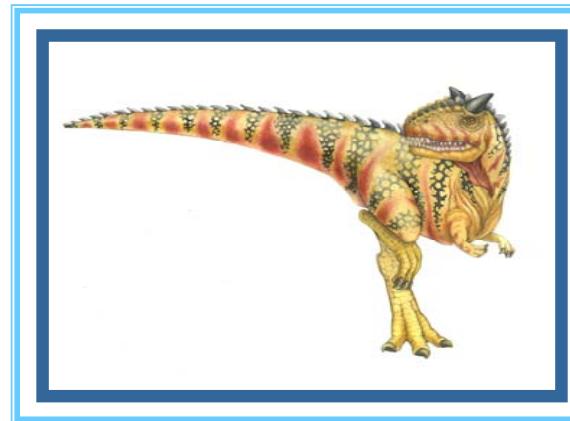


Bölüm 6: Process Senkronizasyonu





Modül 6: Process Senkronizasyonu

- Arka plan
- Kritik Bölge Problemi
- Peterson'un Çözümü
- Donanımsal Senkronizasyon
- Semaforlar
- Klasik Senkronizasyon Problemleri
- Monitörler
- Senkronizasyon Örnekleri
- Atomik İşlemler





Hedefler

- Paylaşılan verinin tutarlığını sağlamak için kullanılabilecek Kritik Bölge Problemi çözümlerinin tanıtmak
- Kritik Bölge Problemlerine ilişkin yazılım ve donanım çözümleri sunmak
- Atomik işlem kavramını tanıtmak ve atomiklik sağlama mekanizmasını açıklamak





Arka plan

- Paylaşılan verilere eşzamanlı erişim, veri tutarsızlıklarına neden olabilir.
- Veri tutarlığını korumak için işbirliği içindeki proseslerin düzenli yürütülmesini sağlayan bir mekanizma gereklidir.
- Varsayılmı ki, bir tampon kullanan üretici-tüketicili probleme bir çözüm sağlamak istiyoruz. Bunun için tampon boyutunu tamsayı olarak **bir sayaç** değişkeninde tutabiliriz. Başlangıçta sayaç 0 değeri verilir. Üretici tarafından yeni bir ürün oluşturulduktan sonra sayaç değeri bir artırılır ve tüketici bir ürünü kullandığında sayaç tüketici tarafından bir azaltılır.





Üretici

```
while (true) {  
  
    /* bir ürün üret ve birSonrakiÜrün değerine ata */  
    while (sayaç== TAMPON_BOYUTU)  
        ; // bekle  
        tampon [in] = birSonrakiÜrün ;  
        in = (in + 1) % TAMPON_BOYUTU;  
        sayaç++;  
}
```





Tüketici

```
while (true) {  
    while (sayaç== 0)  
        ; // bekle  
    birSonrakiÜrün= tampon [out];  
    out = (out + 1) % TAMPON_BOYUTU;  
    sayaç--;  
  
    /* birSonrakiÜrün tüketilir */  
}
```





Yarış Koşulu

- **sayaç++** şu şekilde uygulanabilir

```
register1 = sayaç  
register1 = register1 + 1  
sayaç= register1
```

- **sayaç--** şu şekilde uygulanabilir

```
register2 = sayaç  
register2 = register2 - 1  
sayaç= register2
```

- Başlangıçta “sayaç = 5” iken aşağıdaki çalışma sırasını ele alalım:

S0: üretici **register1 = sayaç** satırını çalıştırır {register1 = 5}
S1: üretici **register1 = register1 + 1** satırını çalıştırır {register1 = 6}
S2: tüketici **register2 = sayaç** satırını çalıştırır {register2 = 5}
S3: tüketici **register2 = register2 - 1** satırını çalıştırır {register2 = 4}
S4: üretici **counter = register1** satırını çalıştırır {sayaç = 6 }
S5: tüketici **counter = register2** satırını çalıştırır {sayaç = 4}





Kritik Bölge Problemi

- n adet prosesi $\{p_0, p_1, \dots p_{n-1}\}$ ele alalım.
- Her process içindeki kod segmenti **kritik bölgelere** ayrılmıştır.
 - Proses, ortak değişkenlerine ulaşıyor, tablo güncelliyor, dosyaya yazıyor v.b. olabilir.
 - Bir proses kritik bölgede olduğunda başka bir proses o kritik bölgeye giremez.
- Kritik bölge problemi çözmek için bir protokol gerekmektedir.
- Her process kritik bölgeye girmek için izin istemelidir- **giriş bölgesi**
- Kritik bölgeden çıkışına kadar kalır - **çıkış bölgesi**
- Daha sonra geri kalan işlemlerini sürdürübilebilir - **kalan bölge**
- Özellikle kesintili işlemlerde uygulanır





Kritik Bölge

- p_i prosesinin genel yapısı :

```
do {  
    entry section  
    critical section  
    exit section  
    remainder section  
} while (TRUE);
```

Figure 6.1 General structure of a typical process P_i .





Kritik Bölge Probleminin Çözümü

1. **Karşılıklı Dışlama (Mutual Exclusion)** – Eğer P_i prosesi kendi kritik bölgesinde çalışıyorsa, başka hiçbir proses onun kritik bölgesine giremez.
2. **İlerleme** - Eğer kritik bölgede hiçbir proses çalışmıyorsa ve kritik bölgeye girmek isteyen proses var ise mutlaka birisi seçiliş ilerlemelidir.
3. **Sınırlandırılmış Bekleme (Bounded Waiting)** - Bir proses beklerken diğer proseslerin kritik bölgeye girme sayısının bir sınırı vardır.
 - Her bir proses sıfırdan farklı bir hızla çalışsin.
 - n adet prosesin **göreceli hızına** ilişkin bir varsayımdır.





