

## **ÖZET**

### **ÇOKLU KAMERALAR İLE HAVADAN GÖZETİM SİSTEMİ**

Buluş konusu ürün havadan görüntüleme farklı tip çekim özelliklerine sahip birden fazla kameranın aynı anda kullanılması ve bu kullanılan kameraların aldığı görüntülerin eşlenmesi için bir yöntem ve bu yöntem ile çalışan bir havadan gözetleme sistemi ile ilgilidir.

## İSTEMLER

- 1- Buluş konusu ürün yerinde işlemeye olanak sağlayan bir havadan görüntüleme sistemi olup özelliği bir hava aracı platformu üzerinde eş doğrultuda bulunan bir görünür ve yakın kızılötesi (VNIR) kamera, bir kısa dalga kızılötesi kamera ve bir görünür bölge kamera bulundurması; bir konum sensörü (GPS), bir doğrultu sensörü (IMU) ve bir yükseklik dağılımı (DEM) bulundurması; görüntüler ile GPS, IMU ve DEM verilerini eşleştirmesi, bu verileri kullanarak görüntülerin birbiri üzerine çakıştırılması yoluyla işlenmesi ile karakterize edilmesidir.

## **TARİFNAME**

### **ÇOKLU KAMERALAR İLE HAVADAN GÖZETİM SİSTEMİ**

#### **TEKNİK ALAN**

- 5 Buluş konusu ürün havadan görüntülemeye farklı tip çekim özelliklerine sahip birden fazla kameranın aynı anda kullanılması ve bu kullanılan kameraların aldığı görüntülerin eşlenmesi için bir yöntem ve bu yöntem ile çalışan bir havadan gözetleme sistemi ile ilgilidir.

#### **TEKNİĞİN BİLİNER DURUMU**

- 10 Tekniğin bilinen durumunda birden fazla kamera ile havadan gözetleme ile ilgili bazı teknikler gözlenmiştir. Bunlar genel olarak birden fazla kamera kullanımına olanak sağlayan sistemler olup, bunlardan yakın olduğu düşünülenler şöyledir;

- Rosnell ve Honkavaara, birden fazla kamera ile havadan yapılan görüntülemeye bir nokta bulutu oluşturmaya ve bu nokta bulutu içinde eşleşen nokta izlerinin eşleştirilmesi yoluyla bir görüntü üzerinde birden fazla kameradan gelen veriyi birleştirmeyi öngören bir düzenekten bahsetmektedir. Dahası, birden fazla tip kameranın aynı anda kullanılmasına ilişkin bir ifade de görülememiştir. Fakat her kameradan gelen verileri nokta bulutu haline getirmek, bu nokta bulutları üzerinde bir kıyas ve eşleştirme çalışması yapmak araç üzerinde gerçekleştirilemeyecek kadar zorlu bir işlemdir. Dahası, farklı spektrumda görüntü alan
- 15
- 20 kameralar ile bunu yapmak çoğu zaman yüksek hataya yol açar ve görüntülerin çakışma oranını düşürür.

US5,789,786 numaralı ABD Patenti ise hareket eden araçlar için bir kamera düzeneği ve iki ekseninde görüntü düzeltme düzeneği içeren bir piksel transferi sistemi önermektedir. Bu esas olarak her bir kameranın aldığı görüntünün yerini tespit etmeye ve aynı yeri çeken

kameralardan gelen görüntüleri birleştirmeye dönük bir düzenektir. Fakat bu sistemin farklı biçimlerde (kare-çizgi) (line scanner / push broom) görüntü alan kameralar için sonuç vermesi topolojik olarak mümkün değildir; yalnızca yaklaşık en-boy oranında ve yakın boyutta alanı tarayan çerçeve kameralar için sonuç verebilir.

- 5 US7,339,614 numaralı ABD patenti hareket eden bir platformdan birden fazla eş eksenli lens ile alınan görüntü için köşeler ve diğer görüntü unsurlarını kullanarak görüntü eşleştirmesi yapan bir yöntemi kullanan ve onlarca aynı tür kamera ve sensör ile görüntü alan bir sistemden bahsetmektedir. Görüntü üzerindeki izler, köşeler ve benzeri işaretler farklı spektrumda görüntü alan cihazlarda farklı nitelikler arz ettiğinden, bunların eşleştirilmesi sağlıklı bir görüntü
- 10 eşleştirmesi yapmaya imkân tanımadığından bu yöntem birçok soruna yol açmaktadır. Dahası bu kadar fazla görüntüleme cihazı ve sensör kullanımı hem cihaz maliyeti açısından hem de gelen verinin saklanma ve işlenmesinin zorluğu bakımından ciddi dezavantajlar ve zorluklar barındırmaktadır.

- WO2008/075335 numaralı PCT başvurusunda aynı hat üzerinde farklı açılar ile yerleştirilmiş
- 15 bulunan kameralar ile alınan görüntülerin farklı açısal karakterde ve farklı distorsiyon değerlerinde olmalarına karşın çekildikleri GPS koordinatlarının kaydedilmesi ile kaydettikleri görüntülerin alanlarının hesaplanarak aynı alana denk gelen görüntülerin eşleştirilmesine dayanan bir sistemden bahsedilmektedir. Bu sistemin birçok dezavantajı vardır; birincisi çeken araç titreşimleri kameraların kaydettiği alanlarda irtifa göz önüne alındığında ciddi kaymalar
- 20 meydana getirmektedir. Bununla beraber, yüzey düz olmadığında böyle bir eşleştirme yapmak hata paylarının artmasına sebep olmaktadır. Dahası, GPS sinyali teknolojinin tüm ilerlemesine rağmen kesintisiz olarak sağlanamamakta, dolayısıyla bir noktanın net görüntüsünü oluşturmak için çoğu zaman birden fazla geçiş ihtiyacı doğmaktadır.

