

JPEG Sıkıştırma Algoritmasının Dünü Bugünü ve Geleceği

Fırat ARTUĞER¹ Fatih ÖZKAYNAK²

^{1,2}Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü 23119 Elazığ Türkiye
¹f.artuger@gmail.com ²ozkaynak@firat.edu.tr

(Geliş/Received: 23.03.2018; Kabul/Accepted: 03.09.2018)

Özet

Bilim ve teknolojiye gelişmeler her geçen gün büyük veri kavramının önemini ön plana çıkarmaktadır. Bu yüzden hayatımızın bir parçası haline gelen gelen sayısal verilerimizin etkili yöntemlerle iletilmesi ve saklanması gerekmektedir. Hem veri aktarımı hem de veri depolama süreçlerinde etkililiği sağlamak için kullanılan en yaygın yöntem veri sıkıştırma algoritmasıdır. Veri sıkıştırma algoritmaları farklı gereksinimlere göre iki temel kategoriye ayrılmaktadır. Bu kategoriler kayıplı ve kayıpsız veri sıkıştırma algoritmalarıdır. Bu çalışmada kayıplı veri sıkıştırma algoritmaları üzerine bir inceleme yapılmıştır. Çalışmayı ham bir literatür analizinden ayıran en önemli nokta özellikle uygulamalarda ortaya çıkan problemler üzerinden olası çözüm önerilerinin tartışılmış olmasıdır. Çalışma bu alanda ilerlemeyi planlayan araştırmacılar için bir yol haritası niteliğindedir. Çalışmanın temel amacı "Bir kayıplı veri sıkıştırma uygulaması için etkili yöntemin nedir?" soruna cevap bulabilmeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Veri sıkıştırma, Kayıplı veri sıkıştırma, JPEG.

The Past Present and Future of JPEG Compression Algorithms

Abstract

The developments in science and technology are leading the importance of big data concept day by day. Therefore, our numerical data, which has become a part of our life, needs to be transmitted and stored with effective methods. The most common method used to ensure effectiveness in both data transfer and data storage processes is data compression. Data compression algorithms are divided into two basic categories according to different requirements. These categories are lossy and lossless data compression algorithms. In this study, a study is made on lossy data compression algorithms. The most important point that distinguishes the study from the raw analysis of literature is that the proposals for possible solutions are discussed through the problems that arise in practice. The study is a road map for researchers planning to progress in this area. The main aim of the study is to find an answer to the question "What is the effective method for a lossy data compression application?"

Keywords: Data compression; Lossy data compression, JPEG.

1. Giriş

Veri sıkıştırma işleminde temel amaç veriyi saklamak için gereken depolama miktarının azaltılması ve verinin iletişim ortamları üzerinden iletimi için gerekli sürenin kısaltılmasıdır. Özellikle teknolojik gelişmeler ile artan veri miktarı ve boyutu bu amacın sağlanmasını bir gereklilik haline getirmiş ve veri sıkıştırma algoritmaları giderek popüler olmaya başlamıştır.

Veri sıkıştırma algoritmaları araştırmacıların uzun yıllardır üzerinde çalıştığı konu başlıklarından biridir. En temel bir sınıflandırma ile kayıpsız ve kayıplı veri sıkıştırma algoritmaları olarak iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Kayıpsız veri sıkıştırma algoritmaları iletim ve depolama süreçlerinde etkililiği sağlamak için sıkıştırılan (daha az bit ile kodlanan) veriden daha sonra orijinal verinin aynısını elde etmeye imkan tanıyacak tekniklerin kullanımına dayanmaktadır. Bu tip sıkıştırma

işlemine özellikle bir bitlik değişimlerin bile veri içeriğinin bozulmasına sebep olabilecek uygulamalarda gereksinim duyulmaktadır. Metin içerikli verilerin sıkıştırılması bu uygulama alanlarından biridir. En yaygın bilinen kayıpsız veri sıkıştırma algoritmalarından bazıları Huffman, aritmetik kodlama, Lempel–Ziv–Welch (LZW) algoritmalarıdır.

