

ÖZET

İÇ-TAHMİN KODLAMASI VE DÜZLEMSEL MOD KAPSAMINDA KOD ÇÖZME

5

Mevcut buluş, bir ilk tahmin değerinin ilgili yatay sınırlı piksellerinin bir değeri ile dikey sınırlı piksellerinin bir tanesinin bir değeri arasında lineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak hesaplandığı ve bir ikinci tahmin değerinin ise ilgili dikey sınırlı piksellerinin bir değeri ile yatay sınırlı piksellerinin bir tanesinin bir değeri arasında lineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak hesaplandığı düşük zorluklu bir düzlemsel mod kodlaması sağlamaktadır. Birinci ve ikinci tahmin değerleri daha sonra bir tahmin bloğu içerisinde ilgili bir tahmin piksel değerini türetmek üzere ortalananmaktadır. Tahmin bloğu ile bir hedef bloğu arasındaki bir kalıntı ise bir dekodere sinyallenmektedir.

10

İSTEMLER

1. Düzlemsel modda bir hedef bloğun piksel değerlerinin tahmin edilmesi için bir video kodlama yöntemi olup, yöntem aşağıdakileri gerçekleştirmek için bir video kodlayıcı işlemcisi ile yürütülen bilgisayarla yürütülebilir adımları içermektedir:

hedef bloğun üst dış kenarında bulunan, ilgili tahmin pikselleri ile aynı yatay pozisyonundaki ilgili yatay sınırlı pikselleri ile hedef bloğun sol dış kenarındaki dikey sınırlı piksellerinden birinin bir değeri arasında lineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak suretiyle hedef blok için bir tahmin bloğu içerisinde ilgili tahmin piksellerinin ilk tahmin değerlerinin hesaplanması

ilgili tahmin pikselleri ile aynı dikey pozisyonundaki ilgili dikey sınırlı piksellerinin değerleri ile hedef bloğun üst dış kenarında bulunan yatay sınırlı piksellerinden bir tanesinin bir değeri arasında lineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak suretiyle ilgili tahmin piksellerinin ikinci tahmin değerlerinin hesaplanması ve

tahmin bloğunda ilgili tahmin piksel değerlerinin türetilmesi adımları aynı tahmin pikseli için birinci ve ikinci tahmin değerlerinin ortalanması

2. Tahmin bloğu ve hedef blok arasında bir artı değerin sinyallenmesini ilave olarak içeren İstem 1'e göre yöntem.

3. İstem 2'ye göre yöntem olup ilave olarak aşağıdakileri içermektedir:

içerisinde yüksek frekanslı enerjinin olduğu bloklara uygun olan ileri ve geri dönüşüm çekirdeklerinin (H_{FN} , H_{IN}) bir birincil setinden düşük uzamsal faaliyetlere sahip bloklar için adapte edilmiş ileri ve geri dönüşüm çekirdeklerinin (G_F^N , G_I^N) ikincil setine geçişin yapılması ve ikincil set dönüşüm çekirdeklerinin (G_F^N , G_I^N) kullanılmasıyla artı değerin dönüştürülmesi, burada bir çift (i, j) çekirdeğin matriks bileşen indekslerini temsil etmektedir.

4. İkincil seti ileri dönüşüm çekirdeğinin $G_F^N(i, j)$ aşağıdaki denklemlerden biri ile tanımlandığı İstem 3'e göre yöntem:

$$\begin{aligned} (a) G_F^N(i, j) &= k_i \cdot \sin[(2i-1)j\pi/(2N+1)], \quad \forall 1 \leq i, j \leq N \\ (b) G_F^N(i, j) &= k_i \cdot \sin[(2i-1)(2j-1)\pi/4N], \quad \forall 1 \leq i, j \leq N : \text{ ve} \\ (c) G_F^N(i, j) &= k_i \cdot \cos[(i-1)(2j-1)\pi/2N], \quad \forall 1 \leq i, j \leq N. \end{aligned}$$

burada ki bir ölçekleme faktörüdür.

5. İkinci set dönüşüm çekirdeğinin, $2N \times 2N$ boyutundaki dönüşüm çekirdekleri bir video kodlayıcı ile desteklendiğinde, $G_F^{(i,j)} = k_1 \times H_F^{(2N+1-j)}$, $1 \leq i, j \leq N$ ile tanımlanan

5 bir ikinci set ileri dönüşüm çekirdeğini $G_F^{(i,j)}$ içerdiği, burada $2N \times 2N$ boyutundaki dönüşüm çekirdekleri bir video kodlayıcı ile desteklenmediklerinde $H_F^{(2N)}$ 'nin $2N \times 2N$ boyutunda olan bir ileri dönüşüm çekirdeği olduğu veya $G_F^{(i,j)} = H_F^{(i,j)}$, $1 \leq i, j \leq N$ olduğu, burada $H_F^{(N)}$ 'nin k_1 bir ölçekleme faktörü olduğunda $N \times N$ boyutunda bir birinci ileri dönüşüm çekirdeği olduğu İstem 3'e göre yöntem.

10

6. Düzlemsel modda bir hedef bloğunun piksel değerlerinin tahmin edilmesi için bir video kod çözme yöntemi olup, aşağıdakileri gerçekleştirmek için bir video dekoderinin işlemcisi tarafından, bir bilgisayarla yürütülebilecek olan adımların yürütülmesini içermektedir:

15

hedef bloğunun üst dizi kısmında ilgili tahmin pikselleriyle aynı yatay pozisyonda olan ve hedef bloğunun sol dizi üzerinde dikey sıradaki piksellerinden birinin değeri ile ilgili yatay sıradaki piksellerinin değerleri arasında doğrusal enterpolasyon kullanarak hedef bloğu için bir tahmin bloğundaki ilgili tahmin piksellerinin birinci tahmin değerlerinin hesaplanması;

20

ilgili tahmin pikselleriyle aynı dikey pozisyonda olan ilgili dikey sıradaki piksellerinin değerleri ve hedef bloğunun üst dizi üzerinde yatay sıradaki piksellerinin bir değeri arasındaki doğrusal enterpolasyon kullanılarak ilgili tahmin piksellerinin ikinci tahmin değerlerinin hesaplanması;

25

tahmin bloğundaki tahmin piksellerinin ilgili tahmin pikseli değerlerini türetmek için aynı tahmin pikselleri için birinci ve ikinci tahmin değerlerinin ortalamasının elde edilmesi;

bir kodlayıcıda düzlemsel modda üretilmiş olan bir kodlayıcıdan artı bir sinyalin kodunun çözülmesi;

30

ikinci set geri dönüşüm çekirdeğini $G_I^{(i,j)}$ kullanarak kodu çözülmüş artı değerlerin geri dönüştürülmesi sayesinde birinci set geri dönüşüm çekirdeğinden $H_I^{(i,j)}$ ikinci set geri dönüşüm çekirdeğine $G_I^{(i,j)}$ geçişin yapılması, burada bir çift (i,j) çekirdeğin bir matris bileşeninin indekslerini temsil etmektedir; ve

görüntü verisinin yeniden oluşturulması için tahmin bloğuna geri dönüştürülmüş artık değerin eklenmesi.

7. Geri dönüşüm çekirdeğinin $G_1^{(i,j)}$, I^N 'nin $N \times N$ boyutunun kimlik matriksi olduğunda, $G_1 \cdot G_{FN} = I^N$ den ileri dönüşüm çekirdeği G_F^N kullanılarak türetilbildiği İstem 6'ya göre yöntem.

8. Düzensel modda bir hedef bloğunun piksel değerlerini tahmin eden bir video kodlayıcı olup, aşağıdakileri gerçekleştirmek üzere yürütülebilecek olan programlar içeren bir bellek ve bir bilgisayar sisteminin bir işlemcisi içermektedir:

hedef bloğunun üst dördü kısmı üzerindeki ilişkili tahmin pikselleriyle aynı yatay pozisyonda olan ilişkili yatay sırtı piksellerinin değerleri ve hedef bloğunun sol dördü kısmındaki dikey sırtı piksellerinden birinin değeri arasında doğrusal interpolasyon kullanılarak hedef bloğu için bir tahmin bloğundaki ilişkili tahmin piksellerinin birinci tahmin değerlerinin hesaplanması

ilişkili tahmin pikselleriyle aynı dikey pozisyonda olan ilişkili dikey sırtı piksellerinin değeri ve hedef bloğunun üst dördü kısmı üzerindeki yatay sırtı piksellerinin değerlerinden biri arasında doğrusal interpolasyon kullanılarak ilişkili tahmin piksellerinin ikinci tahmin değerlerinin hesaplanması ve

tahmin bloğundaki tahmin piksellerinin ilişkili tahmin pikseli değerinin türetilmesi için aynı tahmin pikseli için birinci ve ikinci tahmin değerlerinin ortalaması alınması

9. İşlemcinin tahmin bloğu ve hedef blok arasında bir artı işaret ettiği İstem 8'e göre video kodlayıcısı

10. İstem 9'a göre video kodlayıcısı olup, burada işlemci aşağıdakileri gerçekleştirmektedir:

yüksek enerjiye sahip olan bloklara uygun ileri ve geri dönüşüm çekirdeklerinin (H_F^N, H_N^T) bir birincil setinden, düşük uzamsal faaliyetlere sahip bloklar için adapte edilmiş ileri ve geri dönüşüm çekirdeklerinin (G_F^N, G_N^T) ikincil setine geçiş ve ikinci set dönüşüm çekirdeklerini (G_F^N, G_N^T) kullanarak artık değerin dönüştürülmesi, burada bir çift (i, j) çekirdeğin bir matriks bileşeninin indekslerini temsil etmektedir.

11. İkinci set ileri dönüşüm çekirdeğinin $G_F^N(i,j)$ aşağıdaki denklemlerden biriyle tanımlandığı
İstem 10'a göre video kodlayıcı

- (a) $G_F^N(i,j) = k_i \cdot \sin[(2i-1)j\pi/(2N+1)]$, $1 \leq i,j \leq N$
(b) $G_F^N(i,j) = k_i \cdot \sin[(2i-1)(2j-1)\pi/4N]$, $1 \leq i,j \leq N$ ve
(c) $G_F^N(i,j) = k_i \cdot \cos[(i-1)(2j-1)\pi/2N]$, $1 \leq i,j \leq N$.

5 burada ki bir ölçekleme faktörüdür.

12. H_F^{2N} , $2N \times 2N$ boyutunda bir birinci ileri dönüşüm çekirdeği olduğunda $2N \times 2N$ boyutundaki dönüşüm çekirdekleri video kodlayıcı tarafından desteklenmediğinde ikincil set dönüşüm çekirdeklerinin $G_F^N(i,j) = k_i \times H_F^{2N}(2i, N+1-j)$ ile tanımlanan veya H_F^N , $N \times N$ boyutundaki bir birinci ileri dönüşüm çekirdeği olduğunda $2N \times 2N$ dönüşüm çekirdekleri video kodlayıcı tarafından kodlanmadığında ikincil set dönüşüm çekirdeklerinin $G_F^N(i,j) = H_F^N(i,j)$ ile tanımlanan bir ikincil set ileri dönüşüm çekirdeğini $G_F^N(i,j)$ içerdiği
İstem 10'a göre video kodlayıcı

15

13. Bir bilgisayar sisteminin işlemcisini içeren, düzlemsel modda hedef bloğu içerisinde piksel değerlerini tahmin eden bir video dekoderi olup, işlemcinin aşağıdakileri gerçekleştirebileceği, işlemci tarafından yürütülebilen programlar saklayan bir bellek ve bir bilgisayar sisteminin işlemcisini içermektedir:

20

hedef bloğunun üst dördü kısmı üzerindeki ilişkili tahmin pikselleriyle aynı yatay pozisyonda olan ilişkili yatay sırt piksellerinin değerleri ve hedef bloğunun sol dördü kısmındaki dikey sırt piksellerinden birinin değeri arasında doğrusal interpolasyon kullanılarak hedef bloğu için bir tahmin bloğundaki ilişkili tahmin piksellerinin birinci tahmin değerlerinin hesaplanması

25

ilişkili tahmin pikselleriyle aynı dikey pozisyonda olan ilişkili dikey sırt piksellerinin değerleri ve hedef bloğunun üst dördü kısmı üzerindeki yatay sırt piksellerinden değerlerinden biri arasında doğrusal interpolasyon kullanılarak ilişkili tahmin piksellerinin ikinci tahmin değerlerinin hesaplanması ve

30

tahmin bloğundaki tahmin piksellerinin ilişkili tahmin pikseli değerinin türetilmesi için aynı tahmin pikseli için birinci ve ikinci tahmin değerlerinin ortalaması alınması

bir kodlayıcı tarafından belirtilen artı değer kodunun çözülmesi;

birinci set geri dönüşüm çekirdeğinden $H_I^N(i, j)$ ikinci set geri dönüşüm çekirdeğine $G_I^N(i, j)$ geçişin yapılması;

ikinci set geri dönüşüm çekirdeği $G_I^N(i, j)$ kullanılarak çözülmüş olan artı geri dönüştürülmesi, burada

bir çift (i, j) çekirdeğin bir matriks bileşeninin indekslerini temsil etmektedir; ve tahmin bloğuna geri dönüştürülmüş artı eklenmesi.

