

ÖZET**FARKLI KAYNAKLARDAN GELEN ÖLÇÜM VE VERİLERİ BİRLEŞTİRME
SİSTEMİ VE YÖNTEMİ**

5 Buluş, en az iki kaynaktan, değişken hassasiyetlerde gelen bilgilerin birleştirilmesini sağlayan bir sistem ve yöntem ile ilgilidir.

Buluş özellikle, doğrusal olmayan kademeli filtre mimarisi yapılarını regresyon kullanan uyarlamalı denetim teknikleri ile birleştiren bir elektronik cihazdaki sistem ve yöntem ile ilgilidir.

İSTEMLER

1. En az iki kaynaktan gelen ölçüm ve verilerin birleştirilmesi sistemi olup, özelliği;

- 5
 - En az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde gelen ölçüm ve verilerin, gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen referans zamanın belirlenmesi ve örnekleme frekansı yapılması için iletildiği ilk hizalama modülüne (1),
- 10
 - En az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde gelen ölçüm ve verilerin, istenilen örnekleme frekanslarına ve gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen referans zamanına göre hizalandırılması için ön şekillendirme modülüne (2),
- 15
 - Veri birleştirilmesine uygun doğrusal olmayan kinematik veya dinamik denklemler ile üç kestirim katsayısı ve ikinci derecede serbest sayısal integral kullanan, kademeli veri tümleştiren bir yapıda olan kademeli birleştirme filtresi modülüne (3),
- 20
 - Gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen referans zaman verisine bağlı olarak istenilen aralıklarla aktive edilen bir anahtar (6) ile açılıp kapanan ve ön şekillendirme modülünün (2) getireceği dinamik bozuntuların gerçek zamanlı olarak gözlendiği, birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hataları, birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hatalarının sayısal integral ve türevleri, eniyilenmiş filtre katsayılarını hesaplamak ve kademeli birleştirme filtresi modülünü (3) gerçek zamanda uyarlamalı hale getirmek için kullanılan uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülüne (4),
- 25
 - Sinyal hatları üzerinde yer alan örnekleme ve hizalama fonksiyon ve bileşenlerinin getirdiği dinamik bozuntu ve belirsizliklerin etkileri gözetilerek eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarını hesaplayan eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülüne (5) sahip bir elektronik cihaz içermesidir.

- ### 2. İstem 1'e göre birleştirme sistemi olup, özelliği; açık olması durumunda,
- 30 eniyilenmiş filtre katsayıları birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hataları, bu

hataların sayısal integral ve türevleri ve solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi kullanılarak hesaplanmasını sağlayan anahtar (6) içermesidir.

3. İstem 1'e göre birleştirme sistemi olup, özelliği; kapalı olması durumunda, açık olduğu süre zarfında hesaplanan en son değerlerin sabit tutulmasını ve kademeli birleştirme filtresi modülünde (3) değiştirilmeden kullanılmasını sağlayan anahtar (6) içermesidir.

4. En az iki kaynaktan gelen ölçüm ve verilerin birleştirilmesi yöntemi olup, özelliği;

- En az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde gelen ölçüm ve verilerin, gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen referans zamanın belirlenebilmesi ve örnekleme frekansı yapılması için ilk hizalama modülüne (1) iletilmesi,
- İlk hizalama modülü (1) içerisindeki tüm verilerin ve ölçümlerin gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen zamana göre hizalanması ve istenilen örnekleme frekanslarında örneklenmesi,
- İlk hizalama modülü (1) içerisinde tüm verilerin ve ölçümlerin istenilen zamana göre hizalanması ve örnekleme frekanslarında örneklenmesi,
- Hizalanmış veri ve ölçümlerin, ön şekillendirme modülüne (2) iletilmesi,
- Sabit filtre katsayılarının sabit hafızaya işlenmesi,
- Ölçüm veya verilerin, gerçek zamanlı kestirim değerleri ile kademeli bir şekilde karıştırılması için, ölçüm, veri, kestirim değerlerinin güven oranlarını belirten katsayıların sabit hafızaya işlenmesi,
- Şekillendirilmiş veri, ölçümler ve bunların zamana bağlı türevlerinin kademeli birleştirme filtresi modülüne (3) iletilmesi,
- Birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hatalarının, birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hatalarının sayısal integral ve türevleri, eniyilenmiş filtre katsayılarını hesaplamak ve kademeli birleştirme filtresi modülünü (3) gerçek zamanda uyarlamalı hale getirmek için uyarlanmış filtre katsayılarının hesaplama modülüne (4) iletilmesi,
- Sinyal hatları üzerinde yer alan örnekleme ve hizalama fonksiyon ve bileşenlerinin getirdiği dinamik bozuntu ve belirsizliklerin etkileri gözetilerek eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülü (5) ile hesaplanması,

- Eşlenik filtrenin kapalı döngü kutuplarının yerlerinin kestirilmesine başlamak için kutup yeri ilk değerlerinin sabit hafızaya işlenmesi,
- İstenilen kararlılık seviyeleri içinde tutulan kutup değerleri kullanılarak düzeltilmiş filtre katsayılarının hesaplanması ve uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülüne (4) iletilmesi işlem adımlarını içermesidir.

