

ÖZET

ÖNCELİKLE SINIRDAKİ PİKSELLERE DAİR KESTİRİM YAPMAK SURETİYLE BİR BLOĞA YÖNELİK ÇERÇEVE- İÇİ KESTİRİM YAPMAK İÇİN KOD ÇÖZME YÖNTEMİ

Bu buluş, daha yüksek bir sıkıştırma verimliliğine ulaşmayı sağlayabilecek olan bir görüntü kodlama/kod çözme tekniği ortaya koyar. Bir görüntü kod çözme yönteminde şunlar bulunur: bir kestirilmiş görüntüye ulaşmak için blok bazında çerçeve-içi kestirim gerçekleştirilen bir çerçeve-içi kestirim basamağı; çerçeve-içi kestirim basamağı ile oluşturulan kestirilmiş görüntü ile asıl görüntü arasındaki kestirimsel farkın hesaplandığı bir çıkarma basamağı; kestirimsel farka istinaden frekans çevirme işlemi gerçekleştirilen bir frekans çevirme basamağı; frekans çevirme basamağının çıktısının nicemleme işlemine tâbi tutulduğu bir nicemleme basamağı; ve nicemleme basamağının çıktısının değişken-uzunluklu kodlama işlemine tâbi tutulduğu bir değişken-uzunluklu kodlama basamağı; burada çerçeve-içi kestirim kodlama basamağında, kodlanacak olan hedef pikselin aralarında yer aldığı iki referans piksele ait piksel değerleri kullanılarak, kodlanacak olan hedef piksele dair kestirim yapılır.

İSTEMLER

1. Çerçeve-içi kestirimle kodlanmış blokları ızgara tarama düzeninde kod çözme işlemine tâbi tutmak için, aşağıda açıklanan basamakları içeren bir görüntü kod çözme yöntemi:

ters değişken uzunluklu kodlama işlemi gerçekleştirilen bir birinci basamak;

birinci basamakta işlemden geçirilmiş olan verilerin ters nicemleme işlemine tâbi tutulduğu bir ikinci basamak;

ikinci basamakta ters nicemleme ile elde edilen verileri ters frekans çevirme ile işlemden geçirmek suretiyle kestirim artıklarının kod çözmeye tâbi tutulduğu bir üçüncü basamak; ve

kod çözme hedef pikselleri için kod çözme işlemi gerçekleştirilmeden önce kodu çözülmüş olan bir kodu çözülmüş ikinci referans pikselin ve kestirim artıklarının kullanılması suretiyle bir kod çözme işlemi gerçekleştirilerek, kod çözme hedef piksellerinin bulunduğu bir kodu çözülmüş görüntünün elde edildiği bir dördüncü basamak;

burada dördüncü basamakta gerçekleştirilen işlemler arasında şunlar bulunur:

bir birinci referans pikselin oluşturulduğu ve bir çerçeve-içi kestirim modunda bir kestirim pikselinin oluşturulduğu bir birinci işlem;

burada birinci referans piksel, bir kod çözme hedef bloğunun sınırında yer alır;

- 5 burada birinci işlemde birinci referans pikseli oluşturmak için, kod çözme hedef bloğunun üst tarafında komşu pozisyonda yer alan bir kodu çözülmüş bloğun sınırında bulunan en az bir piksel kullanılarak düşey yönde uzanan hat üzerinde birden fazla sayıda birinci referans pikselin oluşturulmasına dayalı bir oluşturma yönteminin ve kod çözme hedef bloğunun sol tarafında komşu pozisyonda yer alan bir kodu çözülmüş bloğun
- 10 sınırında bulunan en az bir piksel kullanılarak yatay yönde uzanan hat üzerinde birden fazla sayıda birinci referans pikselin oluşturulmasına dayalı bir oluşturma yönteminin aralarında bulunduğu oluşturma yöntemleri arasından seçilen en az bir oluşturma yöntemi yürütülür;
- 15 burada bir kestirim pikselinin oluşturulduğu birinci işlemde, birinci referans pikselin ve kodu çözülmüş ikinci referans pikselin kullanıldığı bir hesaplama işlemi gerçekleştirilerek, birinci referans piksel ve kodu çözülmüş ikinci referans piksel arasında yer alan bir kestirim pikseli oluşturulur, ikinci referans piksel, kod çözme hedef bloğunun sol tarafında veya üst tarafında komşu pozisyonda yer alır ve birinci referans pikselin bulunduğu taraftan farklı
- 20 bir tarafta bulunur; ve
- 25 burada bir kod çözme hedef pikseli, birinci işlemle oluşturulan kestirim pikseli ve kestirim artıkları kullanılarak elde edilir.

25217

TARİFNAME

5 **ÖNCELİKLE SINIRDAKİ PİKSELLERE DAİR KESTİRİM**
YAPMAK SURETİYLE BİR BLOĞA YONELİK ÇERÇEVE-
İÇİ KESTİRİM YAPMAK İÇİN KOD ÇÖZME YÖNTEMİ

Bu buluş, bir hareketli görüntü kodlamaya yönelik hareketli görüntü kodlama teknikleri ile ilgilidir.

10

MPEG (Hareketli Görüntü Uzmanları Grubu) yönteminin aralarında bulunduğu kodlama yöntemleri, büyük miktarda hareketli görüntü bilgisini yazılabilir ve transfer edilebilir kılmak maksadıyla dijital verilere dönüştürmeyi sağlayan teknikler olarak tasarlanmışlardır. Bu gibi kodlama yöntemleri arasında, MPEG-1 standartları, MPEG-2 standartları, MPEG-4 standartları ve H.264/AVC (Gelişmiş Video Kodlaması) standartları bulunmakta olup, bunlar uluslararası standart kodlama yöntemleri olarak kullanılmaktadırlar.

15

20

Yukarıda belirtilen standartlara göre, kodlama işlemi tamamlanan bir görüntüden edinilen bilgilerden istifade edilerek, kodlanacak olan bir hedef görüntüye dair blok bazında bir kestirim yapılır. Daha sonra, bu kestirim neticesinde hedef görüntü ile asıl görüntü arasında kaydedilen fark kodlanarak, hareketli görüntünün fazlalığı ortadan kaldırılır ve böylece kodlama miktarı azaltılır. Özellikle H.264/AVC standartlarına göre, kodlanacak olan bir hedef bloğun çevresindeki pikselleri

25

kullanan çerçeve-içi kestirim kodlama yöntemiyle sıkıştırma oranında etkili bir artışa ulaşılabilir.

Bununla birlikte, H.264/AVC standartlarına uygun çerçeve-içi
 5 kestirim uygulaması kapsamında yürütülen bir kestirim yöntemi, yeterli düzeyde kestirim doğruluğu sağlamak için fazla basit kalır. Örnek vermek gerekirse, H.264/AVC standartlarına dayanan çerçeve-içi kestirimde, yalnızca tek bir referans pikselin belirlendiği ve o referans piksele ait piksel değeri referans değer kabul edilip bir
 10 kestirim yönü üzerinde uzanan bütün pikseller için o referans değer üzerinden kestirim yapılan bir tek-yönlü kestirim yöntemi kullanılır. Bu sebeple, yapılan kestirimin doğruluğu açısından bir ilerleme sağlanması mümkün değildir. Dolayısıyla, sıkıştırma oranını artırabilmek adına çerçeve-içi kestirimin doğruluğunu daha ileri bir
 15 seviyeye taşıyabilecek olan bir çerçeve-içi kodlama tekniğine ihtiyaç vardır.