5

TARİFNAME

İÇ-TAHMİN KODLAMASI VE DÜZLEMSEL MOD KAPSAMINDA KOD ÇÖZME

5 İLGİLİ BAŞVURULAR

Mevcut patent belgesi, 35 U.S.C. §119(e) maddesi kapsamında tüm içeriği bu metne referans verilerek dahil edilen, 21 Aralık 2010 tarihli US 61/425,670 seri numaralı ve 4 Mart 2011 tarihli 61/449,528 seri numaralı Geçici Patent Başvuru Serisinin daha önceki başvuru tarihinden istifade etmeyi talep etmektedir.

BULUŞUN ARKA PLANI

1. Teknik Alan

15

Mevcut buluş video kodlaması ile ve daha özel olarak düşük zorluklu düzlemsel tahmin modu kodlaması ile geliştirilmiş kare-içi tahminle alakalıdır.

2. Önceki Tekniğin Açıklaması

20

Dijital video sıkıştırma biçiminde bir dijital video sekansı her bir ve her (ör., bir kare dizisini) karesini temsil etmek üzere çok büyük bir miktarda veriye ihtiyaç duymaktadır. Birçok uygulama için bant genişliği kısıtlamaları nedeniyle bilgisayar ağları üzerinden sıkıştırılmış dijital videoların aktarılmasında verimli olmamaktadır. Buna ek olarak, sıkıştırılmış dijital video yüksek miktarda saklama alanına ihtiyaç duymaktadır. Dijital video normalde saklama gereksinimlerini azaltacak ve bant genişliği gereksinimlerini düşürecek şekilde kodlanmaktadır.

Dijital videonun kodlanması için kullanılacak bir teknik kareler-arası tahmin, ya da ara-tahmin tekniğidir. Ara-tahmin tekniği farklı kareler arasındaki geçici fazlalıkları kullanmaktadır. Videonun geçici bitişik kareleri arasında tipik olarak büyük ölçüde aynı kalan piksel blokları yer almaktadır. Kodlama süreci esnasında, bir devinim vektörü bir karedeki bir piksel bloğunun devinimini başka bir karedeki benzer piksellerden oluşan bir blokla ilişkilendirmektedir. Buna mukabil, sistem piksel blokları iki kere kodlamaya ihtiyaç duymamakta ve bunun yerine piksel blokları sadece bir kez kodlamakta ve diğer piksel

bloğunu tahmin etmek üzere bir devinim vektörü sağlamaktadır

Dijital videonun kodlanması için kullanılacak başka bir teknik ise kare-içi tahmin ya da iç-tahmin tekniğidir. İç-tahmin diğer karelerdeki piksellere bakmadan bir kareyi ya da buranın bir bölümünü kodlamaktadır. İç-tahmin bir kare içerisindeki piksel bloklar arasındaki uzamsal fazlalıkları kullanmaktadır. Uzamsal olarak bitişik piksel bloklar genellikle benzer özelliklere sahip olduğundan, kodlama işleminin etkinliği bitişik bloklar arasındaki uzamsal korelasyonun kullanılmasıyla geliştirilmektedir. Bu korelasyon bitişik bloklarda kullanılan tahmin modlarına dayalı olarak bir hedef bloğun tahmini vasıtasıyla uygulanabilmektedir.

Tipik olarak, bir kodlayıcı bir ara-öngörücü içeren bir piksel öngörücü, bir iç-öngörücü ve bir mod seçtörünü içermektedir. Ara-öngörücü devinim dengelemeli bir referans karesine dayalı olarak alınan görüntü için bir tahmin gerçekleştirmektedir. İç-öngörücü ise mevcut kare ya da resmin halihazırda işlenmiş kısımlarına dayalı olarak alınan görüntü için bir tahmin gerçekleştirmektedir. İç-öngörücü ayrıca çok sayıda farklı ara-tahmin modunu içermekte ve ilgili tahmin modları kapsamında bu tahminleri gerçekleştirmektedir. Ara-öngörücüden ve iç-öngörücüden gelen çıktılar mod seçtörüne gönderilmektedir.

Mod seçtörü hangi kodlama yönteminin, ara-tahmin kodlaması ya da iç-tahmin kodlaması kullanılabileceğini belirlemekte ve iç-tahmin kodlaması kullanılmak istenirse, çok sayıda iç-tahmin modu arasından iç-tahmin kodlamasının hangi modunun kullanılabileceğine karar vermektedir. Karar verme sürecinde, mod seçtörü kodlama etkinliği ve işlem maliyetleri açısından hangi kodlama yönteminin ya da hangi modun en etkin sonuçlar vereceğini analiz etmek üzere maliyet fonksiyonları kullanılmaktadır.

Ara-tahmin modları bir DC modunu ve yönsel modları içermektedir. DC modu uygun bir biçimde piksel değerleri blok etrafında sabit olan bir bloğu temsil etmektedir. Yönsel modlar ise belirli yönde bir şerit yapıya sahip bir bloğu temsil etmeye uygundur. Görüntünün genelde düzgün olduğu başka bir görüntü yapısında mevcuttur ve piksel değerleri bir blok içerisinde kademeli olarak değişmektedir. DC modu ve yönsel modlar görüntü içerisindeki küçük kademeli değişiklikleri tahmin etmek için uygun değildir ve özellikle düşük ila orta bit oranlarında rahatsız edici bloklaşma bozuklukları üretebilmektedir. Zira kademeli olarak değişen piksel değerlerine sahip bloklar kodlandığında zaman, blokların AC katsayıları sıfıra nicelenmeye eğilimliyken, DC katsayılarında sıfırdan harici değerlere sahip olmaktadır.

Bu problemle başa çıkabilmek için, H.264/AVC standardı altındaki iç-tahmin modları ile piksel değerleri küçük bir düzlemsel gradyanda kademeli olarak değişen düzgün bir görüntüye sahip bir bloğu temsil etmek üzere düzlemsel bir mod içermektedir. H.264/AVC standardının düzlemsel modu dahilinde, bir düzlemsel gradyan öngörülmekte ve bir dekodere bit akışında sinyallenmektedir.

BULUŞUN KISA AÇIKLAMASI

Mevcut buluş ekli istemler yoluyla tanımlanmaktadır

ŞEKİLLERİN KISA AÇIKLAMASI

Şekil 1, üzerinde mevcut buluşun uygulanabileceği örnek bir donanım mimarisini gösteren bir blok diyagramdır

Şekil 2, mevcut buluşun uygulanabileceği bir video kodlayıcının genel görünümünü sergileyen bir blok diyagramdır

Şekil 3, mevcut buluşun uygulanabileceği bir video dekoderinin genel görünümünü sergileyen bir blok diyagramdır

Şekil 4, mevcut buluşun bir yapılandırılmasına göre bir kodlayıcının işlevsel modüllerini gösteren bir blok diyagramdır

Şekil 5, mevcut buluşun bir yapılandırılmasına göre video kodlayıcı tarafından gerçekleştirilen bir kodlama prosesini gösteren bir akış şemasıdır

Şekil 6, mevcut buluşun bir yapılandırılmasına göre bir dekoderin işlevsel modüllerini gösteren bir blok diyagramdır

Şekil 7, mevcut buluşun bir yapılandırılmasına göre video dekoderi tarafından gerçekleştirilen bir kod çözme prosesini gösteren bir diyagramdır

Şekil 8, $P(i,j)$ piksellerini tahmin etmek üzere kullanılan $P(i,j)$ 8 x 8 piksellerini ve referans piksellerini içeren bir hedef bloğun şematik bir temsidir.

Şekil 9, JCT-VC A119 dahilinde teklif edilen düzlemsel mod kodlamasına göre tahmin piksellerinin üretilmesi prosesini gösteren bir şematik temsildir.

- 5 Şekil 10, mevcut buluşun düzlemsel mod kodlamasına göre tahmin piksellerinin üretilmesi prosesini gösteren bir şematik temsildir.

Şekil 11, mevcut buluşun düzlemsel mod kodlamasına göre tahmin piksellerinin üretilmesi prosesini gösteren başka bir şematik temsildir.

10

Şekil 12, dönüşüm çekirdeğinin bir primer dizisi ile dönüşüm çekirdeğinin bir sekonder dizisi arasındaki değişim prosesini gösteren bir akış şemasıdır.

ŞEKİLLERİN VE TERCİH EDİLEN YAPILANDIRMALARIN AYRINTILI AÇIKLAMASI

15

Şekil 1, üzerinde mevcut buluşun uygulanabileceği bir bilgisayar (100) örnek bir donanım mimarisini göstermektedir. Şekil 1'de gösterilen donanım mimarisinin mevcut buluşun yapılandırmalarıyla uygulayan bir video kodlayıcıda hem de bir video dekoderinde ortak olabileceğini lütfen unutmayın. Bilgisayar (100) lokal bir ara yüz (107) vasıtasıyla iletişimsel olarak bağlanan bir işlemci (101), bellek (102), saklama cihazı (105), bir ya da daha çok girdi ve/veya çıktı (I/O) cihazları (106) (ya da çevrelerini) içermektedir. Lokal ara yüz (105) örneğin, bunlarla sınırlanmamak kaydıyla, teknikte bilinen bir ya da daha çok veri yolu ya da diğer kablolu ya da kablosuz bağlantı şeklinde olabilmektedir.

20

- 25 İşlemci (101) özellikler bellekte (102) saklanan yazılımın uygulanması için kullanılan bir donanım cihazıdır. İşlemci (101) sipariş üzerine yapılmış ya da ticari olarak bulunabilen herhangi bir işlemci, bir merkezi işlemci ünitesi (CPU), bilgisayarla (100) ilintili birkaç işlemci arasından seçilen bir yedek işlemci, yarıiletken bazlı bir mikroişlemci (mikroçip ya da çip seti formunda), ya da genel olarak yazılım talimatlarını uygulanması için kullanılan herhangi bir cihaz şeklinde olabilmektedir.
- 30

Bellek (102) uçucu bellek elemanları (ör., rastgele erişimli bellek (DRAM, SRAM, SDRAM, vs. gibi RAM)) ve uçucu olmayan bellek elemanlarından (ör., ROM, sabit sürücü, teyp, CDROM, vs) herhangi birini ya da bunların bir kombinasyonunu içerebilen bilgisayar tarafından olunabilir bir ortamı içermektedir. Ayrıca, bellek (102) elektronik, manyetik, optik ve/veya

35

diğer tiplerdeki saklama ortamlarında içerebilmektedir. Bilgisayar tarafından olunabilir bir ortam bir talimat uygulama sistemi, aparatıya da cihazında ya da bunlarla iletişim halinde kullanılmak üzere programı saklayabilen, iletişim kurabilen, aktarabilen ya da iletebilen herhangi bir araç olabilmektedir. Lütfen, belleğin (102), farklı elemanların birbirinden uzak bir şekilde konumlandırıldığı, ancak bir işlemci (101) tarafından erişilebilen dağıtık bir mimarisi olabileceğini de unutmayın.