5

5. İstem 4'e göre bir yöntem olup özelliği; şekillendirilmiş veri, ölçümler ve bunların zamana bağlı türevlerinin kademeli birleştirme filtresi modülüne (3) iletilmesi işlem adımımda işlem yükününün asgari düzeyde tutulması ve belirli bir doğruluğun garantilenmesi için, sayısal integral alma işlemleri üçüncü seviye, diferansiyel denklemlerin zamana bağlı sayısal çözümlerinin hesaplanabilmesi için Adams-Bashforth yönteminin kullanılmasıdır.

10

6. İstem 4 ve 5'e göre bir yöntem olup özelliği; şekillendirilmiş veri, ölçümler ve bunların zamana bağlı türevlerinin kademeli birleştirme filtresi modülüne (3) iletilmesi işlem adımımda sayısal integrallere giren değerlerin istenmeyen düzeylere ulaşmasını önlemek üzere, her integral girişinde, koruyucu amaçlı sınırlandırma fonksiyonlarının kullanılmasıdır.

15

7. İstem 4'e göre bir yöntem olup özelliği; sinyal hatları üzerinde yer alan örnekleme ve hizalama fonksiyon ve bileşenlerinin getirdiği dinamik bozuntu ve belirsizliklerin etkileri gözetilerek eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülü (5) ile hesaplanması işlem adımımda kapalı döngü kutuplarının yerlerinin istenilen kararlılık marjı içerisinde kalmasının sağlanması için eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülünde (5) kullanılan yinelenen en küçük kareler yöntemi ile eşlenik filtrenin kapalı döngü kutuplarının yerlerinin belirlenmesidir.

20

25

TARİFNAME

FARKLI KAYNAKLARDAN GELEN ÖLÇÜM VE VERİLERİ BİRLEŞTİRME SİSTEMİ VE YÖNTEMİ

Buluşun ilgili olduğu teknik alan:

- 5 Buluş, en az iki kaynaktan, değişken hassasiyetlerde gelen bilgilerin birleştirilmesini sağlayan bir sistem ve yöntem ile ilgilidir.

Buluş özellikle, doğrusal olmayan kademeli filtre mimarisi yapılarını regresyon kullanan uyarlamalı denetim teknikleri ile birleştiren bir elektronik cihazdaki sistem ve yöntem ile ilgilidir.

Tekniğin bilinen durumu:

- Hareketli araç veya platformların, düşük maliyetli algılayıcılar ve basit yöntemlerle, yönelim ve konumlarını kestirmek için, çoğunlukla, doğrusal olmayan Kalman filtresi, tamamlayıcı filtreler kullanılmaktadır. Bu yapılar incelendiğinde, birinci sırada verilen filtre yapılarının kestirim performanslarının oldukça başarılı olduğu, ancak gerçek zamanlı uygulamalar kapsamında değerlendirildiğinde, gerektirdiği işlem hacimlerinin de orantılı olarak büyük olduğu söylenebilir. Bunun yanı sıra, filtre değişkenlerinin ayarlanması için kullanım öncesinde ve sırasında yapılması gereken kalibrasyon testlerine ihtiyaç duyulmaktadır. İkinci sırada verilen filtre yapıları ise, tatmin edici kestirim performanslarına sahip olmakla birlikte, daha az işlem hacmi gerektirdikleri için, özellikle hareketli otonom sistemlerin düşük maliyetli algılayıcılar ile kullanıldığı durumlarda daha çok tercih edilmektedirler. Ancak, filtre değişkenlerinin ayarlanması için, özellikle kullanım sırasında, kalibrasyon güncellemesi ihtiyacı bulunmaktadır. Ayrıca, tamamlayıcı filtre yapıları, çoğunlukla, sadece yönelim kestirimi için kullanılmakta ve işlem hacmini artırmamak üzere tercih edilen düşük filtre mertebeleri nedeniyle gürültü azaltımı istenilen performanslara ulaşamamaktadır.

Gerçek zamanlı araç veya platform uygulamalarında, en az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde gelen ölçüm ve verilerin, örnekleme frekanslarının yukarı veya aşağıya çekilmesi, mutlak bir referans zamanın gözetilmesi amaçlarıyla birbirleri ile hizalanması mutlak bir zorunluluktur. Bu durumda, hangi filtre yapısı uygulanırsa

uygulansın, sinyal hatları üzerine eklenmesi gereken örnekleme/hizalama fonksiyon ve bileşenlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, gerçek zamanlı uygulamalarda, bu bileşenlerin getireceği ek hesap karışıklığı ve gecikmeler gözetilerek, filtre kestirim performansının kullanım sırasında gözlenmesi ve filtre tasarımına ait değişkenlerin güncellenmesi gerekebilmektedir. Çoğunlukla, belirtilen tasarımlar, gerçek zamanlı uygulamalarda kullanılmadan önce, benzetim ortamlarında oluşturulan sanal senaryolar altında test edilmektedir ve başarıma göre tasarımda iyileştirmelere gidilebilmektedir.

Bahsedilen yöntemlere, sinyal hatları üzerine eklenen örnekleme veya hizalama fonksiyon ve bileşenlerinin getireceği dinamik belirsizlikler ile kademeli filtre yapıları ekleyerek veya filtre katsayılarını zamana göre değiştirerek başa çıkmak gibi çözümler getirmek mümkündür. Bu sayede, en iyi denetime benzer şekilde, dinamik bozucular altında belirli bir kestirim performansı garanti edilebilmektedir.

