

Hızlı ve Yavaş Zaman Boyutunda Dinamik Deniz Kargaşası Benzetimi

M. Zahid Erdoğan, Sencer Koç
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü
e174091@metu.edu.tr, skoc@metu.edu.tr

Özet: Günümüzde deniz kargaşasını istatistiksel olarak tanımlayabilen birçok model mevcuttur. Ancak bu modellerin çoğu deniz kargaşasını ortalama düzgelenmiş radar kesit alanı (RKA) olarak tahmin eder ve dolayısıyla dinamik bir modelleme söz konusu değildir. Bu makalede deniz dalga hareketinin zamana bağlı uyumu göz önünde bulundurularak, deniz kargaşasının dinamik olarak benzetimini yapabildiği bir yöntem sunulmaktadır. Elde edilen sonuç iki boyutlu hızlı ve yavaş zamanda radar verisi şeklinde gösterilerek, deniz dalgalarının zamana göre değişiminin gözlenmesi amaçlanmaktadır.

Abstract: Today, there are many models that statistically characterize sea clutter. However, most of such models estimate sea clutter as mean normalized radar cross-section (RCS), and so, no dynamic modeling occurs. In this paper, considering the correlation between the motion of sea waves and time, a simulation method for dynamic sea clutter is presented. It is purposed that motion of sea water wave to be observed by showing obtained result as 2-D radar data space in fast and slow time.

1. Giriş

Deniz kargaşası modelleme, denizin sürekli hareket halinde olması ve çevresel koşullardan etkilenmesinden dolayı her zaman zor bir problem olagelmıştır. GIT, TSC vb. mevcut modeller deniz kargaşasını genellikle rüzgar hızına ve sıyırma açısına (grazing angle) göre karakterize etmektedir. Ancak bu tip modeller deniz kargaşasını ortalama düzgelenmiş RKA şeklinde tahmin etmektedir ve denizin dinamik özelliklerine göre RKA'yı karakterize etmemektedir. Güney Afrika'da CSIR (The Council for Scientific and Industrial Research) tarafından yapılan OTB2006 dinamik deniz RKA'sı ölçümlerinden elde edilen sonuçlar deniz kargaşasının zamana bağlı değişimini göstermektedir [1]. Yaptığımız benzetim algoritmasında OTB2006 ölçümlerindeki koşullar oluşturularak, deniz kargaşasının hızlı ve yavaş zaman boyutundaki değişimi elde edilmeye çalışılmıştır.

2. Benzetim Yöntemi

Geliştirdiğimiz yöntemde öncelikle hareketli bir deniz yüzeyi oluşturulmaktadır. Bunun için WAFO (Wave Analysis for Fatigue and Oceanography) aracı kullanılmaktadır [2]. Bu araçla belirgin deniz yüksekliği ve deniz dalgalarının yönü girilerek istenilen deniz yüzeyi elde edilebilmektedir. Fakat rüzgar hızı ve yönüne göre bunu gerçekleştirilmemektedir. Yaptığımız benzetim algoritmasında, WAFO'da kullanılan JONSWAP spektrumuna bağlı kalınarak, rüzgar hızına ve kabarma mesafesine (fetch) göre deniz yüzeyi oluşturulması başarılmıştır.

Hareketli bir deniz yüzeyi oluşturulduktan sonra, benzetim yapılan radardan deniz yüzeyine bakılarak, yüzeydeki her bir nokta için sıyırma açısı hesaplanmaktadır. Ayrıca, ışın dağıtımı (ray casting) yöntemiyle görüş hattında (line-of-sight) olan deniz yüzeyi noktaları bulunmaktadır.