Kayıplı veri sıkıştırma algoritmaları ise diğer bir genel veri sıkıştırma kategorisidir. Bu sıkıştırma algoritmalarının temel mantığı ise veri içeriğin bozulmasına sebep olmayacak seviyede kayıplara izin vererek daha yüksek sıkıştırma oranlarına ulaşabilmeye dayanmaktadır. Dolayısı ile genellikle doğası gereği görüntü verileri bu kategorideki sıkıştırma algoritmaları için uygundur. Çünkü görüntü verileri üzerinde meydana gelen küçük değişimler insan gözünün algılayacağı seviyede değildir.

Bu çalışmada kayıplı veri sıkıştırma algoritmaları ele alınmıştır. Bu tip tercihin en önemli sebebi sayısal görüntülerin çok geniş uygulama alanlarına sahip olmasıdır. Çünkü özellikle donanım teknolojisindeki gelişmeler ile tıp, askeri ve eğlence sektöründe üretilen zengin içeriklerin büyük boyutları gerçek hayattaki kritik uygulamalarda bu büyük boyutlu verilerin işlenmesi, depolanması ve iletimini güçleştirmektedir.

Bu çalışmanın hedefi “En uygun kayıplı veri sıkıştırma algoritması nedir?” sorusuna cevap aramaktadır. Bu hedef özelinde öncelikle ikinci bölümde kayıplı veri sıkıştırma kategorisinde bir ISO (International Standardization Organization) standardı olan JPEG algoritması detaylı incelenmiştir. JPEG algoritmasının başlangıcı olan 1987 yılından günümüze kadar ortaya çıkan farklı gereksinimleri karşılayabilmek için çeşitli türevleri önerilmiştir. Üçüncü bölümde bu algoritmalar incelenerek avantaj ve dezavantajları sunulmuştur. Son bölümde elde edilen sonuçlar sunulmuş ve çalışma özetlenmiştir.

2. JPEG Sıkıştırma Algoritması

JPEG adı Joint Photographic Experts Group'un kısaltmasıdır. JPEG algoritması CCITT ve ISO (Uluslararası Standartlar Örgütü) tarafından Haziran 1987'de başlayan ve 1991'de

ilk JPEG taslağı olarak teklif edilen ortak bir çabanın sonucudur.

JPEG sıkıştırma algoritması renkli veya gri tonlamalı sabit görüntüler için geliştirilmiş bir sıkıştırma yöntemidir. Bu sıkıştırma algoritması video içeriklerinin sıkıştırılması için uygun değildir. Algoritma ayrıca iki seviyeli (siyah beyaz) görüntülerin sıkıştırmasında da etkili değildir. Fakat özellikle komşu piksellerin benzer renk kodlarına sahip olduğu sürekli tonlu resimlerde en iyi sıkıştırma karakteristiklerine sahiptir. JPEG standardı özellikle web sayfalarında görüntü sıkıştırma için yaygın olarak kullanılmaya başlanmasının ardından internetin yaygınlaşması ile giderek popüler olmuştur.

JPEG algoritmasının popüler olmasında birçok önemli özelliği rol oynamıştır. Kullanıcının çok fazla aralıkta kayıp veri miktarını (ve dolayısıyla sıkıştırma oranını) ayarlamasına izin vermesi, farklı çalışma modlarına sahip olması (hem kayıplı hem de kayıpsız mod olarak çalışan türevlerinin bulunması) bu özelliklerinden birkaçıdır.

JPEG, görüntü gösterimi için tam bir standart olmayan bir sıkıştırma yöntemidir. Bu yüzden piksel en boy oranı, renk alanı veya bitmap satırlarının serpiştirilmesi gibi görüntü özellikleri belirtmez. JPEG algoritması özellikle sürekli tonlu görüntülerin sıkıştırılması için tasarlanmıştır. Bu amaca ulaşabilmek için aşağıdaki hedefler algoritmanın oluşturulmasında ön plana çıkmıştır.

