

[1247]

ROTA PLANLAMADA KOLONİ-ARAMA ALGORİTMASI'NIN KULLANILMASI

Abdüsselam KESİKOĞLU¹, Ahmet EMİN KARKINLI², Mehmet Akif GÜNEN², Erkan BEŞDOK³

¹Öğr.Gör., Erciyes Üniversitesi, Harita ve Kadastro Programı, 38039, Kayseri, akesikoglu@erciyes.edu.tr

²Arş. Gör., Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, ekarkinli@erciyes.edu.tr, akif@erciyes.edu.tr

³Prof. Dr., Erciyes Üniversitesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 38039, Kayseri, ebesdok@erciyes.edu.tr

ÖZET

1900' lü yılların başlarında kullanılmaya başlanılan İHA (UAV-Unmanned Aerial Vehicle) 'ların üretim amaçları can kayıplarının yaşanabileceği askeri görevlerde insan faktörünün azaltılarak kayıpların ortadan kaldırılmasıydı. Gelişen teknoloji beraberinde İHA' lara kameraların entegre edilerek görüntü alınmasını sağlamıştır. 2000' li yıllarda ise İHA' ler sivil kullanıma dahil olarak ticari ve akademik kullanımın cazibesi haline gelmişlerdir. Son yıllarda ise küçük ölçekli fotogrametrik haritaların yapımında İHA' ların kullanılması giderek artmaktadır. Rota planlama fotogrametrik harita üretiminin temelini oluşturmakta olup, rota planlama çeşitli sınırlamalar ve kısıtlar dahilinde başlangıç noktasından bitiş noktasına otomatik hesap yapabilen İHA' lar için bir optimizasyon problemi olarak ele alınabilir. Literatürde rota planlama ilgili Voronoi Diyagramları, Probabilistic Rota Planlama (PRM), Potansiyel Alan Yaklaşımı Algoritması, A* Algoritması, Hızlı Keşfeden Random Ağaçlar gibi çeşitli algoritmalar bulunmaktadır. Ayrıca evrimsel hesaplama teknikleri olan Genetik algoritma, Diferansiyel Gelişim Algoritması, Parçacık Sürüsü Optimizasyon (PSO) algoritması gibi optimizasyon yöntemleri de giderek kullanılmaya başlanmıştır. Bu tür yöntemler klasik algoritmalara göre daha başarılı olmaktadır. Literatüre 2014 yılında girmiş olan Koloni-Arama Algoritması (CSA) koloni (popülasyon) tabanlı evrimsel bir arama algoritmadır. CSA yapısı gereği multimodal bir problem türü olan rota planlama problemlerini çok hızlı bir şekilde çözmektedir. Çalışma kapsamında bir evrimsel algoritma olan Koloni-Arama Algoritması (CSA) kullanılarak fotogrametrik harita üretiminde rota planlama probleminin çözümü hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: İHA, Koloni-Arama Algoritması, Rota Planlama.

ABSTRACT

USING THE COLONY-SEARCH ALGORITHM IN THE ROUTE PLANNING

The production purpose of the Unmanned Aerial Vehicles(UAV) started to be used in the early 1900s was to decrease the casualties by decreasing human factor in the military missions that could cause loss of lives. The advancing technology has allowed taking pictures by integrating cameras into UAV. In the 2000s, the UAV has been introduced into civil use, and become an attraction for commercial and academic uses. In recent years, the use of UAV in the production of small-scaled photogrammetric maps has been increasing gradually. Route planning constitutes the basis of the photogrammetric mapping; the route planning may be handled as an optimization problem for UAV that can perform automated calculations from the beginning point to the finish point within various limitations and criteria. In relation to route planning, the literature includes various algorithms such as Voronoi Diagrams, Probabilistic Route Maintenance (PRM), Potential Field Approach Algorithm, A* Algorithm, and Rapidly Exploring Random Trees. Besides, the use of the optimization methods such as, the Genetic Algorithm, Differential Evolution Algorithm, Particle Swarm Optimization (PSO), which are evolutionary calculation techniques, is also on the rise. Such methods are more successful than classical algorithms. The Colony Search Algorithm (CSA) that entered the literature in 2014 is a colony (population)-based evolutionary search algorithm. CSA solves the route planning problems, which are structurally multimodal problems, very rapidly. Within the scope of this study, it is targeted to solve the route planning problem in photogrammetric mapping by using the Colony Search Algorithm (CSA) that is an evolutionary algorithm.

