

FLIR GÖRÜNTÜLERİNDE HEDEF TESPİTİ

Oğuzhan DAĞ¹, Hakan ERTEM², Nursel AKÇAM³

^{1,3} Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara

² Simülasyon ve Eğitim Sistemleri Grup Başkanlığı Havelsan A.Ş., Ankara

¹dag.oguzhan@gmail.com, ²hertem@havelsan.com.tr, ³ynursel@gazi.edu.tr

ÖZET

İnsansız hava araçlarında, hava, kara ve deniz platformlarında, FLIR (Forward Looking InfraRed) görüntülerinden hedef tespit ve takibine ihtiyaç duyulur. Görüntü işleme sayesinde daha iyi görüntü elde edebilmek için görüntü üzerinde çeşitli iyileştirmeler yapılarak istenilen amaca ulaşılır. Bu çalışmada gerçek zamanlı FLIR video ve resim görüntülerinde hareketli hedef tespiti ve takibi, görüntü işleme yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Temelde ilk işlem, renkli (RGB-Red Green Blue) görüntünün gri seviye görüntüye dönüştürülmesidir. İkinci aşama olarak ilgili bölgenin (ROI) belirlenmesi amacıyla hareketli nesnelere bulunur. Daha sonra hedef tespit işleminin gerçekleştirilmesi için gri seviye görüntünün kenarlarının Canny metoduyla belirlenmesi sağlanır. Kenarları belirlenen görüntünün sınır bölgeleri çizilip, hedef görüntü tespit edilir. Tespit edilen hareketli hedef üzerinde, dikdörtgen bir hedef izleme imleci yerleştirilerek takip işlemi yapılmıştır. Hedef objenin piksel değerleri arka plan piksel değerlerinden kolaylıkla ayrılmadığı durumlarda dahi algoritma hedefi başarılı şekilde tespit ve takip edebilmektedir.

1. GİRİŞ

Görüntülemenin bir dalı olan termal görüntüleme sistemlerinin kullanıldığı alanların sayısı gittikçe artmaktadır. Bu çalışmanın konusunu da kapsayan termal görüntüleme sistemlerine, Savunma Sanayi alanında oldukça ihtiyaç duyulur. Özellikle askeri sınır birliklerinin sınır denetlemelerinde, hava, kara ve deniz gece operasyonlarında, keşif ve kontrolde, modelleme ve simülasyon uygulamalarında termal görüntülemeye yararlanır. Gece görüş gözlükleri, termal kameralar ve bu çalışmamızda da bahsedilen hava araçlarına monte edilen infrared görüntülemeyi temel alan FLIR cihazı kullanım örnekleri olarak verilebilir.

Termal görüntüleme sistemlerinin temeli infrared ışımadır. Dalga boyu $0.7\mu\text{m}$ 'dan daha uzun, mikrodalgadan daha kısa ışığa infrared ışığa (radyasyon) denir [1]. Doğada bulunan tüm varlıklar sahip oldukları sıcaklığa bağlı olarak farklı dalga boylarında yoğunluk değişimi gösteren termal radyasyon olarak da adlandırılan elektromanyetik enerji yayarlar. Kırmızı rengin hemen üzerinde başlayan kızılötesi bant içinde termal görüntüleme yapılan iki dalga aralığı mevcuttur. Bunlar sırası ile

“Orta Kızılötesi ($3-5\mu\text{m}$)” ve “Uzak Kızılötesi ($8-12\mu\text{m}$)” bantlardır [2].

Termal görüntüleme, bir cisim tarafından yayılan ışımadan yararlanarak onun görüntüsünü üretme esasına dayanır. Doğal olarak görülebilen tayf içerisinde görüntüler yansıma ve yansıma farklılıkları tarafından meydana getirilirken, termal görüntüler kendiliğinden emisyon ve yayınım kapasitesi farklılıklarından elde edilir. Buna göre, termal görüntüleme konusunda, kendiliğinden ısı enerjisi üreten örneklerle ilgilenilir [3].

Bir termal görüntü üretebilmek için, uygun lens sistemleri ile birlikte bir kamera kullanılır. Bu sistemde cisimlerin sahip oldukları sıcaklık, dolayısıyla yaydıkları ışığa ve arka planın sıcaklık farkından yararlanıldığından, harici bir ışık kaynağı gerekli değildir. Termal görüntü sistemlerinin oldukça geniş bir spektral band geçişi mevcuttur. Bu nedenle her çeşit kutuplaşmayı alabilecek kapasitededirler ve efektif sıcaklık farklılıklarını üreten mekanizmalara karşı duyarsızdırlar. Harici bir aydınlatmanın gerekli olmaması sistemlere her ortamda ve özellikle de karanlıkta uygulanma imkanı verir [3].