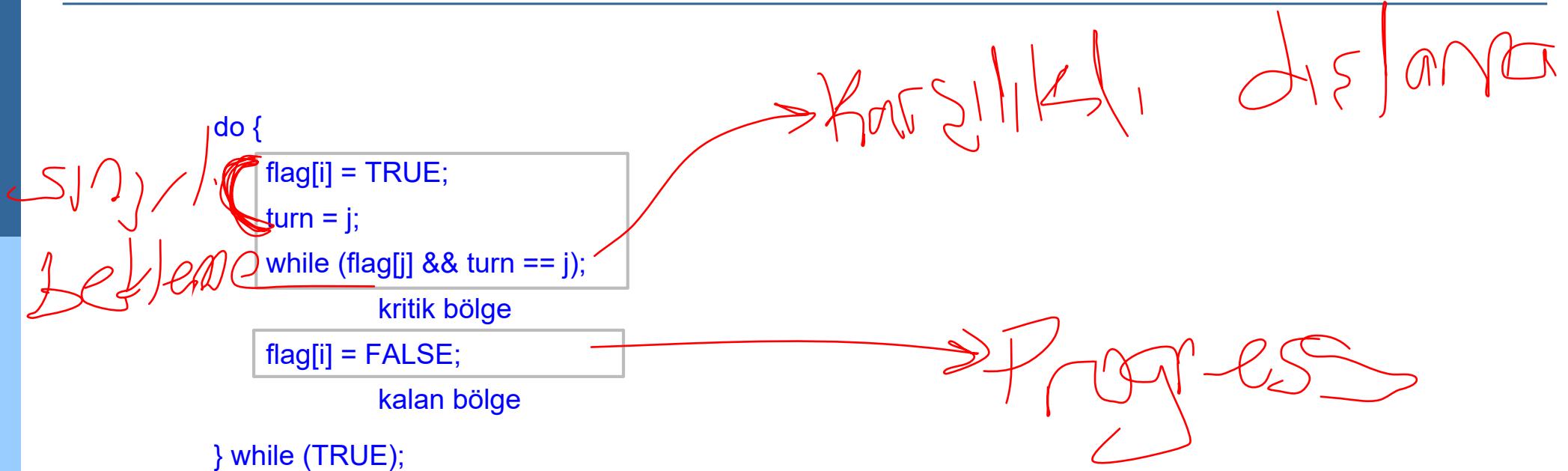
Peterson Çözümü

- İki proses çözümü
- LOAD ve STORE talimatlarının atomik ve durdurulamaz olduğunu varsayalım.
- İki proses iki değişken paylaşın:
 - int **turn**;
 - boolean **flag[2]**
- **turn** değişkeni kritik bölgeye girme sırasının kimde olduğunu gösterir.
- **flag** dizisi, bir prosesin kritik bölgeye girmek için hazır olup olmadığını belirtmek için kullanılır.
- **flag [i] = true ise P_i** prosesi hazır demektir



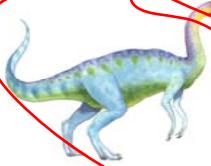


P_i Prosesi Algoritması



- Aşağıdaki şartlar sağlanmıştır:
 1. Karşılıklı dışlama korunur.
 2. İlerleme gereksinimi sağlanır.
 3. Sınırlı bekleme gereksinimi karşılanabilmektedir.





Donanım Senkronizasyonu

- Bir çok sistem kritik bölge kodu için donanım desteği sağlar.
- Tek işlemcili sistemler – kesmeler devre dışı bırakılabilir.
 - Yürütmekte olan kodu kesinti olmadan çalıştırır.
 - Çok işlemcili sistemlerde genelde çok verimsizdir.
 - ▶ Bunu kullanan işletim sistemleri ölçülebilir değildir.
- Modern makineler özel atomik donanım talimatlarını destekler.
 - ▶ **Atomic = kesintisiz(non-interruptable)**
 - Bellek kelimesini test et veya değer ata
 - Ya da iki bellek kelimesi arasında içerik değiştir





Kilitlenme ile Kritik Bölge Probleminin Çözümü

```
do {  
    kilitle  
    kritik bölge  
    kilidi aç  
    geri kalan kısım  
} while (TRUE);
```





TestAndSet Komutu

- Tanım:

```
boolean TestAndSet (boolean *target)
{
    boolean rv = *target;
    *target = TRUE;
    return rv;
}
```





TestAndSet Kullanılarak Çözüm

- Paylaşılan boolean değişken kilitli, FALSE olarak başlatılır.
- Çözüm:

```
do {  
    while ( TestAndSet (&kilit) )  
        ; // bekle
```

// kritik bölge

kilit = FALSE;

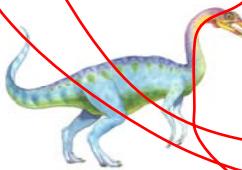
// geri kalan kısmı

```
} while (TRUE);
```

Karsılıklı Diskama

İterasyon





Takas(Swap) Komutu

- Tanım:

```
void Swap (boolean *a, boolean *b)
{
    boolean temp = *a;
    *a = *b;
    *b = temp;
}
```





Takas Kullanılarak Çözüm

- Paylaşılan Boolean değişken kilit FALSE değerine sahiptir; Her proses, yerel Boolean türünde bir anahtar değişkenine sahiptir

- Çözüm:

```
do {  
    anahtar= TRUE;  
    while ( anahtar== TRUE)  
        Swap (&kilit, &anahtar);  
  
        // kritik bölge  
  
        kilit= FALSE;  
  
        // geri kalan kısmı  
  
    } while (TRUE);
```

Karsılıklı Değiştirme

Zile kBne





TestandSet() ile Sınırlı Beklemeli Karşılıklı Dışlama

```
do {
    waiting[i] = TRUE;
    key = TRUE;
    while (waiting[i] && key)
        key = TestAndSet(&lock);
    waiting[i] = FALSE;
    // kritik bölge
    j = (i + 1) % n;
    while ((j != i) && !waiting[j])
        j = (j + 1) % n;
    if (j == i)
        lock = FALSE;
    else
        waiting[j] = FALSE;
    // geri kalan kısmı
} while (TRUE);
```

Karsılıklı
Dışlama

İzleme





Semafor

- Beklemeyi gerektirmeyen bir senkronizasyon aracıdır.
- Semaforu – tamsayı değişken
- İki standart işlem değişiklik yapar S: wait() ve signal()
 - P() ve V(), biçiminde çağrırlırlar.
- Daha az karmaşık
- Sadece iki bölünmez (atomik) işlem üzerinden erişilebilir.





