Afyon Kocatepe Üniversitesi
FEN BİLİMLERİ DERGİSİ

2 (2)
49-56

Afyon Kocatepe University
JOURNAL OF SCIENCE

ÇOK İŞLEMCİLİ SİSTEMLERDE İŞ KAYIPLARINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Hüsnü BARUTOĞLU

Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Aydın

ÖZET

Bu çalışmada; bir hata-hoşgörü sistemi olan çok işlemcili sistem ele alındı.Bu sistemin çalışması sırasında meydana gelen iş kayıplarını etkileyen; işlemcilerin iş yapma oranı, ortalama başarısızlık zamanı, bozulan bir işlemcinin onarım zamanı oranı, sisteme ulaşan işlerin oranı ve gelen fazla işlerin bekletildiği tamponun uzunluğu gibi etkenler karşılaştırıldı.

Anahtar Kelimeler: Hata-Hoşgörü Sistemi, Çok-İşlemcili Sistemler, Elde Edilebilirlik, Güvenilirlik

COMPARING THE FACTORS DEALING WITH LOST JOBS IN MULTI-PROCESSOR SYSTEM

ABSTRACT

In this study, we consider a multi-processor systems as an example of fault-tolerant systems. Some factors which effect lost jobs such as processing rate of each processor, failure rate of any processor, repair time of a failed processor, arrival rate and length of buffer which excessive jobs are waited, are compared.

Key Words: Fault-tolerance, multi-processor, reliability

1. GİRİŞ

Hata-hoşgörü kavramı, 1960 ların sonlarında tanımlandı. Avizienis hata-hoşgörü ve hoşgörüyle azaltma sistemlerini tanımladı [1]. Bu sistemler, yedek sistemler ve onarım teknikleri ile yüksek güvenirliğe sahip sistemlerdir. Bu çalışmada, hoşgörüyle azaltma sistemi olan çok-işlemcili sistemi ele alacağız. Bu sistemde aynı işlemi yapan birden fazla işlemci vardır. Başarısız işlemci onarılabilir. Tüm işlemciler iş yaparken yeni bir iş ulaşırsa işler tampon bölgede bekletilir [2]. Tamponlu çok-işlemcili sistemlerde işlemcilerin bozulması ile ve tampon bölgenin uzunluğunu aşan iş gelmesi ile iş kayıpları olur [3,4]. Çalışmamızın esas amacı bu kayıpları etkileyen faktörleri incelemek olacaktır.

2. MODEL VE TEORİLER

Çalışmamızda; bir çok-işlemcili sistem olan, özdeş ve bağımsız işlemcilere sahip iki-işlemcili sistemi ele alacağız. İki-işlemcili sistemde sisteme gelen işler, işlemciler için ayrıştırılır ve her bir işlemci birim zamanda bir iş yapar. Eğer işlemciler meşgul ise, yani işlemciler iş yapıyorsa gelen işler tampon bölgede toplanır ve bir iş kuyruğu oluşur. Oluşan kuyruğun uzunluğu ($N \geq 2$) dir. Gelen işler M\M kuyruk sistemini oluşturur. Bu kuyruk sisteminde, birim zamanda işlemcilerin iş yapma oranı μ dür. Çalışan bir işlemcinin bozulma zaman dağılımı λ_0 parametreli F(t) şeklinde üstel dağılımdır. Bu durumda, ortalama başarısızlık zamanı $1/\lambda_0$ olur. Başarısız işlemcinin onarım zaman dağılımı $1/\mu_0$ ortalamalı keyfi bir G(t) dağılımıdır. Bozulan her işlemci onarım yapıldıktan sonra yenisi kadar iş yapma yeteneğine kavuşur. Yukarıdaki varsayımlar altında iki-işlemcili sistemin hareketleri şu üç konumda belirlenir.

0 konumu : Her iki işlemcide çalışıyor
1 konumu : Bir işlemci çalışırken bozulan diğer işlemci onarıma alınır.
2 konumu : Bozulan işlemcinin onarımı sürerken diğer işlemcide bozulur. (Sistem başarısızlığı).

Çalışma anında sistem 0 konumundan 1 konumuna geçerse, yani işlemcilerden biri çalışırken bozulan diğer işlemci onarıma alınır. Bu durumda sistem çalışmaya devam eder. Eğer sistem 1 konumundan 2 konumuna geçerse, yani bir işlemcinin onarımı devam ederken diğer işlemcide bozulursa sistem başarısızlığı olur ve iş kaybı olur. Eğer sistem çalışmasına devam ederken gelen işler kuyruk uzunluğu N yi aşarsa iş iptal edilir, yani iş kaybolmuş olur. Biz çalışmamızda, hem işlemcinin bozulması ile ve hem de gelen işlerin iptali ile meydana gelen iş kayıplarıyla ilgileneceğiz. Birim zamanda işlemcinin çalışmamasıyla kaybolan işlerin beklenen değeri L_j ile ve birim zamanda kuyruk uzunluğunu aşan işlerin iptalinden dolayı kaybolan işlerin beklenen değeri C_j ile tanımlayacağız.

