

Süreç Gürültüsü Bulanık Mantıkla Belirlenen Olasılıksal Veri İlişkilendirme Süzgeci ile Hedef İzleme

İlke Türkmen, Kerim Güney*
Erciyes Üniversitesi
Sivil Havacılık Yüksekokulu
Kayseri
titi@erciyes.edu.tr,

*Erciyes Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi,
Elektronik Mühendisliği Bölümü
Kayseri
kguney@erciyes.edu.tr

Özet: *Olasılıksal veri ilişkilendirme süzgeci, hedef izlemede yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. İzlenecek ortamdaki sensörden elde edilen ölçümlerin düzensiz olması durumunda süzgecin izleme hatası artmaktadır. Bu problemi önlemek amacıyla bu çalışmada olasılıksal veri ilişkilendirme süzgecinin süreç gürültüsü, bulanık mantık kullanılarak belirlenmiştir. Sunulan yöntemin performansı farklı tipteki uçak yörüngeleri kullanılarak test edilmiştir. Elde edilen izleme sonuçları sunulan yöntemin hedef izlemede başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.*

1. Giriş

Olasılıksal veri ilişkilendirme (Probabilistic Data Association: PDA) yaklaşımı hedef izlemede yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir [1]-[2]. PDA yaklaşımı, literatürde mevcut bulunan veri ilişkilendirme yöntemlerinin çoğunun işlem karmaşıklığını azaltmıştır. Bu sebepten dolayı da hedef izlemede yoğun olarak kullanılmaktadır. Hedef izleme sisteminde kullanılan sensörlerden elde edilen ölçümlerin düzensiz olması durumunda, PDA süzgecinin (PDA Filter: PDAF) izleme hatası artmaktadır. PDAF’de kullanılan süreç gürültüsünün tahmin hatasına göre ayarlanması ile izleme performansında bir düzelme sağlamak mümkündür.

Bu çalışmada, hedefin hareketini daha doğru bir şekilde belirlemek için PDAF’deki süreç gürültüsü, bulanık mantık [3] kullanılarak belirlenmiştir. Bulanık mantık son yıllarda pek çok mühendislik probleminin çözümünde kullanılan bir yöntemdir. Bulanık mantığın yaygın olarak kullanılmasının en önemli sebepleri; anlaşılmasının kolay olması, esnek bir yapıya sahip olması, kesin olarak bilinmeyen verileri tolere etme ve lineer olmayan fonksiyonları modelleyebilme özelliğidir. Bu çalışmada süreç gürültüsü bulanık mantıkla belirlenerek, sensörden elde edilen ölçümlerin düzensizliği azaltılmıştır. Ölçümlerin düzensizliği azaldıkça, PDAF izleme algoritmasının çalışma performansının da arttığı gözlenmiştir.

2. Olasılıksal Veri İlişkilendirme Süzgeci

PDAF, tek bir hedefi izlemek için geliştirilmiştir. İlgilenilen hedefin hareket modeli

$$x_k = Fx_{k-1} + v_{k-1} \quad (1)$$

şeklinde tanımlanır. Burada F durum geçiş matrisi, x_k k anındaki hedef durum vektörü, v_k ise kovaryans değeri Q olan süreç gürültüsüdür. Ölçüm modeli ise

$$z_k = Hx_k + w_k \quad (2)$$

şeklinde tanımlanır. Burada H ölçüm matrisi, w_k ise kovaryans değeri R olan ölçüm gürültüsüdür. PDAF yaklaşımında, geçerleme bölgesine giren ölçümlerin ilgilenilen hedeften kaynaklanma olasılıkları ile ilgilenilen hedeften kaynaklanmama (yanlış alarm) olasılığı hesaplanır. Bu işlem için radardan elde edilen izler kullanılır.

PDAF, geçerleme bölgesine giren ölümlerin tamamını ve hesaplanan bu olasılıkları kullanarak hedefin durumunu güncelleştirir. PDAF ile ilgili detaylı bilgi kaynak [4]'de bulunmaktadır.

