



Araştırma Makalesi / Research Article
**THE SIMULATION AND OPTIMIZATION OF LIFT CONTROL SYSTEMS
WITH GENETIC ALGORITHMS**

Berna BOLAT*

Yıldız Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Yıldız-İSTANBUL

Geliş/Received: 27.12.2005 Kabul/Accepted: 04.04.2006

ABSTRACT

In tall buildings where there is heaving traffic, the service offered by multi-car lift systems is qualitatively sufficient. Besides, the lifts are expected to work fast, efficiently and without waiting and not affecting the activities of the building negatively. It has become possible to apply computer-based group control systems for the lifts to function with high performance quantitatively. In this paper, the simulation and optimization of the lift control systems with genetic algorithms have been taken into consideration and an explanatory example has been given by introducing the developed software.

Keywords: Lift, lift control systems, genetic algorithms.

GENETİK ALGORİTMA İLE ASANSÖR KONTROL SİSTEMLERİNİN SİMÜLASYONU VE OPTİMİZASYONU

ÖZET

Yoğun trafiğin bulunduğu yüksek katlı binalarda tesis edilen birden fazla kabinli asansör tesislerinin sunduğu hizmetin niteliksel olarak yeterli olmasının yanında, binanın faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemeyecek düzeyde hızlı, verimli ve bekleme olmaksızın çalışmaları beklenmektedir. Asansörlerin niceliksel olarak yüksek performanslı çalışabilmeleri, bilgisayar esaslı grup kontrol sistemlerinin uygulamasıyla mümkün hale gelmiştir. Bu çalışmada, asansör kontrol sisteminin genetik algoritma ile simülasyonu ve optimizasyonu ele alınmış, geliştirilen yazılım tanıtılarak, konuyla ilgili açıklayıcı bir örnek verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Asansör, asansör kontrol sistemleri, genetik algoritmalar.

1. GİRİŞ

Modern kentlerde bulunan yüksek katlı binalarda asansör hizmetinden yararlanmak günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir. Tesis edilen asansör sistemleri tarafından sunulan servisin yalnız yeterli olması değil, aynı zamanda binaların faaliyetlerini aksatmayacak düzeyde hızlı ve verimli çalışmaları da gerekmektedir. Günümüzde asansör sistemleri üzerine yapılan çalışmaların başlıca amacı insanların güvenliğini ve konforunu sağlamak ve bunun yanında da yolculuk zamanını azaltmaktır.

Bilgisayar destekli trafik kontrol sistemleri, klasik trafik dizayn ve kontrol fikirlerine göre hazırlanmaktadır. Asansör kontrol sistemleri, asansör grup sistemlerinin performansını artırmalı ve verimli bir kontrol sistemi sağlamalıdır. Klasik asansör sistemlerinde bir çok teknik

* e-mail/e-ileti: balpan@yildiz.edu.tr, tel: (0212) 259 70 70 / 2213

parametre ve olasılıklar göz önüne alınmadığından dolayı, iyi bir çözüm sunmak mümkün değildir. Klasik algoritmalar bilgisayarlara adapte edilebile, limitleri ve esneklikleri kısıtlıdır. Günümüz de bir çok gelişmiş teknikler bulunmaktadır. Bunlardan biride genetik algoritmalarıdır.

Genetik algoritmalar, doğal seçim ve genetik mekanizmasına dayanan araştırma algoritmalarıdır. Genetik algoritmaların başlıca prensipleri 1975 yılında Holland tarafından ortaya konulmuştur [1]. Genetik algoritmalar global optimum çözümü bulmayı garanti etmezler ama genellikle bir problem için en hızlı ve verimli bir şekilde en iyi çözümü bulurlar.