3. MODELİN TANITIMI

Çok-işlemcili sistem için güvenirlik ölçüleri [5] ve [6] dan elde edilebilir. Genişletilmiş markov yenileme süreçleri ve kuyruk teorisi [7] uygulanarak; sabit konum elde edilebilirliği, başarısızlıklar arası ortalama zaman MTBF, birim zamanda işlemcilerin bozulması ile kaybolan işlerin beklenen değeri L_j ve birim zamanda iptal sonucu kaybolan işlerin beklenen değeri C_j ölçümleri elde edilir. İki-işlemcili sistemin hareketleri için mümkün konumlar dikkate alınarak i konumları için P_i sabit konum olasılıkları, markov yenileme süreç uygulanarak

$$P_0 = \frac{g(\lambda_0)}{g(\lambda_0) + \frac{2\lambda_0}{\mu_0}} \tag{1}$$

$$P_1 = \frac{1 - g(\lambda_0)}{\lambda_0 (\frac{1}{\mu_0} + \frac{g(\lambda_0)}{2\lambda_0})} \tag{2}$$

$$P_2 = \frac{\frac{1}{\mu_0}(1 - \frac{g(\lambda_0)}{\lambda_0})}{\frac{1}{\mu_0} + \frac{g(\lambda_0)}{2\lambda_0}} \tag{3}$$

elde edilir. Burada;g(s), G(t) onarım zaman dağılımının Laplace-Stieltjes dönüşümünü ifade eder.
Sabit konum elde edilebilirliği,

$$A = P_0 + P_1 \tag{4}$$

Başarısızlıklar arasındaki ortalama zaman,

$$MTBF = \frac{A}{M_D} \tag{5}$$

ile bulunur.Burada M_D

$$M_D = \frac{1 - g(\lambda_0)}{\frac{1}{\mu_0} + \frac{g(\lambda_0)}{2\lambda_0}} \tag{6}$$

dir. Birim zamanda işlemcilerin bozulması ile kaybolan işlerin beklenen değeri

$$L_j = P_0[\lambda_0(P_1^* + 2\sum_{k=2}^{N} P_k^*)] + P_1\lambda_0 \sum_{k=1}^{N-1} kP_k^{*'} \qquad (7)$$

ile bulunur.Birim zamanda iş iptallerinden dolayı kaybolan işlerin beklenen değeri ,

$$C_j = \lambda(P_0 P_N^* + P_1 P_{N-1}^{*'} + P_2) \qquad (8)$$

ile bulunur [3].

Gelen işler ,tampon bölgede $M|M$ kuyruğu oluşturur. Bu kuyruk sistemini $M|M|2(N)$ ile gösterelim. Bu kuyruk sisteminde k uzunluğundaki kuyruğun konum olasılıkları ,

$$P_0^* = [\sum_{j=0}^{2} (\lambda \mid \mu)^j / j! + 2\sum_{j=3}^{N} (\lambda \mid 2\mu)^j]^{-1} \qquad (9)$$

$$P_1^* = (\lambda \mid \mu) P_0^* \qquad (10)$$

$$P_k^* = 2(\lambda \mid 2\mu)^k P_0^* \qquad k = 2,3,\dots,N \qquad (11)$$

ile bulunur.

İki işlemcili sistemde bir işlemci bozulduğu zaman , kuyruk sistemini $M|M|1(N\text{-}1)$ ile gösterelim.Bu kuyruk sisteminde k uzunluğundaki kuyruğun konum olasılıkları ,

$$P_k^{*'} = (1-\rho)\rho^k / (1-\rho^N), \quad \rho \neq 1 \qquad (12)$$

$$P_k^{*'} = 1/N \qquad \rho = 1 \qquad (13)$$

ile bulunur. Burada $\rho = \lambda / \mu$ dür.

4. SAYISAL ÖRNEK

Amacımız; iş kayıplarını azaltmak için, elimizde olmadan gelişen sisteme ulaşma oranlarına paralel olarak değiştirilmesi mümkün olan onarım ortalaması ve kuyruk uzunlukları için en uygun değerlerin seçimine karar vermeye yardımcı olmaktır.Bu amaçla, iş kayıplarına ; işlerin sisteme ulaşma oranının; ortalama başarısızlık zamanının , onarım ortalamasının , işlemcilerin iş yapma oranının, kuyruk uzunluğunun etkilerini araştırmak için bir sayısal örneği ele alalım. Örneğin; Onarım zaman dağılımının,

$$G(t) = 1-(1+3\mu_0 t+(9/2)\mu_0^2 t^2)e^{-3\mu_0 t} \tag{14}$$

olduğunu kabul edelim.Onarım zaman dağılımının Laplace-Stieltjes dönüşümü

$$g(s) = \int_0^\infty e^{-st}\, dG(t) = \frac{27\mu_0^3}{3(\mu_0+s)^3} \tag{15}$$

elde edilir. İşlemcilerin ulaşma oranı λ nin etkisi için, $\lambda_0 = 0.005$, $\mu = 30$, $\mu_0 = 0.5$, $N = 30$ alalım.

Tablo 1. İş kayıplarına, işlerin ulaşma oranı λ nin etkisi.

