

[1267]

UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN YÜKSEK PERFORMANSTA İŞLENMESİ ÜZERİNE BİR İNCEME: VEKTÖR TABANLI MOZAIK ÖRME DURUM ÇALIŞMASI

Süleyman EKEN¹, Ahmet SAYAR²

¹Arş. Gör., Kocaeli Üniversitesi, Bilgisayar Bölümü, 41380, Kocaeli, suleyman.eken@kocaeli.edu.tr

²Doç. Dr., Kocaeli Üniversitesi, Bilgisayar Bölümü, 41380, Kocaeli, ahmet.sayar@kocaeli.edu.tr

ÖZET

Uydu, uzaktan algılama, uydu görüntülerinin yüksek performansta işlenmesi ve farklı uydu sensörlerinden elde edilen uydu görüntülerinden nesne çıkarım çalışmaları son yıllarda popüler bir konu olmuştur. Ülkemizde de ilk yerli alçak yörünge (700 kilometre civarında) uyduları Göktürk2 ve RASAT'ın kurulmasının ardından Ay'a derin gözlem uydusu göndermek de 2023 hedefleri arasında yer almaktadır. İlgili gelişmelerle beraber uydu görüntülerinin çeşitli amaçlar doğrultusunda daha etkin bir biçimde kullanılması da kaçınılmazdır. Biz de bu çalışmamızda uyduların çekmiş olduğu parça (mozaik) görüntüleri üzerinden, yüksek performanta işlenmesi ve zorlukları ile eşle/indirge mimarisine dayalı büyük veri çatısıyla, ölçeklenebilir ve yüksek başarılı görüntü örme ve nesne çıkarımı mimarilerini inceledik.

Anahtar Sözcükler: görüntü örme, yüksek performans hesaplama, büyük miktar uydu görüntüleri, eşle/indirge, raster-vektör

ABSTRACT

A REVIEW ON HIGH PERFORMANCE PROCESSING OF SATELLITE IMAGES: CASE STUDY ON VECTOR BASED STITCHING OF MOSAIC IMAGES

High performance processing of satellite images and object extraction from images captured by different satellite sensors have been popular topics in recent years. After establishment of the first domestic low-earth orbit (about 700 kilometers) Göktürk2 and RASAT in our country, to send observation satellite to the moon is also among the 2023 targets. With related advances, it is inevitable that usage of satellite images in a variety of purposes effectively. In this study, we firstly give high performance processing of mosaic satellite images and its difficulties. Then, we present MapReduce based architectures for stitching massive mosaics data and extraction objects in scalable and high-performance manner.

Keywords: image stitching, high performance computing, large scale of satellite mosaics, mapreduce, raster-vector

1.GİRİŞ

Uydular önceden belirlenen yörüngeleri etrafında ve belirli standart koordinat aralıklarında (bounding box) yerkürenin parça resimlerini çekerler ve yeryüzündeki istasyona iletirler. Bu şekilde dünya etrafındaki tam devirlerini tamamlayıp, dünya yüzeyini parça görüntüleri seti olarak tanımlarlar. Bu parça görüntüleri, mozaik (mosaic) ya da kiremit (tile) olarak adlandırılır. Ancak bu resimler sabit-değişmeyen yörüngeleri üzerindeki koordinat aralıklarına göre alındığı için çoğu zaman nesne olarak tanımlanabilecek görüntüleri (yol, ada, göl vb.) bir bütün olarak yakalayamazlar. Diğer bir ifadeyle her bir imgenin sadece bir nesneyi göstereceği yapıdaki görüntüleri oluşturmak hemen hemen imkânsızdır. Uzaktan algılama, geomatik, informatik, geofizik, harita mühendisliği, cartografya, vb bilim alanlarında çeşitli çalışmalara (nesne çıkarımı/takibi/tanıma, spatial analizler, topolojik analizler, askeri ve sivil simulasyon uygulamaları, artırılmış gerçeklik uygulamaları vb.) konu olan bu görüntüler için çoğu zaman bu mozaiklerin birleştirilmesi (örülmesi) gerekmektedir. Görüntü birleştirme terimi literatürde örme (stitching), registration (yapıştırma) ya da birleştirme (merging) adlarıyla da kullanılmaktadır (Sayar, A. ve diğ., 2013; Sayar, A. ve diğ., 2014)