Bu durum, uyarlamalı denetim yöntemlerinde olduğu gibi, kestirim katsayılarının önceden belirlenmiş kurallara göre güncellenmesi ile sağlanabildiği gibi dinamik bozuntuları tahmin eden bir regresyon yöntemi, örneğin en küçük kareler yöntemi, ile de sağlanabilmektedir. Bu yöntemlerde, ilave fonksiyon eklentilerinin getireceği belirsizliklerin net götürüsü hakkında bir varsayıma ihtiyaç duyulmadan düzeltici hamlelerin gerçek zamanlı olarak uygulanmasına imkân sağlanabilmektedirler. Ancak, bu tip yöntemlerin uygulanması sırasında en çok dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi, tümleşik kestirim performansını artırmaya çalışırken, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığını da gerçek zamanlı olarak gözlemlemek ve gerektiğinde müdahale etmektir.

En az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde ve doğrulukta gelen ölçüm ve verilerin, içerilen bilgiyi en doğru şekilde kıymetlendirerek, gürültü ve hataları azaltarak kaynaştırılması birçok mühendislik, ekonomi ve sosyal bilim uygulamaları açısından önem taşımaktadır. Ancak, veri ve ölçümlerin çok farklı örnekleme frekanslarında olması, farklı zaman dilimlerinde gelmesi, aynı değişkeni belirtmesine rağmen farklı gürültü ve hata paylarına sahip olmaları en verimli şekilde birleştirilmelerini zorlaştırmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda bulunan “CN113449248” numaralı başvuru entegre bir SINS/GNSS sistemi veri birleştirme yöntemi ve bu yöntemi kullanan bir cihazı

açıklamaktadır. Bu yöntemde, Kalman filtresinin varyans-kovaryans matrisleri ve durum değişkeni geçiş matrisi, bulanık mantık kuralları doğrultusunda uyarlamalı olarak güncellenir. Burada önerilen yöntem navigasyon problemine uygulanmıştır. Kalman filtresinin varyans-kovaryans matrisleri ve durum değişkeni geçiş matrisi, bulanık mantık kuralları doğrultusunda uyarlamalı olarak güncellenmektedir. Filtre değişkenlerinin gerçek zamanlı bir şekilde güncellendiği, kestirim gürbüzlüğü'nün sürdürülebilir olduğu, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığının gerçek zamanlı olarak gözlemlenebildiği yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda bulunan "CN109974714" numaralı başvuru çok sensörlü veri birleştirme için, Sigma bazlı Kalman Filtresi ve yönelim hesaplanması için quaternion değerleri üzerindeki hatayı kullanmayı öneren bir yöntemi açıklamaktadır. Bu yöntemde dönüölçer, ivmeölçer ve manyetometre verileri, en uygun sensör ölçüm modelleri kullanılarak birleştirilmektedir. Kalman filtresinin hata varyans-kovaryans matrisleri uyarlamalı Sage-Husa algoritması kullanılarak hesaplanmaktadır. Sigma bazlı Kalman filtresi gibi yüksek hesaplama süresi kullanan bir yöntem değil, yüksek mertebeli, doğrusal olmayan ve kademeli tamamlayıcı filtre yapısının kullanılarak düşük işlem hacmi ile yüksek performans sağlayan bir yönteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda bulunan "CN109919233" numaralı başvuru hedef takip problemine yönelik verilerin birleştirilmesi için kullanılacak, Sigma bazlı Kalman Filtresi temelli, yeni bir takip filtresi tasarım yöntemi ile ilgilidir. Bu yöntem sayesinde, kestirim değerlerinin hesaplanması için doğrusal olmayan fonksiyonlar kullanılarak, sigma örnek noktaları hesaplanmaktadır. Burada, yine doğrusal olmayan durum değişkeni denklemleri kullanılmaktadır. Çapraz varyans-kovaryans matrisi, durum değişkeni kestirim hatasının oto-korelasyonunun hesaplanması sayesinde uyarlamalı olarak güncellenmektedir. Birçok veri birleştirme problemine uygulanabilen, yüksek mertebeli, doğrusal olmayan ve kademeli tamamlayıcı filtre yapısının kullanılarak düşük işlem hacmi ile yüksek performansın sağlandığı yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, uyarlamalı denetim yöntemlerine benzer şekilde, filtre değişkenleri solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi ile güncellenerek gürbüzlüğü'nün sağlandığı yeni bir yönteme ihtiyaç duyulmaktadır.

Tekniğin bilinen durumunda bulunan "CN112987066" numaralı başvuru bir deniz hedefinin konumunun belirlemesi için önerilen veri füzyonuna dayalı bir tasarım

yöntemi ile ilgilidir. Bu yöntem sayesinde, GNSS sisteminden gelen enlem, boylam, irtifa bilgileri, INS sisteminden gelen enlem, boylam, irtifa bilgileri, hava ölçüm sisteminden gelen barometrik bilgiler, iç içe ve sıkı veri füzyonu yapılarak doğrusal olmayan bir Kalman filtresi ile birleştirilmektedir. Birleştirilmiş bilgiler, deniz hedefi tespit

5 sistemine iletilerek, hedef yerinin yüksek hassasiyet ile belirlenmesi sağlanmaktadır. Yöntem doğrusal olmayan Kalman filtresi kullanılarak, öncelikle navigasyon problemine ve hedef yeri tespit çözümüne uygulanmıştır. Doğrusal olmayan Kalman filtresi sayesinde, navigasyon sensörlerinden gelen veriler iç içe ve sıkı birleştirme yöntemi ile kaynaştırılmakta ve navigasyon durum değişkenlerinin kestirimi

