

PIPELINE İŞLEMCİLERDEN OLUŞAN ÇOK İŞLEMCİLİ SİSTEMİN PERFORMANSI

Aşkın DEMİRKOL* Mesut RAZBONYALI**

*Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü-Sakarya
**Maltepe üniversitesi, Maltepe-istanbul

ÖZET

Bu çalışmada ideal koşullara sahip pipeline ve çok işlemcili sistemin yine ideal koşullarda bütünleşmesiyle oluşan çoklu pipeline işlemcinin performansı incelenmiştir. Performans ölçütü olarak, klasik işlemcideki icra süresinin, çok işlemcili sistemdeki icra süresine oranı olan speedup kavramı göz önüne alınmıştır.

I.GİRİŞ

Pipeline işlemciler, daha karmaşık ve çok sayıda verinin bulunduğu bilimsel çalışmalarda matematiksel hesaplamalar için geliştirilen bir işlemci türüdür. Çalışması, bir boru hattındaki sıvının hareketiyle özdeşleştirilmiştir. Boru hattına sıvı ilk olarak verildikten sonra bu çalışma, istenilen miktardaki sıvının çıkışta elde edilmesine kadar sürer. Mantık gereği boru dolduğu zaman, ilk çıkış alınabilecektir. Boru dolu iken, yine sıvı girişinin yapılabilmesi için, çıkıştaki sıvının da sürekli olarak depo türü bir elemana pompalanması, çalışmanın gereğidir. Pipeline işlemciler, aynı prensibe göre çalıştıklarından dolayı boru hattı adıyla anılmışlardır (1).

Pipeline işlemciler klasik işlemcilerde olduğu gibi; ana bellek, kontrol birimi ve klasik işlemcilerden farklı olarak, bağımsız işlem yapabilme yeteneğine sahip çok sayıda fonksiyonel birimlerden oluşmuştur (2).

II.PIPELINE İŞLEMCİLERİN PERFORMANSI

Pipeline bilgisayarlarda performans, karmaşık ve çok verinin işleneceği durumlarda segmentler arası gecikmeler olmasına rağmen yüksektir. İdeal durumda klasik işlemcideki zaman, pipeline da segment sayısına bölünerek daha küçük bir değere düşer.

Mevcut işin yapılması için gereken toplam saat darbe sayısının;

$$p = s+n-1$$

olduğu bilindiğinden, pipeline sistemde toplam "n" işin yapılması için gerekli süre;

$$t_p \cdot p = t_p(s+n-1)$$

olduğu bilinmektedir (3).

Pipeline olmayan sistemde bir parçalık işin, t_n süresinde işlendiğini göz önüne alırsak, n parçalık işin işlenmesi için;

$$nt_n$$

kadar süre gerekecektir. Bu durumda pipeline ve pipeline olmayan (klasik) sistemlerin icra süreleri belli olduğuna göre, buradan performans değerini (S);

$$S = \frac{nt_n}{t_p(s+n-1)}$$

şeklinde yazmamız mümkündür. Bu denklemde;

$s+n-1$, değerinde

$n \gg s-1$ ise,

$s-1 \cong 0$, olacağından,

$$S = \frac{t_n}{t_p}$$

denklemini elde edilir. Normalde performans değerinin birden büyük olması için ($S > 1$),

$$t_n > t_p$$

olması gerekmektedir. Diğer taraftan ideal anlamdaki kabule göre; klasik işlemcide kullanılan zaman, pipeline işlemcide segment sayısına bölünecektir. Yani;

$$t_p = \frac{t_n}{s}$$

olması gerekecektir. Bu yeni değer, performans denkleminde yerine konulursa;

yaklaşık olarak, $s-1 \cong 0$ olacağından,

$$S = \frac{ns}{n}$$

$$S = s$$

değeri elde edilir.

Yukarda, $s-1 \cong 0$ kabulü yapıldığından, ideal anlamdaki her iki denklemini de, aşağıdaki gibi düzenleyebiliriz.

$$S \cong s$$

Buradan ideal bir pipeline sistemdeki performansın, klasik işlemcinin segment sayısı katı kadar ($t_p = t_n/s$) olduğunu görmekteyiz (4).