Bir nesnenin görüntüsünün birden fazla mozaik görüntüye düşmesi durumunda, bu nesnenin tanımlanması, çıkarımı ve modellenmesi için sözkonusu mozaiklerin örülmesi gerekmektedir. Mesela Kıbrıs adasının tek parça resmini elde edebilmek için dört adet mozağin örülmesi gerekirken, bazı nesnelere için bu durum onlarca hatta yüzlerce mozağin örülmesini gerektirebilir. Birleştirilecek olan mozaik sayısı ve/veya boyutları arttıkça ihtiyaç duyulan işlem gücü ve bellek miktarı üstel olarak artmaktadır. Bu da, işlemlerin tek makinada (merkezi) gerçekleştirilmesini imkansız kılmaktadır. Parça uydu görüntülerinden nesne çıkarımında kaynak yetersizliği ve performans problemleri yanında, görüntülerin zaman-mekansal karakteristiklerinden doğan problemler de vardır. Kısmi çakışan mozaikler aynı konumlar (spatial) için farklı zamanlarda çekilmiş (temporal) olabilir. Bu durum, birçok nedenlerden dolayı (çekme anındaki hava durumu, uçan nesnelere vb.) farklı piksel bilgilerine sahip

olacakları için görüntü işleme algoritmalarında başarısız sonuçlar verecektir. Spesifik olarak nesne çıkarımı uygulamalarında tüm bu problemlere ilave olarak, neyin nesne olduğu ve nereden başlayıp nerede bittiği sınır tanımlama problemiyle karşılaşmaktadır. Günümüz teknolojileri ile bunun full otonom olarak kesin çözümü yoktur. Bahsedilen bu problemleri genel olarak iki sınıfa ayırabiliriz. Bunlar, (1) nesne çıkarımı için parça uydur görüntülerin örülmesinde kaynak yetersizliği ve performans problemleri ve (2) bir nesneye ait görüntünün sınırlarının ve ilgili mozaik setinin tespiti. İkinci konuyla ilgili olarak, nesnelere tanımlanması konusunda, referans haritalar (Google Earth) üzerinden interaktif olarak kullanıcı yardımıyla sezgisel (heuristic) bir yaklaşımla çözüm getirilebilir. Bu çalışmada, kaynak yetersizliği ve performans problemiyle ilgili olarak uydur görüntülerinin yüksek performans hesaplama ile işlenmesi ve analiz edilmesi ve büyük mekânsal verilerin yönetilmesi ele alınacaktır. Aynı zamanda uydur görüntülerinin eşle/indirge yapısı ile işlenmesi ve örülmesi araştırılacaktır.

2.UYDU GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARINDA PARALELİZM VE DAĞITIK HESAPLAMA

Genel olarak görüntü işleme operasyonları üç seviyede yapılır: (i) düşük, (ii) orta ve (iii) yüksek. Düşük seviyede operatörler piksel seviyesinde işlem yapar, girdi bir görüntü iken çıktı görüntü veya veri olabilir. Görüntünün kontrastını artırma, kenar bulma, hough dönüşümü veya görüntüden gürültü kaldırma gibi. Orta seviyede, operatörler görüntülerdeki sembolik nesnelere (nokta, çizgi, alan vb.) üzerinde işlem yaparlar. Bu tür işlemler görüntü hakkında daha sonra karar verilmesinde yardımcı olmak içindir. Bölge etiketleme, nesne izleme gibi. Yüksek seviyede ise, orta seviyede elde edilen görüntü üzerinde operatörler işlem yaparlar. Bu tür işlemler görüntü içeriğini yorumlamak için yapılır, bilgi tabanlı işlemlerdir (Soviany, 2003).

Uygulama gereksinimi, mevcut bütçe ve mimari seçimine bağlı olarak görüntü işleme uygulamalarına uygulanacak paralelizm üç yolla olabilir: (i) verinin paralelleştirilmesi, (ii) görevlerin paralelleştirilmesi, ve (iii) pipeline paralelleştirme. Verinin paralelleştirilmesi yaklaşımında veri bölünür ve hesaplama birimleri arasında dağıtılır. Burada verinin etkin bir şekilde parçalanması ve sonucun tekrar elde edilmesi temel sorundur. Veri, birimler arasında en az haberleşme olacak şekilde (veri yerelliği) ve her bir birimin yaklaşık olarak eşit olarak (load balancing) alması yoluyla dağıtılmalıdır. Görüntü verisi üç yolla paralelleştirilebilir: piksel, satır veya sütun, blok. Paralel görüntü işleme algoritmaları en çok satır/sütun veya blok paralelizmini kullanır. Veri paralelizmi en çok düşük seviye görüntü işleme algoritmaları üzerine uygulanır. Görevlerin paralelleştirilmesinde, düşük seviye operasyonları gruplandırılarak bir göreve dönüştürülür, her görev farklı hesaplama birimi üzerinde çalıştırılır. Bu yöntemde karşılaşılabilecek problemler, etkili görev dağıtımı ve sonuçların birleştirilmesidir. Eğer görüntü işleme uygulaması işlemek için birden fazla görüntüye ihtiyaç duyuyor ise görüntülerin pipeline işlenmesi yapılabilir (Çizelge 1) Pipeline işlemede, görüntüler zamanla farklı aşamalarda bulunurlar (Fakhri ve diğ., 2012).