Keywords: UAV, Colony-Search Algorithm, Route Planning

1.GİRİŞ

Topoğrafya izleme (i.e., geodesic flight), yasaklı alanlar üzerinde feasible uçuş gerçekleştirme, ön-tanımlı rota üzerinde uçuş yapabilme gibi yetenekler UAV uygulamalarında varlığına sık ihtiyaç duyulan kabiliyetlerdir. Bu nedenle UAV 'ler için rota planlama konusu özellikle uçuş kısıtlamaları ve yetersiz uçuş sürelerine sahip olmaları sebebi ile oldukça büyük önem arz etmektedir.

Sınırlı payload a sahip olan UAV' ler de yakıt teknolojisinin yeterli seviyede gelişmemesi ve yukarıda belirtilen

çeşitli görevleri en kısa sürede gerçekleştirebilme gerekliliğinden dolayı UAV' ler için rota planlama önemli bir problemdir. Rota planlama sayesinde zaman ve yakıttan tasarruf edilebilmekte ayrıca sıkıntılı bölgelerde uçuşlarda riskler en aza indirilmektedir.

Rota planlama konusunda literatürde çeşitli yaklaşımlar bulunmaktadır:

Voronoi Diyagramları noktaların birbirlerine olan yakınlık bilgilerini içeren çizgilerden yola çıkarak hesaplama yapmaktadır (Bortoff, 2000).

Arama uzayından random örneklemeler çıkaran Probabilistic rota planlamasında yapı aşamasında yol haritası inşaa edilir ve burada elde edilen bağıntılar kullanılarak sorgu aşamasında Dijkstra gibi en kısa mesafe bulucu algoritmalar ile en kısa rota belirlenir (Kavraki, 1996).

Potansiyel Alan Yaklaşımı varış noktasını ve engelleri birer potansiyel alana çevirmekte, engeller İHA' ları itici vektöre varış noktası ise çekici bir potansiyel vektöre eşdeğer görmektedir. Ancak İHA' nın yanından geçtiği engelin itici gücü varış notasındakinden fazla olursa erişilemeyen engel problemini ortaya çıkarmaktadır (Çınar vd, 2007).

A* algoritması gidilen mesafe ile kalan mesafenin toplanması ile oluşacak sayısal skoru hesaplayarak yüksek skor değerine sahip noktalardan geçmeyi hedeflemektedir (Trebuňa, 2014).

Hızlı Keşfeden Random Ağaçlar (Rapidly-Exploring Random Trees - RRT) yöntemi başlangıç noktasından varılacak olan noktaya olan rotayı random bir ağaç üreterek hesaplamaktadır (LaValle, 2001).

Yukarıda bahsi geçen yöntemlerin haricinde optimizasyon algoritmaları olan Genetik algoritma, Parçacık Sürüsü Optimizasyon algoritması, çift-popülasyon Genetik Algoritması (IDPGA) gibi çeşitli yöntemler ile de rota planlama çalışmaları yapılmaktadır (Roberge, 2013; Xiao-ting, 2013).

Yeni bir algoritma olan ve çeşitli mühendislik problemleri kapsamında hızla çözüme ulaştırabilen Koloni-Arama Algoritması (CSA) bu çalışma kapsamında test edilmiştir. Bu bildirinin geri kalan bölümleri şu şekilde organize edilmiştir. 2. bölümde Koloni-Arama Algoritması tanıtılmıştır. 3. bölüm Uygulama verilmiştir. 4. bölüm Sonuçlar'a ayrılmıştır.