Bellek (102) içerisindeki yazılım (103), aşağıda açıklanacağı üzere, her birinin bilgisayarın (100) mantıksal fonksiyonlarının uygulanması için yürütülebilir talimatların sıralı bir listesi içereceği şekilde bir ya da daha çok ayrı programı içerebilmektedir. Şekil 1'deki örnekte, bellekteki (102) yazılım (103) bilgisayarın (100) mevcut buluş kapsamındaki video kodlama ya da video kod çözme işlevselliğini tanımlamaktadır. Buna ek olarak, her ne kadar gerekli olmasa da, belleğin (102) bir işletim sistemi (O/S) (104) içermesi de mümkündür. İşletim sistemi (104) esasen bilgisayar programlarının yürütülmesini kontrol etmekte ve listeleme, girdi-çıkış kontrolü, dosya ve veri yönetimi, bellek yönetimi ve iletişim kontrolü ve ilgili servisleri de sağlamaktadır.

Bilgisayarın (100) saklama cihazı (105) sabit bir saklama cihazıya da taşınabilir saklama cihazında dahil olmak üzere birçok farklı tipte saklama cihazlarından bir tanesi olabilmektedir. Bir örnek olarak, saklama cihazı (105) manyetik teyp, disk, flaş bellek, uçucu bellek ya da farklı bir saklama cihazı olabilir. Buna ek olarak, saklama cihazı (105) güvenli bir dijital hafıza kartıya da başka herhangi bir sökülebilir saklama cihazı (105) olabilir.

I/O cihazları (106) örneğin, bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, bir dokunmatik ekran, bir klavye, fare, tarayıcı, mikrofona ya da diğer girdi cihazları gibi girdi cihazları içerebilmektedir. Ayrıca I/O cihazları (106) örneğin, bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla bir ekran ya da diğer çıkış cihazları gibi çıkış cihazları da içerebilmektedir. I/O cihazları (106) ayrıca örneğin, bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla bir modülatör / demodülatör (ör., başka bir cihaz, sistem ya da ağa erişim için modem), bir radyo frekansı (RF), kablosuz ya da diğer alıcı-vericiler, bir telefonik ara yüz, bir köprü, bir yönlendirici ya da hem bir girdi hem de bir çıkış olarak işlev gösteren diğer cihazlar gibi hem girdiler hem de çıkışlar vasıtasıyla iletişim kurabilen cihazlarda içerebilmektedir.

Teknikte ortalama uzmanlığa sahip kişiler tarafından bilindiği üzere, video sıkıştırma işlemi bir video sekansındaki gereksiz bilginin çıkarılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Örnekleri arasında

MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.263 ve H.264/AVC' nin de bulunduğu birçok farklı video kodlama standardı mevcuttur. Mevcut buluşun herhangi spesifik bir video kodlama standardının uygulanmasıyla kısıtlanmak istenmediği unutulmamalıdır. Ancak mevcut buluşun aşağıdaki açılımları bu metinde referans olarak verilen H.264/AVC standardı örneğini kullanarak sunulmaktadır. H.264/AVC en yeni video kodlama standardı ve MPEG-1, MPEG-2, H.261 ve H.263 gibi önceki kodlama standartlarına göre önemli bir gelişme kaydetmiştir.

H.264/AVC dahilinde, bir videonun her karesi ya da resmi birkaç dilime bölünebilmektedir. Bu dilimler daha sonra daha sonra 8x16, 16x8, 8x8, 4x8, 8x4 ve en küçük 4x4 piksellik bloklara da bölünebilecek şekilde, makro bloklar adı verilen 16x16'lık bloklara bölünmektedir. H.264/AVC tarafından desteklenen beş tipte dilim bulunmaktadır. (I) dilimlerinde, tüm makro bloklar iç ya da ara-tahmin kullanılarak kodlanabilmektedir. (P) dilimlerinde, makro bloklar iç veya bloklar arasına tahmin kullanılarak kodlanabilirler. (P) dilimleri sadece her makro blok başına bir devrim dengelemeli tahmin (MCP) sinyalinin kullanılmasıyla müsaade etmektedir. (B) dilimlerinde, makro bloklar iç ya da ara-tahmin kullanılarak kodlanabilmektedir. Her tahmin için iki (MCP) sinyali kullanılabilmektedir. (SP) dilimleri (P) dilimlerinin etkin bir şekilde farklı video akışları arasında değiştirilmesine müsaade etmektedir. Bir (SI) dilimi, sadece iç-tahmini kullanarak, rastgele erişim ya da hata düzeltme için (SP) dilimi ile tam olarak örtüşmektedir.

Şekil 2, mevcut buluşun uygulanabileceği bir video kodlayıcısının genel bir görüntüsünü sunmaktadır. Şekilde gösterilen bloklar bellek (102) içerisindeki yazılım (103) yürüten işlemci (101) tarafından gerçekleştirilen fonksiyonel modülleri temsil etmektedir. Video karesinin (200) bir resmi bir video kodlayıcısına (201) beslenmektedir. Video kodlayıcı makro blok (200A) üniteleri halinde resme (200) işlem yapmaktadır. Her makro blok, resmin (200) birkaç pikselini içermektedir. Her makro blok üzerinde, dönüşüm katsayı seviyelerine niceleme işlemini takiben dönüşüm katsayılarına çevrilme işlemi gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, kodlama adımlarının doğrudan piksel verisi üzerinde değil de, bunların tahmin edilen piksel değerlerine olan farklılıkları üzerinde gerçekleştirmek ve böylece daha kolay bir şekilde sıkıştırılan küçük değerler elde etmek üzere iç-tahmin ya da ara-tahmin yöntemi kullanılmaktadır.

Her dilim için, kodlayıcı (201) ilgili dilimin makro bloklarını kodlanmış bir versiyonunu oluşturan bir takım söz dizim elemanları üretmektedir. Söz dizim elemanları içerisinde, dönüşüm katsayı seviyeleri ya da atlanan katsayı seviyelerini gösteren bir önem haritası gibi, dönüşüm katsayıları kodlanmasıyla alakalı tüm geri kalan veri elemanlarına geri kalan veri

söz dizim elemanları ad verilmektedir. Geri kalanlar veri söz dizim elemanları ya da, kodlayıcı (201) tarafından üretilen söz dizim elemanları ile her makro bloğun nasıl kodlandığına ya da kodlanmasında gerektiğine dair kontrol bilgilerini içeren kontrol bilgisi söz dizim elemanları da içermektedir. Başka deyişle, söz dizim elemanları iki kategoriye ayrılabilir. Birinci kategori, yani kontrol bilgisi söz dizim elemanları bir makro blok tipi ve alt-makro blok tipi ile ilgili elemanlar ve hem uzamsal hem de geçici tiplerin tahmin modları ile ilgili bilgileri ve bunun yanı sıra örneğin dilim-bazlı ve makro blok-bazlı kontrol bilgilerini içermektedir. İkinci kategoride, nicelenen dönüşüm katsayıları bloğunun içerisindeki tüm önemli katsayıların lokasyonlarını gösteren bir önem haritası ve niceleme adımlarına tekabül eden seviye birimleri şeklinde gösterilen önemli katsayıların değerleri gibi tüm geri kalan veri elemanları kombine edilmekte ve kalıtımlı veri söz dizimi elemanları haline gelmektedir.

Kodlayıcı (201) söz dizimi elemanları kodlayan ve her dilim için aritmetik kodlu kelimeler üreten bir entropi kodlayıcısı içermektedir. Bir dilim için aritmetik kodlu kelimeler üretirken, entropi kodlayıcı video sinyal bit akışı içerisindeki söz dizim elemanları veri değerleri arasındaki istatistiki ilişkileri kullanmaktadır. Kodlayıcı (201) bir resim (200) dilimi için kodlanan bir video sinyalini Şekil 3'te gösterilen bir video dekoderine (301) aktarmaktadır.

Şekil 3 mevcut buluşun uygulanabileceği bir video dekoderinin genel bir görüntüsünü sunmaktadır. Benzer biçimde, şekilde gösterilen bloklar bellek (102) içerisindeki yazılım (103) yürüten işlemci (101) tarafından gerçekleştirilen fonksiyonel modülleri temsil etmektedir. Video dekoderi (301) kodlanmış video sinyalini almakta ve birinci entropi sinyali tekrar söz dizim elemanlarına çözmektedir. Dekoder (301) resimdeki (300) piksellerin resim numunelerini (300A) makro blok – makro blok ve daha sonra dilim dilim tekrar üretmek için söz dizim elemanları kullanmaktadır.

Şekil 4 video kodlayıcısı (201) işlevsel modulleri göstermektedir. Bu işlevsel modüller bellekteki (102) yazılım (103) yürüten işlemci (101) tarafından gerçekleştirilmektedir. Bir girdi video resmi krominant ("kroma") ve luminans ("luma") gibi (örneğin, ton, doygunluk ve değer gibi diğer elemanlar da mümkündür) orijinal renklerin elemanları temsil eden numune noktaları tarafından tanımlanan doğal (sıkıştırılmamış) bir video görüntüsünün bir karesi ya da bir alanıdır. Girdi video resmi, her biri resim renginin luma unsurunun 16 x 16 pikselinden ibaret olan bir kare resmini temsil edecek şekilde makro bloklara (400) bölünmektedir. Girdi video resmi ayrıca her biri resim renginin her iki kroma unsurunun 8 x 8

pikselini temsil edecek şekilde makro bloklara ayrılmaktadır. Genel bir kodlama operasyonunda, girilen makro bloklar ara ya da iç-tahmin yöntemi kullanılarak geçici ya da uzamsal olarak tahmin edilebilmektedir. Ancak açıklanan amaç doğrultusunda söz konusu makro blokların (400) hepsinin I-dilimi tipindeki makro bloklar olduğu ve sadece iç-tahmine tabi olduğu farz edilmektedir.

İç-tahmin, operasyonu aşağıda detaylı olarak açıklanacak olan bir iç-tahmin modülünde (401) gerçekleştirilmektedir. İç-tahmin modülü (401) daha önce kodlanmış, yeniden oluşturulmuş ve bir kare belleğinde (403) saklanmış olan komşu blokların yatay ve dikey sıradaki piksellerinden bir tahmin bloğunu (402) üretmektedir. Bir hedef bloğu (400) ile tahmin bloğu (402) arasındaki fark olan tahmin bloğunun (402) bir kalıntısı (404) bir dönüşüm modülü (405) tarafından dönüştürülmekte ve bir niceleyici (406) tarafından nicelenmektedir. Dönüşüm modülü (405) kalıntıyı (404) bir dönüşüm katsayılar bloğuna dönüştürmektedir. Niceleyici (406) dönüşüm katsayıları ile nicelenen dönüşüm katsayıları (407) nicelemektedir. Nicelenen dönüşüm katsayıları (407) daha sonra bir entropi-kodlama modülünde (408) entropi-kodlanmakta ve kodlanmış bir video sinyali (409) halinde (seçilen iç-tahmin modu ile alakalı diğer bilgilerle birlikte) aktarılmaktadır.

Video kodlayıcısı (201) hedef bloklar üzerinde iç-tahmini gerçekleştirmek üzere bir kod çözme işlevini içermektedir. Kod çözme işlevi, tahmin bloğuna (402) eklenen kodu çözülmüş tahmin kalıntısı (412) üretmek üzere nicelenen dönüşüm katsayıları (407) üzerinde ters niceleme ve ters dönüşüm işlemini gerçekleştiren bir ters niceleyici (410) ve bir ters dönüşüm modülünü (411) içermektedir. Kodu çözülen tahmin kalıntısı (410) ve tahmin bloğunun (402) toplam kare belleğinde (403) saklanan ve bir sonraki hedef bloğun (400) kodunun çözülmesi için bir tahmin bloğu (402) üretmek üzere iç-tahmin modülü (401) tarafından buradan okunan ve kullanılan yeniden oluşturulmuş bir bloktur (413). Bir kod çözme filtresi opsiyonel olarak yeniden oluşturulmuş görüntülerden engelleyici bozulmaları silinmesi için kare belleğinin (403) girdi ya da çıkış bölümünde konumlandırılabilmektedir.

