**Bus Temelli Çoklu İşlemci Sistemleri:**

Bus temelli çoklu işlemci sistemleri, birden fazla işlemcinin aynı sistem veri yolu (bus) veya bellek aracılığıyla iletişim kurduğu sistemlerdir. Bu tür sistemler, ortak kaynakların (bellek, giriş/çıkış cihazları) paylaşımıyla çalışır. Ancak, işlemciler arasındaki veri trafiği ve kaynak erişimi optimizasyonu büyük önem taşır. **Crossbar Switch** ve **Çok Kapılı Bellekler**, bu tür sistemlerde verimliliği artırmak için kullanılan teknolojilerdir.

**Crossbar Switch (Çapraz Anahtar Anahtarlama Sistemi):**

**Tanım:**

Crossbar Switch, birden fazla işlemci ve bellek modülü arasındaki bağlantıyı sağlamak için kullanılan bir anahtarlama mekanizmasıdır. Çapraz bir düzenleme yapısıyla, her işlemcinin her bellek modülüne aynı anda erişmesini mümkün kılar.

**Mimari:**

* + Crossbar Switch, işlemciler (kaynaklar) ve bellek modülleri (hedefler) arasındaki bağlantıları temsil eden bir **matris yapısı** ile düzenlenir.
  + Matrisin her bir hücresi bir anahtardır ve işlemciler ile bellek modülleri arasında doğrudan bağlantı sağlar.

**diyagram, çizgi, metin, plan içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu**

**metin, yazı tipi, skeleton, tipografi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu**

**maden, demir, rendelemek içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu**

**Özellikler:**

**Tam Bağlantı:**

* + - Her işlemci, herhangi bir bellek modülüne aynı anda erişebilir.
    - Çakışan istekler, farklı yollar üzerinden yönlendirilir.

**Yüksek Bant Genişliği:**

* + - Paralel bağlantılar sayesinde, aynı anda birden fazla veri transferi gerçekleştirilebilir.

**Dinamik Anahtarlama:**

* + - Sistemdeki anahtarlar, her bağlantı isteğinde yeniden yapılandırılır ve farklı işlemciler için farklı yollar oluşturur.

**Avantajlar:**

* + **Yüksek Performans:** Paralel veri aktarımı sağlar.
  + **Çakışma Yönetimi:** İşlemci ve bellek erişim çakışmalarını minimize eder.
  + **Esneklik:** Büyük ölçekli sistemlerde etkili bir bağlantı çözümüdür.

**Dezavantajlar:**

* + **Maliyet:** Matris yapısındaki anahtarların sayısı işlemci ve bellek modülü sayısının çarpımı kadar olduğundan, sistem büyüdükçe maliyet artar.
  + **Karmaşıklık:** Anahtarların kontrolü ve yönetimi karmaşıktır.

**Kullanım Alanları:**

* + Süper bilgisayarlar.
  + Yüksek performanslı paralel hesaplama sistemleri.

**Çok Kapılı Bellekler (Multiported Memory):**

**Tanım:**

Çok kapılı bellekler, birden fazla işlemcinin aynı anda aynı belleğe erişmesini sağlayan bellek mimarileridir. Her "kapı" (port), bağımsız bir işlemci-bellek erişim yolu sunar.

<https://tomverbeure.github.io/2019/08/03/Multiport-Memories.html>

**Mimari:**

* + Bellek birimleri, birden fazla bağımsız erişim kapısıyla donatılmıştır.
  + Kapılar üzerinden işlemciler aynı anda belleğe okuma veya yazma işlemi yapabilir.
  + Erişimler çakıştığında, **arbitraj (hakemlik)** mekanizmaları devreye girer.

**Çalışma Prensibi:**

* + Her port, belleğe paralel veri okuma/yazma işlemlerini gerçekleştirebilir.
  + **Dual-Port Memory:** İki işlemciye izin verir.
  + **Multi-Port Memory:** Daha fazla sayıda port sunarak birden fazla işlemciye aynı anda erişim sağlar.

**Avantajlar:**

**Paralel Erişim:**

* + - İşlemciler, bellek erişimi için birbirini beklemek zorunda kalmaz.
    - Performans artar.

**Azaltılmış Çakışma:**

* + - Her işlemci için ayrı bir port sağlandığından, çakışmalar minimum düzeydedir.

**Hız:**

* + - Kritik sistemlerde düşük gecikme sağlar.