- Özellikle görüntü kalitesinin mükemmel olarak çok iyi değerlendirildiği durumlarda bile yüksek sıkıştırma oranlarına ulaşabilmek.
- Bilgili kullanıcıların algoritmadaki çeşitli parametreleri seçmesine izin vererek istedikleri sıkıştırma performansı/kalite ödünleşimini elde etmelerine yardımcı olmak.
- Görüntü boyutlarına, renk uzaylarına, piksel en boy oranlarına veya diğer görüntü özelliklerine bakılmaksızın, her türlü sürekli ton görüntüsü ile iyi sonuçların elde edilmesini sağlamak.
- Birçok platformda yazılım ve donanım uygulamalarına izin veren akılcı fakat karmaşık olmayan bir sıkıştırma yöntemi sunmak.

- Çeşitli çalışma modları sunarak performansı artırmak.

JPEG algoritmasında kullanılacak modların genel özellikleri aşağıdaki gibi listelenebilir.

- *Sıralı (Sequential) Mod:* Her bir görüntü bileşeninin (renk) tek bir taramada soldan sağa, yukarıdan aşağıya tarama gibi sıkıştırıldığı bir moddur;
- *Aşamalı (Progressive) Mod:* Görüntünün gereken birden çok blokta (scan/tarana olarak bilinen yapılarda) sıkıştırıldığı aşamalı mod
- *Kayıpsız (Lossless) Mod:* Kullanıcının piksellerin kaybolmaması gerektiği durumlarda kullanılacak bir moddur. Ancak veri içeriğini korumak için kayıplı moda göre sıkıştırma performansından ödün vermek gerekmektedir.
- *Hiyerarşik (Hierarchical) Mod:* Görüntünün birden fazla çözünürlükte sıkıştırıldığı hiyerarşik moddur. Daha düşük çözünürlüklü blokların, daha önce daha yüksek çözünürlüklü blokları açmak zorunda kalmadan görüntülenmesini sağlamaktadır.

JPEG algoritmasının temel işlem adımları ve detayları kısaca aşağıda adım adım açıklanmıştır.

Adım 1: Renkli görüntüler RGB'den bir parlaklık/renklilik renk uzayına dönüştürülür (gri tonlamalı görüntüler için bu adım atlanır). Göz, parlaklıktaki küçük değişikliklere duyarlıdır, ancak renkliliğe (chrominance) duyarlı değildir. Bu nedenle renklilik bölümü daha fazla veri sıkıştırılabilir. Böylece genel görüntü kalitesini çok fazla bozmadan yüksek oranda sıkıştırılabilir. Bu adım isteğe bağlıdır ancak önemlidir. Çünkü algoritmanın geri kalanı her renk bileşeni üzerinde ayrı ayrı çalışır. Renk uzayını dönüştürmeksizin, üç renk bileşeninin hiçbiri, daha fazla sıkıştırmaya neden olacak şekilde çok fazla tolerans göstermez.

Adım 2: Orijinal görüntülerden düşük çözünürlüklü pikseller oluşturularak renkli görüntüler alt örneklenir. (Bu adım, yalnızca hiyerarşik sıkıştırma seçildiğinde kullanılır; gri tonlamalı görüntüler için her zaman atlanır.) Alt

örnekleme, parlaklık bileşeni için yapılmaz. Alt örnekleme, hem yatay hem de dikey olarak 2:1 oranında (2h2v veya 4:1:1 örnekleme olarak adlandırılır) veya 2:1 oranında yatay olarak ve 1:1 dikey olarak yapılır (2h1v veya 4:2:2 örnekleme). Çünkü, üç renk bileşeninin ikisi üzerinde işlem yapıldığı için 2h2v işlemi görüntüyü $1/3+(2/3) \times (1/4)=1/2$ oranında orijinal boyutuna indirir. 2h1v ise $1/3+(2/3) \times (1/2)=2/3$ oranında orijinal boyutuna büyüklüğü indirir. Parlaklık bileşenine dokunulmadığından, görüntü kalitesinde gözle görülür bir kayıp yoktur. Gri tonlamalı görüntüler için bu adımdan geçleştirilmez.

