

Makale Özeti

Hazırlayan: Muhammed Kayra Bulut
Ders: Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi
Ders Yürütücüsü: Prof. Dr. Songül Varlı

Aralık 2023

1 Makale Adı

Earth Observation Semantic Data Mining: Latent Dirichlet Allocation-Based Approach

2 Giriş

Uzaktan algılama teknolojilerinin hızlı gelişimi ve bu alanda semantik bilgi keşfi için kullanılan veri madenciliği tekniklerinin artan önemi, bu bölümün ana odağını oluşturmaktadır. Özellikle, Latent Dirichlet Allocation (LDA) ve Bag of Visual Words (BOVW) modellerinin uzaktan algılama uygulamalarında nasıl kullanılabileceği ve bu tekniklerin potansiyel avantajları üzerinde durulmuştur. Bu modeller, uzaktan algılanan verilerden zengin semantik bilgileri çıkarmak için kullanılmakta ve çeşitli uygulama senaryolarında bu tekniklerin etkinliği ve uygulanabilirliği incelenmektedir.

Uzaktan algılama teknolojilerindeki son yenilikler, yüksek mekansal çözünürlüklü Dünya Gözlemi (Earth Observation - EO) verilerinin elde edilmesini sağlamıştır. Bu veriler, büyük miktarda gizli semantik bilgi içermekte, ancak geleneksel veri işleme algoritmaları bu zengin bilgi kaynağını etkin bir şekilde açığa çıkarmada yetersiz kalmaktadır. Bu durum, veri madenciliği tekniklerine dayalı semantik bilgi keşif yöntemlerinin önemini artırmaktadır.

Makale, LDA ve BOVW modellerinin uzaktan algılamada kullanımına odaklanmış ve bu modellerin pratikteki uygulanabilirliğini değerlendirmek için üç farklı senaryo kullanılmıştır. Her bir senaryo, farklı uzaktan algılama uygulamalarında semantik bilgi keşfinin değerlendirilmesi için özel olarak tasarlanmıştır. Bu senaryolar, optik ve sentetik açıklıklı radar (SAR) verilerini kapsayarak, farklı mekansal çözünürlüklerdeki veriler üzerinde uygulanmıştır.

Bu çalışmanın temel hedefi, uzaktan algılamada kullanılan veri madenciliği tekniklerinin, özellikle LDA ve BOVW modellerinin, karmaşık ve çeşitli veri kümelerinde nasıl etkili bir şekilde kullanılabileceğini göstermektir. Bu tekniklerin, EO verilerinin içerdiği zengin ve çok katmanlı bilgileri açığa çıkarmadaki başarısı, sunulan deneysel senaryolar aracılığıyla detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca,

bu modellerin uzaktan algılamada daha geniş bir yelpazede nasıl uygulanabileceği ve bu tekniklerin gelişmiş veri analizi yöntemleriyle nasıl entegre edilebileceği üzerinde de durulmuştur. Bu bölüm, aynı zamanda, bu tekniklerin gelişmiş veri analizindeki rolünü ve gelecekteki potansiyel uygulama alanlarını da tartışmaktadır.

3 Teorik Arka Plan

Bu bölüm, Bag of Visual Words (BOVW) ve Latent Dirichlet Allocation (LDA) modellerinin temel prensiplerini ve bu modellerin uzaktan algılamada nasıl kullanılabileceğini ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Her iki model de, uzaktan algılanan verilerden gizli semantik bilgileri çıkarmak için kullanılmaktadır ve çeşitli uygulama senaryolarında bu tekniklerin potansiyel faydaları üzerinde durulmaktadır.

3.1 Bag of Visual Words (BOVW) Modeli

BOVW modeli, görsel verilerin temsili için kullanılan yenilikçi bir yaklaşımdır. Bu model, görsel verileri, görsel kelime çantaları (visual words) kullanarak temsil eder. Görüntülerden elde edilen düşük seviye özellikler, görsel kelimelerin bir sözlüğünü oluşturmak için kullanılır ve her bir görüntü, bu görsel kelimelerin histogramı olarak temsil edilir. Bu model, görsel verilerin sınıflandırılmasında ve benzer içeriğe sahip görsellerin tanımlanmasında kullanılmaktadır. Ayrıca, BOVW modeli, görsel verilerin yoğunluğunu ve çeşitliliğini temsil etme yeteneği sayesinde, uzaktan algılama verilerinin daha ayrıntılı analizinde önemli bir rol oynamaktadır.