Çizelge 1. Pipeline paralelleştirme.

Zaman	Faz 1	Faz 2	Faz 3	Faz 4	Faz 5
Z1	Mozaik5	Mozaik4	Mozaik3	Mozaik2	Mozaik1
Z2	Mozaik6	Mozaik5	Mozaik4	Mozaik3	Mozaik2
Z3	Mozaik7	Mozaik6	Mozaik5	Mozaik4	Mozaik3

Farklı paralelizm yöntemine uygun mekanizmalar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı paralelizm yaklaşımları için uygun mekanizmalar.

Paralelizm yaklaşımı	Uygun mekanizma
Veri paralelleştirme	Paralel işleme donanımı
Görev paralelleştirme	Paralel işleme donanımı/Dağıtık sistem
Pipeline paralelleştirme	Dağıtık sistem

Birçok araştırmacı uzaktan algılama verilerinin paralel ve dağıtık olarak işlenmesi üzerine çalışmış ve birçok proje geliştirilmiştir. NASA'nın Goddard Uzay Uçuş Merkezi'nde (GSFC) Beowulf Kümesi, tepe performansı 2457.6 GFLOP'u (1Gigaflops) aşan uzaktan algılama veri işleme hesapları için oluşturulmuş bir bilgisayar kümesidir (Plaza ve Chang, 2008). SARA/Dijital Puglia (Sentetik Aralıklı Radar Atlas), büyük miktardaki uydur verilerinin yönetimi ve işlenmesi için dinamik yer gözlem sistemlerini oluşturmak maksadı ile ızgara teknolojileri ve yüksek performanslı hesaplama uygulamalarını gösteren bir başka uzaktan algılama uygulamadır (Aloisio ve Cafaro, 2003).

¹Flops, kayan nokta hesaplamaları, bilimsel hesaplamalar gibi ağır alanlarda bilgisayarın performansını ölçmek için kullanılan bir ölçü birimidir. Gigaflops, bir bilgisayarın kayan nokta biriminin performansını veya saniyede kayan nokta işlemlerini ölçmek için kullanılan bir milyar (1.000.000.000) Flops'a eşit bir ölçü birimidir.

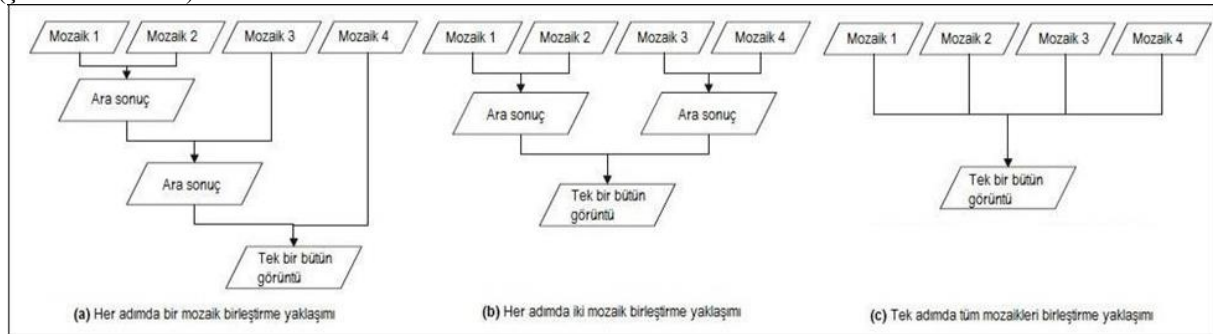
Eşle/indirge, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve uzaktan algılama alanında da kullanıma sahip bir programlama