Şekil 5, video kodlayıcısı (201) tarafından gerçekleştirilen prosesleri gösteren bir akış şemasıdır. H.264/AVC standardına göre, iç-tahmin yöntemi daha önce kodlanmış ve yeniden oluşturulmuş komşu blokların sıradaki piksellerinin ("referans piksellerinin") enterpolasyonları kullanarak, çok sayıda tahmin modu dahilinde hedef bloğun (400) her pikselinin tahmin edilmesini içermektedir. Tahmin modları her biri hedef blok (400) içerisindeki spesifik piksellerin tahmin edilmesi için farklı bir talimat ya da algoritma ile ilintili olan pozitif tam

sayılarla (0,1,2...) tanımlanmaktadır. İç-tahmin modülü (401) ilgili tahmin modullerinde iç-tahmini gerçekleştirmekte ve farklı tahmin bloklarını üretmektedir. Bir tam araştırma ("FS") algoritmasında, üretilen tahmin bloklarının her biri tahmin kalitesini (404) minimize eden ya da tahmin modulleri arasında daha düşük bir tahmin kalitesini (404) üreten optimum tahmin modunu bulmak üzere hedef blokla (400) karşılaştırılmaktadır (Adım 501). Optimum tahmin modunun tanınması (Adım 502) ve diğer kontrol bilgi söz dizimi elemanları ile birlikte dekodere (301) sinyallenmektedir.

Her tahmin modu sözel olarak açıklanan (yani, yatay yukarı, dikey ve diyagonal aşağı-sola) genel bir tahmin gözü ile tanımlanabilmektedir. Bir tahmin yönü açısı bir yönle grafiksel olarak açıklanabilmektedir. Bir tahmin moduna tekabül eden açının, hedef piksel lokasyonunda bir hedef pikseli tahmin etmek üzere kullanılan referans piksellerinin ağırlıklı ortalama lokasyonunun yönü ile genel bir ilişkisi bulunmaktadır. DC tahmin modunda, tahmin bloğu (402), söz konusu tahmin bloğundaki (402) her pikselin, referans piksellerinin ortalama değerine düzgün biçimde ayarlanacağı şekilde üretilmektedir.

Şekil 5'e dönecek olursak, iç-tahmin modülü (401) kalitesini (404) elde etmek üzere hedef bloğundan (400) çıkarılan tahmin bloğunu (402) üretmektedir (Adım 503). Dönüşüm modülü (405) kalitesini (404) bir dönüşüm katsayıları bloğuna dönüştürmektedir (Adım 504). Niceleyici (406) dönüşüm katsayılarını nicelenmiş dönüşüm katsayılarına nicelemektedir. Entropi kodlama modu (408) optimum tahmin modunun seçilmesiyle birlikte gönderilen nicelenmiş dönüşüm katsayılarını entropi-kodlamaktadır (Adım 506). Ters niceleyici (410) nicelenmiş dönüşüm katsayılarını ters nicelemektedir (Adım 507). Ters dönüşüm modülü (411), kodu çözülmüş tahmin kalitesini (412) üretmek için ters dönüşümü gerçekleştirmektedir (Adım 508) ve bu da yeniden oluşturulan bir blok (413) haline gelmek üzere tahmin bloğuna (402) eklenmektedir (Adım 509).

Şekil 6, video dekoderinin (301) işlevsel modüllerini göstermektedir. Bu işlevsel modüller bellekteki (102) yazılım (103) yürüten işlemci (101) tarafından gerçekleştirilmektedir. Kodlayıcıdan (201) gelen kodlanmış video sinyali öncelikle bir entropi-dekoderi (600) tarafından alınmakta ve yeniden nicelenmiş dönüşüm katsayılarına (601) entropi-kodlanmaktadır. Nicelenen dönüşüm katsayıları (601) bir ters niceleyici (602) tarafından ters nicelenmekte ve bir tahmin kalitesini (604) üretmek üzere bir ters dönüşüm modülü (603) tarafından ters dönüştürülmektedir. Bir iç-tahmin modülüne (605) kodlayıcı (201) tarafından seçilen tahmin modu bilgisi gönderilmektedir. Seçilen tahmin moduna göre, iç tahmin modülü

(605) bir kare belleğinde (607) daha önce yeniden oluşturulmuş ve saklanmış olan komşu blokların sıralı pikselleri kullanılarak bir tahmin bloğu (606) üretmek üzere, Şekil 5 - Adım 503'te gerçekleştirilen prosese benzer bir prosesi gerçekleştirmektedir. Tahmin bloğu (606) kodu çözülmüş bir video sinyal bloğunu (608) yeniden oluşturmak üzere tahmin kalıntısına (604) eklenmektedir. Yeniden oluşturulan blok (608) bir sonraki bloğun tahmininde kullanılmak üzere kare belleğinde (607) saklanmaktadır

Şekil 7, video dekoderi (301) tarafından gerçekleştirilen prosesleri gösteren bir akış şemasıdır. Video dekoderi (301), önceki video kodlayıcıdan (201) sinyallenen optimum tahmin modu tanımlı kodunu çözmektedir (Adım 701). Kodu çözülen tahmin modunun kullanılmasıyla, iç-tahmin modülü (605) daha önce bir kare belleğinde (607) yeniden oluşturulmuş ve saklanmış olan komşu blokların sıralı piksellerini kullanarak tahmin bloğunu (606) üretmektedir (Adım 702). Aritmetik dekoder (600) kodlayıcıdan (201) gelen kodlanmış video sinyalini tekrar nicelenen dönüşüm katsayılarına (601) kodlamaktadır (Adım 703). Ters niceleyici (602) nicelenmiş dönüşüm katsayılarını dönüşüm katsayılarına ters nicellemektedir (Adım 704). Ters dönüşüm modülü (603), dönüşüm katsayılarını tahmin kalıntısına (604) ters dönüştürmektedir (Adım 705) ve bu da kodu çözülmüş bir video sinyal bloğu (608) olarak yeniden oluşturulmak üzere tahmin bloğuna (606) eklenmektedir (Adım 706).

Video kodlayıcı (201) tarafından gerçekleştirilen kodlama prosesi Şekil 8'e istinaden daha detaylı olarak açıklanabilmektedir. Şekil 8, 8x8 pikselleri $P(i,j)$ ve pikselleri $P(i,j)$ tahmin etmek için kullanılan referans pikselleri içeren bir hedef bloğun şematik bir temsidir. Şekil 8'de, referans pikselleri üstteki sol pikselin hem yatay hem de dikey sıralar için ortak olduğu 17 yatay piksel ve 17 dikey piksel içermektedir. Bu nedenle, hedef bloğu için tahmin pikselleri üretmek üzere 32 farklı piksel mevcuttur. Lütfen, her ne kadar Şekil 8 tahmin edilecek bir 8x8 bloğu gösterse de, aşağıdaki açıklanan farklı konfigürasyonlarda çeşitli sayıdaki piksellere uygulanabilir hale gelmek üzere genellendiğini unutmayınız. Örneğin, tahmin edilecek olan blok bir 4x4 piksel dizisini içerebilmektedir. Bir tahmin bloğu aynı zamanda 8x8 piksel dizisini, 16x16 piksel dizisini ya da daha geniş piksel dizilerini içerebilmektedir. Hem kare hem de dikdörtgen dizileri içeren diğer piksel konfigürasyonlarda bir tahmin bloğunu meydana getirebilmektedir.

Bir piksel bloğunun ($\{P(i,j): 1 \leq i, j \leq N\}$) yatay ve dikey referans pikselleri ($\{P(i,0): 0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0,j): 0 \leq j \leq 2N\}$) kullanılarak iç-tahmin kodlamasından geçtiğini farz edin; burada $P_A(i,j)$ hedef bloğun orijinal piksel değerini göstermekte, $P_A(i,j)$ tahmin edilen piksel

değerlerini göstermekte, $P_R(i,j)$ kalın değerleri göstermekte, $P_Q(i,j)$ sıkıştırılmış kalın değerleri göstermekte ve $P_L(i,j)$ ise pikseller $P(i,j)$ için sıkıştırılmış değerleri göstermektedir ve aşağıdaki denklemler bu unsurların ilişkisini tanımlamaktadır

$$P_R(i, j) = P_O(i, j) - P_P(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_T(1:N, 1:N) = Q_F(H_F^N * P_R(1:N, 1:N) * (H_F^N)^T)$$

$$P_Q(1:N, 1:N) = H_I^N * Q_I(P_T(1:N, 1:N)) * (H_I^N)^T$$

$$P_C(i, j) = P_O(i, j) + P_P(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

5

burada H_I^N düz dönüşüm çekirdeğini temsil eden bir $N \times N$ matrisidir. H_F^N ters dönüşüm çekirdeğini gösteren bir $N \times N$ matrisidir. $P_T(1:N, 1:N)$ bir bit akışındaki dönüştürülmüş ve nicelenmiş kalın sinyalleri temsil etmektedir. $Q_F()$ niceleme operasyonunu temsil etmekte ve $Q_I()$ ters niceleme operasyonunu temsil etmektedir.

10

Tahmin edilen piksel değerleri $P_L(i,j)$ referans pikselleri ile $\{P(i,0) : 0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0,j) : 0 \leq j \leq 2N\}$ gerçekleştirilen bir iç-tahmin modu ile belirlenmektedir. H.264/AVC; İç_4x4 tahmin, İç_8x8 tahmin ve İç_16x16 tahmini desteklemektedir. İç_4x4 tahmin bir dikey tahmin modu, bir yatay tahmin modu, bir DC tahmin modu ve alt-açsal tahmin modu dahil olmak üzere dokuz tahmin modu dahilinde gerçekleştirilmektedir. İç_8x8 tahmin ise, İç_4x4 tahminde olduğu gibi dokuz tahmin modu dahilinde gerçekleştirilmektedir. İç_16x16 tahmin bir dikey tahmin modu, bir yatay tahmin modu, bir DC tahmin modu ve bir düzlemsel tahmin modu dahil olmak üzere dört tahmin modu dahilinde gerçekleştirilmektedir. Örneğin DC tahmin modu, dikey tahmin modu ve yatay tahmin modu dahilinde türetilen tahmin edilen piksel değerleri $P_P(i,j)$ aşağıdaki şekilde tanımlanabilmektedir:

20

DC tahmin modu:

$$P_P(i, j) = \frac{\sum_{k=1}^N P_C(k, 0) + P_C(0, k)}{2N}, \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Dikey tahmin modu:

25

$$P_P(i, j) = P_C(0, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Yatay tahmin modu:

$$P_P(i, j) = P_C(i, 0), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Son dönemde, burada referans olarak verilmiş olan JCT-VC A119 sayılı Teklif Video Kodlama Ortak İşbirliği Ekibine (JCT-VC) sunulmuştur. JCT-VC A119 sayılı Teklif küçük bir düzlemsel gradyan ile kademeli olarak değişen piksel değerlerini tahmin etmek üzere lineer ve bi-lineer enterpolasyon operasyonları bir kombinasyonunu kullanan düşük zorluklu bir düzlemsel mod operasyonunu ortaya koymaktadır. Teklif edilen düzlemsel mod prosesi Şekil 9'da şematik olarak gösterilmektedir. Proses, tahmin edilecek bir blok içerisindeki alt-sağ pikselin değerini $P_p(N,N)$ tanımlanmasıyla başlamaktadır. Daha sonra blok içerisindeki alt-sağ tahmin edilen piksel değerlerini $P_p(N,j)$ elde etmek için bu değer $P_p(N,N)$ ve referans piksel değeri $P_c(N,0)$ arasında lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde blok içerisindeki en sağ sütunun tahmin edilen piksel değerlerini $P_p(i,N)$ elde etmek için bu değer $P_p(N,N)$ ve referans piksel değeri $P_c(0,N)$ arasında lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Daha sonra tahmin edilen piksel değerleri $P_p(N,j)$ ve $P_p(i,N)$ ile referans piksel değerleri $P_c(i,0)$ ve $P_c(0,j)$ arasında blok içerisindeki piksel değerlerinin $P_p(i,j)$ geri kalanını elde etmek üzere bi-lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Teklif edilen düzlemsel mod prosesi aşağıdaki denklemlerle açıklanabilmektedir:

Sağ Sütun:

$$P_p(i,N) = \frac{(N-i) \times P_c(0,N) + i \times P_p(N,N)}{N}, \forall 1 \leq i \leq (N-1)$$

Alt Sıra:

$$P_p(N,j) = \frac{(N-j) \times P_c(N,0) + j \times P_p(N,N)}{N}, \forall 1 \leq j \leq (N-1)$$

Piksellerin Geri Kalan:

$$P_p(i,j) = \frac{(N-i) \times P_c(0,j) + i \times P_p(N,j) + (N-j) \times P_c(i,0) + j \times P_p(i,N)}{2N}, \forall 1 \leq i, j \leq (N-1)$$

JCT-VC A119 kapsamında teklif edilen düzlemsel mod prosesinde çözülmesi gereken iki mesele bulunmaktadır. Teklif edilen proseste, alt-sağ pikselin değeri $P_p(N,N)$ dekodere bir bit akışı halinde sinyallenmekte ve dekoderde hedef bloğun çözülmesi için kullanılmaktadır. Başka deyişle, dekoder teklif edilen düzlemsel mod dahilinde tahmini gerçekleştirmek için alt-sağ pikselin değerine ihtiyaç duymaktadır. Ayrıca, teklif edilen proseste, kalın düzlemsel mod dahilinde türetilmemekte ve dolayısıyla dekodere sinyallenmemektedir. Kalın sinyalinin atlanması aktarılabilecek olan kodlanmış video verisinin azaltılmasını sağlayabilmekte ancak düzlemsel mod uygulaması düşük bit-oranları video kodlama ile sonuçlanmaktadır.