Adım 3: Her bir renk bileşeninin pikselleri, veri birimi adı verilen 8×8 piksellik gruplar halinde düzenlenir ve her veri birimi ayrı olarak sıkıştırılır. Resim satırlarının veya sütunlarının sayısı 8'in katları değilse, alt satır ve en sağdaki sütun gerektiği kadar çoğaltılır. Biçimlendirilmemiş modda, kodlayıcı ilk görüntü bileşeninin tüm veri birimlerinin, daha sonra ikinci bileşenin veri birimlerinin ve son olarak üçüncü bileşenin veri birimlerinin işlenmesini sağlar. Biçimlendirilmiş modda kodlayıcı, üç görüntü bileşeninin üç üst sol veri ünitesini, daha sonra üç sağ veri ünitesini işler. Her bir veri ünitesinin ayrı olarak sıkıştırılmış olması, JPEG'in olumsuz taraflarından biridir. Kullanıcı maksimum sıkıştırmayı isterse, sıkıştırılmış görüntü bloklar arasındaki farklardan dolayı engelleme kusurları sergileyebilir.

Adım 4: Ayrık kosinüs dönüşümü (discrete cosine transform - DCT), daha sonra bir 8×8 frekans bileşeni haritası oluşturmak için her veri birimine uygulanır. Gruptaki ortalama piksel değerini ve ardışık yüksek frekans değişikliklerini temsil ederler. Bu, görüntü verilerinin bilgi kaybetme açısından önemli adımlarını hazırlar. Çünkü, DCT transandantal fonksiyon kosinüsünü içerdiğinden sınırlı bilgisayar aritmetiği hassasiyeti nedeniyle bazı bilgi kayıplarını içermelidir. Bu, ana kayıp adımı olmasa bile (aşağıdaki adım 5), görüntü kalitesinde bir miktar kayıp olacaktır, ancak normalde küçüktür.

Adım 5: Bir veri birimindeki 64 frekans bileşeninin her biri, niceleme katsayısı (Quantization Coefficient – QC) olarak

adlandırılan ayrı bir sayıya bölünür ve daha sonra bir tamsayıya yuvarlanır. Bilginin geri dönüşü olmayan bir şekilde kaybolduğu yer burasıdır. Büyük QC'ler daha fazla kayba neden olur, bu yüzden yüksek frekanslı bileşenler tipik olarak daha büyük QC'lere sahiptir. 64 QC'nin her biri bir JPEG parametresidir ve prensip olarak kullanıcı tarafından belirlenebilir. Pratikte, çoğu JPEG uygulaması, parlaklık ve renklilik görüntü bileşenleri için JPEG standardı tarafından önerilen QC tablolarını kullanır.

Adım 6: Her bir veri biriminin 64 niceliksel frekans katsayısı (şimdi tamsayıdır), RLE ve Huffman kodlamasının bir kombinasyonu kullanılarak kodlanır. Huffman kodlaması yerine QM kodlayıcı olarak bilinen bir aritmetik kodlama varyantı isteğe bağlı olarak kullanılabilir.

Adım 7: Son adım, üstbilgileri ve gerekli tüm JPEG parametrelerini ekler ve sonucu verir. Sıkıştırılmış dosya aşağıda açıklanan üç formattan biri olabilir

3. JPEG Algoritmasının Türevleri

Görüntülerin kayıplı sıkıştırılmasında en yaygın kullanılan yöntem JPEG algoritması olmasına rağmen günümüze kadar farklı gereksinimleri sağlamak için farklı türevleri önerilmiştir. Bu bölümde bu algoritmaların detaylarına, avantaj ve dezavantajlarına yer verilmiştir.

3.1. JPEG XT

JPEG XT (ISO/IEC 18477), eski JPEG standardıyla geriye doğru uyumlu çalışan bir standarttır. Bu standart son yıllarda önemli hale gelen, yüksek bit derinlikli (9-16 bit) görüntülerin sıkıştırılması, yüksek dinamik aralıklı görüntüleme ve alfa kanallarının gösterimi gibi birçok gereksinimi karşılamayı hedeflemiştir [6].