3. PDAF'nin Süreç Gürültüsünün Bulanık Mantıkla Belirlenmesi

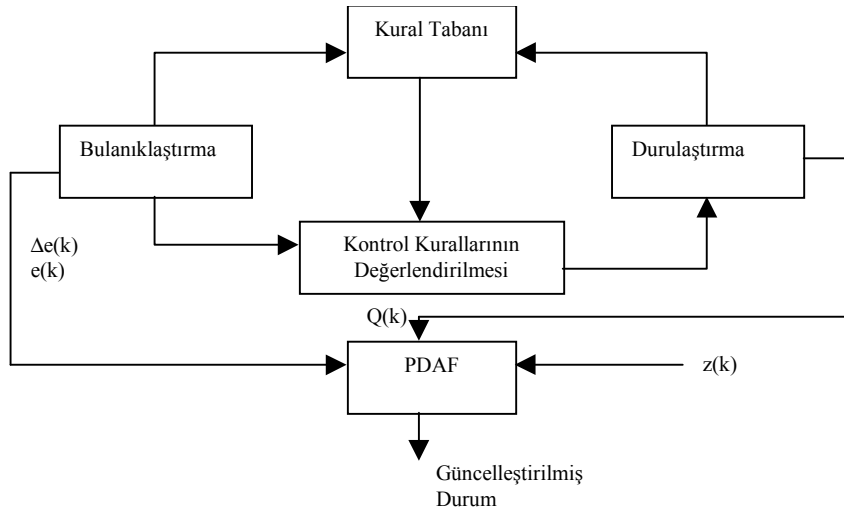
Sunulan yöntemde süreç gürültüsü klasik PDAF'deki gibi sabit bir değer almamaktadır. PDAF'den elde edilen öngörme hatası ve bu hatanın değişimi kullanılarak süreç gürültüsü bulanık sistem tarafından kendiliğinden belirlenmektedir. Gerçekleştirilen sistemin blok diyagramı Şekil 1'de verilmiştir. Şekil 1'den grldğu gibi PDAF'den elde edilen büyüklükler önce bulanıklaştırılarak bulanık sistemin kullanacağı Őekle dönüştürülür. Sistemde belirtilen kurallar değerlendirilerek bir çıkış üretilir. Üretilen bu çıkış tekrar durulaştırılarak PDAF'nin süreç gürültüsü belirlenir. Her bir adım için bulanık sistem tarafından belirlenen bu değerler PDAF tarafından hedefin durumunu güncelleştirmek için kullanılır. Bulanık mantık sisteminin giriş değişkenleri tahmin hatası $e(k)$ ve bu hatanın değişimi $\Delta e(k)$ cinsinden

$$e(k) = \frac{\sqrt{e_x^2(k) + e_y^2(k) + e_z^2(k)}}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

ve

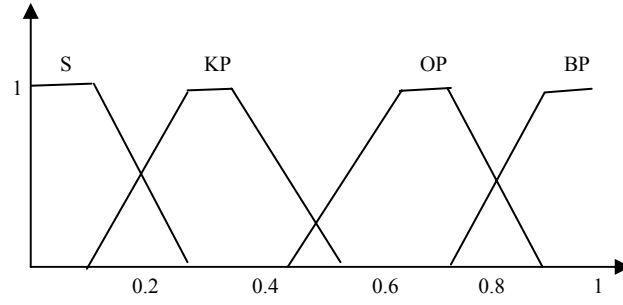
$$\Delta e(k) = \frac{\sqrt{\Delta e_x^2(k) + \Delta e_y^2(k) + \Delta e_z^2(k)}}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanır. Bu giriş değişkenleri büyük pozitif (BP), orta pozitif (OP), kk pozitif (KP) ve sıfır (S) şeklinde dilsel terimlerle ifade edilen bulanık kümelere ayrılır. Her bir bulanık küme bir üyelik fonksiyonu ile ifade edilir. Giriş değişkenlerini gösteren üyelik fonksiyonları Şekil 2'de verilmiştir.