10 sağlanmaktadır. Filtre değişkenlerinin gerçek zamanlı bir şekilde güncellendiği ve böylece kestirim gürbüzlüğünün sürdürülebilir olduğu, tümleşik kestirim performansını artırmaya çalışırken, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığının gerçek zamanlı olarak güncellendiği, başarımlı performansı yüksek yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Mevcut sistemde bulunan dezavantajlardan biri de yukarıda bahsedildiği üzere veri

15 birleştirme sistemlerinin tek bir yapıya, örneğin navigasyon, hedef tespit yeri, uygulanabildiği sistemler veya yöntemler olmasıdır. Bu sebeple birçok sisteme de uygulanabilen yeni bir teknolojiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç olarak yukarıda anlatılan olumsuzluklardan dolayı ve mevcut çözümlerin konu

20 hakkındaki yetersizliği nedeniyle ilgili teknik alanda bir geliştirme yapılması gerekli kılınmıştır.

Buluşun Kısa Açıklaması ve Amaçları

Buluşun en önemli amacı, dinamik bozuntular neticesinde filtre değişkenlerinin gerçek zamanlı bir şekilde güncellenebilmesi ve gürbüzlüğün sürdürülebilmesi ile, geleneksel tekniklerle tasarlanmış bir kestirim filtresinin nominal durumdaki performansına yakın

25 bir başarımlı elde edilmesinin sağlanmasıdır.

Buluşun bir diğer amacı, tümleşik kestirim performansları artırmaya çalışırken, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığının gerçek zamanlı olarak gözlemlenmesi, bu kapsamda solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi ile güncellenen kestirim katsayılarının karşılık geldiği eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının yinelenen en küçük

30 kareler yöntemi ile kestirilmesinin sağlanmasıdır. Bu sayede, kapalı döngü kutuplarının

istenilen kararlılık marjı içerisinde kalmasını sağlayacak şekilde hesaplamaları sınırlandırmak ve yönetmek mümkün olmaktadır.

5 Buluşun bir diğer amacı, yüksek mertebeli, doğrusal olmayan, kademeli tamamlayıcı, uyarlamalı filtre yapısı ile başarımlı performansı yüksek ancak gerektirdiği işlem hacmi yüksek, doğrusal olmayan katman filtresi uygulamalarının benzer performanslarına ulaşılabilmesini sağlamaktır. Buluşta önerilen filtrenin, konum kestirime yönelik olarak etkin ölçüm ve veri kaynaştırması yapılması sağlanmaktadır.

10 Buluşun bir diğer amacı, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığının gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve güncellenen kestirim katsayılarının karşılık geldiği eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının kestirilerek kestirim döngüsünün istenilen kararlılık marjı içerisinde kalmasının sağlanmasıdır. Bu sayede, buluş ile geliştirilen yöntem devredeyken, kestirim filtresinin tümleşik kararlılığı bozulmamakta ve belirsizlik tahminleri yapmadan kestirime gerçek zamanlı olarak devam etmesi mümkün olmaktadır.

15 Buluşun bir diğer amacı, yüksek mertebeli, doğrusal olmayan, kademeli tamamlayıcı, uyarlamalı yapılar ile başarımlı performansı oldukça iyi, ancak gerektirdiği işlem hacmi yüksek, doğrusal olmayan kalman filtresi uygulamalarına benzer performanslara daha az maliyetle ulaşılabilmesidir.

20 Buluşun bir diğer amacı, yöntemin konum kestirime, pozisyon, hız ve ivme kullanılabilecek şekilde, doğrudan uygulanabilmesinin sağlanmasıdır. Bu amaçla buluşta yüksek mertebeli filtreler kullanılmaktadır. Ayrıca, geliştirilen yöntemde bulunan yüksek filtre mertebeleri sayesinde, tümleştirilecek verilerin ve ölçümlerin gürültü seviyeleri istenilen düzeylere indirilebilmektedir.

25 Buluşun bir diğer amacı, en az iki kaynaktan bir diğer deyişle farklı kaynaklardan, farklı zaman dilimlerinde ve doğrulukta gelen ölçüm ve verilerin, içerilen bilgiyi doğru şekilde kıymetlendirerek, gürültü ve hatalarından arındırılarak kaynaştırılmasının sağlanmasıdır. Bu sayede kestirime yönelik hassasiyet ve gürbüzlük metrikleri arttırılmaktadır.

30 Buluşun bir diğer amacı, birçok veri birleştirme problemine uygulanabilir olmasıdır. Buluş kapsamında önerilen akıllı ve yönetilebilir veri ve ölçüm birleştirme yöntemi

sayesinde sadece navigasyon amacı ile yönelim ve pozisyon kestirimi değil, en az iki kaynaktan gelen ve aynı fiziksel özelliğe ait farklı verilerin en uygun şekilde kıymetlendirilmesi de mümkün olmaktadır. Bu özellik, yöntem içerisinde önerilen ilk hizalama modülü ve ön şekillendirme modülü kullanılarak yapılmaktadır.

5 **Şekillerin Açıklaması:**

ŞEKİL-1; Buluş konusu birleştirme sistemi ve yöntemin akış diyagramını veren çizimdir.