III. ÇOK İŞLEMCİLİ SİSTEMİN PERFORMANSI

Çok işlemcili bir sistemdeki performansı, klasik bir işlemciye göre kıyasladığımızda,

$$S = \frac{T_{\text{klasik}}}{T_{\text{çok işl}}}$$

$$S = \frac{T_k}{T_\phi}$$

denklemlerinin elde edilmesi gerekir. Böyle bir sistemde kullanılan işlemci sayısı "n" ise, mevcut iş toplam işlemci sayısına dağılacığından, sistemin performansı ;

$$S = \frac{t}{\frac{t}{n}}$$

$$S = n$$

olacaktır. Buna göre ideal bir çok işlemcili sistemin performansı, işlemci sayısına eşit olacaktır (5).

IV. PIPELINE İŞLEMCİLERLE OLUŞAN ÇOK İŞLEMCİLİ SİSTEMİN PERFORMANSI

Böyle bir sistemde ideal gerçek bir çok işlemcili model aşağıdaki şartlarda düşünülmelidir. şartlar altında;

-yük tüm özdeş pipeline işlemcilere dengeli dağılacak,
-işlemciler arasında türlü gecikme kayıpları ihmal edilecek

bunların yanısıra sistemin özdeş pipeline işlemcileri için ise,

-yük dağılımı dengeli,
-segmentler arası gecikmeler ihmal edilecektir.

Bu koşullar altındaki "m" kadar bağımsız ve dengeli parçadan oluşan "n" işlemcili sistemin bu yükü işleme için gereken süre (T_{CP}) için, önce yükün tüm işlemcilere dengeli dağıldığını göz önüne alacağız. Diğer yandan "m" tane bağımsız iş, her işlemciye eşit olarak,

$$m/n$$

büyükliğünde dağılacaktır. Bu dağılımdan sonra sistem klasik bir pipeline işlemcili gibi çalışacaktır. Şimdi bilinen pipeline işlemcinin çalışma süresi, çok pipeline işlemcili sistemin icra süresi olacaktır. Daha önceki bilgilerimizden bir pipeline işlemcinin ideal şartlar altındaki, n_B tane bağımsız işi icra etmesi için gereken süre;

$$T_P = t_p(s + n_B - 1), \quad \text{idi.}$$

Bu denklemdeki yükü, çok işlemcili sistemdeki "m" tane yük ile değiştirirsek denklem,

$$T_P = t_p(s + m - 1)$$

haline dönüşür.

Bu denklemi yukardaki bilgilerimize uyarlırsak, sistemdeki "m" yükü ilk denklemdeki n_B değeri,

$$n_B = \frac{m}{n}$$

ikinci denklem için ise, $1/n$ değerini alacağından her iki denklem içinde aynı sonuç elde edilir. Bu değerlerle beraber T_P süresini de, çok işlemcili sistemin çalışma süresi olan T_{CP} ile değiştirerek yazarsak,

$$T_{\text{CP}} = t_p \left(s + \left(\frac{m}{n} \right) - 1 \right)$$

denklemini elde ederiz. Bu denklemi tek işlemcili sistem için geliştirirsek, ideal durumda T_{CP} süresi ile klasik işlemcinin T_k süresi arasında;

$$T_{\text{CP}} = \frac{T_k}{n}$$

ilişkisinin olduğunu biliyoruz.

Şimdi, işlemcileri pipeline olan çok işlemcili bir sistem ile, klasik tek işlemcili bir sistemin Bu bölümde ideal şartlarda olmasına karşın yeni bir çalışmayı gündeme getireceğiz. Ele alınan çok işlemcili sistemde bulunan işlemcilerin özdeş pipeline işlemcilerden oluştuğu düşünülürse, böyle bir sistemde ideal şartlar altında;

-yük tüm özdeş pipeline işlemcilere dengeli dağılacak,
-işlemciler arasında türlü gecikme kayıpları ihmal edilecek

bunların yanısıra sistemin özdeş pipeline işlemcileri için ise,

-yük dağılımı dengeli,
-segmentler arası gecikmeler ihmal edilecektir.

