

KARINCA KOLONİ ALGORİTMASI İLE ISAR GÖRÜNTÜLERDE KENAR ÇIKARMA

Harun ÇELİK¹
Erciyes Üniversitesi, Kayseri

İlke TÜRKMEN²
Erciyes Üniversitesi, Kayseri

ÖZET

Bu çalışmada, ters yapay açıklıklı radar (Inverse Synthetic Aperture Radar - ISAR) sistemleriyle elde edilen bulanık görüntülerde görüntü kenarlarını çıkarabilmek için sezgisel optimizasyon yöntemlerinden biri olan Karınca Koloni Algoritması (KKA) kullanılmıştır. Geliştirilen yöntemde, ISAR görüntüleri KKA uygulanmadan önce gri skala formatına dönüştürülüp ön işleme tabii tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar geliştirilen yöntemin ISAR görüntülerde kenar çıkarma için başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

GİRİŞ

ISAR görüntüleme sistemleri, radyo frekans sinyallerini kullanarak uçak ve gemi gibi hedeflerin iki boyutlu görüntülerini oluşturmak için kullanılmaktadır. İki boyutlu uçak görüntüsü uçağın kanatlar, kuyruk, burun, gövde ve motor gibi yansıtma özelliği olan bölümlerinden yansıyan elektromanyetik dalgalardan faydalanılarak elde edilmektedir. Ancak uçağın hızı ve hareketlerinden dolayı bu görüntülerde çoğu zaman bozulmalar meydana gelmektedir [Küçükkılıç, 2006].

Bozuk, gürültülü veya bulanık bir görüntüde homojen bölgelerin birbirinden ayrılarak belirgin hale getirilebilmesi için görüntüde, kenar çıkarma işlemi yapılması oldukça önemlidir. Kenar çıkarma işleminin kalitesi, görüntü tetkikinde sonraki aşamaları doğrudan etkilediği için kenar çıkarma aşaması görüntü analizindeki en önemli adımdır. Bu önemine karşın kenar çıkarma, genel bir matematiksel ifadeye dayanmadığı için hâlâ çözülemeyen bir problem olarak kalmaktadır. Problemin iki ana nedeninden biri zor bir yapıya sahip olması ikincisi de kenar çıkarmanın kesin tanımının yapılamamasıdır [Yan ve Gu, 2009].

Literatürde ISAR görüntülerini ayırt etmek için geliştirilmiş farklı çalışmalar bulunmaktadır. Musman ve Keer [Musman ve Keer, 1996] gemileri ayırt etmek için iki boyutlu ISAR görüntülerini kullanmışlardır ancak bu yöntem karşılaştırma yapılabilmesi için gemi çerçeve modellerinin de yerleştirilmesini gerektirmektedir. Botha ve arkadaşları [Botha, Barnard, 1996] iki boyutlu ISAR görüntülerde tam belli olmayan uçakları ayırt etmek için ileri beslemeli bir yapay sinir ağı kullanmışlardır. Hudson ve Psaltis [Hudson ve Psaltis, 1993] hedef algılamayı bir boyutlu menzil profili ile denemişlerdir. Ancak bu yöntemde görünüş açısı değiştikçe bir noktadan saçınıp gelen sinyalin genliği ciddi bir değişime uğrayabileceğinden ölçümlerin çok sağlıklı olmaması gibi bir problem ortaya çıkmaktadır [Lin, Tien ve Lu, 2007]. Bu çalışmada önerilen yöntemde ise ISAR görüntülerdeki uçakları tespit etmek için KKA kullanılmıştır [Dorigo, Maniezzo ve Colorni, 1991]. Kesin bir matematiksel ifade ile temsil edilemeyen problemlerin çözümünde, bu tür optimizasyon algoritmalarının önemli bir yeri vardır. Optimizasyon algoritmalarından KKA gerçek karınca

¹ Arş. Gör. Harun ÇELİK, Uçak Elektrik Elektronik Bölümü, E-posta: haruncelik@erciyes.edu.tr