Genetik algoritma, çözüm dizilerinden oluşan bir başlangıç nesliyle, seçim, çaprazlama ve mutasyon gibi doğal seçim operatörlerini kullanmaktadır [2]. Genetik algoritmalarda kromozomlarla bir başlangıç popülasyonu oluşturulur. Her problem için kromozomların kodlanması gerekmektedir. En çok kullanılan kodlama çeşitleri genellikle ikili kodlama ve permütasyonlu kodlamadır.

Genetik algoritmalarda en önemli faktörlerden birisi uygunluk değeridir. Uygunluk fonksiyonu problemin maksimum veya minimum olmasına göre her problem için özel olarak belirlenir. Uygunluk fonksiyonu her jenerasyon için popülasyonun içindeki her kromozomun uygunluk değerini hesaplar.

Başlangıç popülasyonu oluşturulduktan sonra yeni popülasyonun oluşturulabilmesi için seçim yöntemine karar verilmesi gerekmekte ve yüksek uyuma sahip bireylerin seçilme olasılığı daha fazla olmaktadır. Burada yüksek uyuma sahip bireyin bir sonraki kuşağa kopyalanması hedeflenmiştir. Seçim yöntemi olarak geliştirilmiş birçok yöntem bulunmakla beraber, rulet çemberi, turnuva ve elitist seçim yöntemleri en yaygın kullanılanlardır [2].

Çaprazlama, genetik algoritma uygulamalarında en önemli operatördür. İki birey çaprazlanarak yeni iyi özelliklere sahip iki birey oluşturulur. Burada amaç iyi özellikleri birleştirerek daha iyi çözümler yaratmaktır. Birçok çaprazlama yöntemi bulunmaktadır. Bunlar tek nokta çaprazlama, iki nokta çaprazlama ve üniform çaprazlamadır.

Genetik algoritmalarda bir diğer operatör olan mutasyon oluşan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önlemek ve sonuca daha hızlı ulaşmak amacıyla kullanılmaktadır [3]. Kromozom üzerindeki bazı dizilerin yerleri ile oynanarak belirli mutasyon oranına göre değişiklikler yapılır. Çeşitli mutasyon yöntemleri vardır. Bunlar ters çevirme, ekleme, yer değişikliği ve karşılıklı değişim yöntemleridir.

Bu çalışmada, asansör kontrol sistemlerinin optimizasyonu için genetik algoritmalar kullanılmış ve sistemin toplam bekleme zamanı azaltılmıştır.

2. ASANSÖR TRAFİĞİ VE KONTROL SİSTEMLERİ

Binadaki yolcu hareketinin değişimi trafik modeli ile belirlenir. Farklı binalar için trafik modeli aynı olmamasına rağmen belirli bina tipleri için geliştirilmiş modeller bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki şekilde özetleyebiliriz :

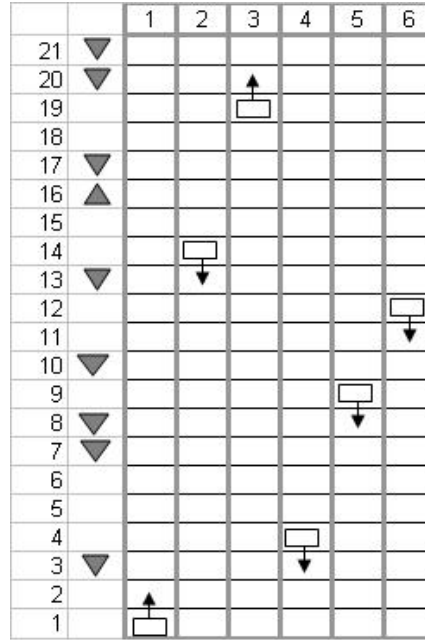
1. Yukarı –pik trafik : Ana girişten yukarıya doğru tüm veya büyük bir bölüm trafiğin etkin olduğu haldir. Sabah kalabalık zamanda başlar ve azalarak öğle zamanı periyodunda biter.
2. Aşağı-pik trafik : Yolcuların büyük bir çoğunluğunun ana girişten asansörü terk ettiği trafik akışının olduğu haldir. Öğle zamanı periyodunda az olarak görülür ve çalışma saatlerinin sonunda belirir.
3. İki yönlü trafik : Belirli kata ve bu kattan başka katlara trafik akışının görüldüğü haldir. Bu kat ana giriş katı olabilir.
4. Dört yönlü trafik : Baskın trafik akışının belirli iki kat arasında olduğu haldir. Bu katlardan biri ana giriş olabilir.
5. Tesadüfi veya dengeli katlararası trafik : Saptanan çağrıların sezilebilen modelinin olmadığı ve insanların bina içinde hareket etmelerinden dolayı gün içinde görülen haldir.