Bu koşullar altındaki "m" kadar bağımsız ve dengeli parçadan oluşan "n" işlemcili sistemin bu yükü işleyebilmesi için gereken süre (T_{CP}) için, önce yükün tüm işlemcilere dengeli dağıldığını göz önüne alacağız. Diğer yandan "m" tane bağımsız iş, her işlemciye eşit olarak,

$$m / n$$

büyükliğinde dağılacaktır. Bu dağılımdan sonra sistem klasik bir pipeline işlemcili gibi çalışacaktır. Şimdi bilinen pipeline işlemcinin çalışma süresi, çok pipeline işlemcili sistemin icra süresi olacaktır. Daha önceki bilgilerimizden bir pipeline işlemcinin ideal şartlar altındaki, n_B tane bağımsız işi icra etmesi için gereken süre;

$$T_P = t_p(s + n_B - 1), \quad \text{idi.}$$

Bu denklemdeki yükü, çok işlemcili sistemdeki "m" tane yük ile değiştirirsek denklem,

$$T_P = t_p(s + m - 1)$$

haline dönüşür.

Bu denklemi yukardaki bilgilerimize uyarlırsak, sistemdeki "m" yükü ilk denklemdeki n_B değeri,

$$n_B = \frac{m}{n}$$

performansları karşılaştırılacaktır.

Klasik tek işlemcili bir makinede icra edilecek bir iş, " T_k " sürede işleniyorsa, aynı iş, "s" segmentli ve "n" işlemcili bir sistemde, T_{CP} sürede işlenecektir. Buna göre bu iki sistemin performansı,

$$S = \frac{T_k}{T_{\text{CP}}}$$

olacaktır. Denkleme daha önce bulunan değerleri koyduğumuzda;

$$S = \frac{T_k}{t_p \left(s + \frac{m}{n} - 1 \right)}$$

denklemini ortaya çıkmaktadır. Burada ideal koşullarda "m" yükü önce işlemci sayısına bölüneceğinden, işlemci başına düşen yük;

$$m/n,$$

olur.

Burada klasik işlemcinin icra zamanını;

$$T_k = m t_n$$

olarak düşünürsek, çok işlemcili sistemin performans denklemi;

$$S = \frac{m t_n}{t_p \left(s + \frac{m}{n} - 1 \right)}$$

haline dönüşür.

Böyle bir sistemde ideal durumda,

$$\frac{m}{n} \gg s - 1$$

olacağından, $s-1 \cong 0$ kabul edilebilir. Bu yeni kabule göre yukardaki denklemimiz;

$$S = \frac{mt_n}{t_p(s + \frac{m}{n} - 1)}$$

$$S = \frac{nt_n}{t_p}$$

olmaktadır. Daha önceden;

$$t_p = \frac{t_n}{s}$$

olduğunu bildiğimize göre, son durumdaki performans denklemimiz;

$$S = ns$$

ifadesine dönüşür.

Öyleyse bizim geliştirdiğimiz sistem klasik tek işlemcili modelin "ns" katı kadar olacaktır. Burada bu değerin elde edilirken yük sayısı ve gecikmelerin ideal şartlarından yararlandığını belirtmek isteriz. Bundan dolayı denklemi gerçek unsurlarıyla düşündüğümüzde;

$$S \cong ns$$

görüntüsü daha gerçekçi olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- POLLARD,L,H, Computer Design and Architecture, 1990
- 2- DUNCAN,R, "A Survey of Parallel Computer Architectures" , IEEE Computer, vol : 23, no : 2, 1990
- 3- DASGUPTA,S, Computer Architecture A Modern Synthesis, 1989
- 4- MANO,M,M, Computer System Architecture, 1993
- 5- TABAK,D, Multiprocessors, 1990