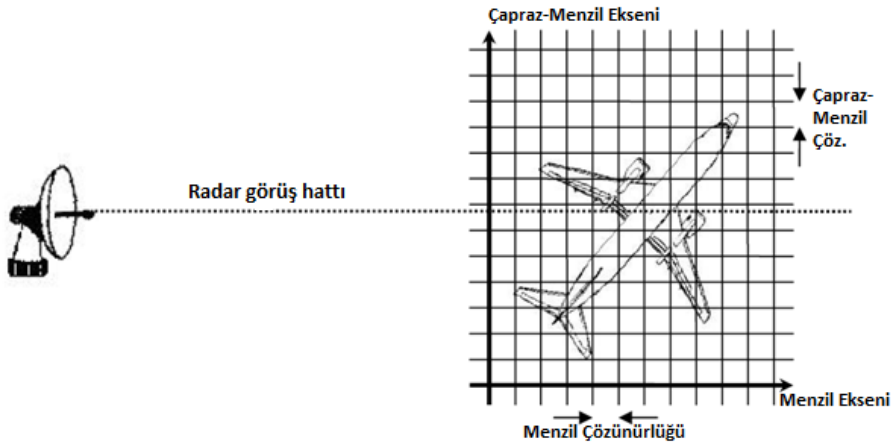
² Doç. Dr. İlke TÜRKMEN, Uçak Elektrik Elektronik Bölümü, E-posta: titi@erciyes.edu.tr

davranışlarından esinlenilerek oluşturulan yapay karıncaların oluşturduğu karınca topluluğu yapısıdır. Karınca algoritmaları en başarılı sürü zekâ temelli sistemlerdendir ve gezgin satıcı probleminden haberleşme ağlarındaki yönlendirmelere kadar birçok problem türünde denenmiş ve başarılı sonuçlar vermiştir [Bullheimer, Hartl ve Strauss, 1999].

Karınca algoritmaları gerçek karıncalardan esinlenilerek modellenmiştir. Gerçek karıncalar da sosyal varlıklar olduklarından koloniler halinde yaşarlar ve her bir bireyin koloni davranışını değiştirmede rolü vardır. Karınca kolonisinin en önemli ve ilginç davranışlarından biri ise yiyecek bulma davranışı olan yuva ile yiyecek kaynağı arasındaki en kısa yolun bulunması arayışıdır. Karıncalar yiyecek ararken geçtikleri yollara kendilerine özgü bir koku (feromon) bırakırlar. Bu kokunun yoğun olduğu yollar daha kısa olacağından karıncalar yoğun koku izlerinden giderek en kısa yolu bulabilirler [Burke ve Kendall, 1999]. Bu çalışmada karıncaların en kısa yolu bulabilme özelliğinden faydalanan karınca koloni optimizasyon algoritması ISAR görüntülerde kenarların çıkarılması için kullanılmıştır.

ISAR GÖRÜNTÜLEME

ISAR; hava araçları, gemi ve uzay nesnelere gibi hedeflerin görüntülerinin oluşturulmasında kullanılan Yapay Açıklıklı Radar (SAR)'ın bir türüdür. ISAR sisteminde SAR'ın aksine radar sabitken görüntülenen hedef hareket halindedir. ISAR görüntü hareketli hedefin radar ışınlarına maruz kaldıkça yansıttığı sinyallerden üretilir. Radarın Şekil 1'de verildiği gibi görüş hattı doğrultusu menzile olarak adlandırılır, bu menzile dik olan doğrultu da çapraz-menzildir [Mensa, 1991]. İki boyutlu radar görüntüleri gece ve gündüz tüm hava şartlarında elde edilebildiği için ISAR, trafik gözetleme ve kontrolünde elverişsiz olan optik araçların kullanıldığı yerlerde daha iyi sonuçların alınmasını sağlar. Mesela ISAR görüntüleri havaalanları üzerindeki trafik kontrolü için yakın menzilli radar ağında [Bethke, Rode, Schneider ve Schroth, 1993] ve uçak iniş sistemlerinde [Mecocci, Benelli, Garzelli ve Bottalico, 1995] kullanılmaktadır. Bu tür sistemlerde hedef tespit ve ayrımı önemli bir iş olduğundan kullanıcıya doğru ve hızlı seçim veya işlem yapması hususunda yardım edebilmektedir. Her ne kadar radar sistemleri tespit edilen nesnenin tüm hava şartlarında temsilini sağlayabilse de parazit ve gürültüler otomatik hedef algılama sistemlerinin genel kalitesini önemli şekilde düşürmektedir. Bundan dolayı bazı yaklaşımlar hava aracı tanımda ISAR görüntülerdeki saçılma etkilerini ihmal etmektedir.