modelidir. Modelle ilgili detaylı açıklama Bölüm 4’de verilmiştir. Winslett ve arkadaşları (2009), Eşle/indirge programlama modeli kullanarak mekânsal veri setlerinin paralel işlemesi için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Eşle/indirge çatısının vektör ve raster veri gösterimlerinin paralel olarak işlenmesi için nasıl kullanılacağı açıklanmış ve memnun edici sonuçlar elde etmişlerdir. Bir başka ilginç çalışma da Hadoop API’sini kullanarak astronomik görüntülerin işlenmesi amacı ile görüntü ortak-toplama (co-addition) algoritmalarını Eşle/indirge mantığında gerçekleştirmişlerdir (Wiley ve diğ., 2010). Golpayegani ve Halem (2009), Lv ve arkadaşları (2010), Hadoop’un Eşle/indirge modelini kullanarak bazı uydu görüntü işleme algoritmalarını gerçekleştirdiler; fakat Hadoop’ta görüntüleri ham olarak kullanmadan önce tekst formatına sonra da ikili formata çevirdiler. Görüntüleri ham olarak kullanmadıkları için bu ön işlem çok hesaplama zamanı tutmuştur. Ermias da (2011) çalışmasında Eşle/indirge temelli büyük boyutlu uydu görüntülerinin işlenmesini sunmuş; Sobel, Laplacian ve Canny gibi kenar bulma algoritmaları üzerinde durum çalışması yapmıştır. Junfeng ve arkadaşları (2012) ise Hadoop’ta uzaktan algılama görüntülerinin nasıl yönetileceğinden bahsettikten sonra statik ve dinamik bir web harita servisinin nasıl tasarlanacağını anlatmışlardır. Xuhui ve arkadaşları (2009) internet üzerinde GIS görüntülerini kaydeden ve kullanıcılara bu görüntüler üzerinde arama yapma imkânı veren Hadoop sunucularında küçük görüntü dosyalarının kaydından kaynaklı yavaşlığı gidermeye yönelik olarak dosyaların birleştirilerek HDFS’ye kaydını anlatan bir tekniği açıklamışlardır. Geliştirdikleri bir orta katman (middleware) yazılımıdır. Bu yazılım dosyaları kaydederken aynı düğümde olanları ve özellik olarak benzerlik taşıyanları indeksleyerek birleştirme yoluna gider. Böylelikle hem NameNode tarafından kullanılan hafıza miktarını azaltmışlar hem de dosyalara erişim hızını artırmışlardır.

3.BÜYÜK SAYIDA UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN ÖRÜLMESİ İŞİNİN PARALLELEŞTİRİLMESİNİN ZORLUKLARI

Zorluklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

-Büyük ölçekteki uygulamalar için çok sayıdaki uydu görüntülerinin birleştirilmesi gerekmektedir. Birleştirme işlemine katılacak bazı mozaikler bazıları ile birleşme ilişkisi açısından bağlıdır (birbirleri ile ortak kesişme alanına sahip) veya mozaikleri birleştirme sırası farklıdır. Bu da çeşitli birleştirme senaryolarını ortaya çıkarır (Şekil 1’e bakınız).



-Görüntü birleştirme işlemi birtakım alt adımları (ön işlemler, örtüşme noktalarının bulunması, örtüştürme, birleşme yerlerinin görünmezliği vs) içermektedir. Bu alt adımların dağıtık ve paralel hesaplamada nasıl yönetileceği de ayrı bir problemidir. Bu adımlardan bazıları diğer alt adımların sonucu kullanmaktadır.

-Birleştirilecek olan mozaik sayısı ve/veya boyutları arttıkça ihtiyaç duyulan işlem-gücü ve bellek miktarı üstel olarak artmaktadır. Bu da, işlemlerin tek makinada (merkezi) gerçekleştirilmesini imkansız kılmaktadır.

-Görüntü örmede çakışan noktaların bulunması da ayrıca problemidir.

4.UYDU MOZAİK GÖRÜNTÜLERİNİN VEKTÖR TABANLI BİRLEŞTİRİLMESİ

4.1.Mozaik Görüntülerin Birleştirilmesi

Bunlara ilave olarak incelediğimiz diğer bir konu ise, uydu mozaik görüntülerinin birleştirilmesidir. Görüntü birleştirme (stitching/registration); tıbbi görüntüleme, bilgisayarla görme ve uzaktan algılama gibi çeşitli görüntü işleme uygulamaları için gerekli olan önemli bir ön işleme tekniğidir (Dawn ve diğ., 2010). Görüntü birleştirmenin amacı, ortak kesişen noktalara/alanlara sahip görüntüleri birleştirmektir (Brown, 1992; Zitova ve Flusser, 2003). Görüntü birleştirme teknikleri genel olarak (i) özellik tabanlı ve (ii) alan tabanlı olmak üzere ikiye ayrılır. Alan