Sonrasında, her bir yüzey noktası için klasik GIT modeli uygulanmıştır [3]:

$$\sigma_{VV}^0(\text{dB})=10 \log \left[3.9 \times 10^{-6} \lambda \varphi^{0.4} G_m G_u G_w \right] - 1.73 \ln(h_a + 0.015) + 3.76 \ln(\lambda) + 2.46 \ln(\varphi + 0.0001) + 22.2 \quad (1)$$

Denklem (1)'de verilen λ dalgaboyu (m), φ her bir yüzey noktası için hesaplanan sıyırma açısı (radyan), G_m girişim çarpanı, G_u rüzgar yönü çarpanı, G_w rüzgar hızı çarpanıdır. Fakat girdi olarak belirgin deniz yüksekliği h_a yerine, oluşturulan deniz yüzeyi noktalarının yükseklikleri girilmiştir.

GIT modeliyle tüm yüzey noktaları için düzgelenmiş RKA değerleri elde edildikten sonra, görüş hattında olmayan noktalar için ortalama bir gölgelendirme (shadowing) zayıflatması uygulanmaktadır:

$$\text{Gölgelendirme Zayıflatması (dB)}=20\alpha \log_{10} e \quad (2)$$

Denklem (2)'de verilen r , gölge bölgesine gelen ışının deniz yüzeyiyle olan kesişim uzunluğudur, ortalama bir değer verilmiştir. α , zayıflatma katsayısıdır ve aşağıdaki denklemle hesaplanmıştır:

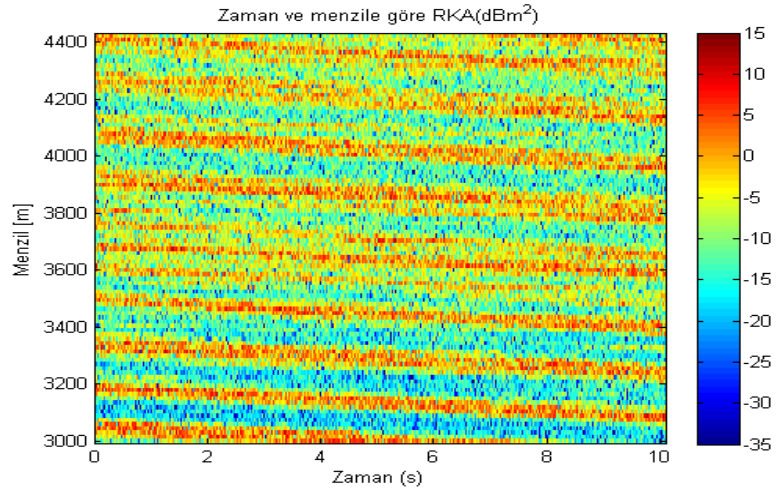
$$\alpha \text{ (Neper/m)} = \omega \sqrt{\epsilon_0 \mu_0} \sqrt{\frac{n}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{\omega^2 \epsilon^2}} - 1 \right]} \quad (3)$$

Denklem (3)'de verilen n, kırılma indeksidir ve deniz için yaklaşık 1.338'dir. Deniz iletkenliği $\sigma=4$ S/m ve deniz için bağıl geçirgenlik $\epsilon_r=80$ olarak verilmiştir [4].

Son olarak, hesaplanan düzgelenmiş RKAlar radar çözünürlük hücresi alanıyla çarpılarak, her bir radar çözünürlük hücresi için oluşan RKAlar bulunur. Bu hesaplamalar her bir zaman diliminde yapılarak (yavaş zaman), radar çözünürlük hücreleri için bulunan RKAlar yan yana eklenir. Böylece deniz kargaşası RKA'sı için iki boyutlu hızlı-yavaş zaman radar verisi oluşturulur.

