

AVİYONİK SENSOR ÇIKIŞLARININ TAHMİNİ FİLTRELEME YÖNTEMLERİ

Nilgün ALTIN¹

TUSAŞ-Türk Havacılık ve Uzay Sanayii, Ankara

ÖZET

Aviyonik, bir uçakta kullanılan bütün elektronik sistemleri kapsar. Aviyonik sistemler; haberleşme, navigasyon ve görüntüleme sistemleri başta olmak üzere, her biri ayrı bir göreve sahip yüzlerce sistemin birleşiminden oluşmaktadır. Navigasyon sensörlerinden gelen veriler uçakta çeşitli göstergelerde gösterilmektedir. Bu sensörlerden gelen veriler göstergelerde çok hızlı değişim göstermektedir. Sensörlerden okunan değerlerin hepsi istenilen değerler değildir. Bu yüzden sensör çıkışları filtrelerden geçirilerek sensör okumalarından gerçekçi sonuçlar elde edilmesi sağlanmaktadır.

GİRİŞ

Hava araçlarındaki uçuş göstergelerinde çeşitli aviyonik sensörlerden gelen veriler pilotlara gösterilmektedir. Sensörlerden sürekli veriler okunmaktadır ve bu verilerin hepsi istenilen değerler değildir. Bu sensör verileri uçuş göstergelerinde anlık bir yükselme veya düşme şeklinde görülmektedir. Anlık bir yükselme veya düşme olduğu durumda bunun gerçekten doğru mu olduğunu anlamanın yolu yükselme veya düşmenin (değişimin) devam edip etmediğidir. Örneğin hava veri bilgisayarından (Air Data Computer) gelen hız veya yükseklik verisi göstergelerde anlık olarak değiştiği görülmektedir. Eğer sensörün hatalı bir çıkış verisi varsa filtreden geçirilerek o anlık gelen veri ortalamanın içinde yumuşatılmaktadır. Böylece filtre yardımıyla göstergelerde gösterilen sensör verilerinin daha gerçekçi sonuçları görülebilecektir.

Göstergelerde gösterilen sensör verilerinde filtre kullanmanın avantajları olduğu gibi dezavantajları da mevcuttur. Filtreler her ne kadar eşzamanlı çalışsa da bir gecikmeye sebep olmaktadır. Göstergelerde gösterilen veriler göstergeye gelen veriye göre biraz geç yansıtacaktır.

Filtrenin tasarımında dikkat edilmesi gereken bir noktada gecikme ile doğru veri arasında dengeyi kurmak gerekmektedir. Burada bir optimum olduğu ve bunun uygulamaya göre değiştiği söylenebilir. Bu optimum noktada:

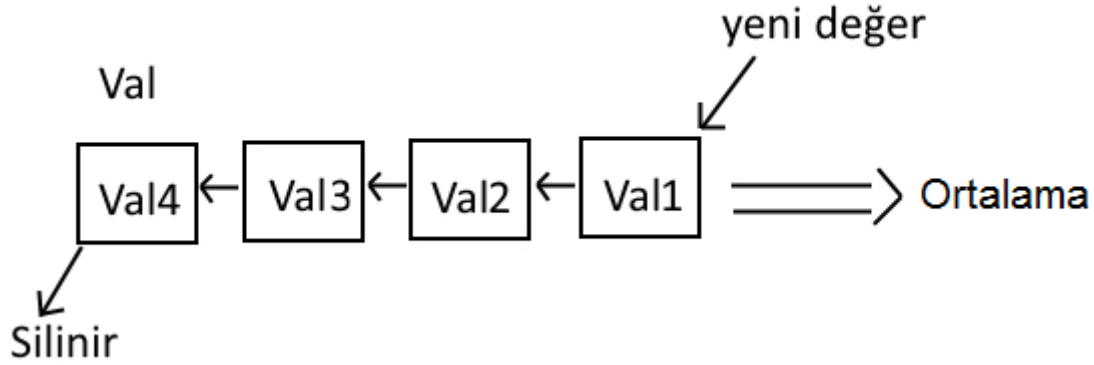
- Verinin doğruluğu filtre girişindeki değere göre karşılaştırılıp gözlemlenmelidir.
- Verinin filtre çıkışındaki gecikmesi girişe göre karşılaştırılmalı ve gözlemlenmelidir.