Şekil 1: ISAR sistemi: sabit bir radar ve hedef bir uçak

KARINCA KOLONİ ALGORİTMASI

KKA gerçek dünya karınca kolonilerinden esinlenilerek geliştirilmiş bir sezgisel optimizasyon algoritması türüdür. KKA belli bir problemin çözüm kümesindeki en iyi çözümü koku miktarına bağlı olarak karınca hareketleriyle bulmayı hedeflemektedir. Daha ayrıntılı olarak yapılan işlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir [Dorigo, Birattari ve Stutzle, 2006; Tian, Yu ve Ma, 2010].

- Parametrelere ve hatların koku miktarlarına başlangıç değerlerini ata, sayacı sıfırla,
- Aşağıdaki adımları durdurma kriterleri sağlanıncaya kadar tekrarla,
- Tüm karıncalar için feromon maddesine bağlı olarak yollar üret,

- Yolların uzunluklarını hesapla,
- Yolların uzunluklarına göre bu yalarda mevcut olan feromon maddesinin miktarını değiştir,
- Şu ana kadar bulunan en kısa yolu hafızada tut.

Yukarıdaki akış diyagramı görüntü işlemede kullanıldığında muhtemel yön matrisinin tanımlanması ve koku miktarı matrisinin güncellenmesi gibi temel adımlarda eklenir. KKA ile ilgili daha detaylı bilgi için [Dorigo ve Thomas, 2004; Tian ve Chen, 2012]'den faydalanılabilir.

GÖRÜNTÜLERİN İŞLENDİĞİ YÖNTEM

Geliştirilen yöntemde ISAR görüntülerindeki kenarlar, karıncalar için besin kaynağı olarak alınmıştır. Gri skala görüntülerde kenarları bulabilmek için pikseller arasındaki gri seviye farklarına bakıldığı için karıncaların bir noktadan diğerine giderken buna göre hareket etmeleri gerekmektedir. $\tau_{ij}(t)$ 'nin, t anında i. ve j. noktalar arasındaki (i, j) hattında depolanan koku miktarını göstermesi durumunda algoritmanın her iterasyonunda,

$$\tau_{ij}(t + 1) = \rho \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t, t + 1) \quad (1)$$

olacaktır. Burada ρ bir katsayıdır ve feromon maddesinin sınırsız bir şekilde büyümesini önlemek için birden küçük bir değere ayarlanır. $(1 - \rho)$ ifadesi ise feromon maddesinin buharlaşan oranını belirlemektedir. Seçilebilirlik parametresi η_{ij} şeklinde tanımlandıktan sonra k. karıncanın i. noktadan j. noktaya geçiş olasılığı aşağıdaki bağıntı ile tanımlanır;

$$P_{ij}(t) = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum [\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta} & \text{eğer } j \in \text{müsaade edilen değerler} \\ 0 & \text{diğer durumda} \end{cases} \quad (2)$$

Burada, müsaade edilen değerler, j noktası eğer önceden ziyaret edilmiş bir nokta ise bu noktanın yeniden seçilmesini engellemek için kullanılır. α ve β parametreleri ise kullanıcıya olasılık değerini hesaplarken yapay koku ile seçilebilirlik arasında nispi önemi belirleme imkânı vermektedir [Karaboğa, 2011].