Genel Senkronizasyon Aracı Olarak Semafor

- **Sayma (Counting)** semaforu – tamsayı değeri kısıtlanmamış bir etki alanı içinde değişebilir.
- **İkili (Binary)** semafor – Tamsayı değeri yalnızca 0 ve 1 olarak değişebilir; uygulaması daha basit olabilir.
 - Ayrıca **mutex locks** olarak da bilinir.
- S sayma semaforu ikili semafor olarak uygulanabilir
- Karşılıklı dışlama şartını sağlar.

Semaphore mutex; // 1 e kurulur

```
do {  
    wait (mutex);  
    // Kritik Bölge  
    signal (mutex);  
    // geri kalan bölge  
} while (TRUE);
```





Semafor Uygulanması

- Herhangi iki prosesin aynı anda, aynı semafor üzerinde wait() ve signal() fonksiyonlarını çalıştırılamayacağı garanti altına alınmalıdır.
- Sonra, implementation becomes the critical section problem where the wait and signal code are placed in the critical section.
- Bu nedenle, uygulamalar kritik bölge problemleri
 - Şimdi kritik bölge uygulamasında **busy waiting (meşgul bekleme)** olabilir.
 - Fakat uygulama kodu kısadır.
 - Kritik bölge nadiren meşgul olursa, kısa süreli yoğun beklemeler olur.
- Uygulamalar kritik bölgelerde çok fazla zaman harcayabilir bu nedenle bunun iyi bir çözüm olmadığını unutmayın.

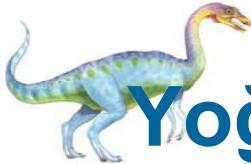




Yoğun Beklemesiz Semafor Uygulanması

- Her semaforun bir bekleme kuyruğu vardır.
- Bekleme kuyruğundaki her girdi iki veri ögesine sahiptir:
 - Değer (integer tipinde)
 - listedeki sonraki kaydı gösteren işaretçi
- İki işlem :
 - **block** – Çalışmakta olan process i bekleme kuyruğuna alınmasıdır.
 - **wakeup** – bekleme kuyruğundaki bir process in hazır kuyruğuna yerleştirilmesidir.





Yoğun Beklemesiz Semafor Uygulanması (Devam)

- Bekleme uygulaması :

```
wait(semaphore *S) {
    S->value--;
    if (S->value < 0) {
        add this process to S->list;
        block();
    }
}
```

- Sinyal uygulaması :

```
signal(semaphore *S) {
    S->value++;
    if (S->value <= 0) {
        remove a process P from S->list;
        wakeup(P);
    }
}
```





Kilitlenme ve Açılk

- **Deadlock (Kilitlenme)** – Kilitlenme iki yada daha çok görevin karşılıklı olarak hiç bir zaman gerçekleşmeyecek koşulları beklemeleriyle oluşan bir durumdur.
- Let **S** ve **Q** be two semaphores initialized to 1



- **Starvation (Açılk)** – Belirsiz engelleme
 - Askıya alınmış bir process asla semafor kuyruğundan silinmez.
- **Priority Inversion (Öncelik Değişimi)** – Yüksek öncelikli bir processin ihtiyaç duyduğu bir kaynağı daha düşük öncelikli bir process kilitli tutuyorsa planlama problemi meydana gelir.
 - **priority-inheritance protocol (Önceliğin Kalıtımı Protokolü)** aracılığıyla çözülmüştür.





Senkronizasyonun Klasik Problemleri

- Yeni önerilen senkronizasyon planlarını sınamak için kullanılan klasik problemler.
 - Bounded-Buffer Problem (Sınırlı Tampon Problemi)
 - Readers and Writers Problem (Okuyucu ve Yazıcı Problemi)
 - Dining-Philosophers Problem (Yemek Yiyen Filozoflar Problemi)





Sınırlı Buffer (Tampon) Problemi

- N adet buffer'dan her biri, tek bir öğe tutabilir.
- Semafor **mutex**, 1 değeri ile başlatılır.
- Semafor **full**, 0 değeri ile başlatılır.
- Semafor **empty**, N değeri ile başlatılır.





Sınırlı Buffer Problemi (Devam)

- Üretici process'in yapısı

```
do {  
    // produce an item in nextp  
  
    wait (empty);  
    wait (mutex);  
  
    // add the item to the buffer  
  
    signal (mutex);  
    signal (full);  
} while (TRUE);
```





Sınırlı Buffer Problemi (Devam)

- Tüketici process'in yapısı

```
do {  
    wait (full);  
    wait (mutex);  
  
    // remove an item from buffer to nextc  
  
    signal (mutex);  
    signal (empty);  
  
    // consume the item in nextc  
  
} while (TRUE);
```





Okuyucular-Yazıcılar Problemi

- Bir veri kümesi eşzamanlı processler dizisi arasında paylaşılmıştır.
 - Okuyucular – veri kümesini yalnızca okuyabilirler; herhangi bir güncelleme yapmazlar.
 - Yazıcılar – hem okuyabilir hem yazabilir.
- Problem – aynı anda birden fazla okuyucuya izin verilir.
 - Tek bir anda yalnızca tek bir yazıcı paylaşmış veriye ulaşabilir.
- Birkaç varyasyon ile okuyucular ve yazıcılar işlem görür – tüm öncelikler dahil.
- Paylaşılmış veri
 - Data set
 - Semaphore mutex initialized to 1
 - Semaphore wrt initialized to 1
 - Integer readcount initialized to 0





Okuyucular-Yazıcılar Problemi (Devam)

- Yazıcı process yapısı

```
do {  
    wait (wrt) ;  
  
    // writing is performed  
  
    signal (wrt) ;  
} while (TRUE);
```





Okuyucular-Yazıcılar Problemi (Devam)

- Okuyucu process'in yapısı

```
do {  
    wait (mutex) ;  
    readcount ++ ;  
    if (readcount == 1)  
        wait (wrt) ;  
    signal (mutex)  
  
    // reading is performed  
  
    wait (mutex) ;  
    readcount - - ;  
    if (readcount == 0)  
        signal (wrt) ;  
    signal (mutex) ;  
} while (TRUE);
```