tabanlı yöntemlerde görüntülerdeki belirgin özellikler saptanmaz ve bu yöntemler görüntülerin yoğunluklarından (intensity) etkilenmektedirler. Doğrusal olarak değişmeyen farklı elektromanyetik yansımalarından dolayı alan temelli yaklaşımlar multi-spektral uydu görüntülerin birleştirilmesinde iyi sonuç vermezler. Alan tabanlı yöntemler yeterince ayırt edici anahtar noktalar içermeyen görüntülerin birleştirilmesinde tercih edilir. Özellik tabanlı yöntemler ise görüntünün yoğunluk değerleri ve dağılımları ile ilgilenmezler. Her iki yöntemi de kullanan yaklaşımlar da mevcuttur. Daha önceki bir çalışmamızda (Sayar ve diğ., 2013), Landsat-8 uydu görüntülerinin özellik tabanlı birleştirilmesi araştırıldı. Anahtar noktaların belirlenmesinde (ayırt edici özelliklerin çıkarılmasında) sıkça kullanılan SIFT ve SURF etkinliği incelendi. İki mozaik uydu görüntüsünün bu iki yöntemle birleştirilmesi sırasında ne kadar ayırt edici özellik bulunduğu ve ne kadar sürede hesaplama yaptıkları araştırıldı. Yi ve arkadaşları (2008) multi-spektral uzaktan algıma görüntülerinin birleştirilmesi için SURF benzeri bir yaklaşım önerdi. Song ve Zhang (2010), SURF'ü optimize ederek uydu görüntülerinde özellik eşleştirmesini güçlendirmek için Lissajous figürlerinden üretilen eğri tabanlı bir benzerlik ölçüm fonksiyonu tanımladılar. Lee (2010) ise SURF algoritması adından önce Haar Dalgacık Dönüşümü (HWT) uygulayarak uydu görüntülerinin birleştirilmesi için bir yaklaşım önermiştir. Rube ve arkadaşları (2011) ise uydu görüntüleri birleştirmek için SIFT ve çok ölçekli dalgacık dönüşümünü beraber kullanan bir teknik sunmuşlardır.

Yukarıda bahsedilen uydu görüntüleri örme çalışmalarının hiçbirinde ölçekleme ve performans problemi ele alınmamıştır. Genelde birkaç görüntünün örülmesi ile ilgili özellik tabanlı ya da alan tabanlı görüntü örülmesi algoritmalarına iyileştirmeler önerilmiştir. Bunun yanında özellik ve alan tabanlı görüntü örülmesinin uydu görüntülerindeki problemlerini (spatio-temporal karaktesistiklerden kaynaklanan) kısmen ortadan kaldıracak koordinat-tabanlı görüntü örme yaklaşımı çalışmamız (Sayar ve diğ., 2014) performans iyileştirme ve ölçekleme geliştirme çalışmasına örnek olarak verilebilir. Bahsi geçen çalışmada, verilen koordinatlara göre her bir pikselin, enlem boylamda karşılığını bulup parça görüntülerini uygun yerlere konumlandırarak ve üst üste gelen yerleri tespit ederek uygun şekilde birleştirme yapan koordinat tabanlı bir yaklaşım önerildi. Temelinde kesme-yapıştırma mantığına dayandığı için çok hızlanır ancak merkezi tek makinada çalıştığı için ölçekleme problemi mevcuttur. Ayrıca, projeksiyon sistemlerinden kaynaklanan kaymalarla örmedeki doğruluk oranı biraz olsun düşmektedir. Devam eden alt bölümde ise ise mozaiklerin örülmesi için eşle/indirge mimarisine dayalı büyük veri ve dağıtık hesaplama mimarisinden bahsedilecektir.

4.2.Eşle/İndirge Tabanlı Birleştirme

Google tarafından tanıtılan Eşle/indirge programlama modeli de düşük maliyetli bilgisayarlar üzerinde paralel olarak hesaplama yapılmasını sağlar. Eşle/indirge ile dağıtık olarak kaydedilmiş yüksek miktarda veriyi ölçeklenebilir bir şekilde paralel olarak işlemek mümkündür. Eşle/indirge büyük veriyi paralel olarak işlemek için verinin parçalanmasını ve işleyicilerin (tasks) buna göre oluşturulmasını kullanıcıdan gizleyerek arka planda gerçekleştirir, kendi içinde hata tolerans yönetimi de vardır. Bu da sistemin kullanıcısının kendi problemine odaklanmasını ve dağıtık sistem yönetimiyle ilgilenmemesini sağlar (Dean ve Ghemawat, 2010). Eşle/indirge yönteminin yaygın kullanımına bakıldığında genelde web tabanlı verilerin dağıtık olarak kaydedilmesi ve kaydedilen veriler üzerinde aramalar yapılabilmesini sağlamak amaçlıdır. Bundan dolayı dosya giriş-çıkış formatlarının uydu görüntülerini işleyecek şekilde değiştirilmesi gerekmektedir.