2.KOLONİ-ARAMA ALGORİTMASI

Algorithm 1: Koloni Arama Algoritması(CSA)

```

Input: ObjFun, N, D, p, low, up, maxcycle
Output: globalminimum, globalminimizer
1 function csa(colonysize, dim, p, low, up, maxcycle)
  // INITIALIZATION
2 globalminimum = ∞
3 colonyi,j ~ U(lowj, upj) | i = 1 : N, j = 1 : D
4 fitcolonyi = ObjFun(colonyi)
5 for g form 1 to maxcycle do
  // SELECTION-I
6 d = colonypermuting(1:N)
7 S ~ In N(0, |4 · u|) | u ~ N(0, 1)
8 if a1 < a2 | a1,2 ~ U(0, 1) then
9   | S = 1/S
10 end
11 mapH = 0 | H = N · (i - 1) + j
12 maph = 1 | h = u(1 : [p · v · N · D]) | u = permuting(1 : N · D), v ~ U(0, 1)
13 if ∑ mapi == 0 then
14   | mapi,k = 1 | k ~ U(1, N)
15 end
  // MUTATION (Morphogenesis)
16 T = colony + (S ◦ map) ◦ (d - colony) // ◦ denotes Hadamart operator
17 Ti,j = min(max(lowj, Ti,j), upj) // Boundary control
18 fitT = ObjFun(T)
  // SELECTION-II
19 ind ← (fitTind < fitcolonyi) | ind ∈ {1, ..., N}
20 fitcolonyind = fitTind and colonyind = Tind
21 fitcolonyibest ← min(fitcolonyi) | ibest ∈ {1, ..., N}
22 if fitcolonyibest < globalminimum then
23   | globalminimum := fitcolonyibest
24   | globalminimizer := colonyibest
24 end
  // Export globalminimum and globalminimizer
25 end

```

Şekil 1. Koloni Arama Algoritmasına ait yakıştırma (pseudo)-kod.

Evrimsel bir algoritma türü olan Koloni-Arama Algoritması (CSA) TÜBİTAK projesi kapsamında üretilmiş olup

2013 yılında Beşdok ve Çivicioğlu tarafından yazılmıştır. Koloni arama stratejisi olarak klanlar kolonileri meydana getirmekte olup rassal olarak seçilen birey yada bireyler mutasyona uğramaktadır. Mutasyon stratejisi gereği karmaşık problemleri az sayıda popülasyon kullanarak çözebilmektedir. Ayrıca popülasyon sayısının yeterli seviyede tutulması problem çözme hızını oldukça arttırmaktadır. Matematiksel alt yapısı karmaşık olmaması sebebi ile probleme özgü olarak uyarlamak kolaydır. Üretilen sayılar in-normal dağılımda olması sebebi ile lokal-arama fonksiyonu bir çok problem türünü çözmekte yeterli gelmektedir. Ayrıca global-arama fonksiyonunun kullandığı strateji ise CSA' nın arama uzayını etkili ve verimli bir biçimde aramasına imkan vermektedir. Literatürde kullanılan PSO, ABC, DE/rand/1/bin, JADE, SADE, GSA, Harmony-Search gibi algoritmalar ile kıyaslandığında basit bir yapıya sahip olmasına rağmen temel test problemlerinin çözümünde daha başarılı sonuçlar üretmektedir (Beşdok, 2013).

3.UYGULAMA

Çalışma alanı olarak Kayseri ili sınırları içerisinde bulunan Nuh Naci Yazgan Üniversitesi yerleşkesine ait ortofoto kullanılmıştır. Rota planlama için gerekli olan nokta bulutunu muhtevasında bulunduran ortofoto üretimi Spreading Wings S800 UAV kullanılarak yapılmıştır. Çalışma alanına ait olan nokta bulutu ve yer kontrol noktalarının konumları Şekil 2'te gösterilmiştir. 427 adet resim çekilme işlemi yerden ortalama olarak 100m yukarıdan yapılmıştır. Toplamda 10-12 dk arası süren uçuş boyunca görüntü alma işlemi time-lapse olarak Canon 550D kamerası ile gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon paternleri kullanılarak elde edilen iç yönelme elemanlarına ait parametreler kullanılarak Matlab yazılımı aracılığı ile ilgili distorsiyon düzeltmeleri gerçekleştirilmiştir. Dense-matching kuralları dikkate alınarak ve ITRF datumunda jeodezik GPS kullanılarak ölçümleri yapılan yer kontrol noktaları aracılığı ile ortofoto elde edilmiştir (Şekil 2).