Asansör sistemleri her zaman mümkün olan trafik hallerini karşılamak için tasarlanır ve bina talepleri için belli bir esnekliğe sahip kontrol algoritması dizayn edilmelidir [4].

Asansörlerin kontrol sistemleri iki değişik mühendislik problemine dayanmaktadır. Bunlardan ilki kabini aşağı-yukarı yönde hareket ettirmek ve belirlenen katta durdurmaaktır. İkincisi ise, tek başına kabinlerin çalışmasını kontrol ederek verimli çalışmalarını sağlamaktır. Asansör sisteminde düşük seviyeli kontrol, tek başına kabinleri hareket ettirmeye, durdurmaya, kapıları açıp kapamaya kumanda eder. Kabinler arasındaki koordinasyonu sağlamak için yüksek seviyeli kontrol kullanılır ve asansör mühendisleri tarafından tanımlanan mantık kurallarına göre çalışmaktadır [4, 5]. Yüksek katlı binada hizmet veren asansör kontrol sisteminden beklenenler şunlardır;

- Binalardaki her kata servis sunulması,
- İnsanların bir kattan diğerine gidiş süresinin azaltılması,
- İnsanların hizmet için katta bekleme süresinin azaltılması,
- Belli bir sürede mümkün oldukça fazla kişiye hizmet etmesidir.

Asansör kontrol sistemleri birçok kabinin birlikte düzgün bir şekilde çalışmasını sağlar. Gün içinde binada bir çok farklı kat çağrıları oluşmakta, bundan dolayı en uygun kabinin gönderilmesi gerekmektedir. Bu görevlendirme yapılırken birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar yolcuların ortalama bekleme ve seyahat zamanı, her katta bekleyen yolcuların sayısı. Şekil 1’de 21 katlı bir binanın akşam saatindeki aşağı trafik durumu görülmektedir.



Şekil 1. Akşam saatinde bir binanın aşağı trafik durumu [6]

3. ASANSÖR GRUP KONTROL SİSTEMLERİNDE GENETİK ALGORİTMALAR

Bu çalışmada, asansör grup kontrolü için genetik algoritma uygulanmıştır. Program Matlab 7 R.14 de hazırlanmış olup, bir grup asansörün katlardan gelen çağrılara en kısa zamanda yanıtlanması esas alınmıştır. Yolcuların gerçek hayatta olduğu gibi asansörden hizmet talep ettikleri hedef katları rastgele dağılım olarak olmuştur. Bina 21 katlı olup, 6 adet birlikte çalışan

asansörlerden oluşmaktadır. Sabah, öğle ve akşam giriş ve çıkışlarında yoğun olan binanın, sadece akşam iş çıkışındaki veriler kullanılmıştır. Ele alınan örnek bina için gerçek bir asansör sistemi kayıtlar OTİS firmasından temin edilmiş ve simülasyon sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Öncelikle genetik algoritmada nüfusu oluşturmak gereklidir. Akşam iş çıkışında genel olarak insanlar yukarıdan aşağıya bir trafik sergilerler. 5 dakikalık periyot esas alınarak katlardan gelen yukarı ve aşağı çağrılara göre bir çizelge oluşturulmuştur (Çizelge 1). İkili kodlamaya göre oluşturulan kromozomlara bu çizelge esas alınarak dağıtım yapılmıştır. Her kromozom $[N-1]$. *Asansör Sayısı*'na göre hesaplanmıştır. Burada N binadaki kat adedini göstermektedir. Her kromozom yukarı ve aşağıyı temsil edeceğinden $2 \cdot [N-1]$. *Asansör Sayısı* şekline göre kromozomlar hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Genetik algoritmada asansör kontrol sistemleri için ikili kodlama