3.2. JPEG-LS

JPEG algoritmasının en önemli problemlerinden biri kayıpsız modunun etkisiz olmasıdır. Bu yüzden JPEG algoritması kayıpsız

sıkıştırma işlemi için çoğu zaman uygulanmaz. Sonuç olarak, ISO, IEC ile işbirliği içinde, kesintisiz ton görüntülerinin kayıpsız sıkıştırılması için yeni bir standart geliştirmeye karar vermiştir. Sonuç olarak JPEG-LS olarak bilinen ISO/IEC CD 14495 algoritması önerilmiştir. Bu yöntemin sadece JPEG'in bir uzantısı veya modifikasyonu olmadığını belirtmek gerekir.

Algoritmanın basit ve hızlı olmasını sağlamak için DCT ve aritmetik kodlama tekniği kullanılmamıştır. Ayrıca nicelleştirme yaklaşımı kısıtlı bir şekilde kullanılmıştır. JPEG-LS, mevcut pikselin daha önce karşılaşılan birkaç komşusunu incelemekte ve bunları pikselin bağlamı olarak kullanmaktadır. Pikseli tahmin etmek için bağlamı kullanır ve bu tür dağıtımlardan bir olasılık dağılımı seçer ve bu dağılımı kodlamak için özel Golomb koduyla tahmin hatası kullanır.

3.3. JPEG 2000

JPEG 2000, dalgacık teknolojisine dayanan son teknoloji sıkıştırma tekniklerini kullanan bir sıkıştırma algoritmasıdır. Son derece yüksek bir ölçeklenebilirlik ve erişilebilirlik sunan bir görüntü kodlama sistemidir. Görüntüler herhangi bir kalitede kayıpsız bir şekilde kodlanabilir. Standart, binlerce tera piksele kadar boyutlara sahip olan 16384 bileşene kadar destekler ve yüksek hassasiyet ve çeşitli değiştirilebilir veri ilerlemeleri ve rastgele erişim özellikleriyle desteklenir. JPEG 2000 mimarisi, taşınabilir dijital kameralardan gelişmiş ön baskı, tıbbi görüntüleme ve diğer önemli uygulama alanlarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir [7]. JPEG 2000'in uygulandığı bazı alanlar: dijital sinema, yayın pazarı, görüntü arşivleri ve veritabanları, tıbbi görüntüleme, kablosuz görüntüleme, uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri, dijital fotoğrafçılık, internet, belge görüntüleme verilebilir.

3.4. JBIG

Hiçbir sıkıştırma algoritması her türlü veriyi verimli bir şekilde sıkıştırılamaz. Bu nedenle her zaman yeni özel amaçlı yöntemler geliştirilmiştir. JBIG, özel amaçlı bir sıkıştırma algoritmasıdır. Özellikle iki seviyeli görüntülerin kademeli

sıkıştırılması için geliştirilmiştir. Monokromatik veya siyah-beyaz olarak da adlandırılan bu görüntüler, metin içeren veya içermeyen çizimlerin (teknik veya sanatsal) bir veritabanına kaydedilmesi ve geri çağırılması gereken uygulamalarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Sırasıyla siyah ve beyaz yerine “önelan” ve “arka plan” terimlerini kullanmak alışılmış bir durumdur.

JBIG ismi, Ortak İki-Seviye Görüntü İşleme Grubu anlamına gelir. Bu, bu tür bir standardı önermek için 1988'de kurulan çeşitli uluslararası kuruluşlardan uzmanlar grubu bir araya gelmiştir. JBIG yönteminin resmi adı ITU-T önerisi T.82'dir. ITU Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (Birleşmiş Milletler'in bir parçasıdır). ITU-T, ITU'nun telekomünikasyon standardizasyon sektörüdür. JBIG, görüntüyü sıkıştırmak için çoklu aritmetik kodlama kullanır.

3.5. JBIG2

Ortak İki-Seviye Görüntü İşleme Grubu tarafından iki seviyeli görüntülerin sıkıştırılması için önerilmiş bir başka standarttır. JBIG2, 1990'ların sonunda geliştirilmiş ve 1999'da ISO ve ITU-T tarafından onaylanmıştır. JBIG2 standardı aşağıda listelenen özellikleri sunmaktadır.