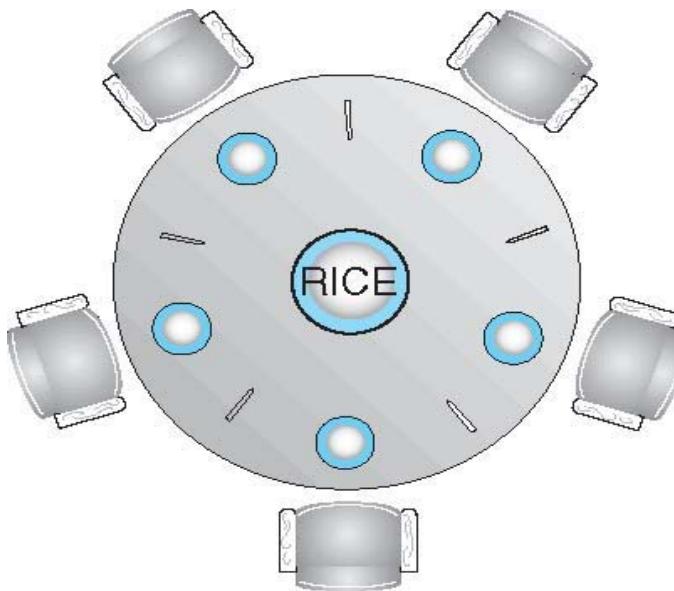
Okuyucular-Yazıcılar Probleminin Çeşitleri

- *Birinci* varyasyon – yazıcı paylaşmış nesne üzerinde izne sahip olmadığı sürece okuyucuyu bekletme
- *İkinci* varyasyon – once writer is ready, it performs write asap
- Both may have starvation leading to even more variations
- Problem bazı sistemlerde kernelin sağladığı okuyucu-yazıcı kilitleri ile çözülmüştür.





Yemek Yiyen Filozoflar Problemi



- Filozoflar yaşamlarını yemek yiyerek ve düşünerek geçirirler.
- Komşularıyla etkileşime geçmeden, arasında kasesindeki yemeği yemek için 2 yemek çubuğuunu almaya çalışıyor (her seferinde bir tane)
 - Yemek için ikisine de ihtiyaç duyar, işini bitirdiğinde ikisini de serbest bırakır.
- 5 filozof durumunda
 - Paylaşılmış veri
 - ▶ Bir kase pirinç (veri seti)
 - ▶ Semafor **chopstick [5]** initialized to 1





Yemek Yiyen Filozoflar Problem Algoritması

- Filozof *i* nin yapısı:

```
do {  
    wait ( chopstick[i] );  
    wait ( chopStick[ (i + 1) % 5] );  
    // eat  
    signal ( chopstick[i] );  
    signal (chopstick[ (i + 1) % 5] );  
  
    // think  
  
} while (TRUE);
```

- Bu algoritmadaki problem nedir?





Semaforların Sorunları

- Semafor işlemlerinin yanlış kullanımı:
 - signal (mutex) wait (mutex)
 - ~~wait (mutex) ... wait (mutex)~~
 - wait (mutex) ya da signal (mutex) (ya da her ikisi de) ihmal etme
- Deadlock (Kilitlenme) ve starvation(açlık)





Monitörler

- Process senkronizasyonu için kullanışlı ve etkili bir mekanizma sağlayan yüksek seviyeli bir soyutlamadır (abstraction).
- Soyut (abstract) veri türleri, dahili değişkenler sadece prosedür içindeki kod tarafından erişilebilirdirler.
- Sadece bir süreç aynı anda monitörün içinde etkin olabilir.
- Fakat bazı senkronizasyon şemalarını modellemek için yeterince güçlü değildir.

```
monitor monitor-name
{
    // shared variable declarations
    procedure P1 (...) { .... }

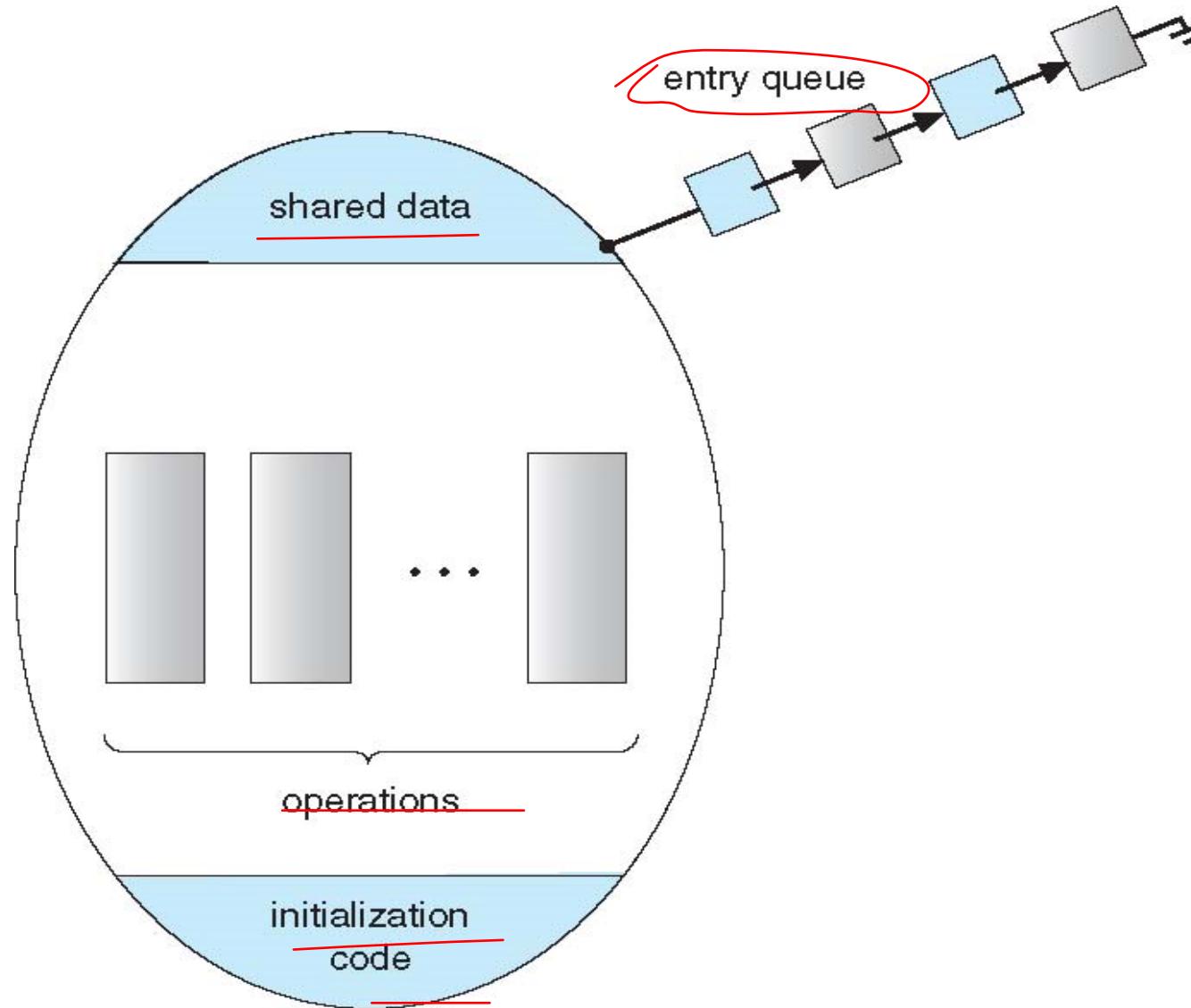
    procedure Pn (...) {.....}

    Initialization code (...) { ... }
}
```