Havacılıkta göstergelerde gösterilen verilerin filtrelenmesi ile ilgili genellikle iki filtre çeşidi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi “moving average filter” diğer ise “smoothing filter”dir. Bu filtreler sırasıyla aşağıda açıklanmaktadır.

¹ Kıdemli Teknik Uzman, E-posta: naltin@tai.com.tr

Moving Average Filter

“Moving Average Filter” daha çok “Hareketli Ortalamalar Filtre” ismiyle anılmaktadır ve sinyal işlemede oldukça sık kullanılan bir filtredir. Filtre adından da anlaşıldığı gibi sürekli ortalamalar alan bir filtredir. Bu filtre modelinde, her yeni değer okunduğunda en eski değeri bırakır, yeni gelen değerle ortalamayı tekrar alır ve bunu çıkış olarak verir. Yani her okunan değerde ortalama değeri güncellenir. Şekil 1’de daha net bir şekilde anlatılmaktadır:



Şekil 1: Moving Average Filter

Moving Average filter eşitliği aşağıda verildiği gibidir [Jeon G., 2014; Smith S.W, 2010; Koswatta R. ve Karmakar N.C., 2010; Lockhart G.B. ve Cheetham B.M.G, 1989].

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i + j]$$

Bu eşitlikte x giriş sinyali, y çıkış sinyali ve M ortalama nokta sayısıdır.

Smoothing Filter

Smoothing algoritma eşitliği aşağıda verildiği gibidir [Smith S.W, 2010; Gander W. ve Hrebicek J, 1997; Lockhart G.B. ve Cheetham B.M.G, 1989]..

$$x_{n+1} = x_n + \frac{\Delta t}{T} (x_r - x_n)$$

Burada x_n düzleştirilecek değerin n.inci iterasyonu, x_r sensör çıkışındaki veri, Δt iterasyon zamanı (saniye biriminden), T saniye cinsinden zaman sabitidir.

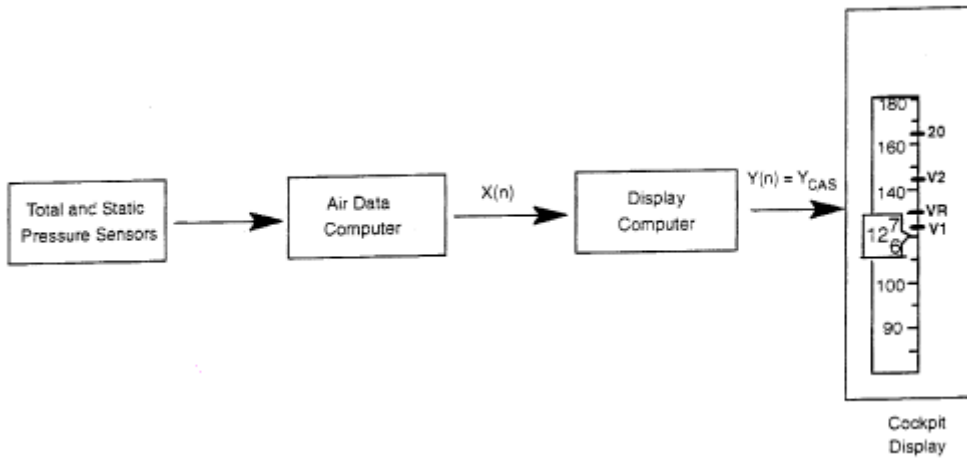
Smoothing filtre sensörden gelen x_r verisini örneklemektedir. Düzleştirilmiş sensör verisi pilotun veriyi göstergede gördüğü anda uçaktaki gerçek sensör verisini tahmin etmek için bir düzeltme katsayısı ile birleştirilmektedir. Tercihen düzeltme katsayısı sadece filtrelenmiş sensör veri değişiminden belirlenebilmektedir. Daha spesifik olarak, düzeltme katsayısı şu anki zamandan önce belirli bir sabit zaman aralığında (hareketli zaman penceresi) sensör verisinin ortalama değişim oranını hesaplayarak ta belirlenmektedir (moving average filter yöntem). Bu ortalama değişim oranı orijinal sensör verisindeki toplam zaman gecikmesiyle çarpılmaktadır ve daha sonra

şimdiki zamana yansıtmak için bu verilere eklenmektedir. Böylece zaman gecikmesinin etkisi hassas bir şekilde dengelenebilmektedir. Sonuç olarak, gerçek uçak sensör verisiyle daha yakından ilişkili olan verilerin kabul edilebilir şekilde düzgün bir şekilde görüntülenmesi sağlanmaktadır. Önlem olarak, üst ve alt sınırlar uçağın maksimum hızlanma ve yavaşlamasına karşılık gelen düzeltme katsayısıyla ayarlanabilmektedir.

