Öğrenci Adı – Soyadı: _____
Öğrenci Numarası: _____

S1	*S2*	*S3*	*S4*	*S5*	*Toplam*

Hacettepe Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

BBM 341
Sistem Programlama
Ara Sınav

Tarih: 19 Kasım 2012
Süre: 105 dak.

Sınava başlamadan önce aşağıda yazılanları mutlaka okuyunuz!

- Bu sınav **kapalı kaynak** bir sınavdır. Yani sınav süresince ilgili ders kitapları veya ders notlarınızdan faydalanmanız yasaktır.
- Size yardımcı olması açısından sonraki 2 sayfada bazı Intel IA32/x86-64 Assembly komutlarının söz dizimleri ve diğer bazı ilgili tanımlar verilmiştir.
- **Sınavda kopya çekmek yasaktır.** Kopya çekmeye teşebbüs edenler hakkında ilgili idare işlemler **kesinlikle** başlatılacaktır.
- Her bir sorunun toplam ağırlığı soru numarasının ardında parantez içinde belirtilmiştir.
- Sınav toplam 100 puan üzerinden değerlendirilecektir.

Sınav bu kapak sayfası dahil toplam 9 sayfadan oluşmaktadır. Lütfen kontrol ediniz!

BAŞARILAR!

Sıçrama İşlemleri

Sıçrama	Koşul
`jmp`	`1`
`je`	`ZF`
`jne`	`~ZF`
`js`	`SF`
`jns`	`~SF`
`jg`	`~(SF^OF)&~ZF`
`jge`	`~(SF^OF)`
`jl`	`(SF^OF)`
`jle`	`(SF^OF)|ZF`
`ja`	`~CF&~ZF`
`jb`	`CF`

Aritmetik İşlemler

Format		İşlem
`addl`	*Src,Dest*	Dest = Dest + Src
`subl`	*Src,Dest*	Dest = Dest - Src
`imull`	*Src,Dest*	Dest = Dest * Src
`sall`	*Src,Dest*	Dest = Dest << Src
`sarl`	*Src,Dest*	Dest = Dest >> Src
`shrl`	*Src,Dest*	Dest = Dest >> Src
`xorl`	*Src,Dest*	Dest = Dest ^ Src
`andl`	*Src,Dest*	Dest = Dest & Src
`orl`	*Src,Dest*	Dest = Dest | Src
`incl`	*Src*	Dest = Dest + 1
`decl`	*Src*	Dest = Dest - 1
`negl`	*Src*	Dest = - Dest
`notl`	*Src*	Dest = ~ Dest

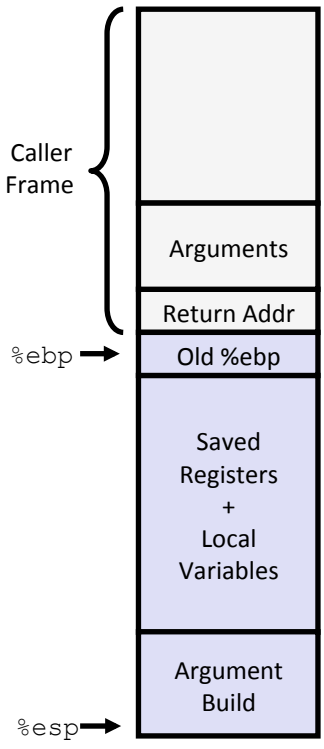
Bellek İşlemleri

Format	İşlem
(Rb, Ri)	Mem[Reg[Rb]+Reg[Ri]]
D(Rb, Ri)	Mem[Reb[Rb]+Reg[Ri]+D]
(Rb, Ri, S)	Mem[Reg[Rb]+S*Reg[Ri]]

Yazmaçlar (Registers)

