

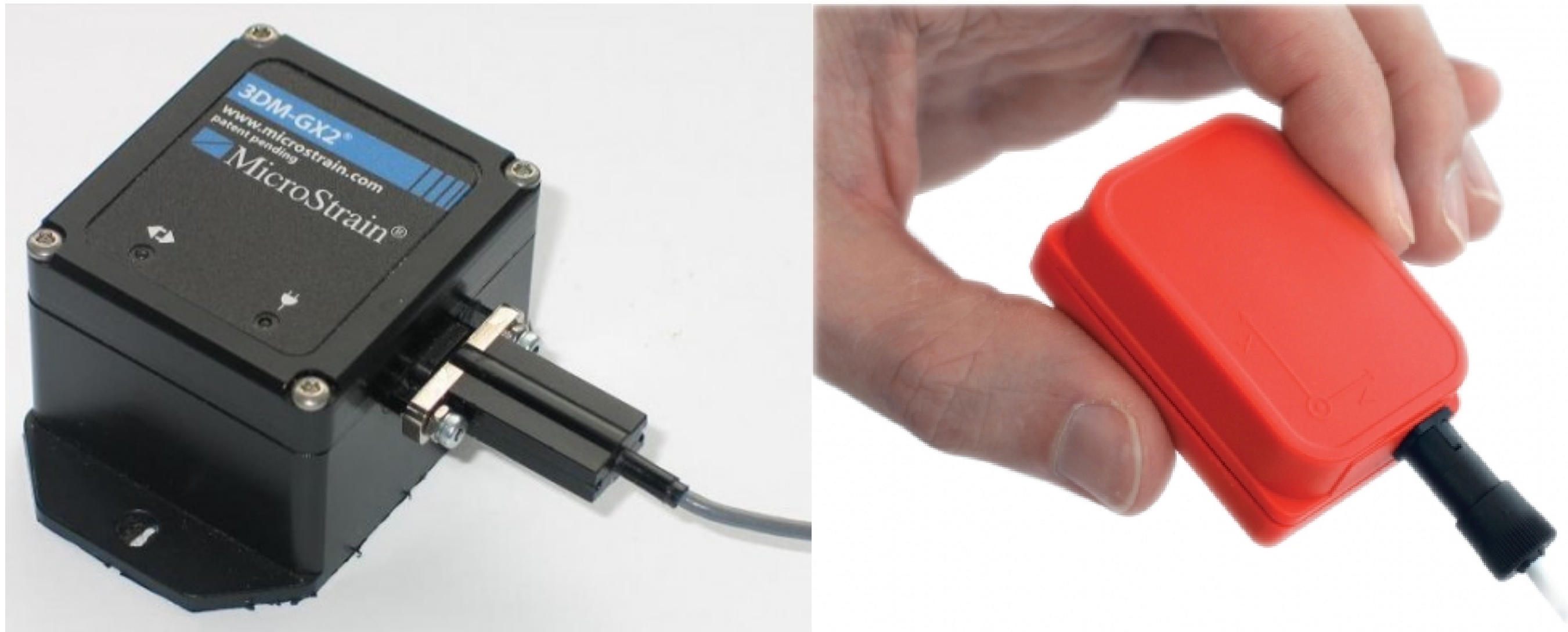
EYLEMSİZLİK DUYUCU ÜNİTELERİNİN DETERMİNİSTİK HATALARININ MODELLENMESİ

Görkem Seçer, Billur Barshan
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü
Bilkent Üniversitesi



Problemin tanımı

İki farklı düşük maliyetli eylemsizlik duyucu ünitesinin (bkz. Şekil 1) mutlak algılama sistemleriyle (örn. küresel konumlama sistemi (KKS), lazer gibi) beraber kullanılabilmesi [1] için ölçümlerinde bulunan gürültü sinyallerinin karakterize edilmesi ve karşılaştırılması



Şekil 1. Microstrain 3DM-GX2 (solda) ve Xsens MTx (sağda) eylemsizlik duyucu üniteleri