Geliştirilen algoritmada belli sayıdaki karıncaların görüntü ortamında yayılmaları için 0 ile 255 arasındaki değerlere sahip 8 bit gri seviye ve NxN matris ile ifade edilen sayısal görüntü üzerine rastgele yayılması sağlanmıştır. Her karınca her döngüde komşu bir noktaya gider ve bu noktadaki koku miktarını artırır. Karınca bir sonraki noktayı bulunduğu yere ve etrafındaki noktalardaki koku miktarına göre seçer. Yani eğer karınca güneyden gelir ve etrafındaki noktalarda koku olmazsa kuzeye gitme olasılığı daha yüksek olur daha sonra kuzey-doğu ve kuzey-batıya bakar güneye dönmesi ise en düşük ihtimal olur. Karınca gideceği yeri aşağıdaki bağıntı ile seçer [Stützle ve Dorigo, 1999]:

$$W(\tau) = [1 + \tau / (1 + \delta \tau)]^\beta \quad (3)$$

Burada $1/\delta$ her karıncanın feromon algılama kabiliyetini tanımlar ve yüksek seviyelerde bir nevi düşer. Şekil 2 de güneyden gelen bir karınca için yön seçeneklerinin örnek w değerleri verilmiştir.

1/2	1	1/2
1/4	Karınca	1/4
1/8	↑	1/8

Şekil 2: Görüntülerdeki seçilebilir noktalar

İki nokta arasındaki gri seviye farkına bağlı olarak belli bir noktadaki belli bir karıncanın koku biriktirme oranı:

$$\Delta cm = \left[\begin{array}{l} a \frac{|m_1 - m_2|}{MAX |m_1 - m_2|} \\ + b \frac{|\sigma_1^2 - \sigma_2^2|}{MAX |\sigma_1^2 - \sigma_2^2|} \\ + c \frac{P}{P_{MAX}} \end{array} \right] / (a + b + c) \quad (4)$$

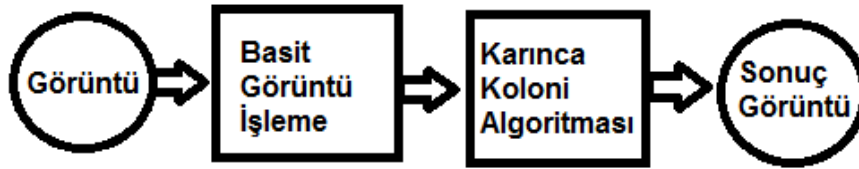
Burada σ^2 noktalar arasındaki seviye farkı ölçüsüdür [Yan ve Gu, 2009] ve

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n=9} g_i^2 - \bar{g}_w^2 \cdot n}{n} \quad (5)$$

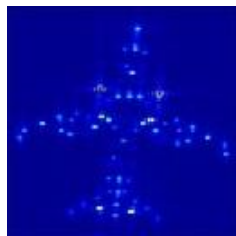
ile verilir.

SONUÇLAR

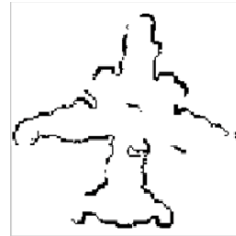
Geliştirilen kenar çıkarma yönteminin blok şeması Şekil 3'te gösterilmiştir. ISAR görüntü öncelikle gri skala formatına dönüştürülmüş ve bir ön görüntü işlemeye tabii tutulmuştur. Ön işleme yapıldıktan sonra elde edilen görüntüde kenar çıkarmak amacıyla KKA kullanılmıştır. Geliştirilen yöntemin performansını belirlemek amacıyla Şekil 4.a ve Şekil 5. a'da gösterilen iki farklı ISAR test görüntüsü kullanılmıştır. Geliştirilen yöntem ile elde edilen kenar çıkarımları Şekil 4.b ve Şekil 5.b'de verilmiştir. Şekil 4.b ve Şekil 5.b'den açıkça görülebileceği gibi geliştirilen yöntem detayları tam belirgin olmayan ISAR görüntülerinin kenar çıkarımları sayesinde daha net bir hale getirilmesini sağlamaktadır.