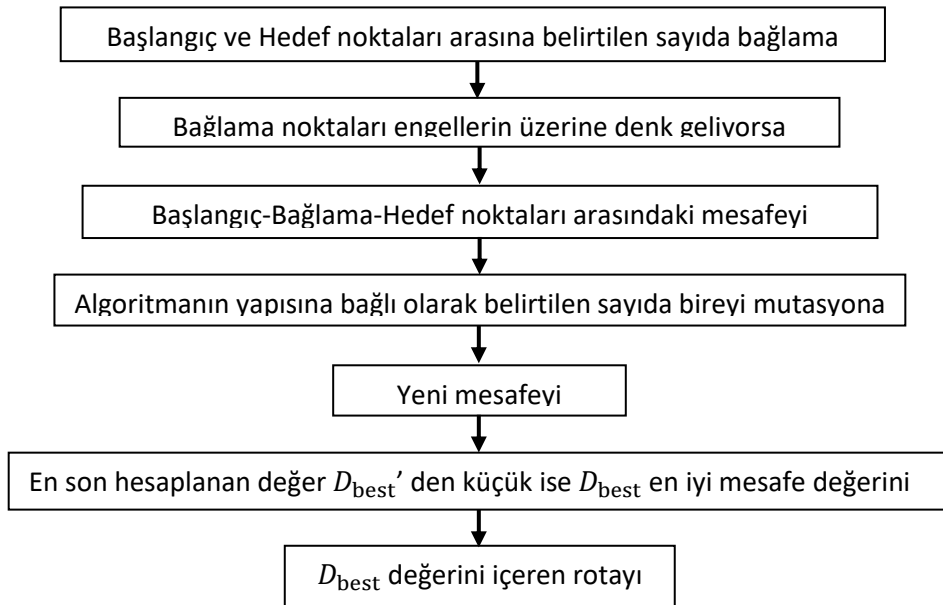
Şekil 2. Çalışma alanına ait nokta bulutu ve yer kontrol noktalarının konumları.

Çalışma bölgesine başlangıç noktasından hedef noktaya varış güzergahında toplamda 12 adet engel bulunmaktadır. Şekil 3 de görüldüğü üzere tahmini güzergah üzerinde bulunan yapılar birer dairesel engel olarak problem dahil edilmiştir ve uçuşa yasak bölge olarak sisteme tanıtılmıştır.



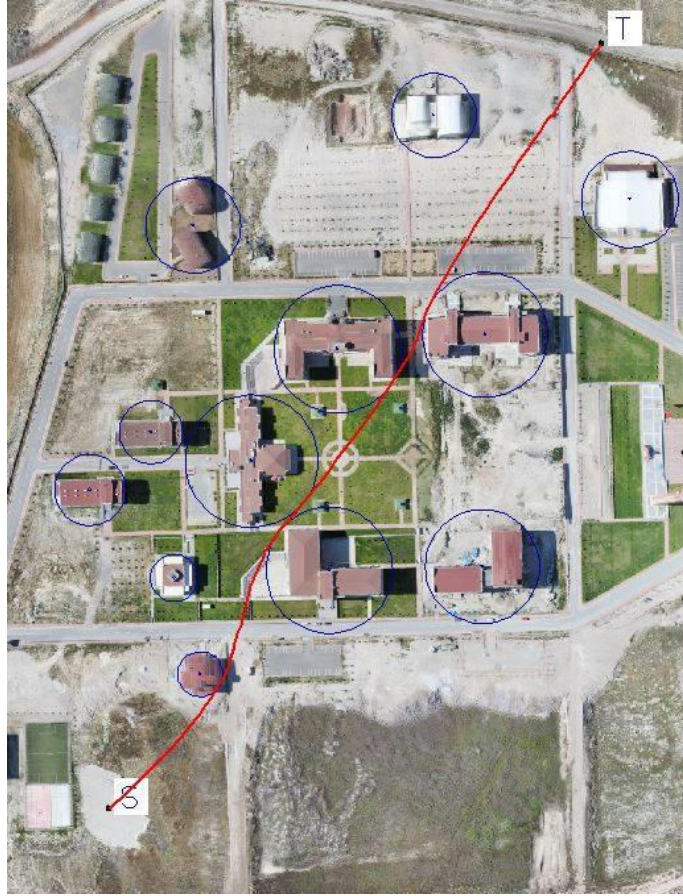
Şekil 3. Çalışma alanında bulunan engellerin konumları.