Monitor'ün Şematik Görünümü





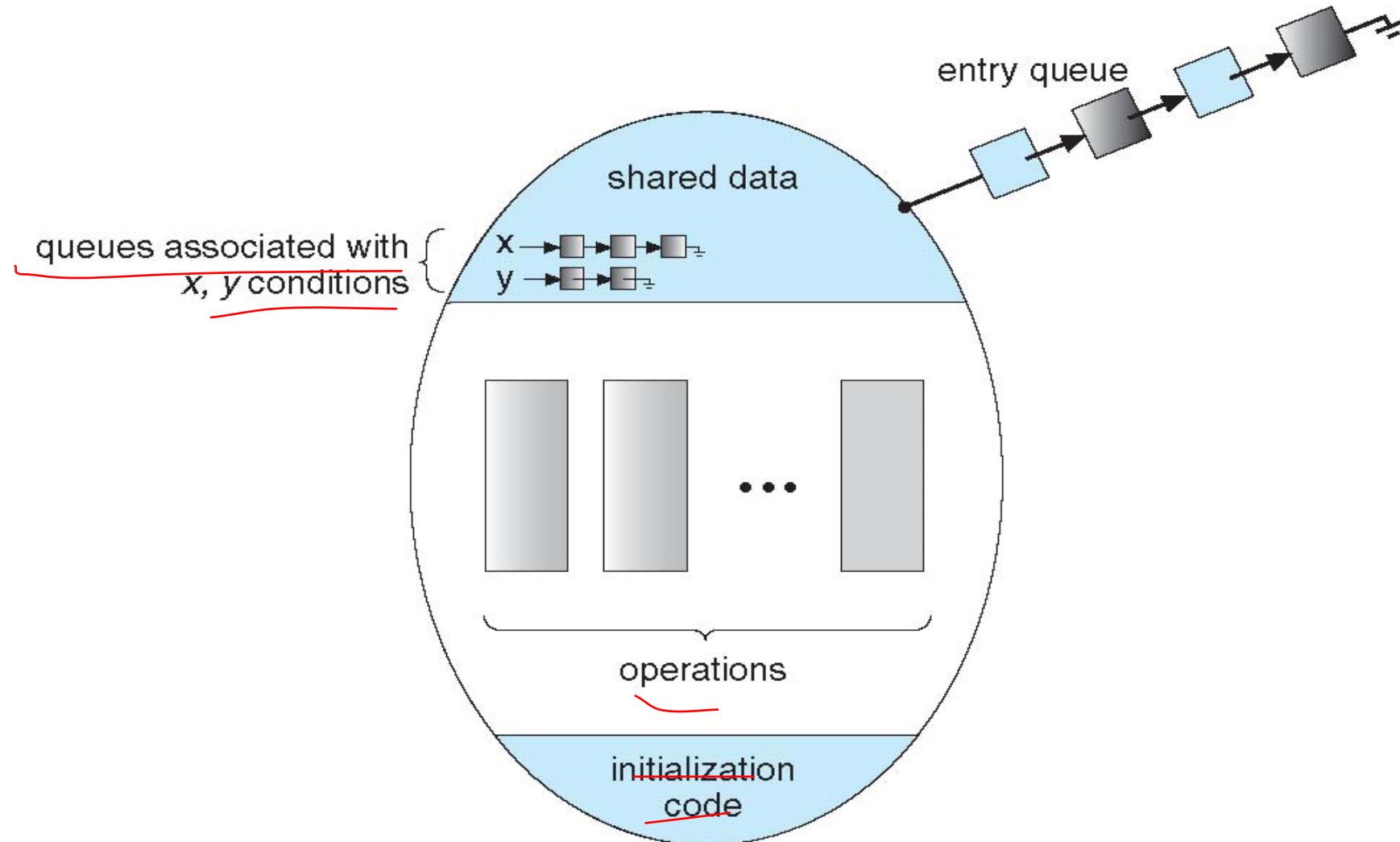
Durum Değişkenleri

- condition x, y; //x ve y durumları
- Durum değişkenlerindeki iki işlem:
 - `x.wait ()` – bir process `x.signal()` gelene kadar askıya alınır.
 - ~~`x.signal ()` – (varsayı) `x.wait ()` ile beklemeye alınmış process lerden biri devam ettirilir.~~
 - ▶ `x.wait ()` ile beklemeye alınmış değişken yoksa, değişken üzerinde hiçbir etkisi yoktur.