Örneğin JP-A-2006-352181 sayılı patent yayınında, çerçeve-içi kestirimi doğruluk yönünden daha ileri bir seviyeye taşıyabilecek bir
 20 teknik olarak, tam görüntünün kodlanmadan önce ters çevrilmesinin sağlanmasına dayanan ve bu sayede çerçeve-içi kestirim için kullanılabilecek olan piksel çeşitlerinin sayısının artmasını sağladığı öne sürülen bir teknik açıklanmaktadır.

25 Bunun yanı sıra, patent olmayan 1 numaralı yayında, üst ve alt taraflarda ve sağ ve sol taraflarda yer alan blokları blok bazlı kodlamanın sırasını değiştirerek kullanmaya dayalı bir kestirim tekniği açıklanmaktadır.

Patent olmayan 1 numaralı yayın: "Block Based Extra/Interpolating Prediction for Intra Coding" T. Shiodera, A. Tanizawa, T. Chujoh, PCSJ2006, November, 2006.

- 5 Bununla birlikte, JP-A-2006-352181 sayılı patent yayınında anlatılan teknikte, görüntü ters çevrildikten sonra, H.264/AVC standartlarında olduğu gibi yalnızca tek bir referans piksele ait piksel değerinin referans değer olarak kullanıldığı bir tek-yönlü kestirim gerçekleştirilir. Dolayısıyla bu teknikte kestirim doğruluğunu daha
- 10 ileri bir seviyeye taşımak mümkün değildir.

- Diğer yandan patent yayını olmayan 1 numaralı yayına göre, alt ve üst taraflarda ve sağ ve sol taraflarda yer alan bloklar kullanılarak kestirilebilecek olan blokların sayısı sınırlıdır. Bundan dolayı, bu
- 15 kestirilebilir bloklar dışında kalan bloklara yönelik kestirimin doğruluğu, H.264/AVC standartlarının sağladığı seviyeye kıyasla daha düşüktür.

- US 2007/110153 sayılı patent yayınında, en az iki görüntü
- 20 bileşeninden her birine ilişkin ilgili kontekst dizin bilgisi için aynı sözdizimi elemanı olasılık değerine sahip olan bir olasılık modeliyle bir sözdizimi elemanına ait bir ikili değer üzerinde ikili-aritmetik kodlama/kod çözme yürütülerek kodlama ve kod çözme verimliliğini artırmaya dayanan bir görüntü kodlama ve/veya kod çözme yöntemi,
 - 25 ortamı ve aparatı açıklanmaktadır.

US 2007/121731 sayılı patent yayınında, bir resim girdisinin birden çok sayıda piksel blok sinyaline ayrılmasını, her biri bir kestirim

yönünü temsil eden birden çok sayıda kestirim modunda kestirim pikseli ile referans piksel arasında bulunan mesafeye göre sayıca değişen referans pikseller kullanılarak bir kestirim pikseli ekstrapole veya interpolate etmek üzere çerçeve-içi kestirim yürütülmesini, 5 kestirim pikseli ekstrapole veya interpolate edilerek bir kestirimsel görüntü sinyali elde edilmesini, piksel blok sinyali ile kestirimsel görüntü sinyalinden bir kestirim hata sinyalinin hesaplanmasını, kestirim hata sinyali kullanılarak birden çok sayıda kestirim modu arasından bir kestirim modunun seçilmesini ve seçilen kestirim modu 10 temelinde kestirim hata sinyali kullanılarak entropi-kodlaması gerçekleştirilmesini içeren bir görüntü kodlama yöntemi açıklanmaktadır.

"PENG ZHANG ET AL: 'Multiple modes intra-prediction in intra coding', 2004 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUL 15 TI MEDIA AND EXPO (ICME) (IEEE CAT. N0.04TH8763) IEEE PISCATAWAY, NJ, USA, vol. 1, 27 June 2004 (2004-06-27), pages 419-422, XP010770800, ISBN: 978-0-7803-8603-7" eserinde, kestirim kesinliği ile yan bilgi bedelinin birbirleri ile daha dengeli 20 olmalarını sağlayacağı düşünülen bir çok-modlu çerçeve-içi kestirim şeması ortaya konmaktadır. Söz konusu eserde, kestirim kesinliğini farklı yönlerden artırma hedefiyle geliştirilmiş olan üç ek mod çeşidi açıklanmaktadır. Aynı eserde, bu çok-modlu çerçeve-içi kestirim tekniğiyle istatistiksel açıdan anlamlı bir performans artışı 25 sağlanabileceği ve bunun karşılığında ilgili işlemin karmaşıklığının yalnızca ufak bir miktar artacağı belirtilmektedir.

Yukarıda açıklanan konvansiyonel tekniklerin sorunu, örneğin, bir kestirim yönü üzerinde uzanan piksellerin parlaklık değerleri arasında büyük farklar oluşmaya başladığında, kestirilen değerler arasındaki farkın da büyümesi ve bunun sonucunda kodlama miktarının artması ve dolayısıyla sıkıştırma oranının azalmasıdır.

Bu buluş, yukarıda belirtilen problem üzerinde odaklanılarak geliştirilmiştir ve bu buluşla ulaşılması tercih edilen hedeflerden biri, daha yüksek sıkıştırma verimliliğine ulaşmayı sağlayabilecek bir görüntü kodlama/kod çözme tekniği ortaya koymaktır.

Bu buluşa göre, istem 1'de tanımlandığı gibi olan bir görüntü kod çözme yöntemi ortaya konmaktadır.

Bu buluşun bu ve diğer özellikleri, hedefleri ve avantajları, kısa açıklamaları aşağıda verilen ekteki şekiller ışığında bu tarifname baştan sona okunduğunda anlaşılacaktır.

- Şekil 1, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kodlama aparatının resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 2, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kod çözme aparatının resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 3, H.264/AVC standartlarında kullanılan çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 4, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 5, bu buluşun bir yapısına uygun bir çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin resmedildiği bir diyagramdır;

- Şekil 6, H.264/AVC standartlarında kullanılan çerçeve-içi kestirim kod çözme işleminin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 7, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kod çözme işleminin resmedildiği bir diyagramdır;
- 5 Şekil 8, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kod çözme işleminin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 9, H.264/AVC standartlarında kullanılan çerçeve-içi kestirimin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 10, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirimin resmedildiği bir diyagramdır;
- 10 Şekil 11, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirimin resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 12, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kodlama aparatının resmedildiği bir akış çizelgesidir;
- 15 Şekil 13, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kodlama aparatının ayrıntılı resmedildiği bir akış çizelgesidir;
- Şekil 14, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kod çözme aparatının resmedildiği bir akış çizelgesidir;
- Şekil 15, bu buluşun bir yapısına uygun bir görüntü kod çözme aparatının ayrıntılı resmedildiği bir akış çizelgesidir;
- 20 Şekil 16, bu buluşun bir yapısının resmedildiği bir diyagramdır;
- Şekil 17, bu buluşun bir yapısına uygun çerçeve-içi kestirimden farklı olan bir kestirim yönteminin resmedildiği bir diyagramdır;
- 25 Şekil 18, bu buluşun bir yapısına uygun bir kodlanmış akışa ilişkin bir konfigürasyon örneğinin resmedildiği bir diyagramdır; ve

Şekil 19, bu buluşun bir yapısına uygun bir kodlanmış akışa ilişkin bir konfigürasyon örneğinin resmedildiği bir diyagramdır.