Termal ışığa duman ve sise kolayca nüfuz edebilir. Işıma atmosfer boyunca olduğu için, saçılma ve emilme süreçleri sonucu yapısında incelmeye meydana gelir.

Bu tespit ve açıklamaların ışığında, termal görüntülemenin temel özelliklerini dört maddede toplamak mümkündür.

- 1) Termal görüntüleme, harici bir aydınlatma kaynağı istemeyen tümüyle, pasif bir teknikten ibarettir. Gündüz ve gece operasyonlarına ve gizli cisimleri algılamaya imkân verir.
- 2) Sıcak ve soğuk noktaların veya görünüm içerisindeki farklı "yayınım kapasitelerine" sahip alanların belirlenmesi için kullanılır.
- 3) Termal ışığa, duman ve sis içine görünür ışıktan daha kolay nüfuz edebilir ve görülebilir karanlık noktaların belirlenmesine imkân sağlar.
- 4) Termal görüntüleme, uzaktan algılamalı gerçek zamanlı bir tekniktir [3].

Otomatik hedef tanıma sisteminin en önemli konularından biri, ağır arka zemin karışıklığı ve parazitinin olduğu durumlarda yavaş hareketli hedefleri saptamayı ve tanımayı ele alır. Bu problem, hedef donuk olduğunda ve uzaysal olarak sadece birkaç piksel boyutunda dağıldığında daha karmaşık hale gelir. FLIR ile görüntüleme hareketli, donuk-bulanık hedeflerin saptanması ve tanınması için yapay sinir ağlarına (ANNs) dayalı yeni bir teknik mevcuttur [4].

Açık havada sahnelerin gerçeğe uygun infrared görüntülerinin üretimi, simülasyon analiz/sentez prosedürü ile yapılır. Analiz evresinde, görüntü homojen bölgelere bölütlenir (segmentasyon), her yüzey bölgesi materyal özelliklerine dayandırılır ve oryantasyonu hesaplanır. Sonra, bir metin sinyali orijinal görüntüden çıkartılır. Sentez aşamasında ise, termal modeller yüzey ısını tahmin etmek ve termal görüntünün radyometrelerini (ışın ölçümlerini) hesaplamak için kullanılır.

Sonuç olarak, çıkartılmış sinyal sentetik radyometreler ile birleştirilir. Bu girişim, sentetik (yapay) sahne ile bölütleme algoritması ve bölge analizi kullanan gerçek görüntülerinin birleştirilmesine dayanır [4].

2. FLIR

FLIR elektromanyetik spektrumunda, kızılötesi dalga boyuna duyarlı sensör ve dedektörlerden oluşan aviyonik, elektro-optik bir cihazdır. Temel prensip olarak cisimlerden yayılan ısı enerjisinin hassas sensörlerce ölçülüp bilgisayar aracılığıyla yapay olarak renklendirilerek, eşzamanda görüntüye dönüştürülmesi prensibini kullandığı için, operatörün gece ve hatta kötü hava şartları altında çevresini ve özellikle askeri kullanımda ısı yayan tehdit unsurlarını oldukça net bir şekilde görebilmesini sağlar [5]. Gece görüş kameraları ile FLIR (termal) kameralar arasındaki en büyük fark, gece görüş kameralarının görünür ışınım bandında çalışıp, az olan ışık miktarını operatöre yükselterek gösterirken, FLIR tabanlı termal sistemlerin, daha düşük dalga boyuna sahip kızılötesi (ısı) aralığında ve klasik anlamda ışık kaynaklarından bağımsız çalışabilmesidir. Gece görüş kameralarının etkili olabilmeleri için ortamda az da olsa ışığa gereksinim duyarlar. FLIR sistemleri ise ortamda görünür ışık olsun veya olmasın, aralarında sıcaklık farkı olan cisimleri kolayca birbirinden ayırabilme özelliğine sahiptirler. Termal kızılötesi sensörler vasıtasıyla alınan bilgiler görüntü işleme tekniğiyle işlenir ve ekrana IR (InfraRed) görüntü olarak yansıtılır [6]. Bu özelliklere bakarak FLIR için termal bir kameradır diyebiliriz.

3. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Termal bir görüntüleme sistemi olan FLIR cihazı, kullanıcıya isteğe bağlı olmak üzere renkli gerçek gün görüntüsü, veya gece şartlarına göre infrared görüntü sağlar. FLIR'dan görüntü elde edilmesi, özel tasarlanmış objektifler vasıtasıyla, objektifin görüş alanı içindeki tüm nesnelere odaklanılır. Kızılötesi dedektörler, bu odaklanmış radyasyon

taraması için kullanılır. Dedektörler sıcaklık haritasının çıkarılmasında yardımcı olurlar. Sıcaklık haritası elde edildikten sonra sinyal işleme biriminde elektrik darbeleri sayısal sinyallere çevrilir. Sinyal işleme birimi olarak kullanılan yapı küçük bir çip içerisinde yer alır. Ayrıca elektrik dürtülerini çevirmek için kullanılan bir devre kartı mevcuttur. Sinyal işleme birimi, verilerin görüntüleneceği ekrana verileri gönderir ve sonrasında görüntü elde edilir.

Hareketli Hedef Tespiti

Bu çalışmada iki farklı veri kümesi kullanılmıştır. Bunlardan ilki 320*240 piksel çözünürlüğünde 186 görüntüden oluşmaktadır. Bu veri kümesinde bir adet hareketli hedef bulunmakta ve görüntü içerisinde başka arka plan nesnesi bulunmamaktadır. İkinci veri kümesi ise 640*480 çözünürlüklü 301 görüntüden oluşmaktadır (Şekil 1). Bu veri kümesinde iki adet hareketli hedef ve arka plan nesnelere mevcuttur. Uygulamanın ilk adımı olarak RGB görüntü gri seviye görüntüye çevrilmiştir (Şekil 2-Şekil 3).



Şekil 1. İkinci veri kümesi FLIR görüntüsü (helikopter2 görüntüsü)



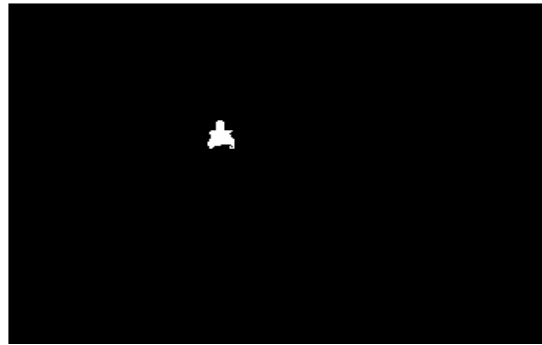
Şekil 2. İkinci veri kümesi gri seviye görüntüsü

Ancak görüntüde hedef nesne dışında nesnelere de bulunduğu (Şekil 2), yani hedef nesne piksel değerleri arka plan

piksel değerlerinden ayrılmadığında eşikleme yöntemi sonuçları yetersiz kalmaktadır (Şekil 7).



Şekil 3. Birinci veri kümesi FLIR gri seviye görüntüsü

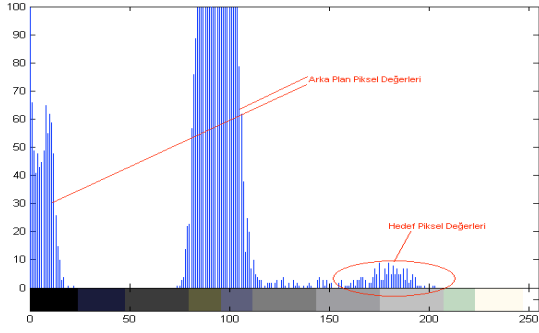


Şekil 4. Birinci veri kümesi eşikleme görüntüsü

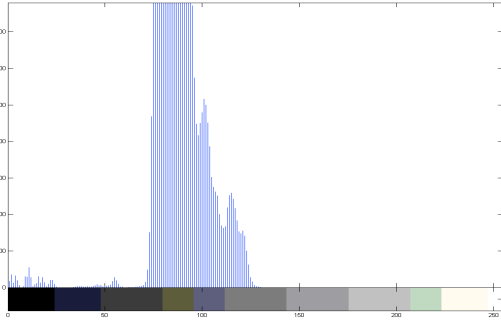


Şekil 5. İkinci veri kümesi işlem öncesi eşikleme görüntüsü

Bu durumda hedef tespit ve takibinin yapılması amacıyla arka plan görüntülerinin belirlenmesi ve görüntüden çıkarılması gerekir. Bu işlem çerçeve farkları (frame difference) yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 200. görüntüden 1. görüntü çıkartılarak statik arka plan görüntüsü elde edilmiştir (Şekil 8).