Durum Değişkenleri İle Monitör





Durum Değişkenleri Seçimleri

- Eğer P process'i Q proces'i ile birlikte `x.signal ()` çağrıır ve Q `x.wait ()` durumunda ise bir sonraki adımda ne olur?
 - Q devam durumunda ise, P beklemelidir.
- Seçenekler şunlardır :
 - **Signal and wait** – P, Q monitörü bırakmasını bekler ya da başka durumları bekler
 - **Signal and continue** – Q, P monitörü bırakmasını bekler ya da başka durumları bekler
 - Hem artıları hem eksileri vardır – language implementer can decide
 - Monitors implemented in Concurrent Pascal compromise
 - ▶ P executing signal immediately leaves the monitor, Q is resumed
 - Implemented in other languages including Mesa, C#, Java





Yemek Yiyen Filozofların Çözümü

```
monitor DiningPhilosophers
```

```
{
```

```
    enum { THINKING; HUNGRY, EATING) state [5] ;  
    condition self [5];
```

```
    void pickup (int i) {  
        state[i] = HUNGRY;  
        test(i);  
        if (state[i] != EATING) self [i].wait;  
    }
```

```
    void putdown (int i) {  
        state[i] = THINKING;  
        // test left and right neighbors  
        test((i + 4) % 5);  
        test((i + 1) % 5);  
    }
```





Yemek Yiyen Filozofların Çözümü (Devam)

```
void test (int i) {  
    if ( (state[(i + 4) % 5] != EATING) &&  
        (state[i] == HUNGRY) &&  
        (state[(i + 1) % 5] != EATING) ) {  
        state[i] = EATING ;  
        self[i].signal () ;  
    }  
}  
  
initialization_code() {  
    for (int i = 0; i < 5; i++)  
        state[i] = THINKING;  
}  
}
```





Yemek Yiyen Filozofların Çözümü (Devam)

- Her filozof aşağıdaki sırayla `pickup()` ve `putdown()` operasyonlarını çağırır :

DiningPhilosophers.pickup (i);

EAT

DiningPhilosophers.putdown (i);

- Deadlock (kilitlenme) olmaz fakat starvation (açlık) mümkün.





Semafor Kullanarak Monitör Uygulama

- Değişkenler

```
semaphore mutex; // (initially = 1)
semaphore next; // (initially = 0)
int next_count = 0;
```

- Her prosedür F ile değiştirilecektir.

```
wait(mutex);
...
    body of F;
...
if (next_count > 0)
    signal(next)
else
    signal(mutex);
```

- Monitörün içinde mutual exclusion (karşılıklı dışlama) sağlanır.





Monitor Uygulama – Durum Değişkenleri

- Her koşul değişkeni **x** için şunlara sahibiz :

```
semaphore x_sem; // (initially = 0)  
int x_count = 0;
```

- **x.wait** işlemi şu şekilde uygulanabilir :

```
x-count++;  
if (next_count > 0)  
    signal(next);  
else  
    signal(mutex);  
wait(x_sem);  
x-count--;
```





Monitor Uygulama (Devam)

- `x.signal` işlemi şu şekilde uygulanabilir :

```
if (x-count > 0) {  
    next_count++;  
    signal(x_sem);  
    wait(next);  
    next_count--;  
}
```





Bir Monitör İçindeki Processleri Sürdürüme

- X durum kuyruğunda birden fazla process mevcutsa ve x.signal() çalıştırıldıysa, hangisi sürdürülmelidir?
- FCFS (first come first serve -ilk gelen ilk işlem görür) genellikle yeterli değildir.
- **conditional-wait (koşullu bekleme)** x.wait(c) biçiminde form oluşturur.
 - C, **priority number** (öncelik sayısı)dır.
 - Process with lowest number (yüksek öncelik) is scheduled next





A Monitor to Allocate Single Resource

```
monitor ResourceAllocator
{
    boolean busy;
    condition x;
    void acquire(int time) {
        if (busy)
            x.wait(time);
        busy = TRUE;
    }
    void release() {
        busy = FALSE;
        x.signal();
    }
    initialization code() {
        busy = FALSE;
    }
}
```





Senkronizasyon Örnekleri

- Solaris
- Windows XP
- Linux
- Pthreads





Solaris Senkronizasyon

- Multitasking, multithreading (gerçek zamanlı threadler de dahil olmak üzere) ve multiprocessing desteklemek için çeşitli kilitler uygular.
- Kısa kod bölmelerinde verimlilik sağlamak için **adaptive mutexes (uyarlanabilir muteksler)** kullanır.
 - standart semafor spin-lock gibi başlar.
 - If lock held, and by a thread running on another CPU, spins
 - If lock held by non-run-state thread, block and sleep waiting for signal of lock being released
- **condition variables (durum değişkenleri)** kullanır
- Uzun bölmelerde kod veriye erişim ihtiyacı duyduğunda okuyucu-yazıcı kilitleri kullanır.
- Uses **turnstiles** to order the list of threads waiting to acquire either an adaptive mutex or reader-writer lock
 - Turnstiles are per-lock-holding-thread, not per-object
- Priority-inheritance per-turnstile gives the running thread the highest of the priorities of the threads in its turnstile





Windows XP Senkronizasyon

- Tek işlemcili sistemlerde global kaynaklara güvenli erişim için interrupt masks (kesme maskeleri) kullanır.
- Birden fazla işlemcili sistemlerde **spinlocks** kullanır.
 - Spinlocking-thread asla preempted (işlem önceliğine sahip) olmamalıdır.
- Ayrıca kullanıcı tarafından mutexler, semaforlar, olaylar ve zamanlayıcılar gibi davranış gösteren **dispatcher objects (dağıtıcı nesneler)** sağlar.
 - **Events (olaylar)**
 - ▶ Bir olay daha çok bir durum değişkeni gibi davranır.
 - Timers (zamanlayıcılar) süre aşıldığında (time expired) bir ya da daha fazla thread a bildirir.
 - Dispatcher objects either **signaled-state** (object available) or **non-signaled state** (thread will block)