- Sıkıştırma performansında büyük artışlar sunmuştur. JBIG1'den 2-4 kat daha iyidir.
- Metin, yarım tonlar ve diğer iki seviyeli görüntü parçaları için özel sıkıştırma yöntemleri sunmuştur.
- Kayıplı ve kayıpsız sıkıştırma.
- İki aşamalı sıkıştırma modu. Mod 1, kod çözülmüş görüntünün düşükten yüksek kaliteye ilerlediği, kaliteli ilerlemeli sıkıştırma modudur. Mod 2, içerik görüntü kodlarının (metin gibi) ilk olarak çözüldüğü, ardından daha az önemli parçaların (örneğin yarım ton desenleri) izlendiği, içerik aşamalı kodlamadır.
- Çok sayfalı belge sıkıştırma.
- Diğer görüntü dosyası formatlarında kolayca gömmek için tasarlanmış esnek format.
- Hızlı geri dönüşüm. Bazı kodlama modlarında, görüntüler yazılımda 250

milyondan fazla piksel/saniyede açılabilir.

3.6. JPEG XR

JPEG XR standardı, mükemmel sıkıştırma özelliği ve önemli ek işlevler ile geniş bir uygulama yelpazesi için pratik bir kodlama teknolojisi sağlar. Algoritmanın birincil kullanım amacı, sürekli tonlu fotoğrafların temsildir. 2008 itibarıyla, en yaygın kullanılan dijital fotoğraf formatı olmuştur. Bu kodlama tekniği, üç kanalın her biri için 8 bit derinliğini kullanır, bu da kanal başına 256 temsil edilebilir değer ile sonuçlanır.

JPEG XR, optimize edilmiş görüntü kalitesi ve sıkıştırma verimliliğinin avantajlarını düşük karmaşıklık kodlaması ve kod çözme uygulama gereksinimleriyle birleştirir. Algoritma ayrıca aşağıdaki özellikleri sağlamaktadır.

- Yüksek sıkıştırma kapasitesi,
- Düşük hesaplamalı ve bellek kaynağı gereksinimleri,
- Kayıpsız ve kayıplı sıkıştırma,
- Alfa düzlemi desteği,
- Sabit ve kayan noktalı görüntü formatları desteği

3.7. JPEG AIC

JPEG AIC iki standartta sonuçlanmıştır (ISO/IEC 29170-1 ve ISO/IEC 29170-2). ISO/IEC 29170-1, çeşitli uygulama alanlarında görüntü sıkıştırma algoritmalarının uygunluğunu değerlendiren bir çerçevedir. Bu amaçla, bu standart birçok özelliğin test edilmesine ve karşılaştırılmasına izin veren bir takım değerlendirme araçları sağlamayı amaçlamaktadır. İkinci standart olan ISO/IEC 29170-2, ITU-R BT.500-11 standardının televizyon standartları ile öznel kalite değerlendirmesi için yaptığı gibi bir dizi değerlendirme prosedürünü tanımlar. Bu standart devam eden bir çalışmadır ve yeni kodlama mimarileri ve değerlendirme metodolojilerine uyum sağlamak için sürekli olarak güncellenmektedir [9].

3.8. JPSearch

JPSearch'in amacı görüntü arama ve geri çağırma sistemlerinde birlikte çalışabilirliği ele

almaktır. Bu amaçla, JPSearch soyut bir görsel arama ve geri çağırma çerçevesi ortaya koymaktadır. Bu mimarinin bileşenleri arasında veri alışverişi için arayüzler ve protokoller standartlaştırılmıştır. Bu bileşenlerin kendi görevlerini nasıl yerine getirdikleri konusunda asgari kısıtlamalar getirilmiştir. Meta veri ve ilgili meta veri şemalarının kullanımı ve yeniden kullanımı bu şekilde kolaylaştırılmıştır. Yaygın bir sorgu dili, dağıtılmış depolar üzerinde arama yapılmasını sağlamaktadır. Son olarak bir değişim formatı, kullanıcıların verilerini ve meta verilerini farklı uygulamalar ve cihazlar arasında kolayca içe ve dışa aktarmalarına olanak tanır [10].

3.9. JPEG systems

JPEG; dosya formatlarının, işlevlerinin ve kod akışı sözdiziminin sistematik bir incelemesi üzerinde çalışmıştır. Amaç, bu standartlar arasında birlikte çalışabilirlik ve işlevsellik değişimini sağlamak için JPEG Systems adı verilen gelecek ve eski standartlar için genel bir çerçeve tanımlamaktır.