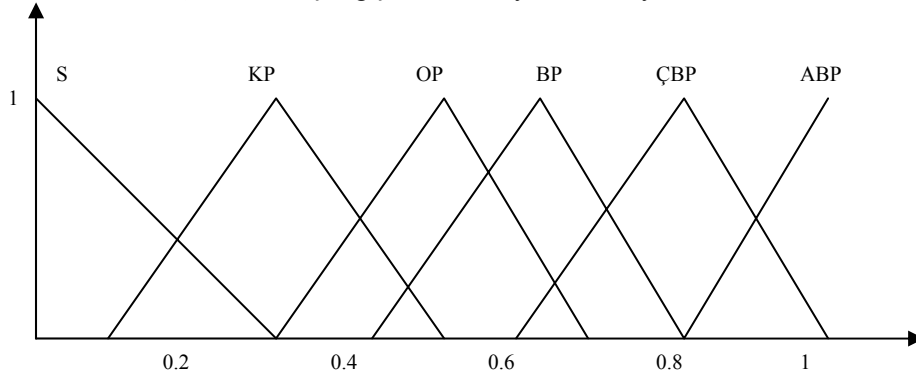


Şekil 1. Gerçekleştirilen bulanık sistemin blok diyagramı

Bulanık sistemin çıkış değişkeni proses gürültüsüdür. ıkış değişkeni için bulanık kümeler giriş değişkenlerinde olduğu gibi aşırı büyük pozitif (ABP), çok büyük pozitif (BP), büyük pozitif (BP), orta pozitif (OP), kk pozitif (KP) ve sıfır (S) şeklinde dilsel terimlerle ifade edilir. ıkış bulanık kümelerini temsil eden üyelik fonksiyonları Şekil 3'de gösterilmiştir. Bulanık mantık sisteminde farklı üyelik fonksiyonları kullanarak denemeler yapılmıştır. Sonuçta Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterildiği gibi, giriş değişkenleri için yamuk şeklinde çıkış değişkenleri için üçgen şeklinde üyelik fonksiyonları kullanıldığı zaman elde edilen hatanın en kk değeri aldığı gözlenmiştir. Tanımlanan giriş ve çıkış değişkenleri için bulanık kurallar Tablo 1'de verilmiştir. Bulanık kuralların belirlenmesinde kaynak [5]'den yararlanılmıştır.



Şekil 2. Giriş değişkenlerinin üyelik fonksiyonları



Şekil 3. Çıkış değişkeninin üyelik fonksiyonu

Tablo 1. Bulanık sistemin kural tablosu

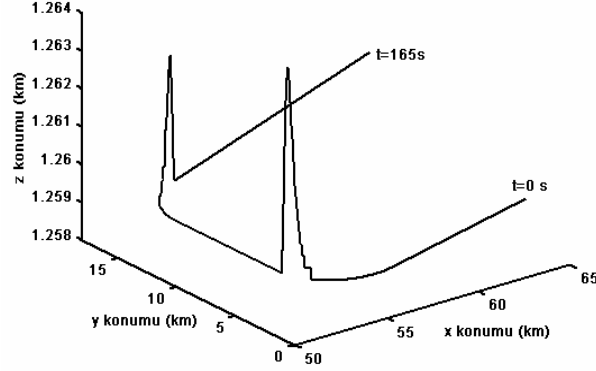
e Δe	S	KP	OP	BP
S	ÇBP	KP	ABP	ABP
KP	BP	BP	ÇBP	ÇBP
OP	ABP	BP	OP	OP
BP	ÇBP	S	OP	ABP