λ	L_J	C_J
25	0.0039	0.0037
35	0.0037	0.1039
40	0.0085	0.2021
48	0.0102	0.3729
60	0.0122	2.5262

Ortalama başarısızlık zamanının, iş kayıplarına etkisi için $\lambda = 48$, $\mu = 30$, $\mu_0 = 0.5$, $N = 30$ alalım.

Tablo 2. İş kayıplarına, ortalama başarısızlık zamanı $1/\lambda_0$ nin etkisi.

λ_0	L_J	C_J	$MTBF$
0.001	0.0165	0.0847	250816.5
0.003	0.00556	0.2288	28055.63
0.005	0.0102	0.3729	10166.73
0.007	0.0156	0.5171	5221.2
0.009	0.0217	0.6613	3179.11

Herhangi bir işlemcinin iş yapma oranı μ nun iş kayıplarına etkisi için, $\lambda = 48$, $\lambda_0 = 0.005$, $\mu_0 = 0.5$, $N = 30$ alalım.

Tablo 3. İş kayıplarına, işlemcinin iş yapma oranı μ nün etkisi

μ	L_J	C_J
20	0.0125	8.4307
25	0.0119	1.2494
30	0.0102	0.3729
40	0.0076	0.1643
50	0.0051	0.0227

İşlemcinin onarım zaman dağılımının ortalaması $1/\mu_0$ in iş kayıplarına etkisi için, $\lambda = 48$, λ_0=0.005 , μ=30, N=30 alalım.

Tablo 4. İş kayıplarına, bozulan bir işlemcinin onarım zamanının ortalama $1/\mu_0$ in etkisi.

μ_0	L_J	C_J	$MTBF$
0.3	0.0118	0.6132	6166.81
0.4	0.0108	0.4630	8166.71
0.5	0.0102	0.3729	10166.73
0.6	0.0098	0.3128	12166.73
0.7	0.0095	0.2699	14166.59

Tampon uzunluğu N nin, iş kayıplarına etkisi için $\lambda = 48$, λ_0=0.005 , μ=30, $\mu_0 = 0.05$ alalım.

Tablo 5. İş kayıplarına,Tampon bölgenin uzunluğu N nin etkisi.

N	L_J	C_J
10	0.0081	1.5578
20	0.0092	0.4779
30	0.0102	0.3729
40	0.0112	0.3617
50	0.0121	0.3605
60	0.0131	0.3604

5.SONUÇLAR

4. Bölümdeki sayısal örnekten elde edilen tablolar incelenerek, aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

1. İşlerin ulaşma oranı λ değeri arttıkça, sistemin bozulmasından dolayı iş kayıpları artmakta, bunun yanında kuyruk uzunluğunu aşan işlerin iptalinden dolayı iş kayıpları daha hızlı artmaktadır. Tablo 1.

2. λ_0 parametresi arttıkça yani ortalama başarısızlık zamanı $1/\lambda_0$ azaldıkça iş kayıpları azalmaktadır. Tablo 2.

3. Herhangi bir işlemcinin iş yapma oranı μ arttıkça iş kayıpları azalmaktadır. Özellikle kuyruk uzunluğunu aşan işlerin iptalinden doğan iş kayıpları daha hızlı bir şekilde azlmaktadır. Tablo 3.

4. μ_0 parametresi arttıkça, yani bir işlemcinin onarım zaman dağılımının ortalaması $1/\mu_0$ azaldıkça iş kayıpları azalmaktadır. Tablo 4.

5. Gelen işlerin bekletildiği tamponun uzunluğu N parametresi arttıkça iş kayıpları azalmaktadır. Bu azalma $N > 30$ dan sonra yavaşlamaktadır. Tablo 5.

6. Herhangi bir sistemin ortalama başarısızlık zamanı ($1/\lambda_0$) azaldıkça, başarısızlıklar arası ortalama zamanı (MTFB) de azalmaktadır. Tablo 2.

7. Herhangi bir sistemin ortalama onarım zamanı ($1/\mu_0$) azaldıkça, başarısızlıklar arası zamanı (MTFB) artmaktadır. Tablo 4.

KAYNAKLAR

1. Avizieis A., Fault-tolerant system, IEEE Trans. Computers,25(12), 1304-1312, (1976)

2. Osaki S., Stochastic System Reliability Modeling, World Scientific Pub. Co. Pte. Ltd.,Singapore, (1987).

3. Nakamura M., Osaki S., Performance / Reliability Evaluation For Multi-Processor Systems with Computational Demands, Int. Jour. System Sci., 15, 95-105, (1984).

4. Osaki S., Performance / Reliability Measures For Fault-Tolerant Com- Puting Systems., IEEE Trans. Reliability, R-33(4), 268-271, (1984)
5. Barlow R.E., Proschan F., Mathematical Theory of Reliability , New York, Wiley, (1965).
6. Barlow R.E., Proschan F., Statistical Theory of Reliability and Life testing: Probabilty Models, New York, Holt, Rinehart and Winston, (1975).
7. Kleinrock L., Queing Systems, I, Theory, New York, Wiley, (1975)