Buluşu Oluşturan Unsurların/Parçaların Tanımları

Bu buluş ile geliştirilen en az iki kaynaktan, değişken hassasiyetlerde gelen bilgilerin, kolay yönetilebilir ve nispeten az işlem gücü ile birleştirilmesini sağlayan sistemin ve yöntemin daha iyi açıklanabilmesi için şekillerde yer alan parça ve unsurlar numaralandırılmış olup, her bir numaranın karşılığı aşağıda verilmektedir:

1. İlk hizalama modülü
2. Ön şekillendirme modülü
3. Kademeli birleştirme filtresi modülü
4. Uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü
5. Eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülü
6. Anahtar

20 **Buluşun Ayrıntılı Açıklaması**

Buluş, en az iki kaynaktan, değişken hassasiyetlerde gelen bilgilerin birleştirilmesini sağlayan bir sistem ve yöntem ile ilgilidir. Buluş özellikle, doğrusal olmayan kademeli filtre mimarisi yapılarını regresyon kullanan uyarlamalı denetim teknikleri ile birleştiren bir elektronik cihazdaki sistem ve yöntem ile ilgilidir.

25 Bahsedilen sistem ve yöntem bir elektronik cihazdadır ve bu elektronik cihaz en temel haliyle ilk hizalama modülü (1), ön şekillendirme modülü (2), kademeli birleştirme filtresi modülü (3), uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü (4) ve eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülü (5) içermektedir.

Buluş ile geliştirilen yöntemde ilk olarak en az iki kaynaktan, değişken zaman ve doğrulukta gelen ölçüm ve veriler, gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen zamanın belirlenmesi ve örnekleme frekansı yapılması için ilk hizalama modülüne (1) iletilmektedir. Elektronik cihazda bulunan ilk hizalama modülü (1)

5 içerisinde tüm veriler ve ölçümler istenilen referans zamana göre hizalanmakta ve istenilen örnekleme frekanslarında örneklenmektedir.

Ölçüm ve veri kaynaştırma uygulamalarında kaynaklar çok farklı olabilmektedir. Örneğin, Küresel Konumlandırma Sistemi ve Atalet Navigasyon Sistemi verileri kullanılarak bir hava aracının pozisyon, hız ve yönelimi belirlenebilmektedir. Bir diğer

10 örnek ise yol kenarında toplanan akustik, görüntü ve sensör verilerini kullanarak araç trafik durumunun (düşük trafik, trafik sıkışıklığı, orta akış) belirlenebilmesidir. Ölçüm ve veri kaynaştırma uygulamalarında çoğunlukla kullanılan algılayıcı kaynaklar ivmeölçerler, dönüölçerler, küresel konumlandırma sistemi, LİDAR, kızılötesi/termal görüntüleme sistemleri, manyetik sensörler, RF sensörler/Radar, radyo-teleskoplar,

15 sismik sensörler, sonar ve diğer akustik sensörler, gündüz/TV görüntüleme sistemleri olabilmektedir. Söz konusu buluşta da belirtilen kaynaklardan en az iki tanesi kullanılarak verilerin alınması gerçekleştirilmektedir.

İlk hizalama modülünde (1) bulunan tüm verilerin ve ölçümlerin gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen zamana göre hizalanması ve istenilen

20 örnekleme frekanslarında örneklenmesinden sonra, hizalanmış veri ve ölçümler ön şekillendirme modülüne (2) iletilmektedir. Elektronik cihazda bulunan bir diğer modül olan ön şekillendirme modülü (2), veri ve ölçümlerin gürültü seviyelerine, şekillendirme sırasında ihtiyaç duyulabilecek türev değerlerinin arzu edilen hassasiyetlerine bağlı olarak, tümleşik yapıda doğrusal bir Kalman filtresi ya da solan bellekli Beta-filtresi

25 olarak seçilmektedir. Eğer veriler birden çok kaynaktan geliyorsa öncelikle doğrusal bir Kalman filtresinde tümleştirilmektedir. Bu aşamadan sonra, tümleştirilmiş verinin zamana göre türevini hesaplamak üzere, solan bellekli Beta-filtresi kullanılmaktadır. Ancak, eğer bir sonraki modülün (Kademeli birleştirme filtresi modülü) ihtiyacı olan, türev değerleri için arzu edilen hassasiyet solan bellekli Beta-filtresinin ürettiği sonuçlar

30 ile elde edilememiş ise, doğrusal Kalman filtresinin ürettiği türev değerleri kullanılmaktadır.

Ön şekillendirme modülünün (2) çalışmasının başlatılabilmesi için, sabit filtre katsayıları sabit hafızaya işlenmektedir. Sabit filtre katsayıları, buluş ile geliştirilen veri ve ölçüm birleştirme yönteminin çalıştırılacağı elektronik cihaza sayısal veri iletim yolu ile erişilerek (sayısal veri hattı), yöntemin gerçek zamanda çalışması esnasında silinmesine imkân vermeyecek şekilde sabit hafızaya yazılır.