Mevcut buluşa göre düzlemsel mod JCT-VC A119 kapsamında teklif edilen düzlemsel mod prosesi ile ilintili yukarıda bahsedilen meselelerin çözülmesi için tasarlanmıştır. Mevcut buluşun bir yapılandırılmasında göre, alt-sağ pikselin değeri $P_p(N,N)$ referans piksellerinden türetilmektedir. Böylece alt-sağ piksel değerinin $P_p(N,N)$ dekode sinyallenmesine gerek kalmamaktadır. Mevcut buluşun başka bir yapılandırılmasında, düzlemsel mod dahilinde oluşturulan tahmin bloğu dekode sinyallenmek üzere dönüştürülen ve nicelenen bir kalıtyı üretmek üzere kullanılmaktadır. Konvansiyonel münferit kosinüs dönüşümü (DCT) ve nicelemesinin orta ve büyük niceleme parametreleri ile kullanılması düzlemsel mod dahilinde elde edilen kalıtlardan sifAC katsayılar ve sif harici DC kat sayılarının çıkarılmasında eğilimlidir. Bunu engellemek için, mevcut buluşun bir yapılandırılmasında primer dönüşüm çekirdeği yerine, düzlemsel mod dahilinde elde edilen bir kalıtyı dönüştürmek için bir sekonder dönüşüm çekirdeğini kullanmaktadır. Ayrıca, başka bir yapılandırılma, hedef bloktaki uzamsal aktiviteye göre niceleme parametresinin adapte olarak değiştiği bir uyumlu niceleme işlemini gerçekleştirmektedir.

Mevcut buluşun bir yapılandırılmasında, alt-sağ pikselin değeri $P_p(N,N)$ referans piksellerden hesaplanmaktadır. Bu değer $P_p(N,N)$ aşağıdaki üç yöntemden birine göre hesaplanmaktadır.

20

Yöntem 1:

$$P_p(N,N) = ((P_c(N,0) + P_c(0,N)) >> 1),$$

burada operatör ">>" yuvarlamaya da yuvarlamasız olarak bir sağ-kaydırma operasyonunu temsil etmektedir.

25

Yöntem 2:

$$P_p(N,N) = w_h \times P_c(N,0) + w_v \times P_c(0,N).$$

burada w_h ve w_v ; $P_c(0,1:N)$ ve $P_c(1:N,0)$ kullanılarak belirlenmiş ağırlıklardır. Örneğin, w_h ve w_v aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

30

$$w_n = \frac{\text{var}(P_c(1:N,0))}{\text{var}(P_c(1:N,0) + \text{var}(P_c(0,1:N)))}$$

$$w_p = \frac{\text{var}(P_c(0,1:N))}{\text{var}(P_c(1:N,0) + \text{var}(P_c(0,1:N)))}$$

burada operatör "var()" bir varyansın bilgisayara uygulanması temsil etmektedir.

5 Yöntem 3:

$$P_p(N, N) = ((P_c^f(N, 0) + P_c^f(0, N)) >> 1),$$

burada $P_c^f(0, N) = f(P_c(0, 0), P_c(0, 1), \dots, P_c(0, 2N))$

ve $P_c^f(N, 0) = f(P_c(0, 0), P_c(1, 0), \dots, P_c(2N, 0))$. $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ bir aritmetik operasyonu temsil etmektedir. Mevcut buluşun bir yapılandırılmasında, aritmetik operasyon şu şekilde

$$10 \quad \text{tanımlanmaktadır} \quad y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{x_{N-1} + 2x_N - x_{N+1}}{4}.$$

Mevcut buluşun başka bir yapılandırılmasında, aritmetik operasyon basitçe $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$ olarak tanımlanmaktadır. Lütfen, mevcut buluşta alt-sağ piksel değerinin $P_p(N, N)$ dekode sinyallenmediğini unutmayın. Bunun yerine, dekodler, kodlayıcı tarafından

15 uygulanan, önceden belirlenebilen ya da tanımlı dekode sinyallenebilen bir yöntemle göre değeri $P_p(N, N)$ hesaplanmaktadır.

Şekil 10, yukarıda bahsedilen Yöntem 1'in uygulandığı mevcut buluşun bir yapılandırılmasına göre düzlemsel mod dahilinde gerçekleştirilen piksel değerlerinin tahmin edilmesi prosesini

20 gösteren bir şematik görüntüdür. Proses, Yöntem 1'i kullanarak bir bloktaki alt-sağ piksel değerinin $P_p(N, N)$ hesaplanmasında başlamaktadır. Bu değer $P_p(N, N)$ hesaplandıktan sonra, bloktaki alt sıranın tahmin edilen piksel değerlerini $P_p(N, j)$ elde etmek üzere bu değer $P_p(N, N)$ ile referans piksel değeri $P_d(N, 0)$ arasında lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde bloktaki en sağ sütunun tahmin edilen piksel değerlerini $P_p(i, N)$ elde etmek

25 üzere bu değer $P_p(N, N)$ ile referans piksel değeri $P_d(0, N)$ arasında lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Daha sonra, bloktaki piksel değerlerinin geri kalanını $P_p(i, j)$ elde etmek üzere tahmin edilen piksel değerleri $P_p(N, j)$ ve $P_p(i, N)$ ve referans piksel değerleri $P_d(i, 0)$ ve $P_d(0, j)$ arasında bi-lineer enterpolasyonlar gerçekleştirilmektedir. Aşağıdaki denklemler ve Şekil 11 tarafından gösterildiği üzere, Yöntem 1 bir hedef bloğundaki piksel değerlerinin

30 $P_p(i, j)$ tahmin edilmesi operasyonunu basitleştirebilmektedir:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg 1), \forall 1 \leq i, j \leq N,$$

burada $P_p^h(i, j) = \frac{(N-j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)}{N}$ şeklindedir ve eğer fraksiyonel doğruluk gerekliyse;

$$5 \quad P_p^v(i, j) = \frac{(N-i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)}{N} \text{ şeklindedir.}$$

Yukarıda verilen denklemler, bloktaki piksel değerlerinin $P_p(i, j)$ hesaplanması için N değeri ile bölünmeleri gerektirmektedir. Bölünme operasyonları aşağıdaki gibi bir tam sayı aritmetiği kullanılarak atlanabilmektedir:

10

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg (1 + \log_2 N)), \forall 1 \leq i, j \leq N,$$

burada $P_p^h(i, j) = (N-j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)$ ve

$$P_p^v(i, j) = (N-i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)$$

15 Şayet tam sayı doğruluğu yeterli ise, piksel değerleri $P_p(i, j)$ şu şekilde ifade edilebilir

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg 1), \forall 1 \leq i, j \leq N,$$

burada $P_p^h(i, j) = ((N-j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c(0, N)) \gg (\log_2 N)$ ve

$$P_p^v(i, j) = ((N-i) \times P_c(0, j) + i \times P_c(N, 0)) \gg (\log_2 N).$$

20

Yöntem 1 aşağıdaki gibi modifiye edilebilir:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) \gg 1), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_p^h(i, j) = \frac{(N-j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c^f(0, N)}{N}$$

$$P_p^v(i, j) = \frac{(N-i) \times P_c(0, j) + i \times P_c^f(N, 0)}{N}$$

$$P_c^f(0, N) = f(P_c(0, 0), P_c(0, 1), \dots, P_c(0, 2N))$$

$$P_c^f(N, 0) = f(P_c(0, 0), P_c(1, 0), \dots, P_c(2N, 0)),$$

25 burada $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ bir aritmetik operasyonu temsil etmektedir. Mevcut buluşun bir

yapılandırılmasında, aritmetik operasyon şu şekilde tanımlanmaktadır

$$y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{x_{N-1} + 2x_N + x_{N+1}}{4}.$$

Mevcut buluşun başka bir yapılandırılmasında, aritmetik operasyon basitçe şu şekilde tanımlanmaktadır $y = f(x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$.

5 Yöntem 1 ayrıca aşağıdaki şekilde modifiye edilebilmektedir:

$$P_p(i, j) = ((P_p^h(i, j) + P_p^v(i, j)) > 1), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

$$P_p^h(i, j) = \frac{(N-j) \times P_c(i, 0) + j \times P_c^f(i, N)}{N}$$

$$P_p^v(i, j) = \frac{(N-i) \times P_c(0, j) + i \times P_c^f(N, j)}{N}$$

$$P_c^f(i, N) = g(i, P_c(0, 0), P_c(0, 1), \dots, P_c(0, 2N))$$

$$P_c^f(N, j) = g(j, P_c(0, 0), P_c(1, 0), \dots, P_c(2N, 0)) ,$$

burada $y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N})$ aşağıdaki dört denklemden biri ile tanımlanabilecek olan bir

10 fonksiyonu temsil etmektedir:

Denklem 1:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{2N}$$

Denklem 2:

$$15 \quad y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{(N+i)}$$

Denklem 3:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = \frac{(N-i) \times x_N + i \times x_{2N}}{N}$$

Denklem 4:

$$y = g(i, x_0, x_1, \dots, x_{2N}) = x_{(N+i)}^f,$$

20 burada dizi $[x_0, x_1, \dots, x_{2N}]$, üzerinde bir filtre uygulandığında zaman; $x_{(N+i)}^f$; $x_{(N+i)}$ 'in filtrelenmiş bir değeri olmaktadır. Mevcut buluşun bir yapılandırılmasında, filtre 3-unsurlu bir filtre olabilmektedir $\frac{[1,2,1]}{4}$.

Yukarıdaki yapılandırmalarda, dikey ve yatay referans piksellerinin

$\{P(i,0):0 \leq i \leq 2N\} \cup \{P(0,j):0 \leq j \leq 2N\}$ tahmin için elverişli olduğu farz edilmektedir. Referans pikselleri, şayet hedef bloğu bir dilim ya da kare şeklinde konumlanmıyorsa, elverişli olmayabilir. Şayet dikey referans pikselleri $\{P(i,0):0 \leq i \leq 2N\}$ tahmin için elverişli değilse, ancak yatay referans pikselleri $\{P(0,j):0 \leq j \leq 2N\}$ elverişli ise, tahmin için dikey referans

- 5 üretmek üzere $P_c(i,0) = P_c(0,1), \forall 1 \leq i \leq 2N$ transferi gerçekleştirilmektedir. Şayet yatay referans pikselleri $\{P(0,j):0 \leq j \leq 2N\}$ tahmin için elverişli değilse, ancak dikey referans pikselleri $\{P(i,j):0 \leq j \leq 2N\}$ elverişli ise, tahmin için yatay referans pikselleri üretmek üzere, $P_c(0,j) = P_c(1,0), \forall 1 \leq j \leq 2N$ transferi gerçekleştirilmektedir. Şayet ne dikey referans pikselleri ne de yatay referans pikselleri tahmin için elverişliyse, hem dikey hem de yatay
- 10 referans pikselleri üretmek üzere $P_c(i,0) = P_c(0,j) = (1 < (N_b - 1)), \forall 1 \leq i, j \leq 2N$ transferi gerçekleştirilir. Denklemden N_b piksel değerlerini temsil etmek üzere kullanılan bit-derinliğini temsil etmektedir.