Eşle/indirge modeli kısaca şu şekilde çalışmaktadır: Eşle (map) fonksiyonu anahtar/kilit (key/value) ikilisinden oluşan bir kayıt bilgisini girdi olarak alır ve yine anahtar/kilit ikilisinden oluşan bir çıktı verisini oluşturur. Çok sayıda paralel çalışan bu "Eşle" fonksiyonları çıktılarını ortanca çıktı (intermediate output) olarak tutarlar ve bu çıktılar "İndirge" fonksiyonlarına girdi olarak gönderilir. Tanımlı "İndirge" fonksiyonlarını çalıştıran işleyiciler bu ortanca çıktılarını girdi olarak kabul edip bunları tekrar düzenleyerek sonuç çıktısını oluşturur. Yeniden düzenleme sırasında aynı anahtar değerine sahip olan ortanca çıktılarının değerleri birleştirilir.

Çalıştırılacak algoritmanın çalıştığı düğüm ile kullanacağı verinin farklı makinelerde olması dağıtık sistemlerde paralel işlemede yavaşlığa neden olan bir durumdur. HDFS'de (<http://hadoop.apache.org/>) işleyicinin çalışacağı düğüm ile işleyeceği veri setinin bulunduğu düğümün yakın olması hedeflenmiştir. Veri yerelliği denen bu durum paralel işleme hızını artırmaktadır. Eşle/indirge, dağıtık dosya sisteminin üstünde olduğundan veri yerelliği avantajından yararlanmaktadır. Eşle/indirge programlama modelinin bu gibi özelliklere sahip olması, uydu görüntülerinin işlenmesi gibi hem hesaplama hem bellek gereksiniminin çok yüksek olduğu uygulamalar için vazgeçilmez bir çözümdür (Ivanilton ve diğ., 2014). Vektör tabanlı görüntü birleştirme mimarisi olarak iki farklı yaklaşım düşünülmüştür. Detaylar takip eden alt bölümlerde verilmiştir.

4.2.1.Nokta Şablon Eşleştirmesi/Nokta Seti Kaynaştırma Dayalı Yöntem

Literatürde çizgi, poligon gibi mekânsal nesnelerin eşleştirilmesine dayalı birtakım öneriler (Zhongliang ve Jianhua, 2008; Tang ve diğ., 2014; Shao ve Tong, 2010) vardır. Bunlar daha çok iki nesne arasında çeşitli

benzerlik kriterlerine (kesişen ortak alan büyüklüğü, nesne büyüklükleri, ağırlık merkezi vs.) çalışmaktadır. Bizim yaklaşımımızda mozaiklerin vektörleştirilmesinden sonra elde edilen veriler poligon ya da çizgi gibi varlıklar olmayacaktır. Mozaikler nokta setleri haline gelecektir. Bu yüzden nokta setlerinin eşleştirilmesine dayalı yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmada dağıtık sistem mimarisinde nokta şablon eşleştirilmesi/nokta seti kaynaştırma yöntemleri (Xiaoyn ve Xianquan, 2012; Bing ve Baba, 2011) gerçekleyerek vektör tabanlı görüntü birleştirme işlemi yapılacaktır. Nokta şablon eşleştirilmesi, iki nokta seti arasındaki benzerlik dönüşüm matrisinin ve benzerlik olasılığının hesaplanmasına dayanmaktadır. Belli eşik değerinin üzerindeki sonuçlarda bu matris kullanarak iki nokta seti eşleştirilmektedir. Literatürde nokta şablon eşleştirme yöntemleri daha çok örüntü tanıma ve bilgisayarla görü işlerinde kullanılmıştır. Örneğin bir parmak izi görüntüsünün var olan görüntülerden hangisine daha çok benzediği gibi. Bu tür çalışmalarda genellikle çok az nokta seti içeren iki görüntü üzerinde eşleştirmeler incelenmiştir. Biz ise daha fazla nokta seti içeren daha çok uydu görüntüsünün (ölçeklenebilir olarak) eşleştirilmesi ve birleştirilmesi için bu tür yöntemleri geliştireceğiz. Yaptığımız araştırmalara göre bu tür yaklaşımlar görüntü birleştirme işlemleri için şimdiye kadar kullanılmamıştır.