3.2 Latent Dirichlet Allocation (LDA) Modeli

LDA modeli, metin ve görsel verilerdeki gizli konuları keşfetmek için kullanılan sofistike bir olasılıksal modeldir. Bu model, her bir belge veya görüntünün birden fazla konu içerdiğini varsayar ve bu konuları keşfetmeye çalışır. LDA, görsel verileri temsil etmek için BOVW modeli ile bütünleşik bir şekilde kullanılabilir. Bu yaklaşımda, her bir görsel kelime, belirli bir konuyu temsil eden bir eleman olarak kabul edilir ve LDA, bu görsel kelimelerin olasılıksal dağılımını kullanarak görsel verilerin konu bazlı temsiline olanak tanır. Bu iki modelin birleşimi, uzaktan algılama verilerinin derinlemesine analizinde, özellikle de karmaşık yapıları ve gizli semantik özellikleri açığa çıkarmada etkili bir araç haline gelmektedir.

BOVW ve LDA modellerinin uzaktan algılamada kullanımı, verilerden daha derin ve anlamlı bilgilerin çıkarılmasını mümkün kılmaktadır. Bu modeller, uzaktan algılanan verilerin sınıflandırılmasında ve bu verilerden gizli semantik bilgilerin keşfedilmesinde önemli araçlar olarak kullanılmaktadır. Özellikle, bu modellerin entegrasyonu, uzaktan algılama alanında semantik bilgi keşfinin sınırlarını genişletmektedir. BOVW ve LDA'nın birlikte kullanılması, verilerin daha kapsamlı bir şekilde analiz edilmesini sağlayarak, uzaktan algılama verilerinden elde edilen bilgilerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artırmaktadır.

3.3 Model Uygulaması

LDA ve BOVW modelleri, her bir senaryoya özgü veri setlerine uygulanmıştır. BOVW modelinde, görsel verilerden düşük seviye özellikler çıkarılmış ve bu özellikler, görsel kelimelerin bir sözlüğünü oluşturmak için kullanılmıştır. LDA modeli ise, belirli bir konuyu temsil eden görsel kelimeler üzerinden çalışarak, veri setindeki gizli konuları keşfetmeye çalışmıştır.

4 Deneyisel Senaryolar

4.1 Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan üç farklı EO veri setinin ayrıntıları aşağıda açıklanmıştır:

1. **İlk Veri Seti:** ABD Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) tarafından Eylül 2008’de San Francisco Körfezi üzerinde alınan 0.3 m çözünürlüklü çok yüksek çözünürlüklü hava görüntüleri. Bu veri seti, bireysel ağaçlar, araçlar ve binalar gibi ayrıntılı gözlemleri içerir.
2. **Sentinel-2 Veri Seti:** Copernicus programının bir parçası olarak 10, 20 ve 60 m uzamsal çözünürlüklerde 13 farklı spektral bantla Dünya yüzeyini ölçen Sentinel-2 multispektral uzay görevi. Çalışmada, Türkiye’nin Kahramanmaraş ilinde, Andırın ilçesine bağlı Çınarınar orman bölgesinde Ekim 2019’da meydana gelen orman yangını olayı incelenmiştir. Yangından önce, yangın sırasında ve yangından sonra (Temmuz 2019, Ekim 2019 ve Nisan 2020) alınan üç alt küme kullanılmıştır.
3. **Sentinel-1 SAR Veri Seti:** Tek bakış kompleks (SLC) SAR görüntülerinden yoğunluk bilgilerini çıkarmak için kullanılan Sentinel-1 SAR verileri. Bu veriler, 100x100 piksel boyutunda 289.760 örtüşmeyen yamaya bölünmüştür. Her bir SAR yaması yaklaşık 170 m x 430 m veya 250 m x 360 m (mesafe x azimut) bir alanı kapsar. Toplamda 1274 yama, Google Earth üzerinden görsel inceleme ile yedi semantik sınıfa (tarım, orman, yüksek yoğunluklu kentsel alanlar, yüksek binalar, düşük yoğunluklu kentsel alanlar, endüstriyel bölgeler ve su bölgeleri) manuel olarak anotasyon yapılmıştır.

4.2 Senaryo 1: Submeter Çözünürlüklü Arazi Örtüsü Haritalama

Bu senaryoda, USGS’nin 0.3-m uzamsal çözünürlüklü RGB görüntüsü kullanılarak binalar, yollar, bitki örtüsü, su ve gölge olmak üzere beş semantik sınıf görsel olarak tanımlanmış ve kullanıcı tanımlı GT haritası oluşturulmuştur. BOVW modelinde K-ortalama kümeleme algoritması kullanılarak 20 görsel kelime oluşturulmuştur. Daha sonra, LDA modeli farklı konu sayılarıyla (örneğin, 5, 8, 10, 20) beslenerek konu haritaları oluşturulmuştur. Bu işlem, kullanıcı tarafından tanımlanan semantik sınıflar ve LDA modeli tarafından belirlenen konular arasındaki farklılıkları ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak, kullanıcı tanımlı GT, sekiz sınıflı bir GT’ye

dönüştürülmüş ve sonuçta daha semantik olarak anlamlı ve kapsamlı bir sınıflandırma elde edilmiştir.