5 **BULUŞUN TERCİH EDİLEN YAPILARINA DAİR AYRINTILI AÇIKLAMA**

Takip eden kısımda, ekteki şekillere yapılan atıflar çerçevesinde buluşun yapıları açıklanacaktır.

10

Farklı şekillerde aynı referans numarası ile ilişkilendirilmiş olan elemanlar büyük ölçüde aynı fonksiyonu taşımaktadırlar. Tarifnamede ve tarifnameye iliştirilen şekillerde geçen "piksellerin toplamı" tabiri, piksel değerleri toplanarak elde edilen sonucu ifade etmektedir.

15

Her şeyden önce, H.264/AVC standartlarına dayanan çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin nasıl yürütüldüğü Şekil 3'e yapılarına atıflar çerçevesinde açıklanacaktır. H.264/AVC standartlarına göre, kodlanacak olan bir hedef görüntü, ızgara tarama düzenine (301) göre

20

kodlanır. Konu açılmışken belirtmek gerekirse, ızgara tarama düzeni, genel itibarıyla, işlemin ekranın sol üst ucundan sağ üst ucuna doğru ve ardından ekranın sol alt ucundan sağ alt ucuna doğru gerçekleştirilmesi ve bu işlem serisinin tekrarlanması anlamına gelir.

25

Bu noktada, hedef bloğun sol, sol üst, üst ve sağ üst taraflarında bulunan hedef bloğa komşu kodlanmış bloklardaki kodu çözülmüş görüntülere ait piksel değerleri kullanılarak, kodlanması hedeflenen hedef bloktaki her bir piksele dair kestirim yapılır.

Somitlaştırmak gerekirse, Şekil 3'te gösterilen kodlanmış bloklardaki 13 piksel arasından seçilen bir piksele ait piksel değeri referans değer olarak kullanılır. Bir pikselden (bir başlangıç noktası) başlayan bir kestirim yönünde aynı düz çizgi üzerinde hizalanmış olan bütün 5 pikseller, bahsi geçen piksele ait piksel değeri referans değer (302) kabul edilip referans alınarak kestirilirler.

Örneğin, referans numarası 303 ile gösterildiği gibi, kodlanması hedeflenen hedef bloğun B, C, D ve E piksellerinin hepsi, aynı piksel 10 referansında kestirim kodlamasına tâbi tutulurlar. Daha sonra, B pikselinin hemen üstündeki bir pikselin kodu çözülerek elde edilmiş olan bir A' değeri üzerinden b, c, d ve fark değerleri (kestirimsel fark) hesaplanır. Bunun yanı sıra, H.264/AVC standartları söz konusu ise, blok bazında sekiz çeşit kestirim yönü adayı (örneğin düşey, yatay ve 15 diyagonal) arasından en uygun kestirim yönü seçilebilir ve böylece kestirimsel fark değeri ile kestirim yönüne ilişkin bir değer kodlanır. Ayrıca bunlara ek olarak belirtmek gerekir ki, H.264/AVC standartlarına göre, kodlanması hedeflenen bir hedef blokta yer alan bütün pikseller için, belirli bir kestirim yönünde kestirimin yanı sıra, 20 referans piksellerin (304) ortalama değeri temelinde kestirimde bulunan "DC kestirim" modunu kullanmak da mümkündür.

Takip eden kısımda, Şekil 6'ya yapılan atıflar çerçevesinde H.264/AVC standartlarına dayalı çerçeve-içi kestirim kod çözme 25 işleminin nasıl yürütüldüğü açıklanacaktır. Kodlama işleminde olduğu gibi kod çözme işlemi de ızgara tarama düzeninde (601) yürütülür. Bir kodu çözülmüş görüntüye ait bir piksel değeri, bir kodu çözülmüş referans piksel ve kestirimsel fark kullanılarak hesaplanır. Daha somut

ifade etmek gerekirse, bir kestirim yönünde kaydedilen kestirimsel fark referans piksele eklenerek bir kodu çözülmüş görüntüye ulaşılır.

Örneğin, referans numarası 602 ile işaret edilen kısımda
 5 görülebileceği üzere, kodu çözülmesi hedeflenen bir hedef bloğun kestirimsel fark değerleri b' , c' , d' ve e' (sırasıyla Şekil 3'te gösterilen b , c , d ve e 'nin kodları çözülerek elde edilen değerler, bir nicemleme hatası içeren değerler) kodu çözülmüş A' referans pikseline eklenerek, sırasıyla kodu çözülmüş B' , C' , D' ve E' piksellerine (Şekil 3'te
 10 gösterilen B , C , D ve E 'ye ilişkin kodu çözülmüş pikseller) ulaşılır.

Yukarıda belirtildiği gibi, H.264/AVC'ye dayalı çerçeve-içi kestirim kodlama işleminde, yalnızca tek bir referans pikselin belirlendiği ve bir kestirim yönü üzerinde uzanan bütün pikseller için o referans
 15 piksele ait değer üzerinden kestirim yapılan basit bir tek-yönlü yöntem kullanılır.

Şekil 9, H.264/AVC standartlarına dayalı çerçeve-içi kestirim kodlamanın resmedildiği bir kavramsal diyagramdır. Bu şekilde yer
 20 alan yatay eksen, bir hedef blokta kestirim yönünde yer alan koordinat değerlerini göstermekte, diğer yandan yatay eksen ise o koordinatlara denk gelen piksel değerlerini (parlaklık değeri) göstermektedir. Bu çerçevede, grafikte yer alan eğri, bir hedef blok üzerine çizilmiş bir parlaklık eğrisidir. Daha önceden açıklandığı gibi, H.264/AVC
 25 standartlarına göre, çerçeve-içi kestirim gerçekleştirilirken referans alınabilecek olan bloklar, ilgili hedef bloğun sol ve üst taraflarında yer alan bloklar ile sınırlıdır. Dolayısıyla, H.264/AVC standartlarında, referans pikselin tek bir yönde kopyalandığı bir yöntem kullanılır.

- Mevzubahis örnekte, referans numarası 901 ile gösterildiği üzere, hedef blokta hafif bir parlaklık eğiminin söz konusu olması, kestirimin gerçekleşmemesine kıyasla gerçekleşmesinin daha yüksek ihtimal olduğunu gösterir. Buna bağlı olarak, kestirimsel fark azalır. Bununla
- 5 birlikte, referans numarası 902 ile gösterildiği üzere, eğer dikleşen bir parlaklık eğimi söz konusu ise, referans pikselle mesafe arttıkça kestirimsel fark da artmaya başlar ve bunun sonucunda kodlama miktarı da artar.
- 10 Şekil 10, buluşun bu yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kodlamanın resmedildiği bir kavramsal diyagramdır. Buluşun bu yapısında, H.264/AVC standartları ile ilgili yukarıda açıklanan problemin üstesinden gelmek için, referans numarası 1001 ile işaret edildiği
- 15 üzere, hedef bloğun sınırında yer alan bir pikselden yeni bir referans piksel (referans piksel 2) olarak istifade edilir ve kestirim, olağan referans piksel (referans piksel 1) ile birlikte gerçekleştirilir. Somutlaştırmak gerekirse, her ikisi de hedef blok üzerinden geçen bir düz çizgi üzerinde yer alan iki referans piksel (referans piksel 1 ile referans piksel 2) seçilir. Daha sonra, bu iki referans pikselin
- 20 kullanıldığı interpolatif kestirim temelinde interpolasyon işlemi gerçekleştirilerek bu referans pikseller arasında yer alan bir pikselin değerine dair kestirim yapılır. Bu sayede kestirimin doğruluğunda, özellikle de parlaklık eğimi dik olan bir bloğa yönelik yapılacak bir kestirimin doğruluğunda artış sağlanabilir ve olası kestirim hatalarının
- 25 sayısı azaltılabilir.