JPEG Systems, etkileşim standartları, Yüksek Dinamik Aralık (HDR) araçları, gizlilik ve güvenlik, meta veriler, 360 derece görüntüler, artırılmış gerçeklik ve 3D için genel destek sağlamak amacıyla JPEG standartları için sistem katmanı uzantıları belirtmeyi amaçlamaktadır. JPEG Systems, diğer çoğu JPEG standardı gibi, çok parçalı bir özelliştir[11].

3.10. JPEG XS

JPEG XS (ISO / IEC 21122) standardı, çok düşük gecikme ve çok düşük karmaşıklığa sahip bir sıkıştırma algoritması tanımlamaktadır. Çeşitli paralellik dereceleri sunarak, JPEG XS, FPGA, ASIC, CPU ve GPU gibi çeşitli platformlarda ve çok kuşaklı yüksek sağlamlıkta üstünlüklerde verimli bir şekilde uygulanabilir. Özellikle doğal ve sentetik görüntüler için ISO/IEC 29170-2'de tanımlandığı gibi görsel kayıpsız sıkıştırma için optimize edilmiştir.

Bu özellikler, sıkıştırılmamış resim verileriyle çalıştırılmadan önce tüm uygulamalarda JPEG XS uygulamasına izin verir. Bu diğerleri arasında profesyonel video

bağlantıları (3G/6G/12G-SDI), IP taşıma (SMPTE 2022-5 / 6 & SMPTE 2110), gerçek zamanlı video depolama, bellek arabellekleri, çok yönlü video yakalama sistemi, kafa monte otomotiv endüstrisi için sanal veya artırılmış gerçeklik ve sensör sıkıştırmada kullanılabilir. Bu sayede, sistemler görsel olarak kayıpsız bir kalite sunarken, daha yüksek çözünürlük sunabilir. JPEG XS şu anda geliştirilmekte olan bir standattır [12].

3.11. JPEG pleno

JPEG Pleno, doku-artı derinlik, ışık alanı, nokta bulutu ve holografik görüntüleme gibi yeni görüntüleme yöntemlerini temsil etmek için standart bir çerçeve sağlamayı amaçlamaktadır. JPEG Pleno standart araçları bütünün bağımlılıklarını, parçalarının toplamından daha büyük olacak şekilde değerlendirmek için birlikte tasarlanacaktır. Bu bütünsel yaklaşımı tamamen kullanabilmek için JPEG Pleno, sıkıştırma verimliliğini hedef alan sadece bir dizi etkili kodlama aracı değildir. Görüntü manipülasyonu, meta veri, rastgele erişim, etkileşim ve çeşitli dosya formatları için gelişmiş işlevsellik desteği sağlamak için tamamen entegre bir sistem olarak anlaşılan bir temsil çerçevesidir. Ayrıca, gizlilik koruması, mülkiyet hakları ve güvenlik sunmaktadır [13].

4. Sonuç ve Öneriler

Kayıplı veri sıkıştırma teknolojik gelişmeler ile birlikte artan veri boyutu sonucunda bir zorunluluk haline gelmiştir. Kayıplı veri sıkıştırma kategorisinde en iyi bilinen ve en yaygın şekilde kullanılan algoritma JPEG algoritmasıdır. JPEG algoritması bir standart olmasına ve bu kadar yaygın kullanılmasına rağmen farklı uygulamaların sahip olduğu farklı gereksinimler doğrultusunda çeşitli değişimler geçirmiştir. Bu çalışmada JPEG algoritması ve ardından önerilen on bir farklı türevi sunulmaktadır. Kayıplı veri sıkıştırılması için en uygun sıkıştırma algoritması ne sorusu cevaplanmaya çalışılmıştır.