## BULUŞUN AYRINTILI AÇIKLAMASI

Buluş konusu ürün havadan birden fazla kamera ile alınan görüntülerin adreslenmesi ve eşlenmesi sorununu çözmek üzere bir yöntem ve bu yöntemi kullanan bir sistem önermektedir.

Buna göre üç kamera içeren bir görüntü alma ünitesi içerisinde bir yüksek çözünürlüklü

5 fotoğraf makinası ile görünür bölgede, bir VNIR (visible and near-infrared/görünür ve yakın kızılötesi) kamera ve bir SWIR (short wave infrared/kısa dalga kızılötesi) kameranın aynı anda aynı eksende görüntü alacak biçimde yerleştirilmesi ile elde edilir. Burada bu üç kameranın seçilmiş olmasının özel bir avantajı vardır; görünür bölgede çekim yapan yüksek çözünürlüklü kamera biçim bilgisi sağlarken, kızılötesi bölgede görüntü alan kameralar imza bilgisi sağlar.

10 Diğer bir deyişle bir görüntünün biçim bilgisi ile içerik bilgisi aynı anda alınabilir.

Fakat bu noktada iki sorun ortaya çıkmaktadır; görünür bölgede çekim yapan kamera kare biçiminde görüntü elde ederken, kızılötesi bölgede çekim yapan kamera çizgi (line) biçiminde görüntü kaydetmektedir. Dolayısıyla ham halde bunların üst üste bindirilerek kullanılması mümkün olmamaktadır. Dahası, havadan görüntü alırken oluşan sarsıntılar dolayısıyla çizgi

15 biçiminde alınan görüntüyü doğrudan kare haline getirip eşleştirmek ciddi biçimde hata yapmaya sebep olmaktadır.

Bu sorunları çözmek için, buluş konusu ürün bir koordinatlandırma yapar. Buna göre buluş

konusu ürün bir konum sensörü (GPS), bir yönelim sensörü (IMU) ve bir yükselti dağılımı

(DEM) bulundurur. Bu konum sensörü vasıtasıyla çekim yapılan yerin koordinatları, yönelim

20 sensörü vasıtasıyla çekim yapan platformun eğimleri, yükselti dağılımı vasıtası ile de görüntü alınan yerin konumu net olarak elde edilir.

Bu konum bilgisi ile birlikte eş doğrultuda konumlandırılmış VNIR ve SWIR kameralar aynı

odak ile aynı alandan çizgi halinde çekim yaptığından, bunlar tek koordinatlama ile bahsedilen

üç bilgi de (GPS, IMU ve DEM) kullanılarak adreslenir. Bu adreslenen görüntü iki kameradan

25 gelen görüntünün adreslenmesi sorununu çözmektedir. Aynı biçimde, görünür bölge çekimi

yapan kameradan gelen görüntüler de bu üç bilgi (GPS, IMU ve DEM) ile adreslenir. Bu adreslenen görüntülerin tamamı bir geçici bellekte tutulur. Böylelikle olası bir sarsıntı durumunda kameranın nereden gördüğünü, hangi açıyla gördüğünü, hangi yüksekliği çektiği bilgisi ile görüntü eşlenik olarak buluş konusu ürün içerisinde bulundurulur.

- 5 Bu aşamada her ne kadar adreslemesi yapılmış olsa da iki farklı tip görüntü vardır; bunlar çizgi tipi kızılötesi görüntü (VNIR ve SWIR kameradan gelen) ve kare tipi görünür bölge görüntüsü (görünür bölge kamerasından gelen) olarak ifade edilir. Bu üç görüntü birbirleri ile karşılaştırılarak stereo bir görüntü elde edilir.

- Bu işlemi diğerlerinden ayıran hususlar üç farklı spektral aralıkta üç farklı çözünürlükte çekim yapan üç farklı kamera görüntüsünü adresleyip birbiri üzerine karşılaştırarak bir tek görüntü oluşturması ve bu işlemi anlık olarak çevrimdışı yapabilmesidir. Çevrimdışından kasıt görüntüleri herhangi bir yere aktarma ihtiyacı duymaması, doğrudan alındığı ortamda düşük güç ihtiyacı ile yapılabilir. Bu sayede görüntüleri bir noktadan diğerine aktarmak ile vakit kaybedilmez, anlık istihbarat elde edilmiş olur.

- 15 Buluş konusu ürünün yakın çözümlere göre diğer bir üstünlüğü de, uzamsal ve spektral görüntünün üst üste bindirilerek yüksek çözünürlüklü bir görüntü elde edilmesine olanak sağlamasıdır. Bu sayede hedefin biçimi görünür bölgede çekim yapan kameradan yüksek çözünürlüklü olarak alınırken, hedefin iz karakteristiği VNIR ve SWIR bölgelerde çekim yapan kameralar ile elde edilir ve aynı görüntü üzerinde kullanılabilir. Böylelikle istihbarat birimleri
- 20 görüntü alınmasından itibaren neredeyse anlık olarak biçim ve içerik bilgisini tek noktadan alabilirler. Örneğin uçaktan alınan bir nakil vasıtası görüntüsü buluş konusu sistem ile karşılaştırılıp sunulduğunda, henüz nakil aracı menzil içindeyken aracın şekil özellikleri (model, renk, vb.) ile aracın yükünün imzası (patlayıcı, gıda ürünü vb.) eşzamanlı olarak görüntü alan uçak içinde gösterilip diğer birimlere aktarılabilir. Bu örnek anlatımı kolaylaştırmak için
- 25 verilmiş olup, herhangi bir biçimde bağlayıcı olarak değerlendirilmemelidir.