[i+3]
multd f26, f26, f20 ; iloczyn1 *= T[i+5]
multd f26, f26, f22 ; iloczyn1 *= T[i+6]
subd f26, f26, f24 ; iloczyn1 -= T[i+7]

;obliczanie mianownika wartosci TB[i]
subd f2, f2, f2 ; zerowanie rejestru do liczenia mianownika
multd f2, f20, f22 ; iloczyn2 = T[i+5] * T[i+6]
multd f2, f2, f24 ; iloczyn2 *= T[i+7]
addd f2, f2, f28 ; iloczyn2 += T[i+8]
addd f2, f2, f4 ; iloczyn2 += ulamek

;wartosc TB[i] = iloczyn1 / iloczyn2
divd f26, f26, f2

;dodawanie wartosci do TB[i]
sd 0(r20), f26 ; wpisz do TB[i]
addd f30, f30, f26 ; dodaj wartosc TB[i] do sumy
addi r20, r20, #8 ; nastepny indeks TB[i]

;nastepne wartosci do przeliczania
addd f16, f16, f12 ; nastepna wartosc T[i]
addd f18, f18, f12 ; nastepna wartosc T[i+3]
addd f20, f20, f12 ; nastepna wartosc T[i+5]
addd f22, f22, f12 ; nastepna wartosc T[i+6]
addd f24, f24, f12 ; nastepna wartosc T[i+7]
addd f28, f28, f12 ; nastepna wartosc T[i+8]

;zarzadzanie petla
subi r4, r4, #1 ; zmniejsz licznik
bnez r4, tablicaTB ; zakoncz, jesli licznik = 0

;wpisywanie wyniku do zmiennej suma
sd 0(r20), f30 ; ostatnia zmiana indeksu (TB[104] => Suma)