Şekil 3: İşlem basamakları

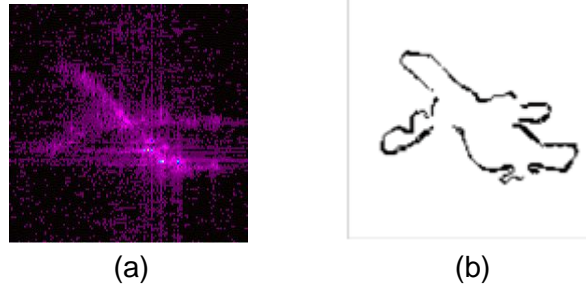


(a)



(b)

Şekil 4: (a) ISAR görüntüsü (b) ISAR görüntüsünün kenar çıkarımı.



Şekil 5: (a) ISAR görüntüsü (b) ISAR görüntüsünün kenar çıkarımı.

Kaynaklar

- Bethke K. H, Rode B., Schneider M., Schroth A., 1993. *A novel noncooperative near-range radar network for traffic guidance and control on airport surfaces*. IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 1, ss. 168-178.
- Botha E. C., Barnard E., Barnard C. J., 1996. *Feature-based classification of aerospace radar targets using neural networks*, Neural Networks, Vol. 9, ss. 129-142.
- Bullnheimer, B., Hartl, R.F. ve Strauss C., 1999. *An Improved Ant system Algorithm for the Vehicle Routing Problem*, The Sixth Viennese workshop on Optimal Control, Dynamic Games, Nonlinear Dynamics and Adaptive Systems, Vienna (Austria), May 21-23, 1997, to appear in: Annals of Operations Research (Dawid, Feichtinger and Hartl (eds.): Nonlinear Economic Dynamics and Control.
- Burke, E. ve Kendall, G., 1999. *Applying Simulated Annealing and the No Fit Polygon to the Nesting Problem*, WMC (World Manufacturing Congress), September 1999, Durham, UK.
- Dorigo M., Birattari M. ve Stutzle T., 2006. *Ant colony optimization*. IEEE Comput. Intell. Mag., Vol. 1, ss. 28–39, Kasım.
- Dorigo M., Maniezzo V. ve Colorni A., 1991. *Positive feedback as a search strategy*, Technical Report No. 91-016, Politecnico di Milano, Italy.
- Dorigo M. ve Thomas S., 2004. *Ant Colony Optimization*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Hudson S. ve Psaltis D., 1993. *Correlation filters for aircraft identification from radar range profiles*, IEEE Transactions on Aerospace Electronic Systems, Vol. 29, ss. 741-748.
- Karaboğa D., 2011. *Yapay Zeka Optimizasyon Algoritmaları*, Nobel Yayın Dağıtım, 2. Basım, s.114.
- Küçükkılıç, T., 2006. *ISAR Imaging and Motion Compensation*, A Thesis Submitted to the Graduate School of Natural and Applied Sciences of Middle East Technical University.
- Lin C. T., Tien S.C. ve Lu Y., 2007. *Recognize Aircraft in ISAR Images*, Journal of Information Science and Engineering, Vol. 23, ss. 299-313.
- Mecocci K., Benelli G., Garzelli A., Bottalico S., 1995. *Radar image processing for ship-traffic Control*, Image and Vision Computing. Vol. 13, ss. 119-128.
- Mensa D. L., 1991. *High Resolution Radar Cross-Section Imaging*, Artech House, Norwood, Massachusetts.
- Musman S. ve Keer D., 1996. *Automatic recognition of ISAR ship images*, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 32, ss. 1392-1404.
- Stützle, T., ve Dorigo, M., 1999. *ACO Algorithms for the Traveling Salesman Problem*, In K. Miettinen, M. Makela, P. Neittaanmaki, J. Periaux, editors, Evolutionary Algorithms in Engineering and Computer Science, Wiley.
- Tian, J., ve Chen, L., 2012. *Image Noise Estimation Using A Variation-Adaptive Evolutionary Approach*, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 19, ss. 395-398.
- Tian, J., Yu, W. ve Ma, L., 2010. *Antshrink: Ant colony optimization for image shrinkage*, Pattern Recognit. Lett., Vol. 13, ss. 1751–1758, Ekim.
- Yan, Z. ve Gu, H., 2009. *Research of the Image Segmentation based on Ant Colony Algorithm*, 10th ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligences, Networking and Parallel/Distributed Computing.