**Dezavantajlar:**

**Maliyet:**

* + - Birden fazla kapıya sahip bellek birimleri, standart bellek birimlerinden daha pahalıdır.

**Donanım Karmaşıklığı:**

* + - Portlar arasında veri bütünlüğünü sağlamak için karmaşık kontrol mekanizmaları gerekir.

**Çok Kapılı Belleklerde Çakışma Yönetimi:**

* + **Arbitraj Mekanizması:** Aynı portu aynı anda kullanmak isteyen işlemciler arasında bir öncelik belirler.
  + **Zaman Paylaşımı:** Bellek erişim zaman dilimlerine bölünerek port paylaşımı yapılır.

**Kullanım Alanları:**

* + Gerçek zamanlı sistemler.
  + Yüksek hızlı ağ anahtarları.
  + Video işleme ve grafik sistemleri.

**Crossbar Switch ve Çok Kapılı Belleklerin Karşılaştırılması**

| **Özellik** | **Crossbar Switch** | **Çok Kapılı Bellek** |
| --- | --- | --- |
| **Bağlantı Yöntemi** | Dinamik anahtarlama ile işlemci-bellek bağlantısı | Bellek portları üzerinden doğrudan bağlantı |
| **Performans** | Yüksek bant genişliği sunar | Paralel erişimle performansı artırır |
| **Maliyet** | Yüksek, çünkü çok sayıda anahtar gerekir | Yüksek, çünkü çok portlu bellek birimleri pahalıdır |
| **Kullanım Alanı** | Süper bilgisayarlar, HPC sistemleri | Gerçek zamanlı uygulamalar |
| **Çakışma Yönetimi** | Paralel yollarla çakışmayı önler | Arbitraj ve zaman paylaşımı ile yönetilir |

**Sonuç:**

* + **Crossbar Switch**, büyük ölçekli ve yüksek performanslı sistemlerde işlemciler ve bellek modülleri arasında maksimum paralellik sağlamak için idealdir. Ancak maliyet ve donanım karmaşıklığı bu sistemlerin ölçeklenebilirliğini sınırlar.
  + **Çok Kapılı Bellekler**, daha küçük sistemlerde ve düşük gecikmeli uygulamalarda bellek erişimi verimliliğini artırır. Ancak maliyeti ve tasarım karmaşıklığı dikkate alınmalıdır.

Her iki teknoloji de çoklu işlemci sistemlerinde kaynak paylaşımı ve verimliliği artırmak için farklı senaryolarda kullanılır. Sistemin gereksinimlerine bağlı olarak uygun çözüm seçilir.

**Crossbar Switch (4 Processors, 4 Memories)**

çizgi, ekran görüntüsü, diyagram içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

**Multiported Memory (4 Processors, 1 Memory with 4 Ports)**

ekran görüntüsü, çizgi, metin, diyagram içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

Yukarıdaki grafikler, **Crossbar Switch** ve **Multiported Memory** yapılarının mantığını açıklamaktadır:

**1. Crossbar Switch**

* + **Açıklama:**
    - Bu sistemde, her işlemci (**P1, P2, P3, P4**) doğrudan her bir bellek modülüne (**M1, M2, M3, M4**) bağlanır.
    - Çapraz anahtar matrisindeki her bağlantı, bir işlemcinin bir bellek modülüne aynı anda erişmesini sağlar.
  + **Avantaj:**
    - Her işlemci aynı anda farklı bellek modüllerine erişebilir. Bu paralel veri akışı, çakışma sorunlarını önler.
  + **Dezavantaj:**
    - Donanım maliyeti yüksektir çünkü işlemci ve bellek modülü sayısı arttıkça anahtar sayısı hızla büyür.

**2. Multiported Memory**

* + **Açıklama:**
    - Burada, bir bellek modülü (**M1**) birden fazla portla donatılmıştır. Her port, bir işlemciye (**P1, P2, P3, P4**) özel bir bağlantı sağlar.
    - İşlemciler aynı anda belleğe erişim yapabilir.
  + **Avantaj:**
    - Daha az donanımla paralel bellek erişimi sağlar. Bellek modülü port sayısı kadar işlemciyi destekleyebilir.
  + **Dezavantaj:**
    - Bellek modüllerine port eklemek maliyeti artırır. Çok sayıda işlemci için bu çözüm zorlayıcı olabilir.

Bu yapılar, çoklu işlemcili sistemlerde işlemcilerin belleğe erişimini optimize eder. Hangisinin kullanılacağı, sistemin ölçeğine ve performans gereksinimlerine bağlıdır.