1 Register

- %esp = stack pointer
- %ebp = base pointer
- %eax = accumulator, return Werte von Funktionen werden hier abgelegt.
- %ebx = base index (array manipulation)
- %ecx = counter (array manipulation)
- %edx = data / general register
- %esi = source index (string manipulation)
- %edi = destination index (string manipulation)
- %eip = instruction pointer

Ausser %eip und %esp sind alles General Purpose Register, man kann auch %ebx fÃ¼r eine Array-Manipulation verwenden.

1.0.1 MOV Instruktion

movl kann in drei Varianten verwendet werden:

- movl "register", "register"
- movl "register, [Expression]
- movl [Expression], "register"

1.0.2 Expression

Generelle Funktion fÃ¼r Expressions: $D(Rb, Ri, S) = Mem[Reg[Rb] + S \cdot Reg[Ri] + D]$

- D: Konstante in Byte(4 Byte fÃ¼r 64b)
- Rb: Base Register
- Ri: Index Register, kÃ¶nnen alle sein ausser %esp und %ebp
- S: Skalar in Zweierpotenz

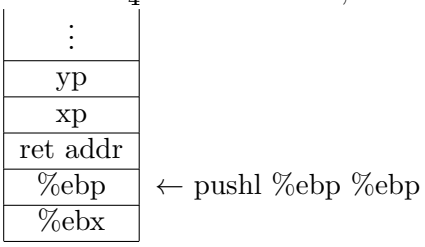
Beispiele:

Ausdruck	Berechnung	Adresse im Hauptspeicher
0x8(%edx)	0xf000 + 0x8	0xf008
(%edx,%ecx,4)	0xf000 + 4*0x100	0xf400
0x80(,%edx,2)	2*0xf000 + 0x80	0x1e080

2 Function Call

2.1 Stack Frame

%ebp zeigt immer auf die "Basis"des stacks, heisst alle Adressen kleiner als %ebp gehÃ¶ren zur momentan ausgefÃ¼hrten Methode. Die Parameter dieser Methode sind dabei auf den Adressen grÃ¶sser als %ebp abgespeichert. Die Speicherstelle, auf die %ebp hinzeigt, ist der &ebp Wert der vorherigen Methode. 4(%ebp) beinhaltet die Return-Adresse fÃ¼r diese Methode, alles hÃ¶her als 4(%ebp) sind Parameter der momentanen Methode.



2.2 Function Call Setup

Nachdem der Aufrufer die Parameter auf den Stack abgelegt und "Call FunctionäusgefÃ¼hrt hat.

```
pushl \%ebp
movl \%esp , \%ebp
```

2.3 Function Call Teardown

Falls die Methode einen RÃ¼ckgabewert hat, muss dieser vorher noch in%eax abgelegt werden.

```
movl \%ebp , \%esp
pop \%ebp
return
```

3 Instruktionen

3.1 Arithmetische Operatoren

3.2 Instruktionen fÃ¼r den Methodenaufruf

push Src	
pop Dest	
call (label)	
ret	

3.2.1 BinÃ¤re Operatoren

Alle binÃ¤ren Operatoren lesen aus dem Source Register und den berechneten Wert in das Destination Register.

Befehl	Beschreibung
addl	Dest += Source
subl	Dest -= Source
imull	Dest *= Source
sall	Dest << Source
sarl	Dest >> Source, fÃ¼llt mit 1 auf falls MSB = 1
shrl	Dest >> Source, fÃ¼llt immer mit 0 auf
leal	siehe LEA Instruction.
xorl	...
andl	...
orl	...

3.2.2 UnÃ¤re Operatoren

Befehl	Beschreibung
incl	increment
decl	decrement
negl	negate
notl	not operator

3.2.3 LEA Instruction

Vom Internet: LEA, the only instruction that performs memory addressing calculations but doesn't actually address memory. LEA accepts a standard memory addressing operand, but does nothing more than store the calculated memory offset in the specified register, which may be any general purpose register.

What does that give us? Two things that ADD doesn't provide:

the ability to perform addition with either two or three operands, and the ability to store the result in any register; not just one of the source operands.

4 Vergleiche und Konditionen

Alle Compare Operationen werden durchgefÃ¼hrt, indem verschiedene Flags Ã¼berprÃ¼ft werden. Diese Flags werden von den arithmetischen Operationen selber gesetzt, oder durch die Befehle testl oder cmpl. Zum Beispiel Ã¼berprÃ¼ft die JUMP ZERO Instruktion, ob das ZERO FLAG von einer anderen Instruktion zuvor gesetzt wurde.

4.0.4 Flags

AbkÃ¼rzung	Name	wird gesetzt durch
ZF	Zero Flag	wird von testl gesetzt.
SF	Signed Flag	wird von testl gesetzt.
OF	Overflow Flag	von arithmetischen Operationen gesetzt.
CF	Carry Flag	von arithmetischen Operationen gesetzt.