Nokta şablon Eşleştirme tabanlı görüntü birleştirme mimarisinde mozaikler sisteme ilk başta piksel bazlı (raster) verilecek; ancak dağıtık sisteme girmeden önce filtrelenerek eşle'lerden vektör olarak çıkacaktır. Bu işlem mimaride "vektörizasyon" olarak belirtilmiştir. Raster'dan vektöre dönüşüm işlemi temel bir takım görüntü işleme algoritmalarının kullanımı ile gerçekleştirilecektir (Eken, 2012). Vektörizasyon işleminden sonra raster görüntülere ait nokta setleri elde edilecektir. Elde edilen nokta setleri nokta şablon eşleştirilmesi/nokta seti kaynaştırma yöntemleri ile eşleştirilerek birleştirme işlemi gerçekleştirilecektir.

4.2.2.En Uzun Alt Dizi Problemine Dayalı Yöntem

Bir diğer vektör tabanlı birleştirme mimarisi ise en uzun alt dizi problemine (Longest common sub-sequence problem-LCSP) dayanmaktadır. LCSP, iki küme arasındaki ortak elamanların en uzun ortaklığını arar. Bu yaklaşım biyoinformatikten revizyon kontrol sistemlerine birçok alanda kullanılmaktadır. Bu yaklaşımın kullanılabilirliği için bilgiler bir şekilde bazı karakterlerle kodlanması gerekmektedir. Örneğin Jin ve Choi (2013), insan aktivitelerini tanımak için iskelet verilerini sembolik dizi gösteriminde kodlayıp LCS ile aktivite tanıma gerçekleştirmişler. Stern ve arkadaşları (2013) dinamik el hareketlerini sınıflandırmak için modifiye LCS algoritması kullanmışlar. Yaptığımız araştırmalara göre bu tür yaklaşımlar görüntü birleştirme işlemleri için şimdiye kadar kullanılmamıştır. Önerilen mimaride her bir mozaik vektörleştirme işlemine tabi tutulduktan sonra elde edilen nokta setleri bir yön matrisi ile kodlanacaktır. Benzer şekilde tüm mozaikler kodlandıktan sonra LCSP ile birleştirme işlemi gerçekleştirilecektir.

5.SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMALAR

Uydu görüntülerinin dağıtık mimaride işlenmesi, uydu görüntüleri üzerinden büyük veri analizlerinin yapılmasını gerektiren birçok alanda (askeri/sivil, akademik/ticari) bilgi birikimi sağlayacaktır. Ayrıca büyük veri altyapılarının sadece text bazlı veri madenciliği ve makine öğrenmesi uygulamaları için değil, piksel bazlı görüntü işlemlerde de başarıyla kullanılabilmesi gösterilmiş olacaktır. Bölüm 4.2'de bahsedilen sistemin yapılabilirlik ve ölçeklenebilirlik testleri gerçek nesnelere üzerinde gerçek uydu görüntüleri ile test edilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından 3001 destek programı kapsamında EEEAG 215E189 nolu proje ile desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz

KAYNAKLAR

- Aloisio, G., Cafaro, M.,** 2003 A dynamic earth observation system, *Parallel Computing*, 29(10):1357-1362.
- Bing J., Baba C. V.,** 2011 Robust Point Set Registration Using Gaussian Mixture Models, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 33(8), 1633-1645.
- Brown, L.G.,** 1992 A survey of image registration techniques, *ACM computing surveys (CSUR)*, 24, 325-376.
- Dawn, S., Saxena, V., Sharma B.,** 2010 Remote sensing image registration techniques: a survey, *Image and Signal Processing*, pp. 103-112.