63	31	15	8 7	0	
`%rax`	`%eax %ax`	`%ah`	`%al`		Return value
`%rbx`	`%ebx %bx`	`%bh`	`%bl`		Callee saved
`%rcx`	`%ecx %cx`	`%ch`	`%cl`		Argument #4
`%rdx`	`%edx %dx`	`%dh`	`%dl`		Argument #3
`%rsi`	`%esi %si`		`%sil`		Argument #2
`%rdi`	`%edi %di`		`%dil`		Argument #1
`%rbp`	`%ebp %bp`		`%bpl`		Callee saved
`%rsp`	`%esp %sp`		`%spl`		Stack Pointer
`%r8`	`%r8d %r8w`		`%r8b`		Argument #5
`%r9`	`%r9d %r9w`		`%r9b`		Argument #6
`%r10`	`%r10d %r10w`		`%r10b`		Reserved
`%r11`	`%r11d %r11w`		`%r11b`		Used for linking
`%r12`	`%r12d %r12w`		`%r12b`		Callee saved
`%r13`	`%r13d %r13w`		`%r13b`		Callee saved
`%r14`	`%r14d %r14w`		`%r14b`		Callee saved
`%r15`	`%r15d %r15w`		`%r15b`		Callee saved

Linux Yığıt (Stack) Yapısı



Özel Hizalama Durumları (Intel IA32)

1 byte: `char`, ...
sınırlandırma yok

2 bytes: `short`, ...
en düşük bit adresi 0_2

4 bytes: int, float, char *, ...
e*n düşük 2 bit adresi* 00_2

8 bytes: `double`, ...
Windows: e*n düşük 3 bit adresi* 000_2
Linux: e*n düşük 2 bit adresi* 00_2

12 bytes: `long double`
Windows & Linux:
e*n düşük 2 bit adresi* 00_2

C Veri Tipi	IA-32	X86-64
`char`	1	1
`short`	2	2
`int`	4	4
`long`	4	8
`long long`	8	8
`float`	4	4
`double`	8	8
`long double`	10/12	10/16
`pointer`	4	8

Özel Hizalama Durumları (Intel x86-64)

1 byte: `char`, ...
sınırlandırma yok

2 bytes: `short`, ...
en düşük bit adresi 0_2

4 bytes: `int`, `float`, ...
e*n düşük 2 bit adresi* 00_2

8 bytes: `double`, `char *`, ...
Windows & Linux:
e*n düşük 3 bit adresi* 000_2

16 bytes: `long double`
Linux: e*n düşük 3 bit adresi* 000_2

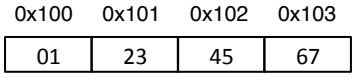
Kayan noktalı sayı (floating point)

Bias = $2^{k-1} - 1$

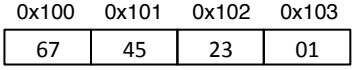
Bayt Sıralama (Byte Ordering)

`0x100` adresinde 4-bayt'lık değişken `0x01234567`

Big Endian
En anlamsız bayt en yüksek adreste



Little Endian
En anlamsız bayt en düşük adreste



Soru 1. (17 puan) *Tamsayı gösterimleri.*

6-bit ve 4-bit'lik iki bilgisayar sistemi (M1 ve M2) üzerinde,

- *İşaretli tam sayılar (signed integers)* için *ikili tümler* (*2's complement*) aritmetiği kullanılmaktadır.
- `short` tamsayılar M1'de 3-bit, M2'de ise toplam 2-bit ile gösterilmektedir.
- Bir `short` açıkça `int`'e dönüştürülürken (*cast* edilirken) *işaret genişletmesi (sign extension)* kendiliğinden gerçekleşmektedir.
- `int`'ler üzerinde sağa kaydırma *aritmetik kaydırma (arithmetic shift)* işlemi ile gerçekleşmektedir.

Bu varsayımlara göre aşağıdaki tanımları göz önünde bulundurarak altta verilen tablodaki boş kutucukları doldurunuz.

NOT: "–" ile belirtilen bölümleri doldurmanıza gerek yoktur.

```
int a = 2;
int b = -2*a;
short sa = (short) b;
unsigned ub = b;
```

İfade	M1 sisteminde tam sayı gösterimi	M1 sisteminde ikili gösterimi	M2 sisteminde tam sayı gösterimi	M2 sisteminde ikili gösterimi
–	19	010 011	–	–
–	–	–	-3	11 01
b	-4	111 100	-4	11 00
sa	-4	100	0	00
ub	60	111 100	12	11 00
a << 2	8	001 000	-8	10 00
b >> 1	-2	111 110	-2	11 10
Tmax	31	011 111	7	01 11
a|b	-2	111 110	-2	11 10
a^(-1)	-3	111 101	-3	11 01

Soru 2. (20 puan) *Kayan noktalı sayı gösterimleri.*

Bu soruyu IEEE Standard 754 kayan noktalı sayı formatına göre oluşturulan 8-bit'lik bir kayan noktalı gösterimine göre cevaplayınız. Bu gösterimde,

- En anlamlı bit (the most significant bit) *işaret bit*'idir.
- İşaret bit'inin ardından gelen 3 bit kayan noktalı sayının *üstünü (exponent)* verir.
- Geri kalan 4 bit ise *kesirli kısmı (fraction)* belirtir.