trap 0

```

C. Zrzut ekranu z wynikami

The screenshot shows a virtual machine environment with the following components:

- XP_DLX [Uruchomiona] - Oracle VM VirtualBox**: The main window title.
- WINDLX**: The application window, which is the focus of the screenshot.
- Register**: A table showing the current state of registers. Key values include:
 - PC = 456
 - IMAR = 452
 - IR = 0
 - AH = 0
 - AI = 0
 - B = 0
 - BH = 0
 - BT = 0
 - ALU = 0
 - ALUHI = 0
 - FP3R = 0
 - DMAR = 5960
 - SDR = -123656907
 - SDRHI = 1092346147
 - LDR = 0
 - LDRHI = 0
 - RO = 0
 - R1 = 0
 - R2 = 0
 - R3 = 0
 - R4 = 0
 - R5 = 0
 - R6 = 0
 - R7 = 0
 - R8 = 0
 - R9 = 0
 - R10 = 0
 - R11 = 0
 - R12 = 0
 - R13 = 0
 - R14 = 0
 - R15 = 0
 - R16 = 0
 - R17 = 0
 - R18 = 0
 - R19 = 0
 - R20 = 5960
 - R21 = 0
 - R22 = 0
 - R23 = 0
 - R24 = 0
 - R25 = 0
 - R26 = 0
 - R27 = 0
 - R28 = 0
 - R29 = 0
- Code**: A list of instructions being executed, including:
 - add r5,r0,r20
 - subi r5,r5,0x410
- Statistics**: A summary of execution metrics:
 - Total: 11238 Cycle(s) executed.
 - ID executed by 2933 Instruction(s).
 - 2 Instruction(s) currently in Pipeline.
 - Hardware configuration: Memory size: 32768 Bytes, faddEX-Stages: 1, required Cycles: 2, fmulEX-Stages: 1, required Cycles: 5, fdivEX-Stages: 1, required Cycles: 19, Forwarding disabled.
 - Stalls: RAW stalls: 7453 (66.32% of all Cycles), WAW stalls: 103 (0.92% of all Cycles), Structural stalls: 618 (5.50% of all Cycles), Control stalls: 230 (2.05% of all Cycles), Trap stalls: 3 (0.03% of all Cycles), Total: 8407 Stall(s) (74.81% of all Cycles).
 - Conditional Branches: Total: 232 (7.91% of all Instructions), thereof: taken: 230 (99.14% of all cond. Branches), not taken: 2 (0.86% of all cond. Branches).
 - Load-/Store-Instructions: Total: 247 (8.42% of all Instructions), thereof: Loads: 13 (5.26% of Load-/Store-Instructions), Stores: 234 (94.74% of Load-/Store-Instructions).
 - Floating point stage instructions: Total: 1985 (67.68% of all Instructions), thereof: Additions: 1264 (63.68% of Floating point stage inst.), Multiplications: 618 (31.13% of Floating point stage inst.), Divisions: 103 (5.20% of Floating point stage inst.).
 - Traps: Traps: 1 (0.03% of all Instructions).

D. Zawartość tablic T oraz TB

WINDLX

File Window Execute Memory Configuration Statistics Help

Register

PC= 455 D30= 0 0.00000144 0.00142020

Memory-1

suma 4572.77 0 0.00000154 0.00141020

AHI= 0 D4= 0.35

Memory-2

TB	4276.38
TB+0x8	4279.58
TB+0x10	4282.78
TB+0x18	4285.98
TB+0x20	4289.18
TB+0x28	4292.38
TB+0x30	4295.58
TB+0x38	4298.78
TB+0x40	4301.98
TB+0x48	4305.18

Memory-3

TB+0x2e8	4573.98
TB+0x2f0	4577.18
TB+0x2f8	4580.38
TB+0x300	4583.58
TB+0x308	4586.78
TB+0x310	4589.98
TB+0x318	4593.18
TB+0x320	4596.38
TB+0x328	4599.58
TB+0x330	4602.78

Memory-4

\$DATA	1340.35
T+0x8	1341.35
T+0x10	1342.35
T+0x18	1343.35
T+0x20	1344.35
T+0x28	1345.35
T+0x30	1346.35
T+0x38	1347.35
T+0x40	1348.35
T+0x48	1349.35

Memory-5

T+0x3e0	1460.35
T+0x3e8	1461.35
T+0x3f0	1462.35
T+0x3f8	1463.35
T+0x400	1464.35
T+0x408	1465.35
T+0x410	1466.35
T+0x418	1467.35
T+0x420	1468.35
T+0x428	1469.35

R15= 0
R16= 0
R17= 0
R18= 0
R19= 0
R20= 5960
R21= 0
R22= 0
R23= 0
R24= 0
R25= 0
R26= 0
R27= 0
R28= 0
R29= 0

Statistics

Total:
11238 Cycle(s) executed.
ID executed by 2933 Instruction(s).
2 Instruction(s) currently in Pipeline.

Hardware configuration:
Memory size: 32768 Bytes
faddEX-Stages: 1, required Cycles: 2
fmulEX-Stages: 1, required Cycles: 5
fdivEX-Stages: 1, required Cycles: 19
Forwarding disabled.

Stalls:

E. Obliczone wartości tablic T oraz TB

i	T[i]	i	TB[i]		
1	1340,35	1	4276,384146	Suma	457276,9288613
2	1341,35	2	4279,584098		4,57E+05
3	1342,35	3	4282,784051		
4	1343,35	4	4285,984003		
5	1344,35	5	4289,183956		
6	1345,35	6	4292,383909		
7	1346,35	7	4295,583861		
8	1347,35	8	4298,783814		
9	1348,35	9	4301,983767		
10	1349,35	10	4305,18372		
121	1460,35	94	4573,980003		
122	1461,35	95	4577,179961		
123	1462,35	96	4580,37992		
124	1463,35	97	4583,579878		
125	1464,35	98	4586,779837		
126	1465,35	99	4589,979795		
127	1466,35	100	4593,179754		
128	1467,35	101	4596,379713		
129	1468,35	102	4599,579671		
130	1469,35	103	4602,77963		