4.3 Senaryo 2: Sentinel-2 Tabanlı Orman Yangını İzleme

Sentinel-2 veri seti kullanılarak yapılan bu senaryoda, orman yangınından etkilenen alanların tespiti ve sınıflandırılması amaçlanmıştır. İlk deneyde, sadece RGB bantları kullanılarak LDA modeli ile yangın sonrası bölgeyi başarılı bir şekilde ayırt edilmiştir. Daha sonra NIR bandı ve NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) eklenerek yapılan analizler, yangın etkilenen alanın ve diğer bitki örtüsü olmayan alanların ayrımını daha da iyileştirmiştir.

4.4 Senaryo 3: Sentinel-1 Yama Tabanlı Anotasyon Analizi

Sentinel-1 SAR veri seti üzerinde yürütülen bu senaryoda, yama bazlı anotasyon analizi yapılmıştır. Her yama için Gabor özelliklerinin ortalaması ve standart sapması hesaplanarak SVM sınıflandırıcısı kullanılmıştır. Daha sonra, her bir yamanın BOVW histogramları oluşturulmuş ve LDA modeli yedi konu ile eğitilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, yanlış anotasyon yapılan yamalar tespit edilerek veri setinden çıkarılmıştır. Bu işlem, veri setinin boyutunu yaklaşık %9.7 oranında azaltmış, ancak sınıflandırma hatalarını ve çoklu semantik sınıflara sahip belirsiz yamaları önemli ölçüde azaltmıştır. Bu analiz çalışması ve elde edilen sonuçlar Tablo 1 üzerinde özetlenmiştir.

Tablo 1: Her Bir Semantik Sınıfa Ait Parça Sayısı

| Semantik Sınıf | Chicago Sahnesi |
|------------------------------------|-----------------|
| Tarım (AG) | 61,980 |
| Orman (FR) | 112,192 |
| Yoğun Kentsel Alan (HD) | 8,875 |
| Yüksek Bina (HR) | 1,745 |
| Düşük Yoğunluklu Kentsel Alan (LD) | 42,049 |
| Endüstri Bölgeleri (IR) | 20,713 |
| Su Bölgeleri (WR) | 42,206 |
| Toplam Yama Sayısı | 289,760 |

5 Sonuç

Bu bölüm, makalede sunulan Latent Dirichlet Allocation (LDA) ve Bag of Visual Words (BOVW) modelleri ve bu modellerin uzaktan algılama verilerinden semantik bilgi çıkarmadaki etkinliği üzerine kapsamlı bir değerlendirme sunmaktadır. Araştırma, bu modellerin çeşitli uzaktan algılama senaryolarında nasıl uygulanabileceğini ve semantik bilgi keşfindeki potansiyellerini detaylı bir şekilde göstermektedir.

LDA ve BOVW modellerinin uygulanması, uzaktan algılanan verilerden derin ve anlamlı bilgilerin çıkarılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu modeller, uzaktan algılanan verilerin sınıflandırılmasında ve bu verilerden gizli semantik bilgilerin keşfedilmesinde etkili araçlar olarak öne çıkmıştır. Makalede sunulan deneysel senaryolar, bu modellerin çeşitli uygulamalar ve veri türleri üzerindeki uygulanabilirliğini ve potansiyel faydalarını detaylı bir şekilde incelemiştir. Bu senaryolar, modellerin farklı veri setleri ve uygulama alanları üzerindeki etkinliğini ve esnekliğini göstermiştir, ayrıca bu tekniklerin çeşitli zorluklar ve veri karmaşıklığı durumlarında nasıl kullanılabileceği üzerine de ışık tutmuştur.

Sonuç olarak, makalede tartışılan veri madenciliği teknikleri ve modeller, uzaktan algılama verilerinden zengin ve karmaşık semantik bilgileri çıkarma potansiyeline sahiptir. Bu tekniklerin gelecekteki araştırmalarda daha fazla kullanılması ve geliştirilmesi, uzaktan algılama verilerinden elde edilen bilgilerin doğruluğunu ve kullanılabilirliğini artırabilir. Bu, uzaktan algılama ve veri madenciliği alanlarında ileriye dönük önemli bir adımı temsil etmektedir. Ayrıca, bu çalışma, gelecekteki araştırmalar için yeni yollar açmakta ve bu tekniklerin daha geniş uygulama alanlarına genişletilmesi için bir temel oluşturmaktadır. Bu modellerin daha geniş ölçekte ve farklı bağlamlarda kullanımı, semantik bilgi keşfinin sınırlarını daha da genişletebilir ve uzaktan algılamanın gelecekteki uygulamalarında önemli bir rol oynayabilir.

5.1 Sonuçların Değerlendirilmesi

Elde edilen sonuçlar, modelin veri setlerinden semantik bilgi çıkarma kabiliyetini değerlendirmek için analiz edilmiştir. Her bir senaryonun sonuçları, modellerin uzaktan algılama verilerinden gizli semantik bilgileri çıkarabilme yeteneklerini göstermek için ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir.