

Bulanık Mantık Sistemine Dayalı Uyarlanış Ağ Eklenmiş Tabu Araştırma İzleyicisi ile Hedef İzleme

İlke TÜRKMEN¹

Kerim GÜNEY²

Derviş KARABOĞA³

¹Uçak Elektrik-Elektronik Bölümü, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri
titi@erciyes.edu.tr

²Elektronik Mühendisliđi Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri
kguney@erciyes.edu.tr

³Bilgisayar Mühendisliđi Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, 38039, Kayseri
karaboga@erciyes.edu.tr

Özet: *Bu çalışmada, tek sayıda hedefi izlemek için bulanık mantık sistemine dayalı uyarlanış ağ eklenmiş tabu araştırma izleyicisi önerilmiştir. Bu amaçla öncelikle, N-boyutlu bir atama problemi olarak formülize edilen veri ilişkilendirme problemi, tabu araştırma algoritması kullanılarak çözülmüş, daha sonra tabu araştırma izleyicisinin performansı bulanık mantık sistemine dayalı uyarlanış ağ kullanılarak iyileştirilmiştir. Manevrasız ve manevralı hareket yapan hedef yörüngeleri için bulanık mantık sistemine dayalı uyarlanış ağ kullanıldığında izleme hatasının tabu araştırma izleyicisine kıyasla azaldığı gösterilmiştir.*

1. Giriş

Bir hedef izleme sisteminde temel amaç; radar, sonar ve kızılötesi gibi çeşitli algılayıcılar kullanılarak elde edilen ölçüm verileri ile hedef durumunu güncelleştirmektir. Hedef durumu ile kastedilen büyüklükler hedefin konum, hız ve ivme gibi kinematik nicelikleridir. Yoğun parazit yankılı ortamlarda hedefi izlerken, ortamda birden fazla ölçüm bulunmaktadır. Hedef durumunun güncelleştirilmesi için öncelikle algılayıcılardan elde edilen bu ölçümlerden hangilerinin ilgilenilen hedeften kaynaklandığının ve hangilerinin parazit yankı olduğunun belirlenmesi gerekir. Bu da veri ilişkilendirme olarak adlandırılan hedeflerin ölçümlerle ilişkilendirilmesi problemini ortaya çıkarır. Literatürde bu problemi çözmek amacıyla geliştirilmiş farklı yöntemler bulunmaktadır [1-4]. Kaynak [4]'de veri ilişkilendirme problemi N-boyutlu bir atama problemi olarak düşünülmüş ve tabu araştırma algoritması (TAA) [5, 6] yardımıyla çözülmüştür. TAA, oldukça yeni ve zor problemlerin çözümünde kullanılan yönlendirilmiş bir optimizasyon algoritmasıdır. TAA'da daha önceden denenen çözümler, tekrar tekrar denenmeyerek, araştırma yönünün, denenmeyen alanlara yönlendirilmesi amaçlanmıştır. Böylece diğer sezgisel yöntemlerdeki, çözümlerin tekrar değerlendirilmesinden dolayı ortaya çıkan zaman kaybının önüne geçilmiştir. TAA'da, tek bir çözümün komşuları (çözüm adayları) çeşitli fonksiyonlarla belirlenir. Eğer bu komşulardan daha önce denenmişler varsa, bunların yerine başka komşular üretilerek araştırmanın hızlandırılması sağlanır ve yerel optimum noktalarda ortaya çıkan kısır döngüye girilmesi engellenir. Bu, TAA'nın en önemli avantajıdır.

Bu çalışmada, kaynak [4]'de önerilen tabu araştırma izleyicisinin (TAİ) izleme performansını arttırmak amacıyla izleyiciye, hem bulanık mantık sistemlerinin hem de yapay sinir ağlarının avantajlarını birleştiren bulanık mantık sistemine dayalı uyarlanış ağ (BMSDUA) [7] eklenmiştir. Önerilen BMSDUA eklenmiş tabu araştırma izleyicisinin (BMSDUAETAİ) performansı, manevrasız ve manevralı hareket yapan iki farklı hedef yörüngesi için test edilmiştir. Aşağıdaki bölümlerde BMSDUAETAİ anlatılarak farklı hedef yörüngeleri için önerilen yaklaşımdan elde edilen sonuçlar sunulacaktır.

2. BMSDUA Eklenmiş Tabu Araştırma İzleyicisi (BMSDUAETAİ) ve Benzetim Örnekleri

Bu çalışmada, TAİ'nin performansını iyileştirmek için BMSDUAETAİ yöntemi geliştirilmiştir. Bu amaçla kullanılan BMSDUA'nın girişleri, ölçüm ve tahmin vektörleri arasındaki konum farkı, tahmin ve öngörme vektörleri arasındaki konum farkı ve tahmin ve öngörme vektörleri arasındaki hız farkıdır. BMSDUA için çıkış vektörü, TAİ'nin konum tahmini ile hedefin gerçek konumu arasındaki farktır.

BMSDUAETAİ'nin izleme performansını test etmek için manevrasız ve manevralı hareket yapan iki farklı hedef yörüngesi kullanılmıştır. Kullanılan hedef yörüngeleri, Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. BMSDUA'yı eğitmek için bu hedef yörüngelerinin yakınında 600 giriş/çıkış veri kümesi oluşturulmuştur. BMSDUAETAİ karma öğrenme algoritması kullanılarak eğitilmiştir. Eğitim için epok sayısı 15'tir. Giriş değişkenlerinin herbiri için kullanılan üyelik fonksiyonu sayısı 5'tir. Bu durumda kural sayısı 125 (5x5x5)'tir. Giriş değişkenlerinin tamamı için gauss üyelik fonksiyonu kullanılmıştır. Gauss üyelik fonksiyonu 2 parametre ile belirlenir. Böylece BMSDUA, 30 (5x2+5x2+5x2) lineer olmayan parametre ve 500 (4x125) lineer parametre olmak üzere 530 parametre içerir.

Kullanılan hedeflere ait durum uzay modeli

$$X(k+1) = F(k)X(k) + G(k)w(k) \quad (1)$$

$$z(k) = H(k)X(k) + v(k) \quad (2)$$

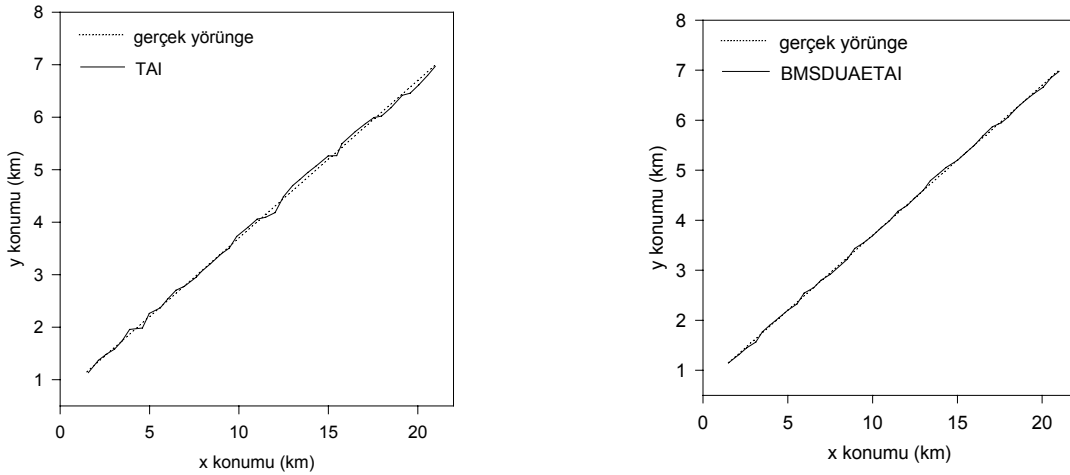
şeklinde dir. Burada w süreç gürültüsü, v ölçüm gürültüsü ve $z(k)$ ölçüm matrisidir. X durum vektörü $X(k) = [x \ y \ \dot{x} \ \dot{y}]'$ şeklinde tanımlanmıştır. F ve G matrisleri

$$F(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & T & 0 \\ 0 & 1 & 0 & T \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad G(k) = \begin{bmatrix} T^2/2 & 0 \\ 0 & T^2/2 \\ T & 0 \\ 0 & T \end{bmatrix} \quad (3)$$

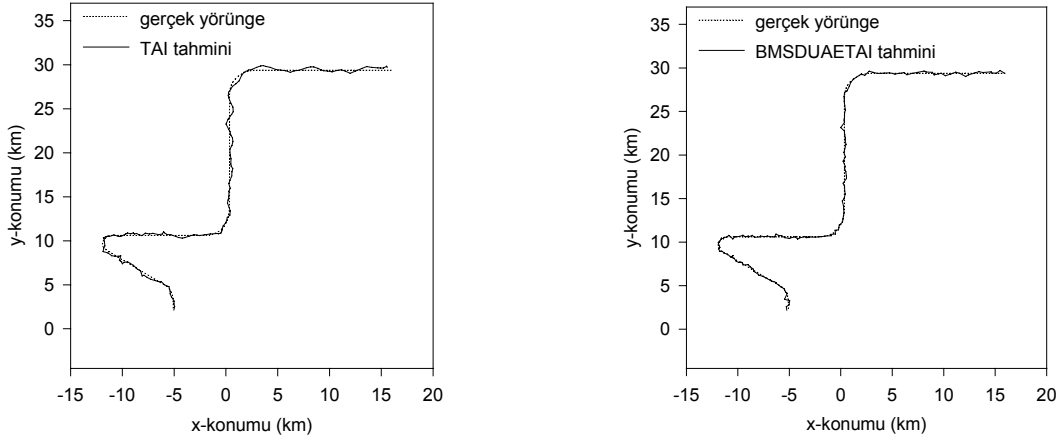
ile verilir. Burada T örnekleme aralığını göstermektedir. Benzetimlerde kartezyen (x - y) koordinatlarda ölçüm yapan bir algılayıcının kullanıldığı kabul edilmiştir. Bu durumda H ölçüm matrisi,

$$H(k) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (4)$$

şeklinde dir. Algılayıcının x ve y yönündeki ölçüm hatasının standart sapması birinci hedef için 0.2 km, ikinci hedef için 0.15 km olarak seçilmiştir. Birinci hedefin başlangıç durumu $[x(0), y(0), \dot{x}(0), \dot{y}(0)] = [1 \text{ km}, 1 \text{ km}, 0.5 \text{ km/s}, 0.15 \text{ km/s}]$, ikinci hedefin başlangıç durumu ise, $[x(0), y(0), \dot{x}(0), \dot{y}(0)] = [15.93 \text{ km}, 29.38 \text{ km}, -0.42 \text{ km/s}, 0.00 \text{ km/s}]$ olarak alınmıştır. Kullanılan algılayıcıdan her bir T anında 5 ölçüm alındığı kabul edilmiştir. TAA, 10'lu gruplar halindeki radar taramaları için, algılayıcıdan alınan ölçümlerden ilgilenilen hedefe ait olanları belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Birinci hedefin 40 s ikinci hedefin ise 160 s süre ile izlendiği kabul edilmiştir. TAA için çözümler tam sayılardan oluşan bir dizi ile ifade edilmiştir. Bu gösterim şu şekilde açıklanabilir: İlk 10 radar taraması için algılayıcıdan elde edilen ölçümlerden ilgilenilen hedefe ait olan ölçüm dizisi sırasıyla, 1, 2, 5, 4, 3, 3, 4, 1, 4, 2 ise bu durumda çözüm, [1, 2, 5, 4, 3, 3, 4, 1, 4, 2] şeklinde 10 elemanlı bir dizidir. TAİ'de durum tahmini için Kalman süzgeci [1] eşitlikleri kullanılmıştır.



Şekil 1. Birinci hedef yörüngesi için TAİ ve BMSDUAETAİ'den elde edilen konum tahminleri.

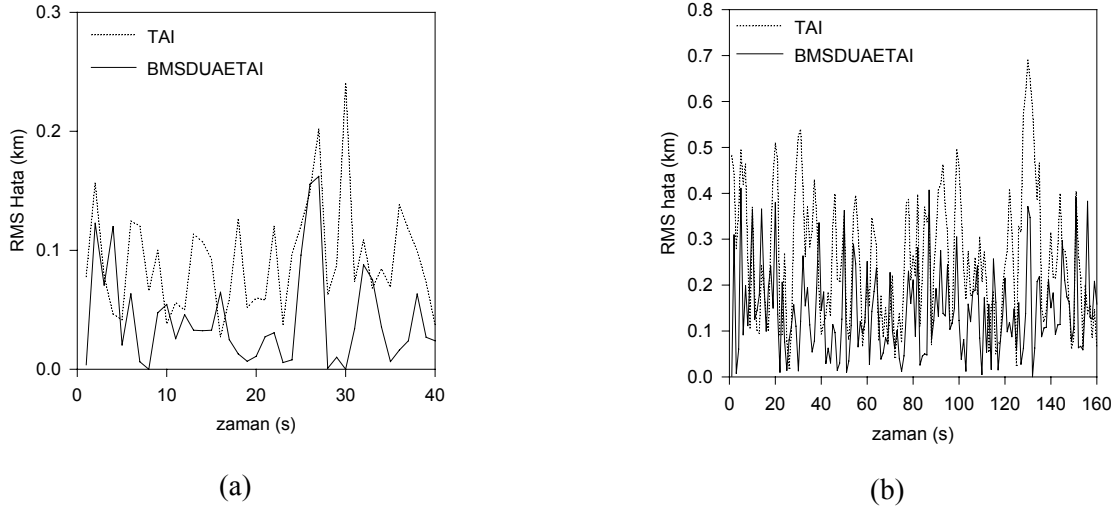


Şekil 2. İkinci hedef yörüngesi için TAI ve BMSDUAETAİ'den elde edilen konum tahminleri.

3. Sonuçlar

Manevrasız ve manevralı hareket yapan iki farklı hedef yörüngesi için, TAI'ye BMSDUA eklenmesinin izleme performansına etkisi Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil 1 ve Şekil 2'den açıkça görüldüğü gibi BMSDUAETAİ ile elde edilen konum tahminleri gerçek değerlere daha yakındır. Her iki hedef yörüngesi için TAI ve BMSDUAETAİ kullanıldığında elde edilen RMS hata değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'den görüldüğü gibi, BMSDUAETAİ ile elde edilen RMS hata değerleri, yalnızca TAI'nin kullanılması durumunda elde edilen RMS hata değerlerine göre oldukça küçüktür.

Bu çalışmada, hedef izlemede karşılaşılan veri ilişkilendirme problemi TAA kullanılarak başarılı bir şekilde çözülmüş ve TAI'ye BMSDUA eklenerek konum tahmininde bir iyileştirme gerçekleştirilmiştir. Önerilen BMSDUAETAİ yönteminin, hedef izlemede başarılı bir şekilde kullanılabilceği gösterilmiştir.



Şekil 3. TAI ve BMSDUAETAİ ile elde edilen RMS hata değerleri (a) 1. hedef (b) 2. hedef.

Kaynaklar

- [1]. Bar-Shalom Y. ve Li X., Multitarget-Multisensor Tracking: Principles and Techniques, YBS Pub., 1995.
- [2]. Sengupta D. ve Iltis, R.A., "Neural solution to the multitarget tracking data association problem", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 25(1), s. 96-108, 1989.
- [3]. Chen G. ve Hong L., "A genetic based multi dimensional data association algorithm for multi sensor multi target tracking", Mathematical and Computer Modelling, 26(4), s. 57-69, 1997.
- [4]. Turkmen I., Guney K. ve Karaboga, D., "Tabu search tracker for multiple target tracking", J Electromagnetic Waves and Applications (JEWa)'da basımı kabul edilmiştir.
- [5]. Glover F., "Tabu search part I", ORSA J. Comput., 1, s. 190-206, 1989.
- [6]. Glover F., "Tabu search part II", ORSA J. Comput., 2, s. 4-32, 1990.
- [7]. Jang J.S.R., "ANFIS: Adaptive-network-based fuzzy inference system", IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, 23, s. 665-685, 1993.