4.0.5 Vergleichsoperatoren

cmpl Var1, Var2	Rechnet Var2 - Var1, ohne das Resultat in Var2 zu speichern. Nur die Flags werden verÃ
testl	Macht das gleiche wie cmpl, mit dem Unterschied dass es Bitwise A
cmovle	move src to dest if condition c is true(le

SetX Befehle verÃ¤ndern die Flags direkt, falls man das mÃ¶chte:

Befehl	Ausdruck	Beschreibung
sete	ZF	Equal / Zero
setne	ZF	Not Equal / Not Z
sets	SF	Negative
setns	SF	Nonnegative

4.1 Jump

Befehl	Flags	Beschreibung
jmp (label)	1	Bedingungsloser jump
je (label)	ZF	jump equal or zero
jne (label)	ZF	jump not equal or not Zero
js (label)	SF	jump negative
jns (label)	SF	jump not negative
jg (label)	(SFÔF)& ZF	jump greater
jge (label)	(SFÔF)	jump greater or equal
jl (label)	(SFÔF)	jump less
jle (label)	(SF0F)\ZF	jump less or equal
ja (label)	C̃F & Z̃F	jump above (unsigned)
jb (label)	CF	jump below (unsigned)

5 Loops und If's

5.1 If Statement

5.1.1 Unter 32Bit

C Code:

```
int absdiff(int x,int y)
{
        int result;

        if(x > y)
                result = x-y;
        else
                result y-x;

        return result;
}
```

Assembler:

```
absdiff:
        pushl %ebp
        movl %esp,%ebp

        movl 8(%ebp),%edx
        movl 12(%ebp),%eax
        cmpl %eax,%edx
        jle .L7
```

```
        movl %edx,%eax
.L8:
        movl %ebp,%esp
        popl %ebp
        ret
.L7:
        subl %edx, %eax
        jmp .L8
```

5.1.2 Unter 64Bit

C Code, der Selbe wie unter 32 Bit. Assembler:

```
absdiff:
        pushl %ebp
        movl %esp,%ebp

        movl %edi, %eax # v = x
        movl %esi, %edx # ve = y
        subl %esi, %eax # v -= y
        subl %edi, %edx # ve -= x
        cmpl %esi, %edi # x:y
        cmovle %edx %eax # v=ve if <=
        movl %ebp,%esp
        popl %ebp
        ret
```

5.2 Loops

5.2.1 Do While Loops

C Code:

```
int fact(int x)
{
        int result = 1;
        do
        {
                result *= x;
                x = x-1;
        } while(x > 1);

        return result;
}
```

Intermediate Code, bevor der Code zu Assembler Ã¼bersetzt wird:

```
int fact(int x)
{
        int result = 1;

        loop:
```

```
                result *= x;
                x = x-1;
                if (x > 1)
                        goto loop;

        return result;
}
```

Assembler:

```
fact:
        pushl %ebp
        movl %espm%ebp
        movl $1,%eax
        movl 8(%ebp),%edx
L11:
        imull %edx,%eax
        decl %edx                   # Compare x : 1
        cmpl $1,%edx    # if > goto loop
        jg L11

        movl %ebp,%esp
        popl %ebp
        ret
```

5.2.2 while loops

While loops werden vom GCC in einen Do While loop Ã¼bersetzt.

Alte Ãœbersetzungsart Pseudocode While:

```
while(TEST)
        Body
```

Pseudo intermediate Code:

```
if(TEST)
        goto DONE
LOOP:
        Body
        if(TEST)
                goto LOOP;
DONE:
```

Neue Ãœbersetzungsart In der neuen Ãœbersetzungsart wird der unnÃ¶tige Test vor dem eigentlichen Loop weggelassen, heutige Prozessoren haben keine Performance einbussen bei unconditional jumps

Pseudocode:

```
goto MIDDLE
LOOP:
        Body
```

```
MIDDLE:
        if(TEST)
                goto LOOP
```

5.2.3 For Loops

For loops sind eigentlich nur While loops mit einer speziellen letzten Zeile. For loops werden in einen While loop umgewandelt, der wieder in einen do while ...

Pseudocode for:

```
for(INIT;TEST;UPDATE)
        body
```

Pseudocode in while Ã¼bersetzt:

```
INIT
while(TEST)
{
        body
        UPDATE
}
```

5.3 Select Case

Ein Select Case gibt es zwei MÃ¶glichkeiten, entweder es wird als eine Reihe von if then else Anweisungen implementiert, was bei vielen Cases sehr langsam wird, oder mittels einer Jump Table. Der GCC entscheidet selbst, was er macht.

Beispiel C Code:

```
typedef enum {ADD,MULT,MINUS,DIV,MOD,BAD} op_type;
char unparse_symbol(op_type op) {
        switch(op)
        {
                case ADD:
                        return '+';
                case MULT:
                        return '*';
                case MINUS:
                        return '-';
                case DIV:
                        return '/';
                case MOD:
                        return '%';
                case BAD:
                        return '?';
        }
}
```

Jump Table

```
.section .rodata
        .align 4
```

```
.L57:
        .long .51       //Addresse fÃ¼r Case 0
        .long .L52      //Addresse fÃ¼r Case 1
        ...
        .long .L56  //Addresse fÃ¼r Case 5
```

Eigentlicher Switch:

```
.L51
        movl $43,\%eax  //'+'
        jmp .L49
.L52
        movl $42,\%eax  //'*'
        jmp .L49
.L53
        movl $45,\%eax  //'-'
        jmp .L49
...

.L49
        movl %ebp, %esp
        popl %ebp
        ret
```

Methodenaufruf

```
unparse_symbol:
        pushl %ebp
        movl %esp,%ebp

        movl 8(%ebp), %eax  #eax = op
        cmpl $5,%eax
        ja      .L49                    # if > goto end
        jmp *.L57(,%eax,4)      #  .L57[%eax]
```

ErklÃ¤rung der Letzten Instruktion: (,%eax,4) wird Ã¼bersetzt in (0+ %eax)*4, somit haben wir unseren Offset fÃ¼r die Jump Tabelle. Der Rest des Ausdrucks bedeutet: Ëgehe zur Memory Adresse, die das Label L57 hat, addiere den Offset dazu und springe dan zum Wert, der diese Adresse beinhaltet."Dieser Wert ist dann zum Beispiel die Adresse des Labels .L51.

6 Bitwise Magix

```
int bitXor(int x, int y) {
        return ~x & y;
}

int isEqual(int x, int y) {
        return !(x ^ y);
}
```