Yukarı kat çağrıları	Aşağı kat çağrıları
(100010111111)	(111100001101)

Nüfus büyüklüğü olarak 20-30 arasında seçilmiştir. Populasyon büyüklüğü genetik algoritmayı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Büyük popülasyonlarda, çözüm uzayı iyi örneklendiği için aramanın etkinliği artmakta, fakat buna bağlı olarak da arama süresi uzamaktadır. Küçük popülasyonlarda ise, çözüm uzayını yeterli örnekleyememe ve zamansız yakınsama oluşabilmektedir.

Genetik algoritmanın her çevriminde, yığındaki dizilerin bir uygunluk fonksiyonu yardımıyla uygunluk değeri hesaplanır. Genellikle genetik algoritmanın başarısı bu fonksiyonun verimli ve hassas olmasına bağlıdır.

Programda uygunluk fonksiyonu yukarı ve duran asansör veya aşağı giden asansör için ayrı ayrı hesaplanarak toplamı ele alınmıştır. Yukarı ve duran asansör için uygunluk fonksiyonunu aşağıdaki şekilde yazabiliriz [7].

$$F_{YD} = [(K_2 - K_1) + (K_2 - K_3) + (K_4 - K_3)] \cdot t \quad (1)$$

- K_1 = Asansörün bulunduğu kat,
- K_2 = Yolcuları aldığı en yüksek kat,
- K_3 = Yolcuları aldığı en alt kat,
- K_4 = Katlar arasındaki en yüksek kat ancak K_1 'den her zaman küçük ($K_4 < K_1$)
- t = Katlar arası yolculuk zamanı (30 s.)

$$F_A = [(K_1 - K_2) + (K_3 - K_2) + (K_3 - K_4)] \cdot t \quad (2)$$

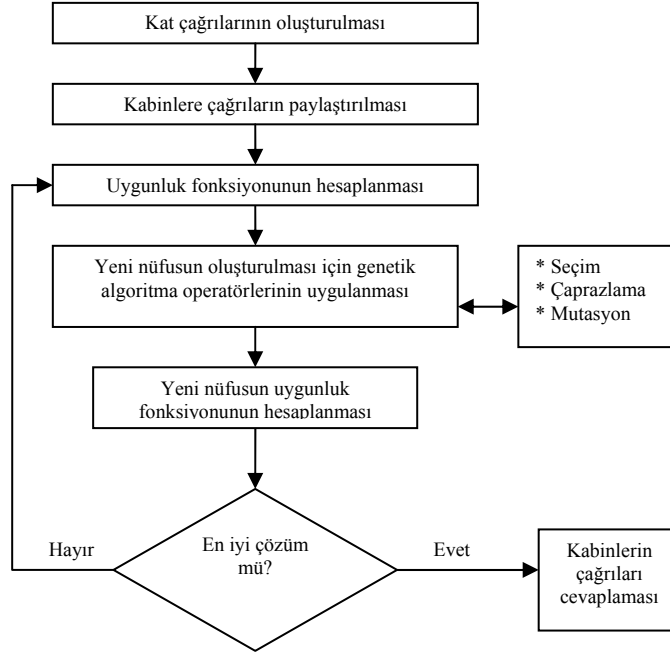
- K_1 = Asansörün bulunduğu kat,
- K_2 = Yolcuları aldığı en alt kat,
- K_3 = Yolcuları aldığı en üst kat,
- K_4 = Katlar arasındaki en alt kat ancak K_1 'den her zaman büyük ($K_4 > K_1$)
- t = Katlar arası yolculuk zamanı (30 s.)