NOT: Aşağıdaki soruları cevaplarken hem kesirli gerçek değerleri hem de ikili gösterimleri belirtiniz.

(a) (2 puan) Bu gösterimde üst için kaydırma değeri (exponent bias) nedir?

3

(b) (2 puan) Bu gösterimde ifade edilen en küçük pozitif sayı nedir?

0 000 0001 = 1/64

(c) (2 puan) Bu gösterimde normalize olmayan en büyük pozitif sayı nedir?

0 000 1111 = 15/64

(d) (2 puan) Bu gösterimde normalize olan en küçük pozitif sayı nedir?

0 001 0000 = 1/4 * 16/16 = 16/64

(e) (2 puan) Bu gösterimde pozitif sonsuz nasıl ifade edilmektedir?

0 111 0000

(f) (5 puan) Aşağıda verilen tablodaki boş kutucukları doldurunuz. *Eğer bilgisayardaki gösterimde yuvarlama gerekiyor ise* çifte-yuvarlama (round-to-even) *yapmalısınız*

İkili gösterim	Ondalıklı Değer
0 000 0000	0
1 110 0001	-17/2
1 110 0110	-11
0 001 0000	1/4
1 000 1101	-13/64
0 000 0110	23/256

Soru 3. (24 puan) *Assembly/C çevrimi.*

Aşağıda bir C fonksiyonu için derleyici tarafından üretilen Assembly kodu gösterilmektedir:

```
08048380 <foo>:
 8048380:        push   %ebp
 8048381:        mov    %esp,%ebp
 8048383:        mov    0x8(%ebp),%edx
 8048386:        cmp    $0x40,%edx
 8048389:        ja     80483b1 <foo+0x31>
 804838b:        mov    $0x20,%ecx
 8048390:        test   $0x3,%dl
 8048393:        jne    804839c <foo+0x1c>
 8048395:        jmp    80483b1 <foo+0x31>
 8048397:        test   $0x3,%dl
 804839a:        je     80483b6 <foo+0x36>
 804839c:        mov    %ecx,%eax
 804839e:        shr    $0x1f,%eax
 80483a1:        add    %ecx,%eax
 80483a3:        sar    %eax
 80483a5:        lea    0x1(%eax),%ecx
 80483a8:        add    %edx,%edx
 80483aa:        cmp    $0x40,%edx
 80483ad:        jbe    8048397 <foo+0x17>
 80483af:        jmp    80483b6 <foo+0x36>
 80483b1:        mov    $0x20,%ecx
 80483b6:        mov    %ecx,%eax
 80483b8:        pop    %ebp
 80483b9:        ret
```

Yukarıda verilen Assembly koduna göre aşağıdaki C kodunda yer alan boşlukları doldurunuz.

```
unsigned foo(unsigned x)
{
    int y, z;

    for(z = 32; x <= 64; x <<= 1) {
   // veya for(z = 32; x <= 64; x = x*2)
        y = x & 3; // y = x % 3;

        if (y == 0) {
            break;
        }

        z = z/2 + 1; // veya  z = z>>1 + 1;
    }

    return z;
}
```

Soru 4. (32 puan) *Yöntemler ve yığıt.*

Aşağıda iki C fonksiyonu ve ilgili Assembly kodları verilmektedir:

```
int fun1 (int x, int *y)
{
    return 24*x+*y;
}

int fun2(int x, int y)
{
    return fun1(y, &x);
}
```

```
08048374 <fun1>:
 8048374:       push   %ebp
 8048375:       mov    %esp,%ebp
 8048377:       mov    0x8(%ebp),%eax
 804837a:       lea    (%eax,%eax,2),%eax
 804837d:       shl    $0x3,%eax
 8048380:       mov    0xc(%ebp),%edx
 8048383:       add    (%edx),%eax
 8048385:       pop    %ebp
 8048386:       ret

08048387 <fun2>:
 8048387:       push   %ebp
 8048388:       mov    %esp,%ebp
 804838a:       sub    $0x8,%esp
 804838d:       lea    0x8(%ebp),%eax
 8048390:       mov    %eax,0x4(%esp)
 8048394:       mov    0xc(%ebp),%eax
 8048397:       mov    %eax,(%esp)
 804839a:       call   8048374 <fun1>
 804839f:       leave
 80483a0:       ret
```