Bununla birlikte, eğer kodlama H.264/AVC standartlarında olduğu gibi ızgara tarama düzeninde gerçekleştiriliyorsa, birçok durumda bir

hedef bloğun sınırlarında yer alan iki referans pikselden yalnızca birinin (referans piksel 1) değeri elde edilebilir. Bu sebeple, bu buluş başvurusuna konu olan yöntemde diğer referans piksele (referans piksel 2) ilişkin değer, çevredeki bir kodlanmış blokta yer alan bir piksel değeri üzerinden kestirim yapılarak bulunur.

Daha somut ifade etmek gerekirse, buluşun bu yapısına göre, eğer referans piksel 1 ile referans piksel 2'nin kodlanmış pikseller arasından seçilmeleri mümkünse, bahsi geçen pikseller kodlanmış pikseller arasından seçilirler. Eğer referans piksel 2'nin kodlanmış pikseller arasından seçilmesi mümkün değilse, önceden kodlanmış pikseller arasından referans piksel 2'ye dair kestirim yapılır. Bu kestirimden sonra, Şekil 10'da gösterildiği gibi, eldeki iki referans pikselin kullanıldığı interpolatif kestirime dayanan interpolasyon işlemiyle kestirim gerçekleştirilir.

Sonuç olarak, bahsi geçen iki referans pikselden biri bir kodlanmış piksel olmasa dahi, parlaklık eğimi dik olan bir bloğa yönelik kestirimin doğruluğu arttırmak ve buna bağlı olarak olası kestirim hatalarının sayısını düşürmek mümkündür.

Şekil 4, buluşun bu yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin nasıl yürütülebileceğine dair bir örneğin kavramsal olarak resmedildiği bir diyagramdır. Yine bu örnekte de, kodlanması hedeflenen bir hedef görüntü ızgara tarama düzeninde kodlanır ve kestirim, hedef bloğun sol, sol üst, üst ve sağ taraflarında yer alan hedef bloğa komşu bloklar referans alınarak gerçekleştirilir. Referans numarası 401, yatay yönde gerçekleştirilen bir kestirimdeki çerçeve-

5 içi kestirim kodlama basamaklarına işaret etmektedir. Bu örnekte kestirim aşağıda açıklanan iki basamak ile yürütülür: basamak 1 - bir hedef bloğun bir sınırında yer alan bir piksele yönelik kestirim (örneğin referans numarası 1001 ile işaret edilen referans piksel 2) ve kestirimsel farkın hesaplanması; ve basamak 2 - hedef bloğun iki ucundaki iki referans pikselden istifade edilerek iki-yönlü kestirim.

10 Basamak 1'de, iki-yönlü kestirim için kullanılacak olan iki referans piksel seçilir. Bu basamakta seçilmesi hedeflenen referans piksellerden birini kodlanmış pikseller arasından seçmek mümkün değilse, çevredeki kodlanmış bloklar temelinde bu referans piksele dair kestirim yapılır. Örneğin, referans numarası 402'nin işaret ettiği kısma bakılacak olursa görülebileceği gibi, hedef bloğun sol tarafında hedef bloğa komşu pozisyonda yer alan bir bloğun en alt satırındaki
15 A', B', C' ve D' olarak anılan dört kodlanmış piksele dair bir ortalama Z değeri üzerinden, hedef bloğun aynı hizadaki satırında yer alan piksellere ilişkin E, F, G ve H değerleri için kestirim yapılır. Aynı zamanda, Z ile dört piksel arasındaki farkları yansıtan fark değerleri, sırasıyla e, f, g ve h kestirimsel fark değerleri olarak kodlanır.

20

Bir sonraki aşamayı temsil eden basamak 2'de, basamak 1'de seçilen veya yapılan kestirimle bulunan iki referans pikselin kullanıldığı interpolatif kestirime dayalı bir interpolasyon işlemi gerçekleştirilerek hedef bloktaki diğer piksel değerlerine dair kestirim yapılır. Örneğin,
25 referans numarası 403'ün işaret ettiği kısma bakılacak olursa görülebileceği gibi, basamak 1'de yapılan kestirimle bulunan bir Z değeri ile bir referans pikseli temsil eden I'nin kullanıldığı bir lineer interpolasyonla hedef bloğun aynı sütununa ait olan J, K ve L

piksellerinin her birine dair kestirim yapılır ve böylece, kestirimsel fark değerleri olan j , k ve l hesaplanır. Ayrıca, bu kestirimsel fark değerleri kodlanır.

- 5 Şekil 7, buluşun bu yapısına uygun çerçeve-içi kestirim kod çözme işleminin nasıl yürütülebileceğine dair bir örneğin kavramsal olarak resmedildiği bir diyagramdır. Kod çözme işlemi, Şekil 4'te gösterilen basamaklar tersi sırayla yürütülerek gerçekleştirilebilir (701). Öncelikle, hedef bloğun sol tarafında yer alan bir komşu blok
- 10 kullanılarak referans piksel Z hesaplanır (702) ve daha sonra bu referans piksel Z , hedef bloğun sınırında yer alan piksellerin e' , f' , g' ve h' olarak anılan kestirimsel fark değerlerine eklenerek sırasıyla E' , F' , G' ve H' olarak anılan kodu çözülmüş görüntüler elde edilir. Akabinde, hedef bloğun üst tarafında yer alan bir komşu bloktaki I'
- 15 olarak anılan referans pikselle ve yukarıda bahsi geçen işlemle kestirim yapılarak bulunan Z değeri üzerinden yapılan interpolatif kestirime dayalı lineer interpolasyonla hedef blokta bulunan her bir piksele dair kestirim yapılır (703). Daha sonra, kestirilen her bir piksel j' , k' ve l' olarak anılan kestirimsel fark değerlerine eklenerek, sırasıyla
- 20 J' , K' ve L' olarak anılan kodu çözülmüş pikseller elde edilir.

- 25 Şekil 4'te gösterildiği gibi olan bir çerçeve-içi kestirim işleminde, bu buluş başvurusuna konu olan yöntemi bir ekranın ucunda yer alan bloklara uygulamak mümkün değildir, çünkü hedef pikselin sol ve üst taraflarında bulunan komşu bloklar referans piksellerden birine dair kestirim yapmak için kullanılırlar. Buna bağlı olarak, buluşun bu yapısına konu olan iki-yönlü kestirim işlemi, örneğin Şekil 5'te gösterilen basamaklara (501) göre çerçeve-içi kestirim kodlama

yürütülerek ekranın ucunda bulunan bloklara uygulanabilir. Daha somut ifade etmek gerekirse, basamak 1'de (hedef bloğun sınırında yer alan piksellere yönelik kestirim ve kestirimsel farkın hesaplanması), hedef bloğun üst tarafında yer alan komşu bloğun uçlarındaki iki piksele ilişkin A' ve D' olarak anılan kodu çözülmüş değerler kullanılarak gerçekleştirilen ekstrapolatif kestirimle, hedef blokta bulunan aynı sütunun sınırındaki H olarak anılan bir piksele dair kestirim yapılır. Daha sonra, piksel değeri H ile kestirilen değer Z arasındaki h olarak anılan fark, kestirimsel fark olarak kodlanır (502).