Kayıplı veri sıkıştırmada hangi algoritmanın seçileceği özellikle önemli verilerin sıkıştırılmasında oldukça kritiktir. Çünkü

sıkıştırılmış görüntüler geri dönüştürüldüğünde bir miktar hata meydana gelecektir ve bu hata tolere edilebilir olmalıdır. Kayıplı veri sıkıştırma algoritmaları her zaman aynı başarı ölçütlerini elde etmeyebilir. Yani bir sıkıştırma algoritmasının başarısı sıkıştırılan verilerin özelliklerine de oldukça bağlıdır. Sonuç olarak bir sıkıştırma algoritması seçilirken, mevcut verilerin özellikleri ve algoritmaların özellikleri detaylı bir şekilde incelenerek bir sonuca varılmalıdır.

Farklı verilerde JPEG algoritmalarından daha iyi sonuçlar elde edebilecek yani daha az işlem yükü ile daha fazla veri işleyebileceğimiz quantum algoritmalarında mevcuttur. Bu quantum algoritmaların ve JPEG algoritmalarının faydaları birleştirilerek daha etkili hibrit yöntemler geliştirilebilir.

5. Kaynaklar

1. Z. Xiong, X. Wu, S. Cheng, J. Hua, (2003). "Lossy to lossless compression of medical volumetric data using 3D integer wavelet transforms", IEEE Transactions on Medical Imaging ,vol.22, pp.459–470.
2. S.R.K. Park, J. Kwon, (2002). Low power reconfigurable DCT design based on sharing multiplication,IEEE Int. Conf. on Acoustics, Speech, and signal Processing, vol. 3, pp. 3116–3119,
3. S. Saha. (2001). "Image Compression from DCT to Wavelet", ACM Crossroads Student Magazine, 21 Jan 2001.
4. John C. (2006). Russ.The Image Processing Handbook.,ISBN-10: 0849372542. ISBN-13: 978-0849372544, CRC Press,5thedition, (December 19, 2006).
5. Graham Hudson, (2017). Alain Léger, Birger Niss, István Sebestyén, JPEG at 25: Still Going Strong, IEEE MultiMedia, Volume: 24, Issue: 2, Apr.-June 2017. DOI: 10.1109/MMUL.2017.38
6. Thomas Richter, (2016). Alessandro Artusi, Touradj Ebrahimi, JPEG XT: A new family of JPEG backward-compatible standards, IEEE Multimedia Magazine, Issue of July/Sept DOI: 10.1109/MMUL.2016.49. Pre-print version.
7. David Taubman, Michael Marcellin, (2002). JPEG2000: standard for interactive imaging, Proceedings of the IEEE, volume 90, issue 8, pp 1336 - 1357, IEEE,
8. P. Howard, F. Kossentini, B. Martins, S. Forchhammer, W. Rucklidge, (1998). The emerging JBIG2 standard, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol.8, no.7, pp.838-848, Nov.
9. Evangelos Alexiou, Irene Viola, Lukas Krasula, Thomas Richter, Tim Bruylants, Antonio Pinheiro, Karel Fliegel, Martin Rerabek, Athanassios Skodras, Peter Schelkens and Touradj Ebrahimi, (2016). Overview and Benchmarking summary for the ICIP 2016 Compression Challenge, 23rd International Conference on Image Processing, September 25 - 28, Phoenix, Arizona.
10. Kyoungro Yoon, Youngseop Kim, Je-Ho Park, Jaime Delgado, Akio Yamada, (2012). Frederic Dufaux, Ruben Tous, JPSearch: New international standard providing interoperable framework for image search and sharing, Signal Processing: Image Communication, Volume 27, Issue 7, pp 709-721, Elsevier, (ScienceDirect).
11. Mary Meeker, Internet Trends (2016) - Code Conference, KPCB reports 2016, June 1, 2016.
12. Willème, A., Descampe, A., Rouvroy, G., Pellegrin, P., & Macq, B. (2017). JPEG XS-based frame buffer compression inside HEVC for power-aware video compression. In Applications of Digital Image Processing XL (Vol. 10396, p. 103960C). International Society for Optics and Photonics.
13. Touradj Ebrahimi, Siegfried Foessel, Fernando Pereira, Peter Schelkens, (2016). JPEG Pleno: Toward an Efficient Representation of Visual Reality, IEEE Multimedia, Oct-Dec (IEEE Xplore)