Şekillendirilmiş veri, ölçümler ve bunların zamana bağlı türevleri, kademeli birleştirme filtresi modülüne (3) iletilmektedir. Elektronik cihazda bulunan bir diğer modül olan kademeli birleştirme filtresi modülü (3), veri birleştirilmesine uygun doğrusal olmayan kinematik veya dinamik denklemler ile üç kestirim katsayısı ve ikinci derecede serbest sayısal integral kullanan, kademeli veri tümleştiren bir yapıdadır. Ölçüm veya verilerin, gerçek zamanlı kestirim değerleri ile kademeli bir şekilde karıştırılması için, ölçüm, veri, kestirim değerlerinin güven oranlarını belirten katsayılar, önceden sabit hafızaya işlenmektedir. Ayrıca, bu filtrenin çalışmaya başlaması için önceden belirlenen filtre ilk katsayıların da sabit hafızada yer almaktadır. Kademeli birleştirme filtresi modülü (3) kapsamında, işlem yükününün asgari düzeyde tutulması ve belirli bir doğruluğun garantilenmesi için, sayısal integral alma işlemleri üçüncü seviye, diferansiyel denklemlerin zamana bağlı sayısal çözümlerinin hesaplanabilmesi için kullanılan Adams-Bashforth yöntemi kullanılmaktadır. Ek olarak, sayısal integrallere giren değerlerin istenmeyen düzeylere ulaşmasını önlemek üzere, her integral girişinde, koruyucu amaçlı sınırlandırma fonksiyonları kullanılmaktadır. Koruyucu amaçlı sınırlandırma fonksiyonları, bir değer en üst ve en alt sınırının belirlenerek, işlemler sırasında o değer belirlenen üst ve alt sınırları aşmamasını sağlayan zorlayıcı fonksiyonlardır.

Buluş ile geliştirilen yöntemde, birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hataları, birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hatalarının sayısal integral ve türevleri, eniyilenmiş filtre katsayılarını hesaplamak ve kademeli birleştirme filtresi modülünü (3) gerçek zamanda uyarlamalı hale getirmek için uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülüne (4) iletilmektedir. Elektronik cihazda bulunan bir diğer modül olan uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü (4); gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen zaman verisine bağlı olarak istenilen aralıklarla aktive edilen ve elektronik cihazda bulunan anahtar (6) ile açılmakta ve kapatılmaktadır. Burada istenilen aralıklar sabit zaman aralıklarıdır. Uygulamanın, veri ve ölçüm birleştirme yönteminin

gerektirdiği aralıklarla anahtarlama açma-kapama yapılarak varyans-kovaryans matrisi yeniden tanımlanmakta ve sayısal integral değeri kontrol edilerek gerekiyorsa başlangıç değeri ilk değeri geri atanabilmektedir. Genellikle, bir saniye ve katları şeklinde kullanılan anahtarlama aralıkları istenilen performansı sağlamaktadır.

- 5 Anahtarın (6) açık olması durumunda, eniyilenmiş filtre katsayıları birleştirilmiş veri ve ölçümlerin kestirim hataları, bu hataların sayısal integral ve türevleri ve solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi kullanılarak hesaplanmaktadır. Anahtarın (6) kapalı olması durumunda, anahtarın (6) açık olduğu süre zarfında hesaplanmış en son değeri sabit tutulmakta ve kademeli birleştirme filtresi modülünde (3) değeriştirilmeden
- 10 kullanılmaktadır. Uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü (4) için anahtar konumunun ilk durumu kapalı olarak belirlenmiştir. Bu ilk durum süresince kullanılacak önceden belirlenmiş filtre ilk katsayıları hafızaya önceden işlenmiştir.

- Solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi ile hesaplama yapmak için de unutma oranı da önceden belirlenmiştir ve sabit hafızaya işlenmiştir. Anahtar (6)
- 15 açılma veya kapanma durumlarında, regresyon kestiriminin patlamaması için varyans-kovaryans matrisi yüksek değeri pozitif-tanımlı bir matris olarak yeniden tanımlanmaktadır. Ayrıca anahtar (6) açılma durumunda, kademeli birleştirme filtresi modülü (3) kapsamında kullanılan sayısal integral değeri kontrol edilmekte ve önceden belirlenen yüksek değeri ulaşımlarsa, başlangıç değeri ilk değeri geri atanabilmektedir.
- 20

- Uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü (4) tarafından hesaplanan katsayılar filtre performansını eniyileyecek katsayılar olmasına rağmen, elektronik cihazda bulunan bir diğeri modül olan eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülü (5) sayesinde sinyal hatları üzerinde yer alan örnekleme ve hizalama fonksiyon ve
- 25 bileşenlerinin getirdiği dinamik bozuntu ve belirsizliklerin etkileri gözetilerek eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının hesaplanması sağlanmaktadır. Eşlenik filtre kararlılık izleme ve yönetim modülünde (5) kullanılan yinelenen en küçük kareler yöntemi ile eşlenik filtrenin kapalı döngü kutuplarının yerleri belirlenmektedir. Böylece, kapalı döngü kutuplarının yerlerinin istenilen kararlılık marjı içerisinde kalması
- 30 sağlanmaktadır. İstenilen kararlılık seviyeleri içinde tutulan kutup değeri kullanılarak düzeltilmiş filtre katsayıları hesaplanmaktadır ve uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülüne (4) iletilmektedir. Eşlenik filtrenin kapalı döngü kutuplarının

yerlerinin kestirilmesine başlamak için önceden belirlenen kutup yeri ilk değerleri sabit hafızaya işlenmektedir. Bahsedilen sabit hafıza, salt okunur bellek tipleridir. Bu bellek tipleri PROM (Programmable Read Only Memory-Programlanabilir Salt Okunur Bellek), EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory-Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek) isimleri ile bilinmektedir. Genel olarak defalarca programlanabilme ve silinebilme özelliğine sahip oldukları, uçucu bir bellek olmadıkları, güç kesilmesi, bilgisayarın yeniden başlatılması gibi durumlarda veri kaybı yaşanmaması gibi sebepler gözetilerek EEPROM (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory-Elektronik Olarak Silinebilir Programlanabilir Salt Okunur Bellek) kullanılmaktadır.