10

Takip eden aşamayı temsil eden basamak 2'de, (hedef bloğun iki ucundaki referans piksellerden istifade edilerek iki-yönlü kestirim), basamak 1'de kestirilen Z değeri ile D' olarak anılan referans pikselin kullanıldığı interpolatif kestirim temelinde lineer interpolasyon gerçekleştirilerek her biri hedef bloktaki aynı sütuna ait olan E , F ve G piksellerine dair kestirim yapılır ve daha sonra, e , f ve g olarak anılan kestirimsel değerler kodlanır (503). Yani, ekranın ucunda bulunan bloklar için kullanılan çerçeve-içi kestirim işleminde uygulanan basamak 1, (Şekil 4'te gösterilen) başka durumlarda olduğundan farklı bir şekilde gerçekleştirilir.

20

Hedef bloğun sol tarafında yer alan bir komşu bloğu kullanmak mümkün olmasa dahi, buluşun bu yapısına konu olan iki-yönlü kestirim, ekranın ucunda yer alan bloklar için yukarıda açıklanan basamak kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu gibi bir durumda, kod çözme işlemi, Şekil 8'de gösterilen basamaklar uygulanarak yürütülebilir. Daha somut ifade etmek gerekirse, kod çözme işlemi, Şekil 5'te gösterilen basamaklar tersi sırayla yürütülerek

25

gerçekleştirilebilir (801). Öncelikle, hedef bloğun üst tarafında yer alan bir komşu blok kullanılarak referans piksel Z hesaplanır (802) ve daha bu referans piksel Z, hedef bloğun sınırında yer alan bir pikselin h' olarak anılan kestirimsel fark değerine eklenerek H olarak anılan kodu çözülmüş görüntü elde edilir. Akabinde, hedef bloğun üst tarafında yer alan bir komşu bloktaki D' olarak anılan referans pikselle ve yukarıda bahsi geçen işlemle kestirim yapılarak bulunan Z değeri üzerinden gerçekleştirilen lineer interpolasyonla hedef blokta bulunan her bir piksele dair kestirim yapılır (903). Daha sonra, kestirilen her bir piksel e', f' ve g' olarak anılan kestirimsel fark değerlerine eklenerek, sırasıyla E', F' ve G' olarak anılan kodu çözülmüş pikseller elde edilir.

Bu buluş başvurusuna konu olan yöntemin kullanıldığı durumda dahi, kestirim yöntemi birden çok aday arasından seçilebilir. Örnek vermek gerekirse, Şekil 11'de gösterilen H.264/AVC standartlarında kullanılan dokuz kestirim yöntemi (1101) arasından, DC kestirim modu dışındaki sekiz çeşit kestirim yönünden biri seçilebilir. Örneğin, bir ekranın ucunda yer alan bloklar dışındaki bloklar için, kestirim yatay yönde (kestirim yönü 1) gerçekleştirilecekse (1102), hedef bloğun üst tarafında yer alan bir komşu bloktan istifade edilerek hedef bloğun en sağdaki sütununa ait olan bir piksele dair kestirim yapılır. Daha sonra bu kestirilen pikselden referans piksellerden biri olarak istifade edilerek iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir.

25

Bunun yanı sıra, kestirim yönü 4 ile işaret edildiği üzere kestirim diyagonal yönde gerçekleştirilecekse (1103), hedef bloğun sırasıyla üst ve sol taraflarında yer alan komşu bloklar üzerinden hedef bloğun

en sağıdaki sütununa ait olan bir piksel ve hedef bloğun en alttaki satırına ait olan bir piksele dair kestirim yapılarak iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir. Diğer yandan, ekranın ucunda yer alan bloklar için, örneğin kestirim yatay yönde (kestirim yönü 1) gerçekleştirilecekse (1104), hedef bloğun sol tarafında yer alan bir komşu blok üzerinden hedef bloğun en soldaki sütununa ait olan bir piksel değerine dair kestirim yapılarak iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir. Bunlara ek olarak, kestirim yönü 7'nin takip edildiği durumda (1105), hedef bloğun üst tarafında yer alan bir komşu blok üzerinden hedef bloğun en alttaki sütununa ait olan bir piksel değerine dair kestirim yapılarak iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir. Bu durumda, üst ve sol taraflardaki komşu blokların kullanılması mümkün olmasa dahi, (1104) ve (1105) sayılı basamakların kullanılması buluşun bu yapısına uygun iki-yönlü kestirimi gerçekleştirmeyi mümkün kılar.

15

Buluşun bu yapısına uygun kestirim kodlama tekniği konvansiyonel teknolojiler ile beraber kullanılacak olursa, görüntünün karakteristiklerine bağlı olarak yüksek bir sıkıştırma oranı elde edilebilir. Örnek vermek gerekirse, kodlama kestirim işlemi gerçekleştirilirken bu buluşa konu olan teknik ile konvansiyonel teknikler blok bazında uygun bir şekilde kullanılarak görüntünün karakteristiklerine uygun olan bir kodlama hayata geçirilebilir. Etkin ve etkili konvansiyonel tekniklere verilebilecek örnekler arasında, Şekil 3'te (Şekil 6'da) gösterilen H.264/AVC standartlarına dayanan çerçeve-içi kestirim kodlama yöntemi (kod çözme yöntemi) ve yine H.264/AVC standartlarında kullanılan çerçeveler-arası kestirim yöntemi (kodlanması hedeflenen hedef görüntüden farklı bir görüntünün referansında gerçekleştirilen kestirim yöntemi) bulunur.

25

Şekil 1, bu buluşa uygun bir hareketli görüntü kodlama aparatına ilişkin bir buluş yapısının resmedildiği bir diyagramdır. Söz konusu hareketli görüntü kodlama aparatında şunlar bulunur: girilen asıl görüntüyü (101) depolamak için bir girdi görüntü belleği (102); bir

5 girdi görüntüyü ufak alanlara bölmek için bir bloklara ayırma birimi (103); ve hareketi blok bazında tespit etmek için bir hareket hesaplama birimi (104). Söz konusu hareketli görüntü kodlama aparatında ayrıca şunlar da bulunur: buluşun bu yapısına uygun basamaklar dışındaki basamaklara göre (örneğin, (Şekil 3'te

10 gösterilen) H.264/AVC standartları temelinde yürütülen bir çerçeve-içi kestirime göre) blok bazında çerçeve-içi kestirim işlemi gerçekleştirmek için bir eski çerçeve-içi kestirim birimi (105); (Şekiller 4 ve 5'te gösterilen) buluşun bu yapısına göre blok bazında çerçeve-içi kestirim gerçekleştirmek için bir yeni çerçeve-içi kestirim

15 birimi (106); ve hareket hesaplama biriminin (104) hesapladığı hareket miktarı temelinde blok bazında çerçeve-içi kestirim gerçekleştirmek için bir çerçeveler-arası kestirim birimi (107). Söz konusu hareketli görüntü kodlama aparatında ayrıca şunlar da bulunur: görüntünün karakteristiklerine uygun kestirim kodlama araçlarını (bir

20 kestirim yöntemi ve blok büyüklüğü) belirlemek için bir mod seçici (108); kestirimsel farkı hesaplamak için bir çıkarma birimi (109); kestirimsel farkı kodlayan bir frekans çevirici (110) ve bir nicemleme birimi (111); bir sembolün görülme olasılığına göre kodlama gerçekleştirmek için bir değişken-uzunluklu kodlama birimi (112);

25 kodlanmış olan kestirimsel farkın kodunu çözen bir ters nicemleme işlemcisi (113) ve bir ters frekans çevirici (114); kodu çözülmüş kestirimsel fark kullanılarak bir kodu çözülmüş görüntü oluşturmak için bir toplayıcı (115); ve bir kodlanmış görüntüyü daha sonra

kestirim için kullanmak üzere depolamak için bir referans görüntü belleği (116).