Toplam Uygunluk fonksiyonu F_{YD} ile F_A toplamı şeklinde yazılırsa;

$$F_T = F_{YD} + F_A \quad (3)$$

Uygunluk değeri hesaplanan bireyler rulet tekerleğine göre seçim yapılmıştır. Daha sonra bu bireylere iki noktalı çaprazlama ve yer değiştirme mutasyon işlemleri rastgele olacak şekilde uygulanmıştır.

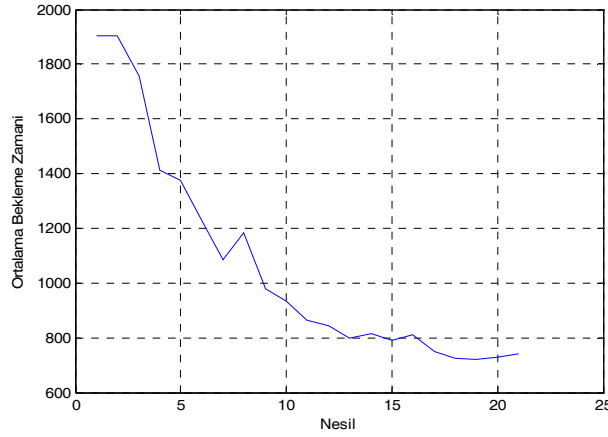
Çok kabinli asansör grup kontrol sistemine uygulanan genetik algoritmanın akış diyagramı Şekil 2'de görülmektedir. Yukarı ve aşağı kat çağrıları ikili kodlamaya göre üretilmiştir. Uygunluk fonksiyonunda (3) eşitlikte tanımlandığı gibi kullanılmıştır.



Şekil 2. Genetik algoritma kullanılan asansör grup kontrolü için akış diyagramı

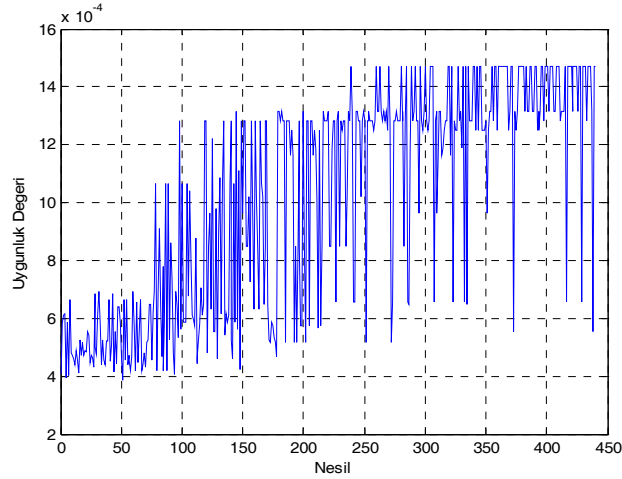
Konvansiyonel asansör trafik kontrolüne göre sistemin ortalama bekleme zamanı 850 saniyedir. Genetik algoritma kullanılarak sistemin bekleme zamanı 850 saniyeden 680 saniyeye indirilmiştir. Başka bir deyişle genetik algoritma kullanılan asansör kontrol sistemlerinde ortalama bekleme zamanı 20% azaltılmıştır.

Aşağıdaki Şekil 3'de genetik algoritma kullanılan bir asansör için sistemin bekleme zamanı gösterilmiştir. Şekil 3'de görüldüğü gibi başlangıçta yüksek olan bekleme zamanı giderek azalmıştır.