- Dean, J., Ghemawat, S.**, 2010 MapReduce: A Flexible Data Processing Tool, *Communications of ACM*, 53(1), pp. 72-77.
- Eken, S.**, 2012 Dağıtık Sistemler İçin Ada Uydu Görüntülerinin Vektörel Modellenmesi Ve Zaman-Mekânsal Analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Bilgisayar Mühendisliği, Kocaeli Üniversitesi.
- Fakhri A., Nasir, A., Nordin, M., Rahman, A., Rasid Mamat, A.**, 2012 A Study of Image Processing in Agriculture Application under High Performance Computing Environment, *International Journal of Computer Science and Telecommunications*, 3(8): 16-24.
- Golpayegani, N., Halem, M.**, 2009 Cloud Computing for Satellite Data Processing on High End Compute Clusters, *IEEE International Conference on Cloud Computing*.
- Hadoop**, <http://hadoop.apache.org/> (Erişim Tarihi: 20 Mayıs 2016)
- Ivanilton, P., Reginaldo, R., Alfredo, G., Fabio, K.**, 2014 A comprehensive view of Hadoop research—A systematic literature review, *Journal of Network and Computer Applications*, 46, 1-25.
- Jin S-Y, Choi H-C.**, 2013 Essential Body-Joint and Atomic Action Detection for Human Activity Recognition Using Longest Common Subsequence Algorithm, *Lecture Notes in Computer Science*, 7729, 148-159.
- Junfeng K., Zhenhong D., Xiaosheng L.**, 2012 The Framework of Remote Sensing Image Map Service on Hadoop, *National Conference on Information Technology and Computer Science*, pp. 868-869.
- Lee, S.R.**, 2010 A coarse-to-fine approach for remote-sensing image registration based on a local method, *International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems*, 3,690-702.
- Lv, Z., Hu, Y., Zhong, H., Wu, J., Li, B., Zhao, H.**, 2010 Parallel K-Means Clustering of Remote Sensing Images Based on MapReduce, *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, pp. 162-170.
- Plaza, A.J., Chang, C.-I.**, 2008 High performance computing in remote sensing, *Chapman & Hall/CRC Computer & Information Science Series*, Boca Raton, London.
- Rube, I.E., Sharkas, M., Salman, A., Salem, A.**, 2011 Automatic Selection of Control Points for Remote Sensing Image Registration Based on Multi-Scale SIFT, *International Conference on Signal, Image Processing and Applications*.
- Sayar, A., Eken, S., Mert, U.**, 2013 Registering LandSat-8 Mosaic Images: A Case Study on the Marmara Sea, *IEEE 10th International Conference on Electronics Computer and Computation*, pp. 375-377.
- Sayar, A., Eken, S., Mert, U.**, 2014 Tiling of Satellite Images to Capture an Island Object, *EANN, CCIS*, 459, pp. 195-204.
- Shao S., Tong C.**, 2010 A Matching Method for Multi-characteristic Vector Elements of Complex Polygon, *2010 International Conference on Multimedia Technology (ICMT)*, pp. 1-4, 2010.
- Song, Z.L., Zhang, J.**, 2010 Remote sensing image registration based on retrofitted SURF algorithm and trajectories generated from Lissajous figures, *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 7, 491-495.
- Soviany, C.**, 2003 Embedding data and task parallelism in image processing applications, *Doktora Tezi*, Technische Univ. Delft.
- Stern H., Merav S., Sigal B.**, 2013 Most discriminating segment - Longest common subsequence (MDSLCS) algorithm for dynamic hand gesture classification, *Pattern Recognition Letters* , 34(15): 1980-1989.
- Tang J., Shao L., Jones S.**, 2014 Point Pattern Matching Based on Line Graph Spectral Context and Descriptor Embedding, *IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV)*, Steamboat Springs, pp. 17-22.

- Wiley, K., Connolly, A., Gardner, J., Krughoff, S.**, 2010 Astronomy in the Cloud: Using MapReduce for Image Coaddition, University of Washington.
- Winslett, M., Cary, A., Sun, Z., Hristidis, V., Rische, N.**, 2009 Experiences on Processing Spatial Data with MapReduce, *Scientific and Statistical Database Management, Springer*, pp. 302-319.
- Xiaoyun W., Xianquan Z.**, 2012 Point Pattern Matching Algorithm for Planar Point Sets under Euclidean Transform, *Journal of Applied Mathematics, Hindawi Publishing Corporation*, pp. 1-12.
- Xuhui L., Jizhong H., Yunqin Z., Chengde H., Xubin H.**, 2009 Implementing WebGIS on Hadoop: A Case Study of Improving Small File I/O Performance on HDFS, *IEEE Conference on Cluster Computing*.
- Yi, Z., Zhiguo, C., Yang, X.**, 2008 Multi-spectral remote image registration based on SIFT, *Electronics Letters*, 44, 107-108.
- Zhongliang F.U., Jianhua W.U.**, 2008 Entity Matching in Vector Spatial Data, *The 21st ISPRS (International Society for Photogrammetry and Remote Sensing) Conference, Beijing*, pp. 467-1472.
- Zitova, B., Flusser, J.**, 2003 Image registration methods: a survey, *Image and vision computing*, 21, pp. 977.