

Üniversitesi : İstanbul Kültür Üniversitesi
Enstitüsü : Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı : Matematik-Bilgisayar
Programı : Matematik
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Hikmet ÇAĞLAR
Eş Danışmanı : Doç. Dr. Özgür Koray ŞAHİNGÖZ
Tez Türü ve Tarihi : Doktora - Mayıs 2019

ÖZET

KISITLARA BAĞLI MATEMATİKSEL MODELLEME İLE İNSANSIZ HAVA ARACI İÇİN YUMUŞATILMIŞ ROTA PLANLAMASI

Bayram Ali BURAN

Bu tezde, İnsansız Hava Aracı (İHA) için matematiksel rota planlama yöntemleri incelenmiştir. Bir İHA'nın önceden belirlenen kontrol noktalarını ziyaret etmesi ve yeniden başlangıç noktasına geri dönülmesi problemi İHA'nın hareket kriterlerine bağlı olarak çözülmüştür. Problem iki aşamada ele alınmıştır. Birinci aşama; düzensiz olarak verilen kontrol noktalarının hangi sıra ile ziyaret edileceğinin belirlenmesidir. Gezgin Satıcı Problemi (Traveling Salesman Problem-TSP) olarak da bilinen bu problem NP-Hard olarak tanımlanmıştır. TSP için optimal çözüme yakın sonuç veren bir evrimsel algoritma olan Genetik Algoritma (GA) yöntemi kullanılmıştır. Bu çözümde bir İHA'nın kontrol etmesi gereken çok sayıda kontrol noktası bulunmaktadır ve GA bu kontrol noktalarının hangi sıra ile dolaşılacağını belirlemektedir. Bu dolaşı sıralamasının belirlenmesi ile oluşan yol keskin dönüşler içermektedir. İHA'nın manevra kabiliyeti göz önünde bulundurularak çözümün ikinci aşamasında yumuşatma işlemi uygulanmıştır.

Yumuşatma yöntemleri olarak Bezier Eğrileri, B-Spline Eğrileri ve Dubins Yolu kullanımı iki örnek problem üzerinde incelenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yumuşatma seviyesinin iyileştirilmesi ve İHA'nın gerçekçi uçuş rotasına benzetilebilmesi için Bezier Eğrileri kullanılırken ortaya çıkan pürüzlü kısımlar sanal kontrol noktaları eklenerek giderilmiş ve rasyonel katsayılı Bezier Eğrileri kullanılarak eğrinin üzerinden geçmediği kontrol noktalarına yaklaşması sağlanmıştır.

Kuadratik (2'nci derece) Bezier Eğrileri ve Dubins Yolu yöntemleri ile oluşturulan rotalar tüm kontrol noktalarının tam olarak üzerinden geçmektedir. Bu durumda oluşan rota diğer yöntemlere göre daha uzun olmaktadır. Ancak görev planındaki amaca göre bu şekilde İHA uçuşunun da tercih edilebileceği öngörülmektedir. Kübik (3'üncü derece) ve Kuartik (4'üncü derece) Bezier Eğrileri ile oluşturulan rotalar kontrol noktalarının bir kısmının üzerinden geçmekte diğerlerine ise yakınsamaktadır.

Kuadratik, Kübik ve Kuartik B-Spline Eğrileri ile oluşturulan rotalar ise bir kaç hariç kontrol noktalarının neredeyse hiç birinin üzerinden geçmemektedir. Ancak oluşturulan rotanın uzunluğu daha küçüktür. Bezier ve B-Spline Eğrilerinde derece arttıkça oluşturulan rota kısalmakta fakat kontrol noktalarının eğriye uzaklıklarının ortalaması artmaktadır.

Oluşturulan yolların avantaj ve dezavantajları belirtilmiş olup, tercih için İHA'nın görev tanımının belirleyici olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Genetik Algoritma, İHA Rota Planlama,
Rota Yumuşatma, Bezier Eğrileri,
B-Spline Eğrileri, Dubins Yolu.

University : İstanbul Kültür University
Institute : Institute of Graduate Studies
Science Programme : Mathematics and Computer Science
Programme : Mathematics
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Süleyman Hikmet ÇAĞLAR
Co-Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Özgür Koray ŞAHİNGÖZ
Degree Awarded and Date : PhD - May 2019

ABSTRACT

SMOOTHED PATH PLANNING FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE WITH MATHEMATICAL MODELING BASED ON CONSTRAINTS

Bayram Ali BURAN

In this thesis, mathematical path planning methods for Unmanned Air Vehicle (UAV) are examined. The problem of visiting the determined control points and returning to the starting point has been solved. The problem is discussed in two stages. The first stage; this is to determine the order in which the control points that are given without order are to be visited. This problem, known as Traveling Salesman Problem-TSP, is defined as NP-Hard. As for the Traveling Salesman Problem the Genetic Algorithm (GA) method, an evolutionary algorithm that gives results close to the optimal solution, is used. In this solution, there are a large number of control points that are needed to be checked by a UAV and the GA determines the order in which these checkpoints are to be navigated. The path formed by the determination of this tide sequence contains sharp turns. In the second stage of the solution, the smoothing process was applied considering the maneuverability of the UAV.

As the smoothing methods, Bezier Curves, B-Spline Curves and the

use of Dubins Path were examined on two sample problems and the results were compared. In order to improve the smoothing level and simulate the realistic flight route of the UAV, the rough parts that occur when using Bezier Curves are eliminated by adding imaginary control points and approached to the control points where the curve does not pass by using Bezier Curves with rational coefficients.

The paths that are formed by the Quadratic (2nd degree) Bezier Curves and Dubins Path pass precisely all over the control points. The path formed thus is longer than the other methods. However, according to the purpose in the task plan, it is predicted that UAV flights may be preferred as well. The routes generated by the Cubic (3rd degree) and Quartic (4th degree) Bezier Curves pass over some of the control points while converging the others.

The paths that are formed by the Quadratic, Cubic and Quartic B-Spline Curves pass over almost none of the control points except for the few of them. However, the length of the route formed is smaller. The route formed in Bezier and B-Spline Curves is shortened as the degree increases while the average distance between control points and curve increases.

The advantages and disadvantages of the paths formed were determined and it was concluded that the definition of duty of the UAV would be the determinant.

Keywords : Genetic Algorithm, UAV Path Planning,
Path Smoothing, Bezier Curves,
B-Spline Curves, Dubins Path.