Buluş ile geliştirilen yöntemde, en az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde ve doğrulukta gelen ölçüm ve verilerin, istenilen örnekleme frekanslarına ve mutlak referans zamanına göre hizalandırılması için ön şekillendirme modülü (2) bulunmaktadır. Bu ön şekillendirme modülünün (2) getireceği dinamik bozuntular uyarlanmış filtre katsayıları hesaplama modülü (4) sayesinde gerçek zamanlı olarak gözlenmekte, uyarlamalı denetim yöntemlerine benzer şekilde, filtre değişkenleri eniyilenmektedir.

Buluş ile geliştirilen sistem ve yöntem ile dinamik bozuntular neticesinde filtre değişkenlerinin gerçek zamanlı bir şekilde güncellenebilmesi ve gürbüzlüğün sürdürülebilmesi sayesinde, geleneksel tekniklerle tasarlanmış bir kestirim filtresinin nominal durumdaki performansına yakın bir başarımla elde edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca tümleşik kestirim performansını artırmaya çalışırken, tüm mimarinin kapalı döngü kararlılığının gerçek zamanlı olarak gözlemlenmesi, bu kapsamda solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi ile güncellenen kestirim katsayılarının karşılık geldiği eşlenik filtre kapalı döngü kutuplarının yinelenen en küçük kareler yöntemi ile kestirilmesi de sağlanmaktadır. Böylece, kapalı döngü kutuplarının istenilen kararlılık marjı içerisinde kalmasını sağlayacak şekilde hesaplamaları sınırlandırmak ve yönetmek mümkün olmaktadır.

Buluşta ayrıca yüksek mertebeli, doğrusal olmayan, kademeli tamamlayıcı, uyarlamalı filtre yapısı ile başarımla performansı oldukça iyi, ancak gerektirdiği işlem hacmi yüksek, doğrusal olmayan kalman filtresi uygulamalarının benzer performanslarına ulaşılabilmesi de sağlanabilmektedir. Geliştirilen filtrenin, konvansiyonel, birinci

derece, tamamlayıcı filtre uygulamalarından farklı olarak, daha yüksek mertebelere sahip olması sayesinde, sadece yönelim değil, aynı zamanda konum kestirimine yönelik olarak da etkin ölçüm ve veri kaynaştırması yapılabilmesi sağlanmaktadır.

5 Buluş ile geliştirilen yöntemde, en az iki kaynaktan, değişken zamanlarda ve doğruluklarda gelen ölçüm ve verilerin, istenilen örnekleme frekanslarına ve mutlak referans zamana göre hizalandırılmasına yönelik fonksiyon ve bileşenler sinyal hatları üzerinde yer almaktadır. Ancak, bu fonksiyon ve bileşenlerin getireceği dinamik bozuntular gerçek zamanlı olarak gözlenmekte ve uyarlamalı denetim yöntemlerine benzer şekilde, filtre değişkenleri solan bellekli özyinelemeli en küçük kareler yöntemi 10 kullanılarak güncellenmektedir. Özyinelemeli en küçük kareler yöntemi, giriş sinyalleriyle ilgili ağırlıklı doğrusal en küçük kareler maliyet fonksiyonunu en aza indiren katsayıları özyinelemeli olarak bulan uyarlanabilir bir filtre algoritmasıdır. Solan bellekli uygulamalarda eski kestirim değerlerine zamana bağlı olarak gittikçe daha az ağırlık vermeyi sağlayan unutma katsayıları kullanılır. Aynı amaca yönelik olarak kullanılan 15 rakiplerinin çoğuyla karşılaştırıldığında, bu algoritma son derece hızlı yakınsama sergiler.

Buluştta ayrıca klasik tamamlayıcı filtre uygulamalarına kıyasla yüksek filtreler kullanılmakta, böylece yöntemin, konum kestirimine, pozisyon, hız ve ivme kullanılabilecek şekilde, doğrudan uygulanabilmesine imkân sağlanmaktadır. Ayrıca 20 yöntemde bulunan yüksek filtre mertebeleri sayesinde, birleştirilecek verilerin ve ölçümlerin gürültü seviyeleri istenilen düzeylere indirilebilmektedir.

Buluş ile geliştirilen yöntemde, en az iki kaynaktan, farklı zaman dilimlerinde ve doğruluklarında gelen ölçüm ve verilerin, içerilen bilgiyi doğru şekilde kıymetlendirerek, gürültü ve hatalarından arındırılarak kaynaştırılması mümkün kılınarak, konvansiyonel 25 yöntemlere göre kestirime yönelik hassasiyet ve gürbüzlük metrikleri artırılmış olmaktadır.