Şekil 6. Birinci veri kümesi ilk görüntüye ait histogram

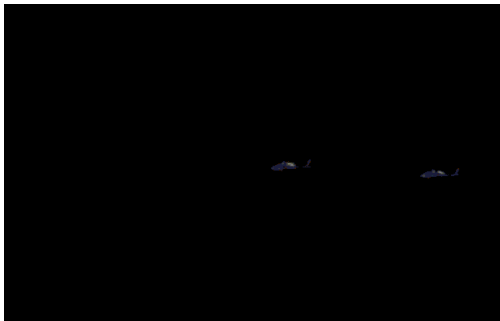


Şekil 7. İkinci veri kümesi ilk görüntüye ait işlem öncesi histogram

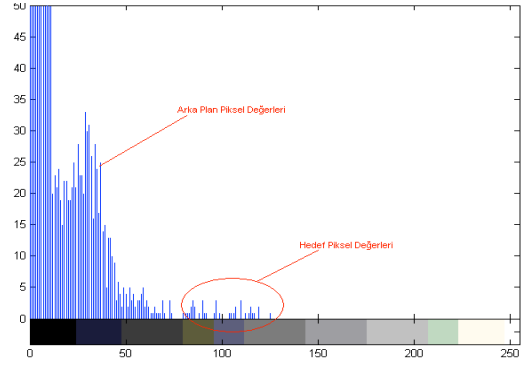


Şekil 8. İkinci veri kümesi statik arka plan (background) görüntüsü

Statik arka plan görüntüsü elde edildikten sonra bu görüntü, her bir görüntüden çıkartılarak ROI tespit edilir. Elde edilen ilgili bölge üzerinde artık eşikleme yöntemi başarıyla kullanılabilir (Şekil 9- Şekil 10).

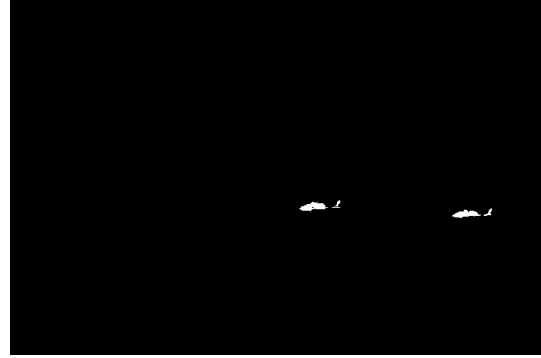


Şekil 9. İkinci veri kümesi ön plan (foreground) görüntüsü



Şekil 10. İkinci veri kümesi işlem sonrası histogram

Eşikleme ile elde edilen görüntü üzerinde bulunan gürültüden kurtulmak amacıyla morfolojik açma (morphological opening) kullanılarak ve 8 pikselden daha küçük nesnelere görüntüden çıkarılmıştır (Şekil 11).



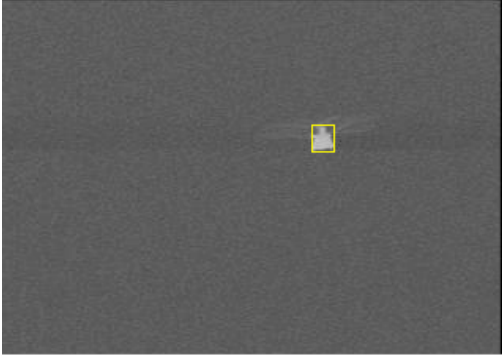
Şekil 11. İkinci veri kümesinde arka plan çıkarıldıktan sonraki eşikleme görüntüsü

Bu görüntüler üzerinde her bir nesnenin analizi gerçekleştirilmiştir (blob analysis). Daha sonra bu analiz sonuçları kullanılarak nesnenin sınırları ve merkezi belirlenmiştir. Bu işlem dört basamakta anlatılabilir;

- 1) Görüntüyü siyah beyaza çevirir,
- 2) Sonrasında piksellerin birbiriyle olan bağlantılarını kıyaslar,
- 3) Bağlantılı olanları ayrı ayrı objeler olarak etiketlendirir,
- 4) Etiketlenen objelerin her biri için istenilen parametreler hesaplanır.