Şekil 3. Genetik algoritma kullanılan sistemin toplam bekleme zamanı

Genetik algoritma kullanılan asansör kontrol sistemi için uygunluk değerleri Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Genetik algoritma kullanılan sistemin uygunluk değeri

5. SONUÇ

Bu çalışmada çok katlı bir binadaki asansör grup kontrolü için genetik algoritma uygulanmıştır. Alınan sonuçlar göstermiştir ki genetik algoritma asansör kontrol sisteminin performansını artırmıştır. Yolcuların bekleme zamanı yaklaşık %20 azaltılmıştır. Asansör performansını belirleyen ortalama bekleme zamanı genetik algoritma kullanılarak azaltılmış ve klasik kontrol metodları ile karşılaştırıldığında da daha iyi sonuç vermiştir.

TEŞEKKÜR

Buga OTIS Asansör Şirketine destekleri için teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] Beasley, D.R. Bull and R.R. Martin, “An Overview of Genetic Algorithms”, University Computing, 1993, 58-69.
- [2] Bolat B., Erol O.K., C. İmrak C.E., “Mühendislik Uygulamalarında Genetik Algoritmalar Ve Operatörlerin İşlevleri”, Y.T.U. Sigma Dergisi, Sayı:2004/4,264-271.
- [3] Kurt M.,Semetay C., “Genetik Algoritma ve Uygulama Alanları”, Mühendis ve Makina, Cilt:42 Sayı:501, 19-24.
- [4] İmrak C.E., “Asansör Sistemlerinin Trafik Analizi, Dizaynı ve Simülasyonu”, Doktora tezi, İTÜ.Fen Bilimleri Enstitüsü,1996.
- [5] Strakosch G.R., “Vertical transportation Elevators and Escalators”, John Wiley& Sons Inc., 1982, 59-107.
- [6] Bolat, B., Söke, A.,Bingül, Z. ve İmrak, C.E. , “An Application of Genetic Algorithms for Multiple Car Group Control in Elevator Systems”, INISTA Symposium, İstanbul , 15-18 June 2005.

- [7] Cortes P., Larrafieta, J., Onieva, L., "Genetic Algorithm for Controllers in Elevator Groups: Analysis and Simulation During Luncheon Traffic" *Applied Soft Computing*, Vol: 4, No: 2, pp.159-174. 2004.
- [8] Goldberg, D.E., "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning", Addison-Wesley, 1989.
- [9] Barney, G.C., "Elevator Traffic Handbook Theory and Practice", Spon Press, London, 2003, 245-284.
- [10] Miravete, A., "New Materials and New Technologies Applied to Elevators", *Elevator World Inc., Mobile*, 2002, 208-219.
- [11] İmrak, C.E., Özkırım, M., "The Modeling and Simulation of Elevator Group Control Systems for Public Service Buildings", *Decom-TT 2003 International Workshop 2003*, pp. 159-164, 26-28 June 2003, Istanbul
- [12] Pal, S.K., Wang, P.P., "Genetic Algorithms for Pattern Recognition", CRC Press. New York, 1996.
- [13] Tobita, T., Fujino, A., Segawa, K., Yoneda, K., Ichikawa, Y., "A Parameter Tuning Method for an Elevator Group Control System Using a Genetic Algorithm", *Electrical Engineering in Japan*, Vol: 124, No.1, pp.55-64, 1998.
- [14] Tyni, T., "Evolutionary bi-objective Optimization in the Elevator Car Routing Problem", *Science Direct*, 2004
- [15] Strakosch, G.R., "The Vertical Transportation Handbook", third Edition, John Wiley&Sons, 1998.
- [16] Coley, D.A., "An Introduction to Genetic Algorithms for Scientists and Engineers", Word Scientific, 1998.
- [17] So, A.T.P., Chan, W.L., "Comprehensive Dynamic Zoning Algorithms," *Elevator World*, pp. 99-103, 1997.
- [18] So, A.T.P., Suen, S.M., "New Formula For Estimating Average Travel Time," *Elevatori*, pp. 66-70, July/August 2002.
- [19] Barney, G.C., Dos Santos, S.M., "Elevator Traffic Analysis Design and Control", Peter Peregrinus Ltd., 1985.