Buluş kapsamında önerilen akıllı ve yönetilebilir veri ve ölçüm birleştirme yöntemi sayesinde sadece navigasyon amacı ile yönelim ve pozisyon kestirimi değil, en az iki kaynaktan gelen ve aynı fiziksel özelliğe ait farklı verilerin en uygun şekilde 30 kıymetlendirilmesi de mümkün olmaktadır. Bu özellik, yöntem içerisinde önerilen ilk hizalama modülü (1) ve ön şekillendirme modülü (2) kullanılarak yapılmaktadır. İlk

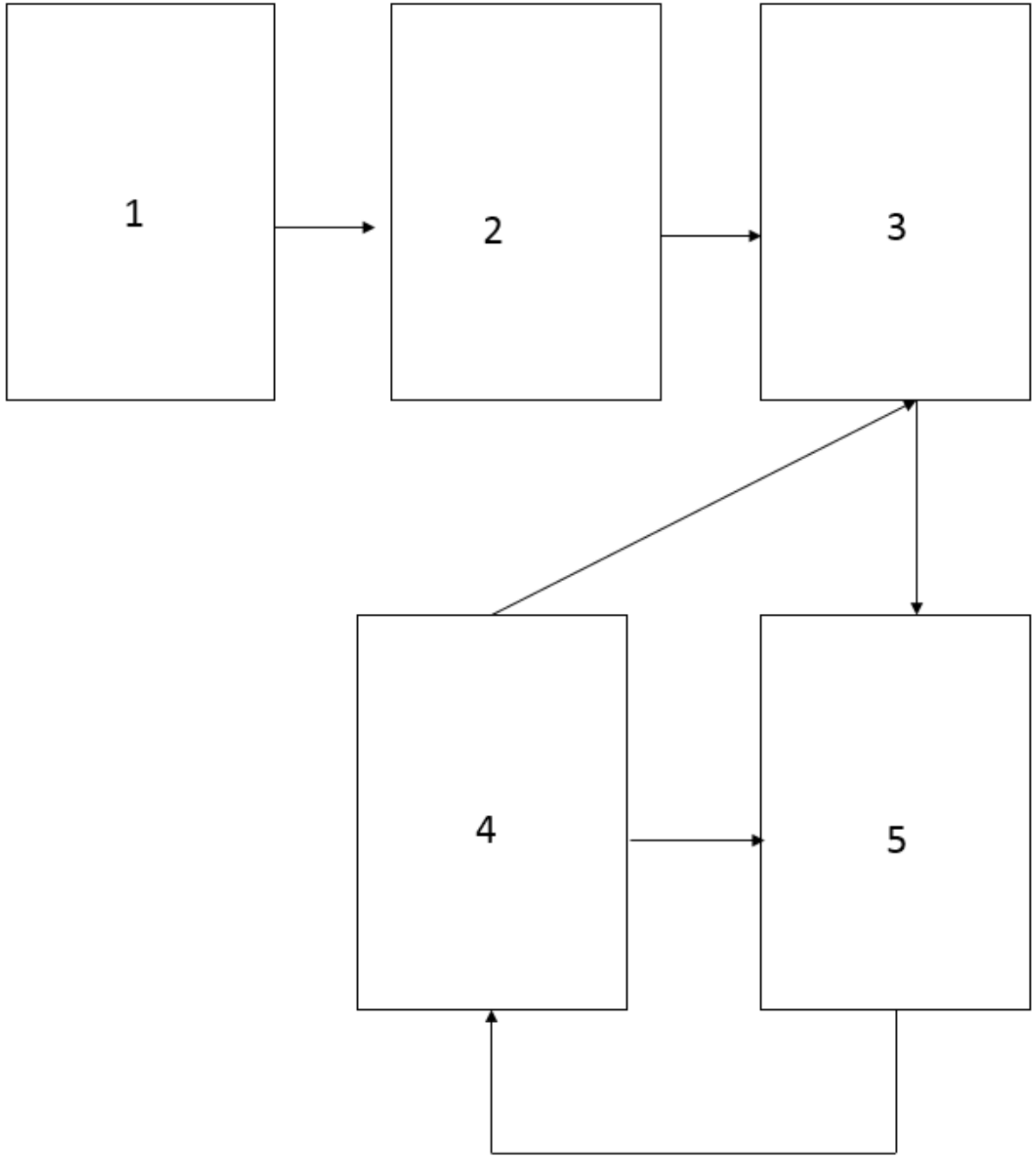
hizalama modülünde (1) en az iki kaynaktan gelen veri ve ölçümler belirlenen gözlemciler, veriler, kaynaklar için aynı olduğu kabul edilen zamana göre hizalanır ve istenilen örnekleme frekanslarına getirilmektedir.

5 Ön şekillendirme modülünde (2) ise tümleşik yapıda doğrusal bir Kalman filtresi ya da solan bellekli Beta-filtresi kullanılarak tüm verilerden pürüzleri giderilmiş ve tümleştirilmiş veriler üretilmesi sağlanmaktadır. Örneğin, sadece bu iki katman kullanılarak, bir uçağın üzerinde farklı yerlerde bulunan farklı hücum açısı ölçer verileri kullanılarak, uçak gövdesi ile gerçek hava hızı arasındaki açı tek bir değere indirilerek tümleştirilebilmektedir. Benzer şekilde, veri ve ölçüm birleştirme yöntemi sayesinde bir 10 uçağın rotasına ait, farklı zaman dilimlerinde, hava trafik kontrol ve takip sistemleri ile uçak üzerinde bulunan ataletsel navigasyon sisteminden ayrı ayrı toplanmış enlem, boylam ve irtifa bilgileri, bilgi kaynaklarının hata olasılıkları değerlendirilerek tümleştirilebilmektedir.

15

20

25



Şekil – 1