Girdi görüntü belleği (102), asıl görüntüler (101) arasından bir
5 görüntüyü, kodlanacak olan bir hedef görüntü olarak depolar. Hedef görüntü, bloklara ayırma birimi (103) tarafından ufak bloklara bölünür. Daha sonra bu ufak bloklar hareket hesaplama birimi (104), eski çerçeve-içi kestirim birimi (105) ve yeni çerçeve-içi kestirim birimine (106) gönderilirler. Hareket hesaplama birimi (104), referans
10 görüntü belleğinde (116) depolanan bir kodu çözülmüş görüntüyü kullanarak belirli bir bloğun hareket miktarını hesaplar ve daha sonra hesapladığı hareket miktarını bir hareket vektörü olarak çerçeveler-arası kestirim birimine (107) gönderir. Eski çerçeve-içi kestirim birimi (105), yeni çerçeve-içi kestirim birimi (106) ve çerçeveler-arası
15 kestirim birimi (107), birkaç çeşit blok büyüklüğünü kullanarak blok bazında çerçeve-içi kestirim işlemi ve çerçeveler-arası kestirim işlemi yürütürler. Mod seçici (108), en uygun kestirim kodlama araçlarını seçer. Sonraki aşamada, çıkarma birimi (109), en uygun kestirim kodlama araçlarıyla ulaşılan çıktıdan kestirimsel farkı bulur ve daha
20 sonra bulduğu kestirimsel farkı frekans çeviriciye (110) gönderir. Frekans çevirici (110) ile nicemleme işlemcisi (111), belirtilen blok büyüklüğünü kullanarak ve blok bazında, gönderilmiş olan kestirimsel fark için frekans çevirme ve nicemleme işlemi (örneğin, DCT (Ayrık Kosinüs Dönüşümü)) gerçekleştirirler. Frekans çevirme ve nicemleme
25 işleminin sonucu, değişken-uzunluklu kodlama birimi (112) ile ters nicemleme işlemcisine (113) gönderilir. Değişken-uzunluklu kodlama biriminde (112), sadece bir frekans çevirme katsayısı ile ifade edilen kestirimsel fark hakkındaki bilgiler değil, aynı zamanda kestirim

kodlama hakkındaki bilgiler (örneğin, çerçeve-içi kestirim kodlama için bir kestirim yönü ve çerçeveler-arası kestirim kodlama için bir hareket vektörü) de bir sembolün görülme olasılığı temelinde değişken-uzunluklu kodlamaya tâbi tutulur ve böylelikle bir
5 kodlanmış akış elde edilir.

Bunun yanı sıra, ters nicemleme işlemcisi (113) ile ters frekans çeviricide (114), nicemlemeye tâbi tutulan bir frekans çevirme katsayısı, ters nicemleme ve IDCT (Ters DCT) gibi bir ters frekans
10 çevirmesinden geçirilir ve böylelikle kestirimsel fark elde edilir. Daha sonra bu kestirimsel fark toplayıcıya (115) iletilir. Akabinde toplayıcı (115) bir kodu çözülmüş görüntü oluşturur ve ardından bu görüntü, referans görüntü belleğinde (116) depolanır.

15 Şekil 2, bu buluşa uygun bir hareketli görüntü kod çözme aparatına ilişkin bir buluş yapısının resmedildiği bir diyagramdır. Söz konusu hareketli görüntü kod çözme aparatında şunlar bulunur: değişken-uzunluklu kodlamada yürütülen basamakların tersi yönde yürütülmesi yoluyla, örneğin Şekil 1'de gösterilen hareketli görüntü kodlama
20 aparatıyla oluşturulan bir kodlanmış akışa (201) yönelik kod çözme gerçekleştirmek için bir değişken-uzunluklu kod çözücü (202); ve kestirimsel farkın kodunu çözen bir ters nicemleme işlemcisi (203) ve bir ters frekans çevirici (204). Söz konusu görüntü kod çözme aparatında ayrıca şunlar da bulunur: buluşun bu yapısına uygun
25 basamaklar dışındaki basamaklara göre (örneğin, (Şekil 6'da gösterilen) H.264/AVC standartları temelinde yürütülen bir çerçeve-içi kestirime göre) çerçeve-içi kestirim işlemi gerçekleştirmek için bir eski çerçeve-içi kestirim birimi (205); (Şekiller 7 ve 8'de gösterilen)

buluşun bu yapısına göre çerçeve-içi kestirim gerçekleştirmek için bir yeni çerçeve-içi kestirim birimi (206); çerçeve-içi kestirim gerçekleştirmek için bir çerçeveler-arası kestirim birimi (207); bir kodu çözülmüş görüntü elde etmek için bir toplayıcı (208); ve kodu
 5 çözülmüş görüntüyü geçici süreliğine depolamak için bir referans görüntü belleği (209).

Değişken-uzunluklu kod çözücü (202) bir kodlanmış akışı (201) değişken-uzunlukta kod çözmeye uğratarak, kestirimsel farkın frekans
 10 çevirme katsayısı bileşenini ve kestirim yönü veya hareket vektörünün örnek gösterilebileceği kestirim işlemi için gerekli bilgileri elde eder. Bahsi geçen ilk bilgi çeşidi, yani kestirimsel fark hakkındaki bilgiler, ters nicemleme işlemcisine (203) iletilir. Bahsi geçen ikinci bilgi çeşidi, yani kestirim işlemi için gerekli bilgiler, kestirim araçlarına
 15 bağlı olarak eski çerçeve-içi kestirim birimi (205), yeni çerçeve-içi kestirim birimi (206) veya çerçeveler-arası kestirim birimine (207) iletilir. Takip eden aşamada, ters nicemleme işlemcisi (203) ile ters frekans çeviricide (204), kestirimsel fark hakkındaki bilgiler sırasıyla ters nicemleme ve ters frekans çevirmeye tâbi tutularak, kestirimsel
 20 fark hakkındaki bilgilerin kodunun çözülmesi sağlanır. Diğer yandan, eski çerçeve-içi kestirim birimi (205), yeni çerçeve-içi kestirim birimi (206) veya çerçeveler-arası kestirim biriminde (206), değişken-uzunluklu kod çözücünden (202) iletilen bilgiler temelinde ve referans görüntü belleği (209) referans alınarak kestirim işlemi yürütülür ve
 25 böylelikle toplayıcının (208) bir kodu çözülmüş görüntü oluşturmaya olanak sağlanır ve daha sonra bu görüntü, referans görüntü belleğinde (209) depolanır.

Şekil 12, bir çerçeveyi bu buluş yapısına uygun Şekil 1'de gösterilen hareketli görüntü kodlama aparatıyla gerçekleştirilen bir kodlama işlemiyle kodlarken neler yapılmasının gerektiğini resmeden bir akış çizelgesidir. Öncelikle, kodlanması hedeflenen bir hedef çerçevede bulunan bütün bloklar aşağıda anlatılan işleme tâbi tutulurlar (basamak 1201). Daha somut ifade etmek gerekirse, her bir blok, kestirimsel farkı hesaplamak üzere mevcut her bir kodlama modunda (başka bir ifadeyle, bir kestirim yöntemi ile blok büyüklüğünün kombinasyonu) önceden kestirim kodlama işlemine tâbi tutulur.