Sistem en kısa rotanın hesaplanabilme süresini kısaltma amacıyla başlangıç ve hedef noktalar arasında doğrusal bir hat çekmekte, başlangıçta belirtilen bağlama noktası sayısı kadar bu hat etrafında engellere takılmayacak şekilde random bağlama noktaları atmaktadır. Başlangıç noktası, bağlama noktaları ve hedef noktası arasındaki rota uzunluğu hesaplanmaktadır. Bu ölçü değerini en iyi değer olarak hafızasına almaktadır. Daha sonra CSA algoritmasının bünyesinde bulunan mutasyona uğrayacak birey sayısı belirleme kistası dahilinde bireyler değişerek yeni rota uzunluğu belirlenmektedir. Eğer yeni bulunan değer en iyi değerden daha kısa durumda ise son değer en iyi değer olarak güncellenmektedir. CSA algoritması çalıştırılmadan belirlenen iterasyon sayısı kadar bu işlem tekrarlı olarak devam etmektedir. İşlem bittiğinde bulunan en iyi değer bizim en kısa rotamızı belirtmektedir.



Şekil 4. Kullanılan rota planlama yöntemi genel yapısı.

CSA algoritması 500000 kez koşturulmuş olup 10 popülasyon sayısı ile 10 adet bağlama noktası hesaplayarak Şekil 5 de görüldüğü üzere başlangıç noktasından hedef noktaya toplam 653,089 m uzunluğunda rota çizmiştir.



Şekil 5. CSA kullanılarak elde edilen rota.

4.SONUÇLAR

Literatürde rota planlama problemlerinin çözümüne yönelik çeşitli evrimsel tabanlı algoritmalar kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında evrimsel tabanlı bir arama algoritması olan Koloni-Arama Algoritması, bir rota planlama uygulamasının çözümü üzerine test edilmiştir. Çalışma kapsamında CSA algoritmasının rota planlama problemleri kapsamında kullanılabilmesi, az popülasyon sayısı ile hızlı bir şekilde sonuca ulaşabildiği görülmüştür. Sayısal değerlendirmeler sonucunda önerilen filtreleme yaklaşımının çeşitli uygulamalar için yeterli nokta-bulutlu filtreleme becerisine sahip olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu yayında kullanılan yazılım ve donanımların elde edilmesindeki katkılarından dolayı Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi'ne ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na teşekkür eder. Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 110Y309 numaralı proje kapsamında ve Erciyes Üniversitesi FBA-2013-4525 proje kodu ile desteklenmiştir. CSA algoritması 110Y309 numaralı proje kapsamında geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

Beşdok E., 2013, "Georeferanslanmış Konuşma Tanıma Tabanlı GIS Veri Toplama Aracı", 110Y309 Tübitak Proje Raporu.

- Bortoff, S. A.**, 2000, Path Planning for UAVs, Proceedings of the 2000 American Control Conference, Chicago, Illinois, syf: 364-368.
- Çınar E., Parlaktuna O., Yazıcı A.**, 2007, Robot Navigasyonunda Potansiyel Alan Metodlarının Karşılaştırılması ve İç Ortamlarda Uygulanması, 12. Elektrik Elektronik Bilgisayar Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Kongresi, Eskişehir, "6 syf, *CDROM*".
- Kavraki, L. E., Svestka, P., Latombe, J. C., Overmars, M. H.**, 1996, Probabilistic Roadmaps for Path Planning in High-Dimensional Configuration Spaces, Ieee Transactions on Robotics and Automation, 12(4), 566-580.
- LaValle, S. M., Kuffner J. J.**, 2001, Rapidly-Exploring Random Trees: Progress and Prospects, Algorithmic and Computational Robotics: New Directions, 293-308.
- Roberge, V., Tarbouchi, M., Labonte, G.**, 2013, Comparison of Parallel Genetic Algorithm and Particle Swarm Optimization for Real-Time UAV Path Planning, IEEE Transactions on Industrial Informatics, 9(1), 132-141.
- Trebuna, F., Duchon, F., Babinec, A., Kajan, M., Beno, P., Florek, M., Fico, T., Jurišica, L.**, 2014, Modelling of Mechanical and Mechatronic Systems Path Planning with Modified a Star Algorithm for a Mobile Robot, Procedia Engineering, 96, 59-69.
- Xiao-ting, J., Hai-bin, X., Z. Li ve Sheng-de, J.**, 2013, Flight Path Planning Based On An Improved Genetic Algorithm, Third International Conference on Intelligent System Design and Engineering Applications, Changsha, syf: 775-778.