- Mevcut buluşun bir yapılandırmasında, diğer tahmin modları dahilinde üretilen tahmin blokları
- 15 gibi, düzlemsel mod dahilinde üretilen bir tahmin bloğu da dönüşüm modülü (405) tarafından dönüştürülen ve niceleyici (406) tarafından nicelenen bir kalıntı $P_r(1:N,1:N)$, üretmek için kullanılmaktadır. Dönüştürülen ve nicelenen kalıntı $P_r(1:N,1:N)$ bir bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir. Ayrıca, dönüştürülen ve nicelenen kalıntı $P_r(1:N,1:N)$ sonraki hedef blokları tahmin edilmesinde kullanılmak üzere kare belleğinde (403) saklanan sıkıştırılmış bir
- 20 kalıntı $P_q(1:N,1:N)$ haline gelmek üzere ters dönüşüm modülü (410) ve ters niceleyici (411) tarafından ters dönüştürülmekte ve nicelenmektedir.

- Tüm dönüştürülmüş ve nicelenmiş kalıntı $P_r(1:N,1:N)$ bir bit akışı halinde dekodere sinyallenebilmektedir. Alternatif olarak, kalıntı $P_r(1:K,1:K)$ sadece bir bölümü de bit akışı
- 25 halinde dekodere sinyallenebilmektedir. $K; N (K < N)$ ’dan küçüktür ve önceden belirlenmiş bir değere ayarlanmaktadır, örneğin: 1. K değeri bir bit akışı halinde dekodere sinyallenebilmektedir. Şayet dekoder kalıntı $P_r(1:K,1:K)$ sadece bir bölümünü alırsa, kalıntı o bölümünü çözmekte ve kalıntı geri kalan kısma ayarlanmaktadır. Her ne kadar kalıntı sadece bir bölümü dekodere sinyallenmiş olsa da, tüm kalıntı $P_r(1:N,1:N)$ sonraki hedef blokları
- 30 tahmin edilmesi amacıyla sıkıştırılmış bir kalıntı $P_q(1:N,1:N)$ elde etmek üzere ters dönüştürülmekte ve nicelenmektedir.

Ayrıca, mevcut buluşun başka bir yapılandırmasında, niceleme parametresi düzlemsel mod

dahilinde üretilen bir kalınlık nicelenmesi için uyumlu bir şekilde değiştirilmektedir. Düzlemsel mod piksel değerleri küçük bir düzlemsel gradyanla kademeli olarak değişen düzgün bir görüntüye sahip bir bloğa uygulanmaktadır. Bu tip düzgün bir bloktan elde edilen bir kalınlıkta ve büyük niceleme parametresi ile sınırlı nicelenme eğilimindedir. Niceleme

5 çıktıların sınırlı harici kat sayılar üretmesi amacıyla, mevcut buluşun bir yapılandırmasında, niceleme parametresi düzlemsel mod dahilinde üretilen bir kalınlık nicelendiği zaman daha hassas bir niceleme parametresine kaydırılmaktadır. Düzlemsel mod dahilinde üretilen bir kalınlık nicelemek için kullanılan niceleme parametresi (QP_{planar}) temel bir niceleme parametresi (QP_{baseP}) ile tanımlanabilmektedir. QP_{baseP} daha hassas bir niceleme

10 parametresini temsil eden önceden belirlenmiş bir değere ayarlanabilmektedir. Şayet QP_{baseP} dekoder tarafından bilinmiyorsa, bir bit akışı halinde dekodere sinyallenebilmekte, ya da daha özel olarak H.264/AVC dahilinde tanımlandığı üzere bir dilim başlığına da resim parametre seti içerisinde sinyallenebilmektedir.

15 Mevcut buluşun bir yapılandırmasında, QP_{planar} basit bir şekilde QP_{baseP} ($QP_{planar} = QP_{baseP}$) olarak ayarlanmaktadır. QP_{planar} ; QP_{baseP} ve QP_N ($QP_{planar} = QP_{baseP} + QP_N$), 'nin bir toplamı olarak tanımlanabilmektedir ve burada QP_N , N nin değerleri ile ilintili olarak QP_N 'nin değerlerini listeleyen bir gözlem tablosu kullanılarak belirlenmektedir. QP_{planar} alternatif bir şekilde $QP_{planar} = QP_{baseP} + QP_{diff}(N)$ olarak tanımlanabilmektedir. $QP_{diff}(N)$, N değerinin bir fonksiyonudur ve

20 bir bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir, ya da daha özel olarak H.264/AVC'de tanımlanan dilim başlığına da resim parametre seti dahilinde sinyallenmektedir. Dekoder, kendi video kodek şemasında desteklenen N N değerlerinin her biri için bit akışından $QP_{diff}(N)$ 'yi belirlemektedir.

25 Mevcut buluşun başka bir yapılandırmasında bir diferansiyel niceleme parametresinin (QP_{delta}) eklenmesi ile QP_{baseP} ; $QP_{baseP} = QP_{baseP} + QP_{delta}$ olarak modifiye edilmektedir. QP_{delta} ; QP_{baseP} değerinin uyumlu bir şekilde uzamsal aktiviteye göre ayarlanması için bir blok ya da bloklar grubundaki uzamsal aktiviteden belirlenen bir niceleme parametresidir. QP_{delta} bir bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir. QP_{delta} bir bloktaki bir uzamsal aktiviteden belirlendiği

30 için, bloktaki görüntü içeriğine bağlı olarak sınırlı olabilmekte ve düzlemsel tahmin modu için QP_{baseP} değerini etkilemektedir.

Ayrıca mevcut buluşun başka bir yapılandırmasında, QP_{planar} değeri düzlemsel mod haricinde diğer tahmin modları ile üretilen kalınlık nicelemek için kullanılan normal bir niceleme

35 parametresi QP_{normal} ile belirlenebilmektedir. Bu tip bir yapılandırmada, QP_{planar} aşağıdaki beş

yoldan herhangi bir tanesi ile belirlenebilmektedir:

1. $QP_{Planar} = QP_{normal}$

2. $QP_{Planar} = QP_{normal} + QP_N$, burada QP_N ; N değerleri ile ilintili olarak QP_N 'nin değerlerini listeleleyen bir gözlem tablosu kullanılarak belirlenmektedir.

3- $QP_{Planar} = QP_{normal} + QP_{diff}(N)$, burada $QP_{diff}(N)$; N değerinin bir fonksiyonudur ve bir bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir.

4. $QP_{Planar} = QP_{normal} + QP_{delta}$ burada QP_{delta} ; QP_{normal} değerinin uyumlu bir şekilde ayarlanması için bir blok ya da bloklar grubundaki uzamsal aktiviteden belirlenen bir nicelendirme parametresidir ve bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir.

5. $QP_{Planar} = QP_{normal} + QP_N + QP_{delta}$

Mevcut buluşun başka bir yapılandırılmasında, dönüşüm modülü (405) ve ters dönüşüm modülü (410) düz ve ters dönüşüm çekirdeklerinin primer setini (H_F^N ve H_I^N) kullanmak yerine düzlemsel mod dahilinde üretilen bir kalıplar düz ve ters dönüşü için düz ve ters dönüşüm çekirdeklerinin bir sekonder setini (G_F^N ve G_I^N) kullanmaktadır. Dönüşüm çekirdeklerinin primer seti düzlemsel mod haricindeki diğer tahmin modları ile üretilen kalıplar dönüştürmek için kullanılmaktadır ve yüksek frekanslı enerjinin bulunduğu bloklar için uygundur. Öte yandan, düzlemsel moda tabi tutulacak bloklar burada düşük uzamsal aktivitelere sahiptir ve düzgün görüntülere sahip bloklara adapte edilen dönüşüm çekirdeklerine ihtiyaç duymaktadır. Bu yapılandırılmasında, dönüşüm modülü (405) ve ters dönüşüm modülü (410) Şekil 12'de gösterildiği üzere dönüşüm çekirdeklerinin primer seti ve dönüşüm çekirdeklerinin sekonder seti arasında değişmekte ve düzlemsel mod haricindeki diğer tahmin modları ile üretilen kalıplar dönüştürürken dönüşüm çekirdeğinin primer setini kullanmakta ve diğer yandan düzlemsel tahmin modu ile üretilen kalıplar dönüştürürken dönüşüm çekirdeğinin sekonder setini kullanmaktadır. Ancak, dönüşüm çekirdeğinin sekonder setinin düzlemsel tahmin modu dahilinde üretilen kalıplar dönüştürülmesi ile mümkün olmadığı ve düzlemsel mod haricindeki diğer tahmin modları ile üretilen kalıplar dönüştürmek için de kullanılabileceğini unutmamalıdır.

Düz dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti (G_I^N) aşağıdaki opsiyonların bir tanesinden türetilen sabit-noktalı bir yaklaşıma olabilmektedir:

Opsiyon 1 (tip-7 DST):

$$G_F^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)j\pi}{2N+1}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Opsiyon 2 (tip-4 DST):

$$5 \quad G_F^N(i, j) = k_i \times \sin\left(\frac{(2i-1)(2j-1)\pi}{4N}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Opsiyon 3 (tip-2 DCT, genel olarak bilindiği üzere DCT):

$$10 \quad G_F^N(i, j) = k_i \times \cos\left(\frac{(i-1)(2j-1)\pi}{2N}\right), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

Opsiyon 4:

Eğer 2Nx2N boyutunun dönüşüm çekirdekleri (H_F^{2N}) video kodeği tarafından destekleniyorsa;

$$15 \quad G_F^N(i, j) = k_i \times H_F^{2N}(2i, N+1-j), \forall 1 \leq i, j \leq N$$

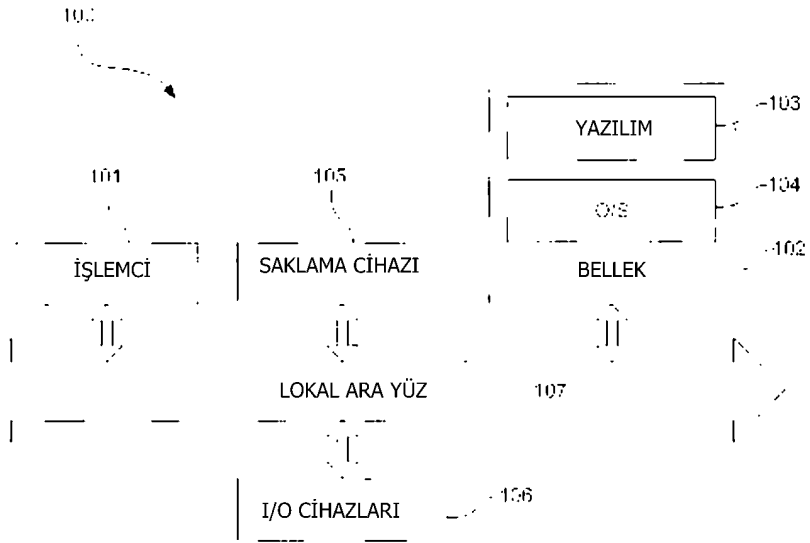
Aksi takdirde, $G_F^N(i, j) = H_F^N(i, j), \forall 1 \leq i, j \leq N$. Bu nedenle, Opsiyon 4'te, şayet bir video kodeğinde desteklenen en küçük ve en büyük dönüşüm boyutları 4x4 ve 32x32 ise 4x4 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti, 8x8 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin primer setinden türetilmektedir. Benzer şekilde 8x8 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti, 16x16 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin primer setinden türetilmektedir ve 16x16 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti, 32x32 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin primer setinden türetilmektedir. Ancak, desteklenen en büyük boyutun 32x32 olduğu boyut kısıtlamasına dayalı olarak 32x32 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti, 32x32 boyutu için dönüşüm çekirdeğinin primer setinden türetilmektedir.

Ölçekleme faktörü k_i denklemi $\sum_{j=1}^N (G_F^N(i, j))^2 = 1, \forall 1 \leq i \leq N$ karşılamak üzere tanımlanabilmektedir. Ölçekleme faktörü k_i H.264/AVC dahilinde kullanılan niceleme parametresini ayarlamak üzere kullanılabilmektedir. Ters dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti ($G_F^{(s)}$); 1^N değerinin $N \times N$ boyutunun matris tanımlanmasıyla ifade ettiği $G_F^{(s)} * G_F^{(p)} = I^N$ denklemindeki düz dönüşüm çekirdeğinin ($G_F^{(p)}$) kullanılmasıyla türetilmektedir.