10 Bunun ardından, kestirimsel farka istinaden hesaplanan değerler arasından kodlanma verimliliği en yüksek olan blok seçilir. Aşağıda bir kestirim işlemi yöntemi açıklanacaktır. Buluşun bu yapısında açıklanan (bundan böyle "yeni çerçeve-içi kestirim kodlama işlemi" (basamak 1205) olarak anılacak olan) yöntemin yanı sıra, örneğin

15 H.264/AVC standartlarında kullanılan (bundan böyle "eski çerçeve-içi kestirim kodlama işlemi" (basamak 1206) olarak anılacak olan) çerçeve-içi kestirim yöntemi ve çerçeveler-arası kestirim kodlama işlemi (basamak 1207) de yürütülür. Mevcut modlar arasından en uygun mod seçilerek, görüntünün karakteristiklerine cevaben verimli

20 bir kodlama gerçekleştirilebilir. Yukarıda açıklanan çok sayıda kodlama modu arasından kodlama verimliliği yüksek olan bir kodlama modu seçilirken (basamak 1208) RD-Optimizasyon yönteminin kullanılması verimli bir kodlama yürütülmesine olanak sağlar. RD-Optimizasyon yöntemi, örneğin görüntü kalitesindeki bozulma ve

25 kodlama miktarı arasındaki ilişki temelinde en uygun kodlama modunu belirlemek için kullanılır. RD-Optimizasyon yöntemine başvurulacaksa, örneğin "G, Sullivan and T. Wiegand: 'Rate-Distortion Optimization for Video Compression', IEEE Signal

Processing Magazine, vol, 15, no.6, pp, 74-90, 1998" eserinde açıklanan yöntem kullanılabilir.

Takip eden aşamada, seçilen kodlama modunda elde edilen
5 kestirimsel fark, frekans çevirmeye (209) ve nicemleme işlemine
(1210) tâbi tutulur ve daha sonra, bir kodlanmış akış oluşturmak
amacıyla değişken-uzunluklu kodlamaya tâbi tutulur (basamak 1211).
Diğer yandan, kestirimsel farkın kodunu çözmek maksadıyla bir
frekans çevirme katsayısı ters nicemleme işlemi (basamak 1212) ile
10 ters frekans çevirme işlemine (basamak 1213) tâbi tutulur ve
böylelikle bir kodu çözülmüş görüntü elde edilir. Bu kodu çözülmüş
görüntü, daha sonra referans görüntü belleğinde depolanır (basamak
1214). Blokların tamamı yukarıda açıklanan işlemlere tâbi
tutulduğunda, bir görüntü çerçevesinin kodlaması tamamlanmış olur
15 (basamak 1215).

Şekil 13, yeni çerçeve-içi kestirim kodlama işleminin (basamak 1205)
ayrıntılı resmedildiği bir akış çizelgesidir. Burada, örneğin referans
numarası 1101 ile gösterildiği üzere, aşağıda açıklanan işlem, önceden
20 tanımlanan bütün kestirim yönleri için gerçekleştirilir (basamak 1301)
ve her kestirim yönünde bütün hatlar için gerçekleştirilir (basamak
1302). Daha somut ifade etmek gerekirse, hedef blok eğer ekranın
ucunda bulunuyorsa (basamak 1303), Şekil 5'te gösterilen basamak 1'e
göre sınırdaki bir piksele dair kestirim yapılır ve kestirimsel fark
25 hesaplanır (basamak 1304). Diğer yandan, eğer hedef blok ekranın
ucunda değilse, Şekil 4'te gösterilen basamak 1'e göre sınırdaki bir
piksele dair kestirim yapılır ve kestirimsel fark hesaplanır (basamak
1305). Takiben, çevre bloklarda bulunan referans piksellerin değerleri

ve yukarıdaki basamaklar ile kestirilen sınırdaki piksellerin değerleri temelinde, Şekiller 4 ve 5'te gösterilen basamak 2'ye göre iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir (basamak 1305). Bütün kestirim yönleri ve bütün hatlar için yukarıda anlatılan işlemler tamamlandığında, bir
 5 bloğa yönelik kestirim kodlama işlemi tamamlanmış olur (basamak 1307).

Şekil 14, bir çerçeveyi bu buluş yapısına uygun Şekil 2'de gösterilen hareketli görüntü kod çözme aparatıyla gerçekleştirilen bir kod çözme
 10 işlemiyle kod çözmeye tâbi tutarken neler yapılmasının gerektiğini resmeden bir akış çizelgesidir. Öncelikle, bir çerçevede yer alan bütün bloklar aşağıda anlatılan işleme tâbi tutulurlar (basamak 1401). Daha somut ifade etmek gerekirse, bir girdi akışı değişken-uzunluklu kod çözme işlemi (basamak 1402), ters nicemleme işlemi (basamak 1403)
 15 ve ters frekans çevirme işlemine (basamak 1404) tâbi tutularak kestirimsel farkın kodu çözülür. Daha sonra, hedef bloğu kestirim kodlamaya tâbi tutmak için kullanılan yönteme göre, yeni çerçeve-içi kestirim kod çözme işlemi (basamak 1407), eski çerçeve-içi kestirim kod çözme işlemi (basamak 1408) veya çerçeveler-arası kestirim kod
 20 çözme işlemi (basamak 1409) yürütülerek bir kodu çözülmüş görüntü elde edilir. Daha sonra, elde edilen bu kodu çözülmüş görüntü referans görüntü belleğinde depolanır. Bir çerçevede yer alan blokların hepsi yukarıda açıklanan işlemlere tâbi tutulduğunda, ilgili görüntü çerçevesi için kod çözme işlemi sona ermiş olur (basamak 1410).

25

Şekil 15, yeni çerçeve-içi kestirim kod çözme işleminin (basamak 1407) ayrıntılı resmedildiği bir akış çizelgesidir Burada, bir kestirim yönünde bulunan bütün hatlar aşağıda anlatılan işleme tâbi tutulurlar

- (basamak 1501). Daha somut ifade etmek gerekirse, hedef blok eğer ekranın ucunda bulunuyorsa (basamak 1402), Şekil 8'de gösterilen basamak 1'e göre sınırdaki bir piksele dair kestirim yapılır ve kestirimsel fark hesaplanır (basamak 1403). Diğer yandan, eğer hedef
- 5 blok ekranın ucunda değilse, Şekil 7'de gösterilen basamak 1'e göre sınırdaki bir piksele dair kestirim yapılır ve kestirimsel fark hesaplanır (basamak 1404). Takiben, çevre bloklarda bulunan referans piksellerin değerleri ve yukarıdaki basamaklar ile kestirilen sınırdaki piksellerin değerleri temelinde, Şekiller 7 ve 8'de gösterilen basamak 2'ye göre
- 10 iki-yönlü kestirim gerçekleştirilir (basamak 1405). Bütün kestirim yönleri ve bütün hatlar için yukarıda anlatılan işlemler tamamlandığında, bir bloğa yönelik kestirim kodlama işlemi tamamlanmış olur (basamak 1406).
- 15 Bu buluş yapısında, frekans çevirme örneği olarak DCT kullanılmaktadır. Fakat pikseller arasındaki korelasyonu ortadan kaldırmak için kullanılan herhangi bir ortogonal dönüşümden istifade edilebilir (örneğin DST (Ayrık Sinüs Dönüşümü), WT (Dalgacık Dönüşümü), DFT (Ayrık Fourier Dönüşümü) veya KLT (Karhunen-
- 20 Loeve Dönüşümü)). Bilhassa kestirimsel farkın kendisini frekans çevirme gerçekleştirmeden kodlamak mümkün olabilir. Dahası, değişken-uzunluklu kodlama gerçekleştirilmesi şart değildir. Ek olarak, bu buluş yapısına istinaden, parlaklık bileşenlerinin blok (4x4 piksel büyüklüğü) bazında kestirildikleri durum açıklanmaktadır.
- 25 Fakat bu buluş yapısı, herhangi bir blok büyüklüğü için uygulanabilir (örneğin 8x8 piksel büyüklüğü ve 16x16 piksel büyüklüğü). Ayrıca, bu buluş yapısı, sadece parlaklık bileşenlerinin kestirimi için değil, aynı zamanda renk farkı bileşenlerinin kestirimi için de kullanılabilir.