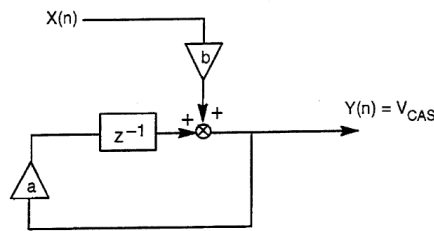
UYGULAMALAR

Bu bölümde uçakta herhangi bir sensörden (Air Data Computer, EGI v.b.) alınan verinin uçak göstergesinde gösterilmesiyle ilgili olarak iki farklı filtre sonucunda elde edilen veri sonuçları örneklenmektedir.

Şekil 2, sayısal bir veri çıkışı veren bir hava hızı sensörüne sahip modern bir göstergenin blok diyagramını göstermektedir. Şekil 2’de de görüldüğü gibi gösterge bilgisayarı kabul edilemez bir titreme oluşturmadan hava veri bilgisayarından çıkan veriyi yeterince düzleştirmek için Şekil 3’de verilen moving average veya smoothing filtreyi birleştirmektedir.

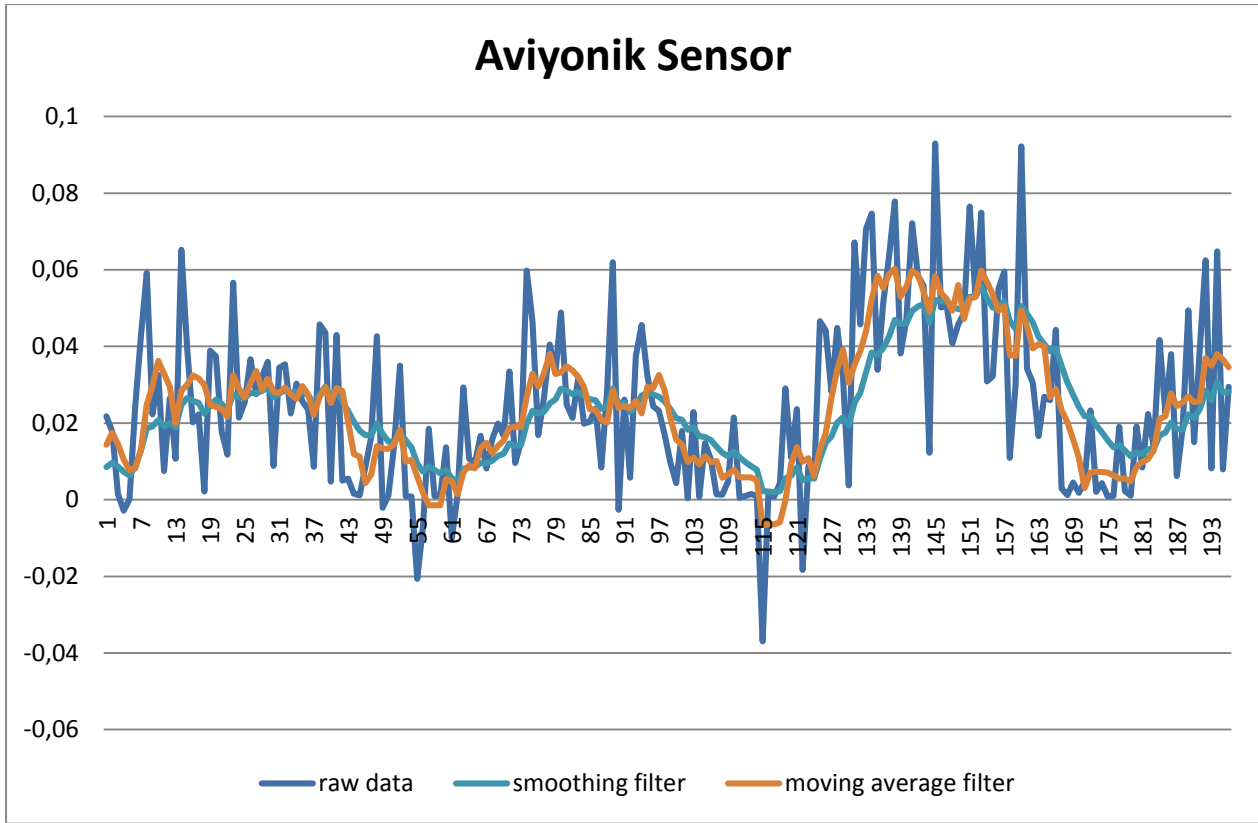


Şekil 2: Hava hızı gösterge sisteminin blok diyagramı



Şekil 3: Gösterge sisteminden önce kullanılan filtre diyagramı

Örneğin; ARINC 429 hattı aracılığıyla EGI’den alınan lateral acceleration verisinin gösterge bilgisayarına iletim hızı 10 Hz, smoothing filtrenin zaman sabiti 0.8 alınarak ve moving average filtre kullanılarak elde edilen sonuçlar Şekil 4’de verildiği gibidir.



Şekil 4: Moving Average ve Smoothing Filtre sonuçlarının karşılaştırılması

SONUÇ

Bu çalışmada, grafiksel çok fonksiyonlu gösterge sistemine sahip bir uçağın pilotuna slip-skid verisini göstermek için geliştirilmiş bir sistem sunulmaktadır. Uçaktaki EGI sensöründen gelen lateral acceleration verisi smoothing veya moving average yöntemiyle filtrelenmiştir. Filtreleme sonrasında aviyonik sensör çıkışındaki veri ile pilota gösterilen veri arasında bir gecikme meydana gelmektedir. Bu gecikmeyi kompanse etmek amacıyla filtrelenen veri düzeltme faktörü ile birleştirilmektedir. Moving Average filtre kullanmanın bazı dezavantajları bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Moving pencerenin uzunluğuna göre Moving average filtre smoothing filtreye göre daha fazla gecikmeye sebep olmaktadır. İkincisi moving average filtre kullanıldığında veri setinin başında veya sonunda veri kaybına sebep olmaktadır. Moving average filtre kullanmada diğer bir sakınca da verilen