(a) (24 puan) `fun2(1,2)` fonksiyon çağrısından başlayarak `fun1` fonksiyonundaki `ret` komutunun işletilmesinden hemen önceki yığıtın detaylı içeriğini aşağıdaki diyagram üzerinde belirtiniz. Bu soruyu çözerken,

- Yığıt diyagramı `fun2` fonksiyonunun iki argümanı ile başlamalıdır, örnek olması açısından argümanlardan biri sizin yerinize yerleştirilmiştir.
- Yığıt içeriğini belirtirken değişken isimleri yerine gerçek değerleri kullanınız.
- `%ebp` yazmacının değerini yığıt üzerine yerleştirmeniz gerekiyorsa bu değerin `%ebp`'ye ait olduğunu da açıkça belirtiniz, örneğin `%ebp: 0xffff1400.`
- Size sağlanan yığıt diyagramında tüm kutucukları kullanmanıza gerek olmayabilir.

```
fun2 cagrisi gerceklestirildigi anda %ebp degeri: 0xffffd858
fun2 cagrisindan geri donus adresi: 0x080483c9

Yigit      Asagidaki diyagram fun2 fonksiyonuna gerceklestiren
adresleri  bir cagrinin ardindaki durumu gostermektedir

           +-----------------------------------+
0xffffd850 |                2                  |
           +-----------------------------------+
0xffffd84c |                1                  |
           +-----------------------------------+
0xffffd848 |           0x080483c9              |
           +-----------------------------------+
0xffffd844 |     %ebp: 0xffffd858              |
           +-----------------------------------+
0xffffd840 |           0xffffd84c              |
           +-----------------------------------+
0xffffd83c |                2                  |
           +-----------------------------------+
0xffffd838 |           0x0804839f              |
           +-----------------------------------+
0xffffd834 |                                   |
           +-----------------------------------+
0xffffd830 |                                   |
           +-----------------------------------+
```

(b) (4 puan) `fun1` için `ret` komutunun çalıştırılmasının hemen öncesinde `%ebp`'nin değeri nedir?

`%ebp: 0xffffd844`

(c) (4 puan) `fun1` için `ret` komutunun çalıştırılmasının hemen öncesinde `%esp`'nin değeri nedir?

`%esp: 0xffffd838`

Soru 5. (7 puan) *Okuma ödevleri.*

(a) (2 puan) IEEE-754 kayan noktalı sayı formatında sıfır sayısının +0 ve -0 olarak iki farklı temsilinin olması ne gibi bir avantaj sağlamaktadır? 1-2 cümle ile açıklayınız.

Örneğin 1 / (1/x) ifadesini ele alalım. Eğer x'in değeri +∞ veya -∞ ise 1/x ifadesi +0 veya -0'a eşit olur ve buna göre tüm ifadenin sonucu 1/(+0) veya 1/(-0), yani +∞ veya -∞'a denk olur. Sıfırın tek bir temsili olsaydı bu ifadenin sonucu x'in değerinin +∞ veya -∞ olduğu durumda daima +∞'a eşit olacaktı ve işaret bilgisini kaybedecektik.

(b) (2 puan) Hangi iki Bell Labs çalışanı hem Unix işletim sisteminin hem de C programlama dilinin geliştirilmesinde aktif rol almışlardır? Soyadlarını yazmanız yeterlidir.

Dennis M. **Ritchie** and Ken **Thompson**

(c) (3 puan) Daha sonra Intel tarafından kısmen benimsenen ilk olarak AMD'nin geliştirdiği x86-64 komut kümesinin Intel'in bir başka 64-bit'lik mimarisi olan IA-64'den en temel farkı nedir?

x86-64 komut kümesi, IA-64'den farklı olarak IA-32 komut kümesinin 64-bit için genişletilmesi olarak tasarlanmıştır.