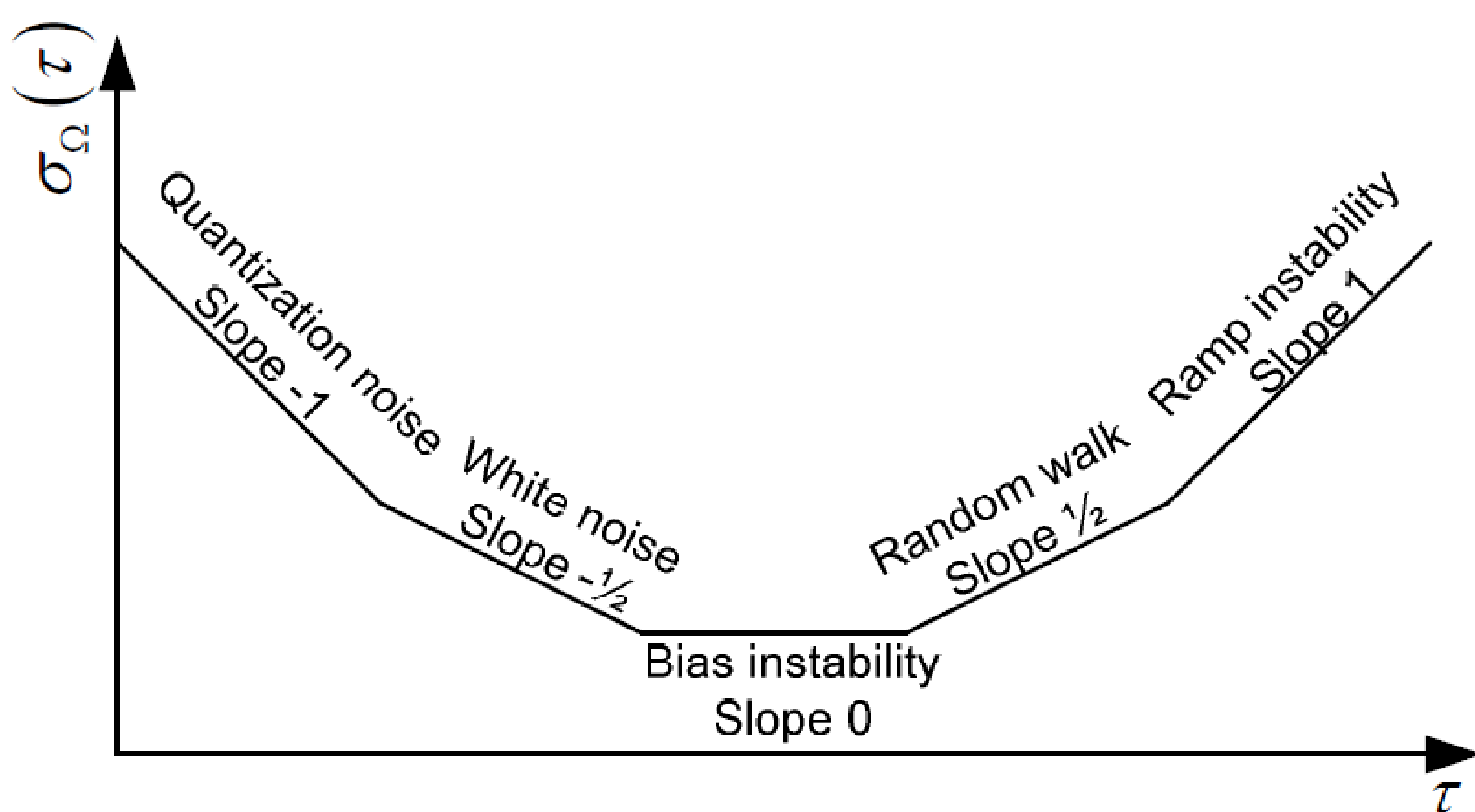
Stokastik hataların modellenmesinde kullanılan yöntemler

Sabit bir sinyal girişi için duyucu ölçümü: sıcaklığa bağlı sapma hatası + nicemleme gürültüsü + sapma kararsızlığı + beyaz gürültü + rasgele yürüyüş gürültüsü + rampa gürültüsü [2].

İki adımlı gürültü karakterizasyonu:

1. En küçük kareler yöntemi ile sıcaklığa bağlı sapma hatası kompanse edilir .
2. Allan varyans (AV) [3] yöntemi kullanılır [4].

Tipik AV grafiği Şekil 2'de verilmiştir. [2]



Şekil 2. Duyucu ünitelerin ölçüm gürültülerinin tipik AV eğrisi.

Önerilen yöntem

- Farklı gürültü sinyallerinin ve sapma hatasının tümleşik etkisi ARMA (4,5) bir sistem olarak modellenabilir [5].
- Sistem katsayıları ve sapma hatası en büyük olabilirlik kestirimine (EBOK) göre beraber tahmin edilebilir.
- EBOK için parçacık sürü optimizasyonu (PSO) ve artan gradyan (AG) yöntemi kullanılmıştır.

DeneySEL Sonuçlar

İki duyucu ünite 4 farklı günde 12 saat boyunca sabit bir platform üzerinde konuşlandırılarak, eş zamanlı olarak 100 Hz'te veri toplanmıştır.