veri seti ile ilgili pencere uzunluğuna doğru karar vermedikçe bu filtre kullanımı sonucunda elde edilen sonuçlar kötü bir istatistiksel analiz olacaktır. Pilota gösterilen veride gerçek veriye göre daha az gecikmeye sebep olan filtreler tercih edilmelidir. Bu yüzden göstergelerde pilota gösterilecek verilerde daha az gecikmeye sebep olan smoothing filtre tercih edilmelidir.

Kaynaklar

Roscoe A. J. ve Blair S.M., 2016, *Choice and properties of adaptive and tunable digital boxcar (moving average) filters for power systems and other signal processing applications*. In: IEEE Applied Measurements for Power Systems (AMPS 2016), 2016-09-28 - 2016-09-30, E.On Energy Research Center, RWTH Aachen University.

Jeon G., 2014, *Gaussianly Centered Median and Moving Average Filter*, International Journal of Software Engineering and Its Applications Vol.8, No.4 (2014), pp.129-136.

Datta U., Mukherjee A., Sen S., Shome S.K. ve Vadali S.R.K., 2012, *Performance Evaluation of Different Averaging based Filter Designs Using Digital Signal Processor and its Synthesis on FPGA*, International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition Vol. 5, No. 3.

Koswatta R. ve Karmakar N.C., 2010, *Moving average filtering technique for signal processing in digital section of UWB chipless RFID reader*, 2010 Asia-Pacific Microwave Conference, Yokohama, Japan, 7-10 Aralık

Smith S.W, 2010, *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing Book*.

David C. Stone, 1995, *Application of median filtering to noisy data*, Can. J. Chem. 73: 1573-1581.

Satoshi Takahashi ve Susumu Miwa, 1994, *Suppression of radar clutter with a weighted moving average filter*, Faculty of Engineering, Electronics and Communications in Japan (part I :Communications) Volume 77, Issue 1, January 1994, Pages 57-65.

Lockhart G.B. ve Cheetham B.M.G, 1989, *Basic Digital Signal Processing Book*, Elsevier Limited

Gander W. ve Hrebicek J, 1997, *Smoothing Filters, Solving Problems in Scientific computing Using Maple and Matlab*, pp.121-139.