Linux Senkronizasyon

- Linux:
 - Kernel 2.6 versiyonundan önceki versiyonlarda, kritik bölgeleri tamamlamak için kesmeler devre-dışı bırakır.
 - Versiyon 2.6 ve sonrası, tamamen önleyicidir.
- Linux şunları sağlar :
 - semaforlar
 - spinlocks
 - Hem okuyucu-yazıcı sürümleri
- Tek CPU'lu sistemlerde, spinlocks replaced by enabling and disabling kernel preemption





Pthreads Senkronizasyon

- Pthreads API, OS-independent (işletim sisteminden bağımsız)'dır.
- Şunları destekler:
 - mutex locks
 - condition variables
- Non-portable extensions include:
 - read-write locks
 - spinlocks





Atomik İşlemler

- System Model (Sistem Modeli)
- Log-based Recovery (Günlük Tabanlı Kurtarma)
- Checkpoints (Denetim Noktaları)
- Concurrent Atomic Transactions (Eşzamanlı Atomik İşlemler)





Sistem Modeli

- İşlemlerin tek bir mantıksal birim olarak gerçekleşmesini (tamamı ya da hiçbir)garanti eder.
- Related to field of database systems
- Challenge is assuring atomicity despite computer system failures
- **Transaction** - Tek bir mantıksal fonksiyonu gerçekleştiren talimatlar ya da işlemler topluluğudur.
 - Burada sabit disk değişiklikleri ile ilgiliyiz - disk
 - Transaction, okuma ve yazma işlemleri dizisidir.
 - **commit** (transaction başarılı) ya da **abort** (transaction başarısız) tarafından sonlandırılır.
 - Aborted transaction (İptal edilen transaction) **rolled back** (geri alınma) işlemi ile yapılan değişiklikleri geri almalıdır.





Depolama Ortamı Türleri

- Volatile (Geçici) depolama – Burada saklanan bilgiler sistemin çökmesi durumunda kaybolur.
 - Örnek: Ana bellek (Ram), cache bellek
- Nonvolatile (Kalıcı) depolama – Bilgiler genelde korunur.
 - Örnek : disk ve tape
- Stable (Sabit) depolama – Bilgiler asla kaybolmaz.
 - Aslında mümkün değildir, bu nedenle hatalara karşı kopyalama ve RAID gibi yöntemler uygulanır.

Amaç, uçucu bellekte yaşanabilecek hatalara karşı "transaction atomicity" sağlamaktır.





Günlük Tabanlı Kurtarma

- Bir transaction tarafından yapılan sabit diske ilişkin tüm değişiklikleri kaydedin.
- En yaygını [write-ahead logging](#)'dır.
 - Sabit diskteki günlüğekti her bir günlük kaydı, tek bir transaction (işlem)'in yaptığı işi kaydeder, bu kayıtlar şunları içerir :
 - İşlem Adı
 - Veri Ögesinin Adı
 - Eski Değer
 - Yeni Değer
 - $\langle T_i \text{ starts} \rangle$ T_i işlemi başladığında günlüğe yazılır.
 - $\langle T_i \text{ commits} \rangle$ T_i işlemi gerçekleştiğinde günlüğe yazılır.
- Veriler üzerinde işlem gerçekleşmeden önce günlük kaydının sabit diske ulaşması gereklidir.





Günlük Tabanlı Kurtarma Algoritması

- Sistem, günlüğü kullanarak geçici bellekteki herhangi bir hatayı işleyebilir.
 - $\text{Undo}(T_i)$ T_i tarafından güncellenen tüm verilerin değerlerini geri yükler.
 - $\text{Redo}(T_i)$ Tüm verilerin değerlerini T_i işleminden gelen yeni değerler ile değiştirir.
- $\text{Undo}(T_i)$ ve $\text{redo}(T_i)$ **idempotent** (eş kuvvetli) olmalıdır.
 - bir execution (çalıştırma) ile birden fazla executionın sonucun aynı olması.
- Eğer sistem hatası olursa tüm veriler günlük aracılığıyla geri yüklenir.
 - Eğer günlük $\langle T_i \text{ commits} \rangle$ olmadan $\langle T_i \text{ starts} \rangle$ içeriyorsa, $\text{undo}(T_i)$
 - Eğer günlük $\langle T_i \text{ starts} \rangle$ ve $\langle T_i \text{ commits} \rangle$ içeriyorsa, $\text{redo}(T_i)$





Checkpoints (Denetim Noktaları)

- Günlük dosyaları ve recovery (kurtarma) süreleri uzayabilir.
- Denetim noktaları günlük ve kurtarma süresini kısaltır.
- Denetim noktası şeması:
 1. Output all log records currently in volatile storage to stable storage
 2. Output all modified data from volatile to stable storage
 3. Output a log record <checkpoint> to the log on stable storage
- Now recovery only includes T_i , such that T_i started executing before the most recent checkpoint, and all transactions after T_i . All other transactions already on stable storage





Eşzamanlı İşlemler

- Serial execution (dizisel yürütme)'a eşdeğer olmalıdır. – [serializability](#) (serileştirilebilirlik)
- Kritik bölgedeki tüm işlemlerinizi gerçekleştirebilir.
 - Çok kısıtlayıcı, verimsiz.
- [Concurrency-control algorithms](#) (eşzamanlı kontrol algoritmaları) serializability sağlar.





Serializability (Serileştirilebilirlik)

- A ve B isimli iki veri ögesi düşünün.
- T_0 ve T_1 isimli iki transaction düşünün.
- T_0, T_1 'ı atomically (atomik) çalıştırılsın.
- Uygulamalar dizisi (Execution sequence) **schedule** olarak adlandırılır.
- Atomik olarak çalıştırılan işlemler dizisine ise **serial schedule** (dizisel planlama) denir.
- N adet işlem için, $N!$ tane geçerli **serial schedule** vardır.