4. Simülasyon Örnekleri ve Sonuçlar

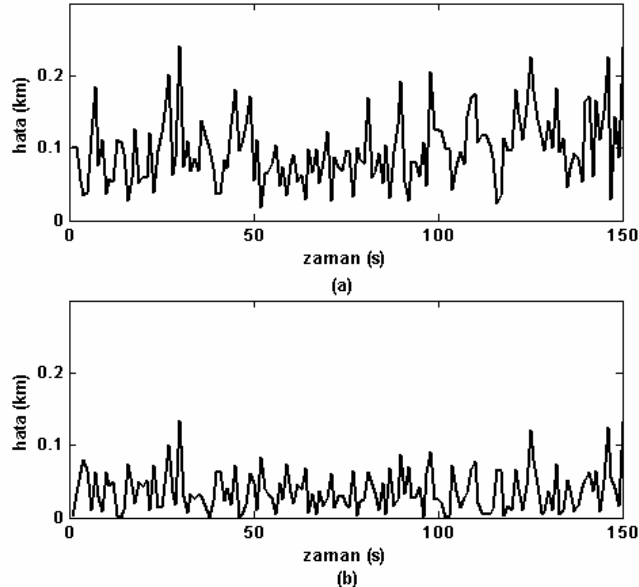
Önerilen yöntemin performansını test etmek amacıyla kargo uçağı, bombardıman uçağı, ticari uçaklar, savaş uçağı gibi gerçek uçaklardan elde edilen yörüngeler [6] kullanılmıştır. PDAF'de geçerlilik bölgesi için eşik değeri $\gamma^2=10$, dedekte etme olasılığı $P_D=0.9$, yanlış alarm olasılığı $P_{FA}=0.001$ olarak seçilmiştir. Önceki bölümde belirtildiği gibi her bir radar taraması için PDAF'den elde edilen öngörme hatası ve bu hatanın değişimi kullanılarak (3) ve (4) eşitlikleri ile hesaplanan değerler bulanık sistemin girişini oluşturur. Bu değerlerle PDAF'nin süreç gürültüsünün o tarama için değeri belirlenir ve hedefin durumu PDAF tarafından güncelleştirilir. Bir sonraki radar taraması için benzer işlemler tekrarlanır.

Şekil 4'de verilen yörünge için klasik PDAF ve süreç gürültüsü bulanık mantıkla belirlenen PDAF için x konumundaki tahmin hatası Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'den görüldüğü gibi süreç gürültüsü bulanık mantıkla belirlendiği zaman elde edilen hata değeri standart PDAF'nin izleme hatasından daha küçüktür. Burada yalnızca tek bir hedefin x konumu tahmin sonuçları verilmiştir. Diğer konumlar ve hedefler için de benzer başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak, bu çalışmada, süreç gürültüsünün, tahmin hatası ve bu hatanın değişimine

göre bulanık mantıkla belirlenmesinin izleme performansını artırdığı ve hedef izlemede başarılı bir şekilde kullanılabilceği gösterilmiştir.



Şekil 4. İzlemede kullanılan örnek yörünge



Şekil 5. a) PDAF'den elde edilen hata değeri
b) Süreç gürültüsü bulanık mantıkla belirlenen PDAF'den elde edilen hata değeri

Kaynaklar

- [1]. Bar-Shalom Y. ve Li X.R., Multitarget-Multisensor Tracking: Principles and Techniques, YBS Publishing, 1995.
- [2]. Bar-Shalom Y. ve Tse, E., "Tracking in a cluttered environment with probabilistic data association", Automatica, 11, s.451-460, 1975.
- [3]. Zadeh L.A., "Fuzzy sets", Information and Control, 8, s.338-353, 1965.
- [4]. Türkmen İ. ve Güney K., "Yapay sinir ağı eklenmiş olasılıklı veri birleştirme süzgeci ile hedef izleme", 10. Sinyal İşleme ve İletişim Uygulamaları Kurultayı, Haziran 2002, Denizli, s.1156-1161.
- [5]. Ding Z., Leung H., Chan K. ve Zhu Z., "Model set adaptation using a fuzzy Kalman filter", Mathematical and Computer Modelling, 34, s.799-812, 2001.
- [6]. Blair W.D., Watson G.A., Kirubarajan T. ve Bar-Shalom Y., "Benchmark for radar allocation and tracking in ECM", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 34(4), s.1097-1114, 1998.