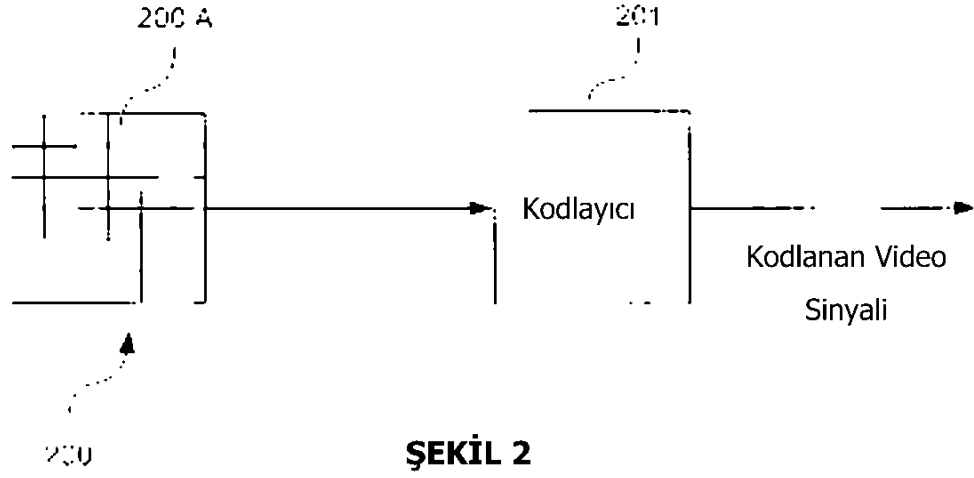
Şayet dönüşüm çekirdeğinin primer seti $H_1^{(2)}(i, j) = (-1)^{i+j} \times H_1^{(2)}(i, 2N-1-j), \forall 1 \leq i, j \leq 2N$ denklemini karşılıyorsa, Opsiyon 4'te tanımlanan dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti tercih edilmektedir. Opsiyon 4, dönüşüm çekirdeğinin sekonder setinin dönüşüm çekirdeğinin primer setinden ayrı olarak saklanması gerekli olmaması açısından avantajlıdır zira sekonder set primer setten türetilmektedir. Eğer $2N \times 2N$ ($H_1^{(2)}$) boyutu için dönüşüm çekirdeğinin primer seti, tip-2 DCT' nin bir yaklaşıması ise, yukarıdaki denklem karşılanmı-
5 olmakta, $N \times N$ ($H_1^{(1)}$) boyutu için dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti de tip-4 DST' nin bir yaklaşımı olabilmektedir. Eğer dönüşüm çekirdeğinin primer seti yukarıdaki denklemi
10 karşılamıyorsa, Opsiyon 1'de tanımlanan dönüşüm çekirdeğinin sekonder seti tercih edilmektedir.

Düzlemsel tahmin modu iki yoldan bir tanesi ile seçilebilmektedir. Birinci yolda, düzlemsel tahmin modu dahilinde üretilmiş olan bir tahmin bloğu, diğer tahmin modları ile üretilen tahmin bloklarıyla birlikte kodlama etkinliği açısından değerlendirilmektedir. Eğer düzlemsel
15 mod dahilinde üretilen tahmin bloğu diğer tahmin blokları arasında en iyi kodlama etkinliğini sergiliyorsa, düzlemsel mod seçilmektedir. Alternatif olarak, düzlemsel mod tek başına kodlama etkinliği açısından değerlendirilmektedir. Düzlemsel tahmin modu, bir görüntünün düzgün olduğu ve düzlemsel gradyanın küçük olduğu bir alan için tercih edilmektedir. Buna
20 mukabil, bir hedef bloğun içeriği de blok içerisindeki yüksek frekans miktarı ve blok kenarlarındaki görüntü süreksizliklerini görmek üzere analiz edilmektedir. Şayet yüksek frekans enerji miktarı bir eşik değerinin altında ise, ve blok kenarlarındaki önemli bir süreksizlik tespit edilmezse, düzlemsel mod seçilmektedir. Aksi takdirde, bir mod seçmek üzere diğer tahmin modları dahilinde üretilmiş olan tahmin blokları değerlendirilmektedir. Her
25 iki durumda da, düzlemsel tahmin modunun bir seçimi, bir bit akışı halinde dekodere sinyallenmektedir.

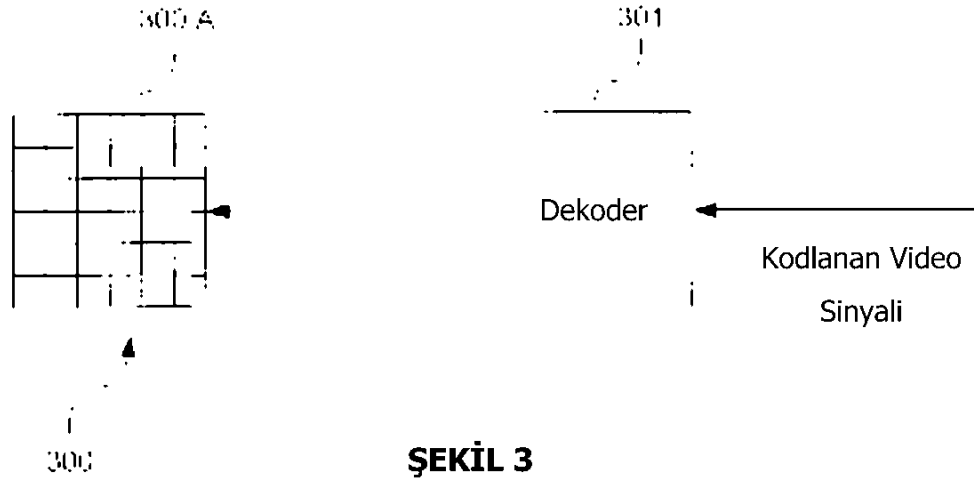
Şüphesiz mevcut buluşun birçok değişiklik ve modifikasyonları yukarıdaki açıklamayı okuduktan sonra teknikte ortalama uzmanlığa sahip bir kişi tarafından anlaşılacak olsa da, gösterilen ve örnekleme yoluyla açıklanan herhangi bir spesifik yapılandırmanın kısıtlı olarak herhangi bir amaç taşınmadığı da anlaşılmalıdır. Bu nedenle, çeşitli yapılandırmaların detayları yapıları referanslar, kendi içlerinde sadece buluş açısından önemli olduğu düşünülen özellikleri gösteren istemlerin kapsamını belirlemek amacıyla yapılmamaktadır.