Plan 1: Önce T_0 , Sonra T_1

T_0	T_1
read(A)	
write(A)	
read(B)	
write(B)	read(A)
	write(A)
	read(B)
	write(B)





Nonserial Schedule (Dizisel Olmayan Planlama)

- Nonserial schedule (dizisel olmayan planlama) örtüşmeli çalıştırılmaya (overlapped execute) olanak sağlar.
 - Resulting execution not necessarily incorrect
- S bir planlama ve O_i, O_j birer işlem olsun.
 - Conflict (çakışma) if access same data item, with at least one write
- If O_i, O_j consecutive and operations of different transactions & O_i and O_j don't conflict
 - Then S' with swapped order $O_j O_i$ equivalent to S
- If S can become S' via swapping nonconflicting operations
 - S is conflict serializable





Plan 2: Concurrent Serializable Schedule (Eşzamanlı Serileştirilebilir Planlama)

	T_0	T_1
	read(A)	
	write(A)	
		read(A)
		write(A)
	read(B)	
	write(B)	
		read(B)
		write(B)





Kilitleme Protokolü (Locking Protokol)

- Ensure serializability by associating lock with each data item
 - Erişim kontrolü için kilitleme protokolü izlenir.
- Locks (Kilitler)
 - Shared – T_i has shared-mode lock (S) on item Q, T_i can read Q but not write Q
 - Exclusive – T_i has exclusive-mode lock (X) on Q, T_i can read and write Q
- Require every transaction on item Q acquire appropriate lock
- Eğer lock already held, yeni istek beklemek zorunda kalabilir.
 - Okuyucular-yazıcılar algoritmasıyla benzerdirler.





Two-phase Locking Protocol

İki aşamalı Kilitleme Protokolü

- Generally ensures conflict serializability
- Each transaction issues lock and unlock requests in two phases
 - Growing – obtaining locks
 - Shrinking – releasing locks
- Deadlock (kilitlenme)'yi önlemez.

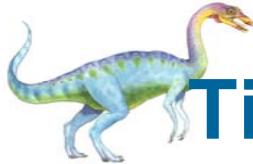




Timestamp-Tabanlı Protokoller

- Select order among transactions in advance – [timestamp-ordering](#)
- Transaction T_i associated with timestamp $TS(T_i)$ before T_i starts
 - $TS(T_i) < TS(T_j)$ if T_i entered system before T_j
 - TS can be generated from system clock or as logical counter incremented at each entry of transaction
- Timestamps determine serializability order
 - If $TS(T_i) < TS(T_j)$, system must ensure produced schedule equivalent to serial schedule where T_i appears before T_j





Timestamp-based Protocol Implementation

- Data item Q gets two timestamps
 - W-timestamp(Q) – largest timestamp of any transaction that executed write(Q) successfully
 - R-timestamp(Q) – largest timestamp of successful read(Q)
 - Updated whenever read(Q) or write(Q) executed
- Timestamp-ordering protocol assures any conflicting **read** and **write** executed in timestamp order
- Suppose T_i executes **read(Q)**
 - If $TS(T_i) < W\text{-timestamp}(Q)$, T_i needs to read value of Q that was already overwritten
 - ▶ **read** operation rejected and T_i rolled back
 - If $TS(T_i) \geq W\text{-timestamp}(Q)$
 - ▶ **read** executed, $R\text{-timestamp}(Q)$ set to $\max(R\text{-timestamp}(Q), TS(T_i))$





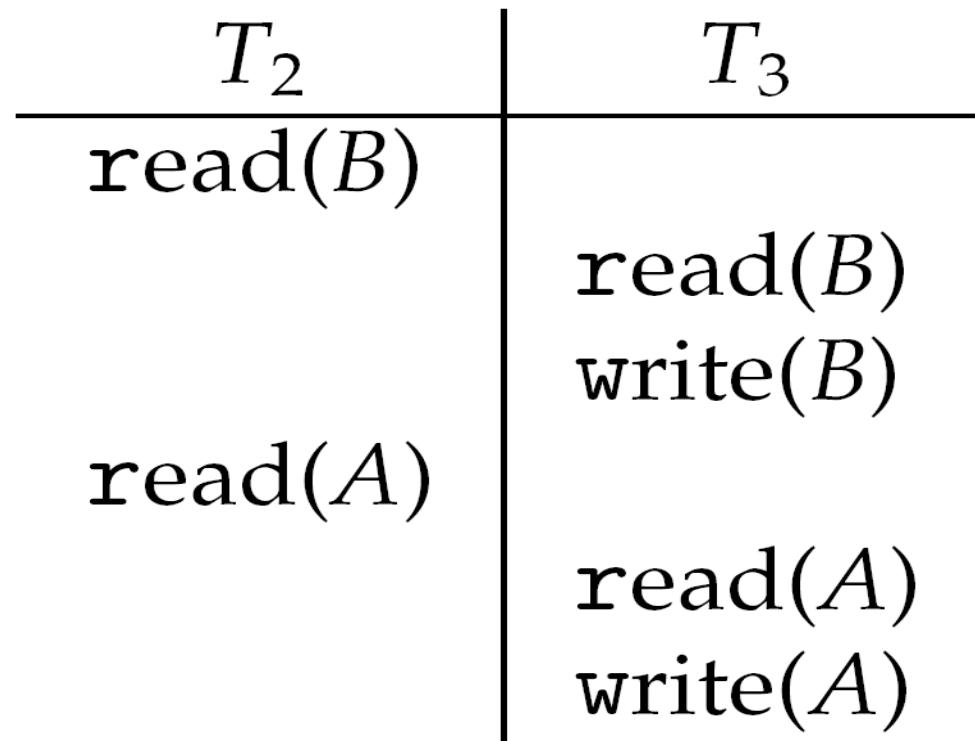
Timestamp-ordering Protokolü

- Suppose T_i executes `write(Q)`
 - If $TS(T_i) < R\text{-timestamp}(Q)$, value Q produced by T_i was needed previously and T_i assumed it would never be produced
 - Write operation rejected, T_i rolled back
 - If $TS(T_i) < W\text{-timestamp}(Q)$, T_i attempting to write obsolete value of Q
 - Write operation rejected and T_i rolled back
 - Otherwise, `write` executed
- Any rolled back transaction T_i is assigned new timestamp and restarted
- Algorithm ensures conflict serializability and freedom from deadlock





Timestamp Protokolü Altında Olası Planlama



Bölüm 6 Sonu