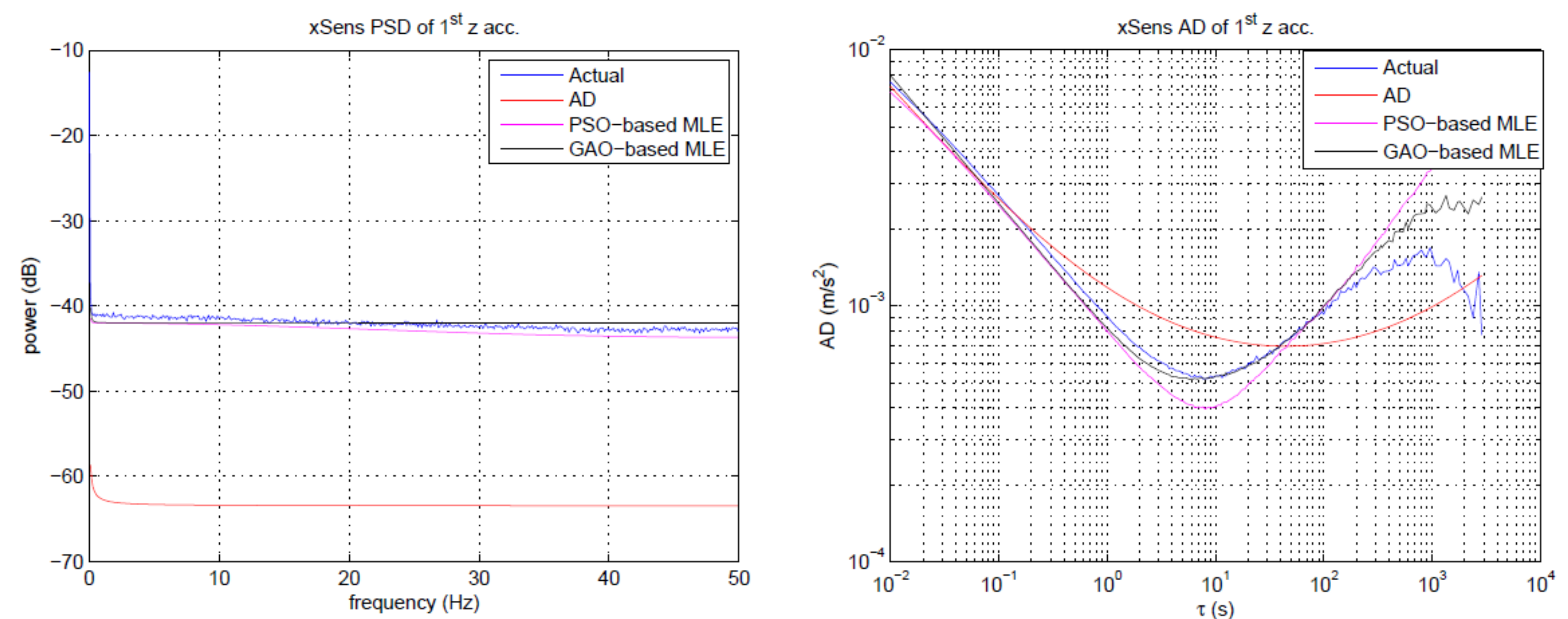
EBOK ve AV yöntemleri uygulanmıştır.

Ölçümlerde yalnızca sıcaklığa bağlı sapma kararsızlığı + beyaz gürültü + rasgele yürüyüş gürültüsünden bulunduğu tespit edilmiştir.

EBOK tahmin doğruluğu >> AV tahmin doğruluğu

Yalnızca 6 dk'lık örnek seti kullanılarak EBOK ile daha başarılı tahminler yapılmıştır.

EBOK için 6 dk'lık, AV için 12 saatlik veriye dayalı tahminleri baz alan toplam süre karşılaştırması için bkz. Tablo 2



Şekil 3. Farklı yöntemlerle elde edilen stokastik modelleme sonuçları.

| Microstrain | AV | EBOK PSO | EBOK AG |
|--------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Olabilirlik değeri | -3.000x10 ⁸ | 1.516x10 ⁷ | 1.508x10 ⁷ |

| Xsens | AV | EBOK PSO | EBOK AG |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Olabilirlik değeri | -1.99x10 ⁸ | 1.474x10 ⁷ | 1.474x10 ⁷ |

Tablo 1. Farklı yöntemlerle elde edilen stokastik modelleme sonuçları.

| | AV | EBOK PSO | EBOK AG |
|-----------------|-------|----------|---------|
| Toplam süre (s) | 43203 | 1080 | 1800 |

Tablo 2. Veri toplama ve işlemeyi içeren süre karşılaştırması.

Sonuç

EBOK ile daha az veri toplanarak model parametrelerinin daha doğru bulunabildiği görülmüştür (bkz. Tablo 1 ve 2).

Xsens ünitesinin stokastik kararlılığının daha iyi olduğu ve daha az gürültü barındırdığı görülmüştür.

Kaynakça

1. Barshan, B., "Inertial navigation systems for mobile robots," IEEE Trans. Robotics and Automation, 11 (3):328-342, June 1995.
2. IEEE, "IEEE Std. 952-1997 Standard Specification Format Guide and Test Procedure for Single-Axis Interferometric Fiber Optic Gyros," 2008.
3. Allan, D. W., "Statistics of atomic frequency standards", Proc. of the IEEE, 54(2): 221-230, February 1966.
4. N. El-Sheimy, H. Hou and X. Niu, "Analysis and Modeling of Inertial Sensors Using Allan Variance", IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 57(1): 140-149, January 2008.
5. S. M. Seong, J. G. Lee and C. G. Park, "Equivalent ARMA model representation for RLG random errors", IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, 36(1): 286-290, January 2000.