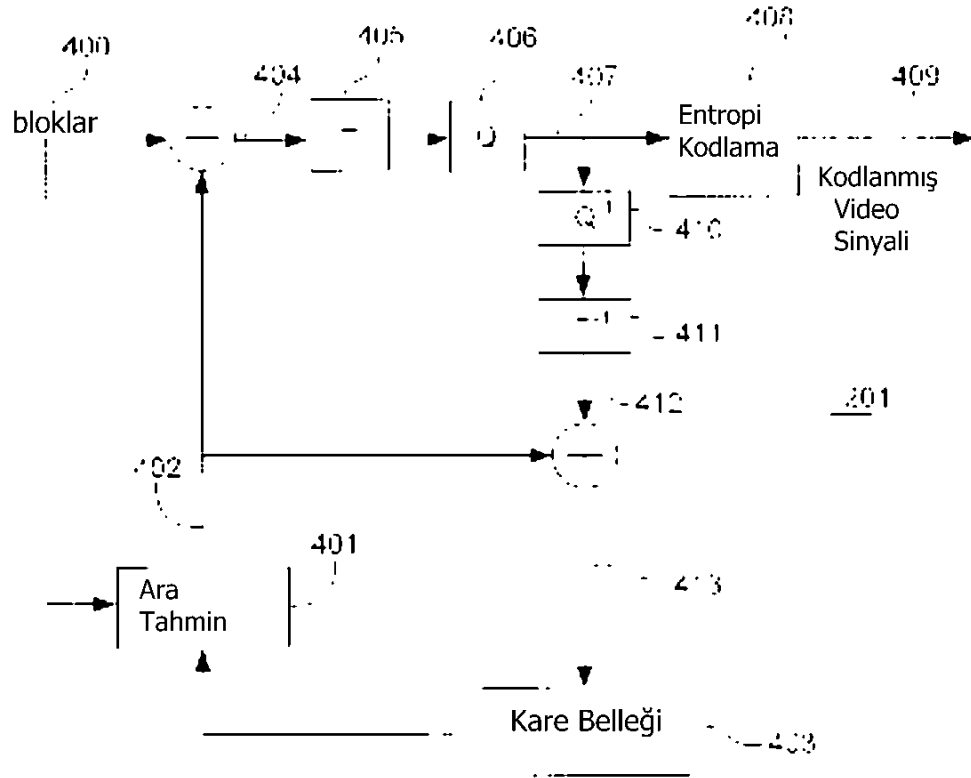
ŞEKİL 1



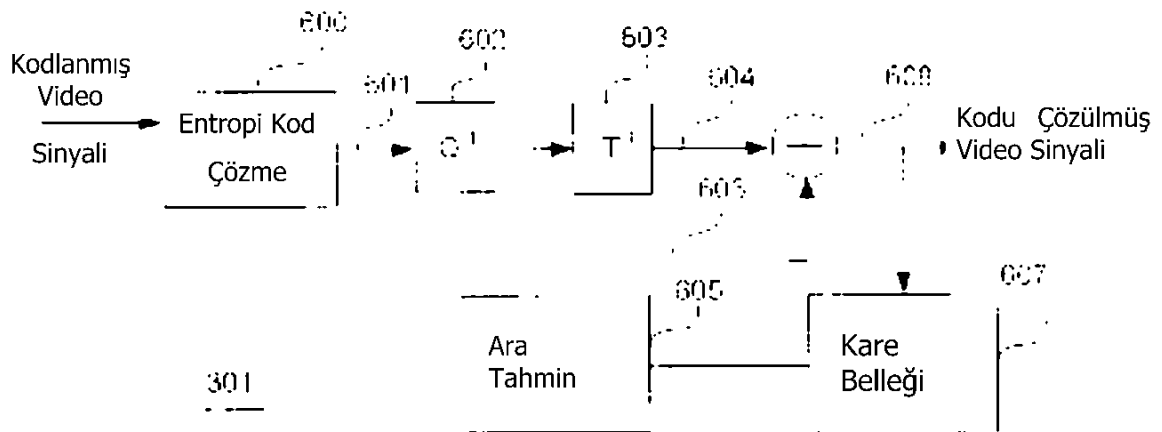
ŞEKİL 2



ŞEKİL 3

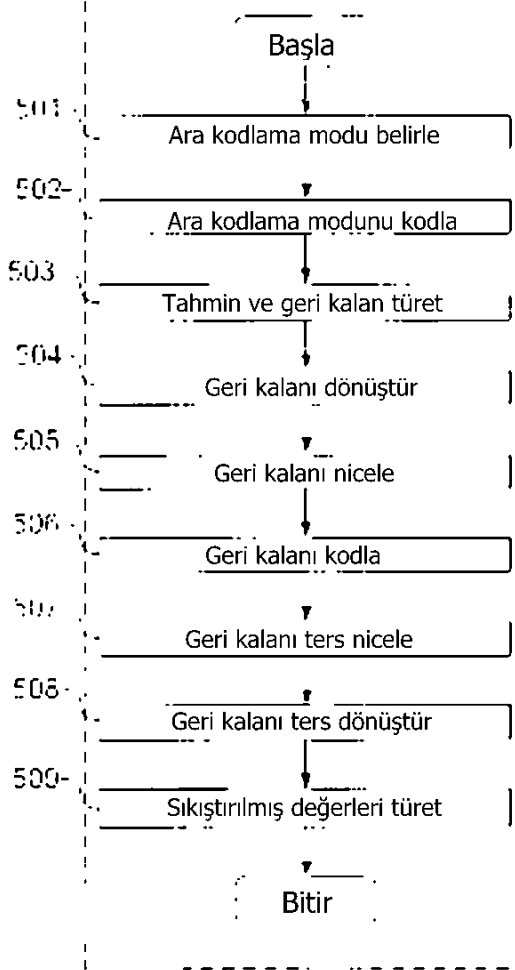


ŞEKİL 4



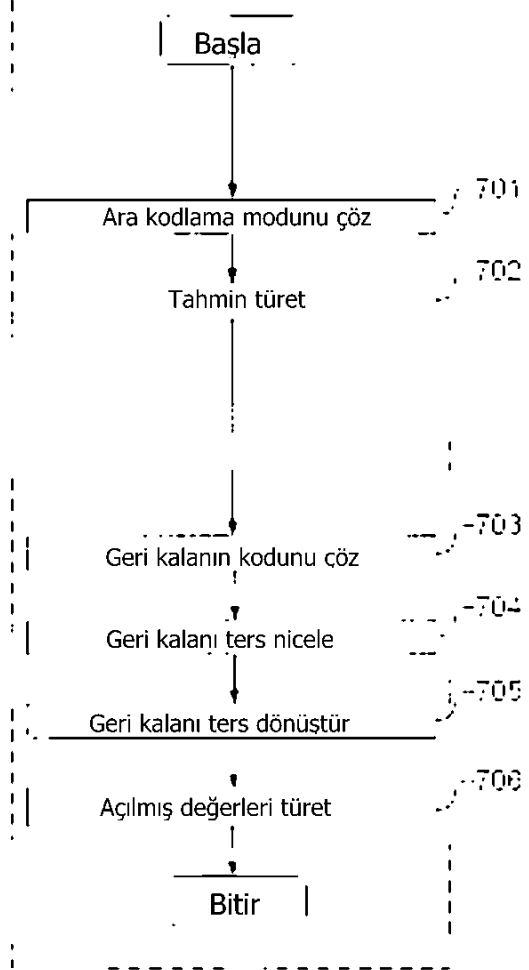
ŞEKİL 6

DİYAGRAMLAR



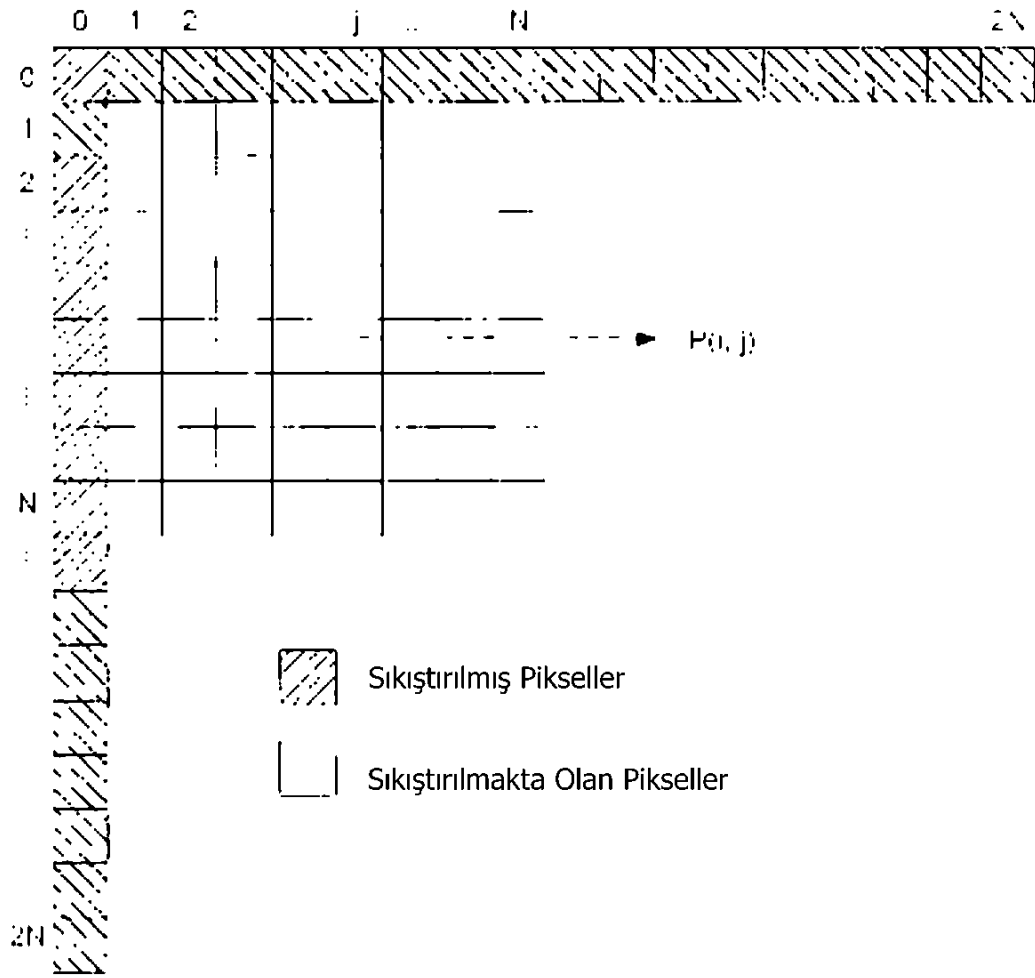
Kodlayıcıda

ŞEKİL 5

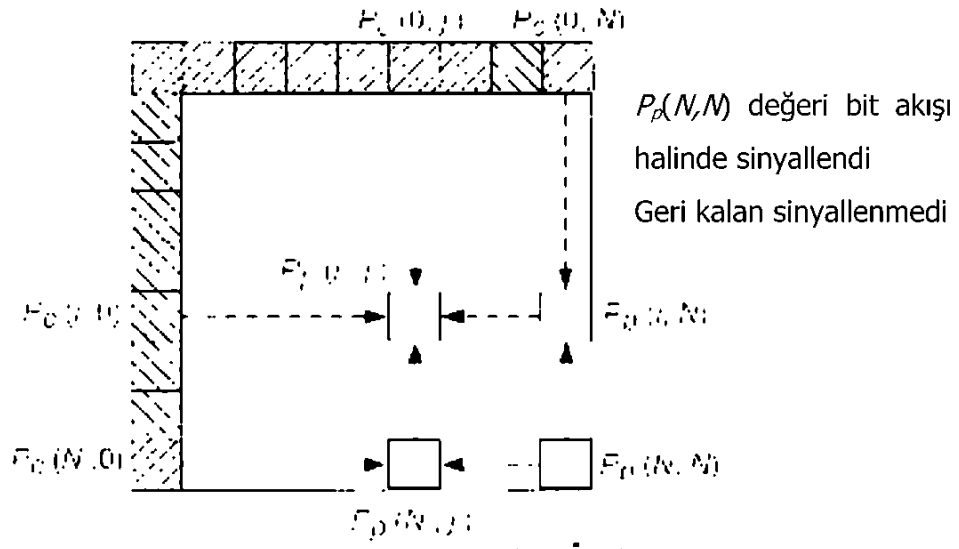


Dekoderde

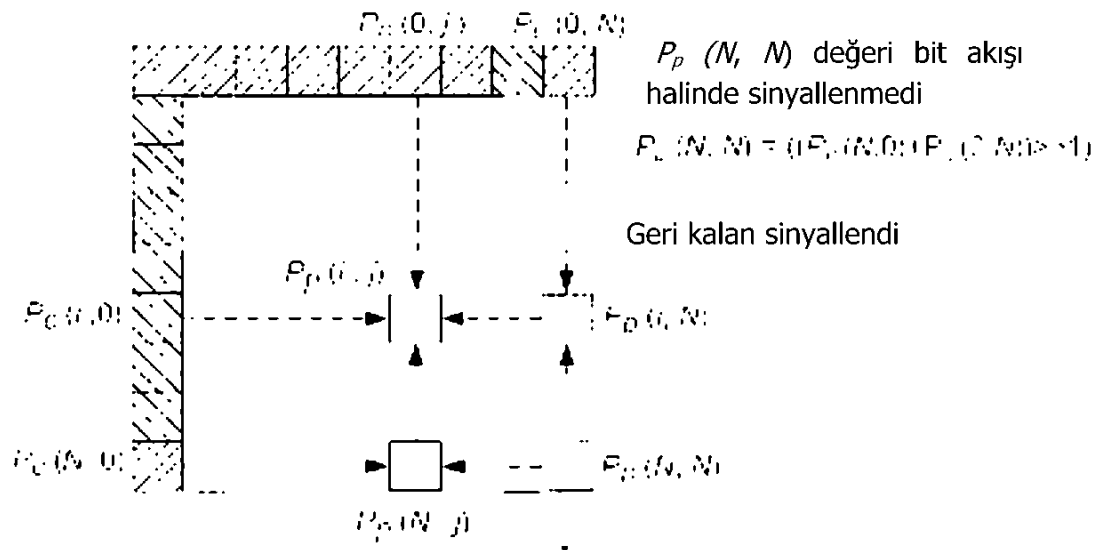
ŞEKİL 7



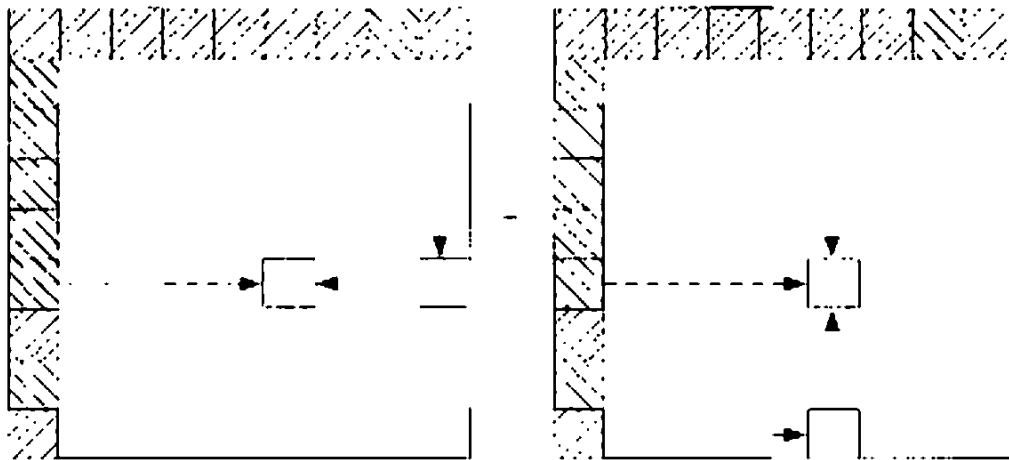
Şekil 8



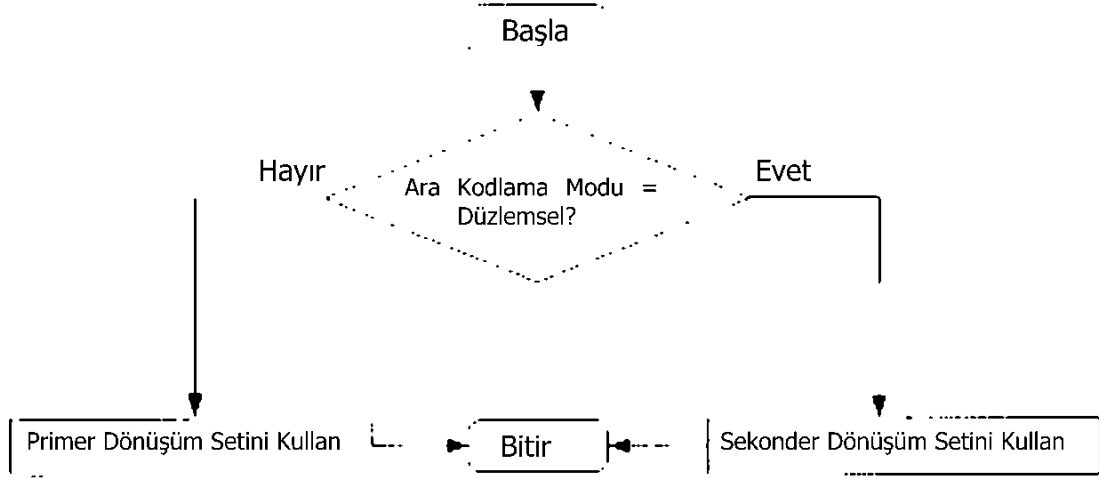
ŞEKİL 9



ŞEKİL 10



ŞEKİL 11

**ŞEKİL 12**