Ayrıca istenildiği takdirde regionprops özelliği sayesinde objelerin, alanı, merkezi, konveks alanı, ne kadar eliptik olduğu, çapını, en uzun eksenindeki uzunluğu, en kısa eksenindeki uzunluğu, eş değer çevresi, en yüksek parlaklık değeri hesaplanır.

Kenarları belirlenen görüntünün sınır bölgeleri çizilip, hedef görüntü tespit edilmiştir. Tespit edilen hareketli hedef üzerinde, dikdörtgen bir hedef izleme imleci yerleştirilerek takip işlemi yapılmıştır (Şekil 12-Şekil 13). Tespit edilen nesnelerin merkezleri izlenerek nesnelerin takip ettikleri yol bilgisi grafiksel olarak gösterilebilmektedir.



Şekil 12. Birinci veri kümesi için hedef tespit sonucu



Şekil 13. İkinci veri kümesi için hedef tespit sonucu

4. SONUÇ

Bu çalışmada, termal görüntüleme sistemleri temel alınıp, görüntü işleme yöntemlerinden faydalanılarak, FLIR video ve resim görüntülerinde hareketli hedef tespiti ve takibi gerçekleştirildi.

Çalışmada, birinci veri kümesinde bilgisayar ortamında kullanılan görüntü için, hareketli hedef dışında başka bir nesne bulunmamaktadır. Ayrıca kullanılan hedef objenin, renk değerleri, arka plan renk değerlerinden farklı olmaktadır. Bu şartlar altında kullanılan algoritma başarılı bir şekilde çalışmaktadır. Kullanılan “helikopter2” görüntüsü gri tona çevrilmeden önce, 240 satır, 320

sütun, her bir piksel için bit sayısı 24 ve 186 görüntü’den oluşmaktadır. RGB görüntü gri renge çevrildiğinde ise yine görüntümüz 240 satır, 320 sütun, 186 görüntü’den oluşmaktadır, ancak her bir piksel için bit sayısı 8’e düşer.

Kullanılan görüntüde objenin kenarlarını belirlemek için birinci veri kümesinde, “Canny” kenar belirleme yöntemi kullanıldı. Çalışmamızda Canny yöntemi, diğer operatörlere göre (Sobel, Roberts, Prewitt ve Laplace) daha kaliteli kenar görüntüsü üretmiştir. Eşikleme katsayı değeri olarak 0.3 alınmıştır. Nesne parametreleri (nesne merkezi ve nesneyi çevreleyen kutu) hesaplanılarak gösterilmiştir.

Şartların değişmesine bağlı olarak ortamdaki hedef sayısı artığında, arka plan renk değerleriyle hedef veya hedef renk değerleri birbirine yakın olduğunda, hedef tespiti takibi işlemi de buna göre zorlaşmaktadır. İkinci veri kümesi için “Frame Difference” yöntemiyle, görüntü üzerindeki, görüntü etiketlerinden dolayı oluşabilecek yanlış hedef tespiti ve takibi işleminin önüne geçildi. Ayrıca aynı anda birden fazla hedefe kilitlenme işlemi de yapıldı. İşlem sonrası elde edilen iyileştirilmiş sonuca yukarıda bahsedilen adımlar uygulandı.

KAYNAKLAR

- [1] Karagöz, İ., Eroğul, O., “Tıbbi Görüntüleme Sistemleri”, Haberal Eğitim Vakfı, Ankara, 252-263 (1998).
- [2] Şensoy, B., “Türkiyede Termal Görüntüleme Teknolojisi”, SAVTEK, Ankara, 371-378 (2002).
- [3] Alçı, M., Günay, E., “Termal görüntüleme” Elektrik-Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 8. Ulusal Kongresi 6-12 Eylül, Gaziantep, 598-601 (1999).
- [4] Teng, T.H., Patra, J.C., Ang, E.L., “Identification and tracking moving targets in flir imagery using artificial neural networks” IEEE, 223-226 (2003).
- [5] Uluslararası Havacılık ve Denizcilik Arama ve Kurtarma Kılavuzu, Görev Koordinasyonu, Londra/Montreal, Cilt (2): 194, (1999).
- [6]İnternet: “FLIR kullanım alanları” <http://tr.wikipedia.org/wiki/FLIR#Askerikullan.C4.B1m>