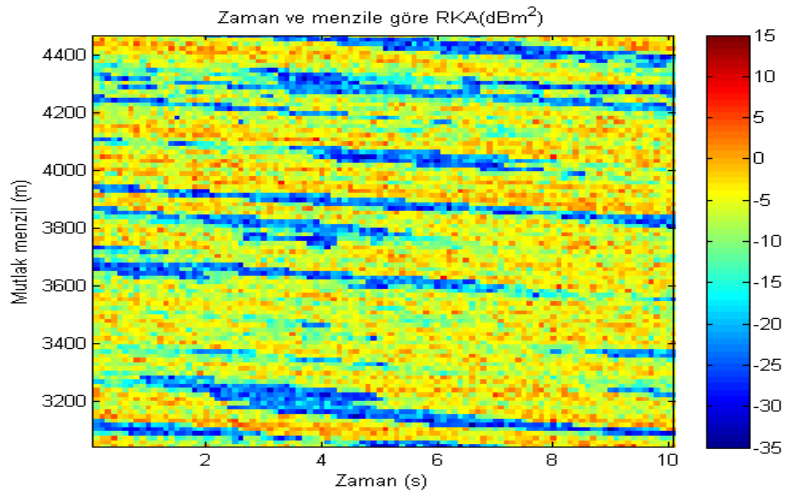
3. Benzetim Sonucu

Şekil 1'de verilen sonuç CSIR kurumunun elde ettiği gerçek radar verisidir. Bu verideki mutlak menzil (başlangıç konumu + menzil kapısı sayısı x menzil çözünürlüğü), hızlı zamanı temsil etmektedir. Zaman eksenini (PRI x gönderilen darbe sayısı) ise yavaş zamanı temsil etmektedir.



Şekil 1: CSIR OTB2006 TFC15-004 verisi

Şekil 2'de verilen sonuç ise TFC15-004 verisinin elde edildiği çevresel koşulları oluşturarak yaptığımız benzetimin sonucudur. Benzetimimizde doğrudan deniz yüzeyinin değişimine göre ışın dağıtımı ve GIT modeli uygulanarak hızlı-yavaş zaman radar verisi elde edilmeye çalışılmıştır. Benzetimimizin gerçekçi bir yaklaşım olması açısından belirli bir miktar gaussian gürültü eklenmiştir.



Şekil 2: Benzer koşullardaki benzetim sonucu

4. Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

Benzetimimiz genel anlamda dinamik deniz kargaşasının modellenmesinde başarılı gözükmektedir. Fakat benzetim sonucumuz ile gerçek radar verisi arasında ortalama değerlerde yaklaşık 5dBlik bir fark gözlenmiştir. Bunun başlıca sebebi benzetimimizin açık deniz modeli üzerine kurulmasındandır. Gerçek deneyde ise deniz kargaşası verileri sahilden yaklaşık 4km açıktaki denizden alınarak oluşturulmuştur. Başka bir sebep ise, kullandığımız açık deniz modelinde, deniz belirgin yüksekliği sadece rüzgar hızına ve kabarma mesafesine bağlı olarak değişmektedir. Fakat gerçekte deniz belirgin yüksekliği, rüzgarın yanı sıra yerçekimi vb. etkilere bağlı olarak da değişebilmektedir. İlerideki çalışmalarımızda GIT yerine sadece deniz yüksekliğine bağlı kalabileceğimiz yeni bir model geliştirilebileceği ve gölge bölgelerindeki zayıflatmanın daha iyi modellenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, gerçekleştireceğimiz benzetimin doğruluğunu test etmek amacıyla istatistiksel ve spektral karşılaştırmalar yapılması planlanmaktadır.

5. Kaynaklar

- [1]. Dr. P.L. Herselman, "2006 Fynmeet Sea Clutter Measurement Trial Dataset Overview for 01-Aug-2006", Council for Scientific and Industrial Research, South Africa (2006), 13
- [2]. WAFO-group (2000). "WAFO - A Matlab Toolbox for Analysis of Random Waves and Loads - A Tutorial" Math. Stat., Center for Math. Sci., Lund Univ., Lund, Sweden., URL <http://www.maths.lth.se/matstat/wafo>
- [3]. Yu-shi Zhang, Zhe-dong Zhang ve Zhen-sen Wu, Wave Height Dependence of L-Band Small-Grazing Angle Sea Clutter, Antennas Propagation and EM Theory (ISAPE), 2010 9th International Symposium on Nov. 29 2010-Dec. 2 2010, 711-713
- [4]. V. P. Bui, Propagation and Channel Characteristics in Seawater Environment, 2014 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI), 6-11 July 2014, 701-702