Bununla birlikte, bu buluş yapısına göre kestirim, H.264/AVC standartlarında belirtilen sekiz kestirim yönünde gerçekleştirilir. Ancak kestirim yönlerinin sayısı artırılabilir veya azaltılabilir.

- 5 Takip eden kısımda, bu buluş yapısına uygun bir kestirim denklemi örneği açıklanacaktır. Buna istinaden, parlaklık bileşenlerinin 4x4-piksel-büyükliğündeki bloklar bazında kestirildikleri bir durum açıklanacaktır. Öncelikle, Şekil 16'da gösterildiği gibi (1601), bir hedef bloğun üst kısmında en solda yer alan pikselin koordinatları
- 10 (0,0) kabul edilerek, bu temelde x eksenini yatay doğrultuda sağ tarafın üzerine konurken, y eksenini düşey doğrultuda alt tarafın üzerine konur. Ardından, hedef bloğun (x, y) üzerindeki koordinatlara denk gelen parlaklık değerleri, $P[x, y]$ şeklinde ifade edilir ve kestirilen değerler, $pred_{4 \times 4}[x, y]$ şeklinde ifade edilir. Ek olarak, iki-yönlü kestirim için
- 15 kullanılan iki referans piksel, sırasıyla Ref1 ve Ref2 olarak anılır. Bunlarla birlikte, $Min(a, b)$ şeklinde gösterilen fonksiyonlar, a ve b tamsayılarından küçük olanının kullanılacağı ifade ederler ve $ROUND(a)$ şeklinde gösterilen fonksiyonlar, a gerçekte sayısının ilk ondalık basamağının yuvarlanması yoluyla elde edilen bir tamsayının
- 20 kullanılacağını ifade ederler.

Takip eden kısımda, kestirimin (1602) ilâ (1610) sayılı dokuz çeşit kestirim yöntemi arasından DC kestirim (1604) modu hariç sekiz çeşit kestirim yönünde gerçekleştirildiği durumlar, $pred_{4 \times 4}$ kestirimsel

25 değer denklemi kullanılarak açıklanacaktır.

Kestirimin 0 numaralı kestirim yönünde (Düşey) yürütülmesi

hedefleniyorsa (1602), kestirim aşağıda gösterilen 1 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

(Denklem 1)

5

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:

$$Ref1 = p[x, -1]$$

10

$$Ref2 = (p[-1, 3] + p[-2, 3] + p[-3, 3] + p[-4, 3] + 2) \gg 2$$

$$pred4x4[x, y] = \text{ROUND}(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (y + 1) / 4)$$

15

- üst tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılabileceği, fakat sol tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılamayacağı bir durum:

$$Ref1 = p[x, -1]$$

20

$$Ref2 = 2 * p[x, -1] - p[x, -4]$$

$$pred4x4[x, y] = \text{ROUND}(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (y + 1) / 4)$$

Kestirimin 1 numaralı kestirim yönünde (Yatay) yürütülmesi hedefleniyorsa (1603), kestirim aşağıda gösterilen 2 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

(Denklem 2)

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:

5

$$Ref1 = p[-1, y]$$

$$Ref2 = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[3, -3] + p[3, -4] + 2) \gg 2$$

$$pred4x4[x, y] = \text{ROUND}(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

10

- sol tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılabileceği, fakat üst tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılamayacağı bir durum:

$$Ref1 = p[-1, y]$$

15

$$Ref2 = 2 * p[-1, y] - p[-4, y]$$

$$pred4x4[x, y] = \text{ROUND}(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

- 20 Kestirimin 3 numaralı kestirim yönünde (Diyagonal Sol Alt) yürütülmesi hedefleniyorsa (1605), kestirim aşağıda gösterilen 3 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

(Denklem 3)

25

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:
- $x = y = 3$ ise:

$$\text{Ref1} = (p[6, -1] + 3 * p[7, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[-1, 2] + 3 * p[-1, 3] + 2) \gg 2$$

5

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}((\text{Ref1} + \text{Ref2})/2)$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, x'in 3 olmadığı ve y'nin 3 olmadığı durumlar) için:

10

$$\text{Ref1} = (p[x + y, -1] + 2 * p[x + y + 1, -1] + p[x + y + 2, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[-1, \text{Max}(3, x - y)] + 2 * p[-1, \text{Min}(3, x + y + 1)] + p[-1, \text{Min}(3, x + y + 2)] + 2) \gg 2$$

15

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

- üst tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılabileceği, fakat sol tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılamayacağı bir durum:
- $x = y = 3$ ise:

20

$$\text{Ref1} = (p[6, -1] + 3 * p[7, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[3, -3] + p[3, -4] + 2) \gg 2$$

25

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}((\text{Ref1} + \text{Ref2})/2)$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, x'in 3 olmadığı ve y'nin 3 olmadığı durumlar) için:

$$\text{Ref1} = (p[x + y, -1] + 2 * p[x + y + 1, -1] + p[x + y + 2, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[3, -3] + p[3, -4] + 2) \gg 2$$

$$5 \quad \text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

Kestirimin 4 numaralı kestirim yönünde (Diyagonal Sağ Alt) yürütülmesi hedefleniyorsa (1606), kestirim aşağıda gösterilen 4 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

10

(Denklem 4)

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:

15

- $x > y$ ise:

$$\text{Ref1} = (p[x - y - 2, -1] + 2 * p[x - y - 1, -1] + p[x - y, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[3, -3] + p[3, -4] + 2) \gg 2$$

20

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * x / 3)$$

- $x < y$ ise:

25

$$\text{Ref1} = (p[-1, y - x - 2] + 2 * p[-1, y - x - 1] + p[-1, y - x] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[-1, 3] + p[-2, 3] + p[-3, 3] + p[-4, 3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}\{x, y\} = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * y / 3)$$

- $x = y$ ise:

5

$$\text{Ref1} = (p[0, -1] + 2 * p[-1, -1] + p[-1, 0] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

10

$$\text{pred4x4}\{x, y\} = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1) / 4)$$

Kestirimin 5 numaralı kestirim yönünde (Düşey Sağ) yürütülmesi hedefleniyorsa (1607), kestirim aşağıda gösterilen 5 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

15

(Denklem 5)

$zVr = 2 * xy$ ise:

20

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:
- $zVR = 0, 2, 4, 6$ ise:

$$\text{Ref1} = (p[x - (y \gg 1) - 1, -1] + p[x - (y \gg 1), -1] + 1) \gg 1$$

25

$$\text{Ref2} = (p[-1, 3] + p[-2, 3] + p[-3, 3] + p[-4, 3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}\{x, y\} = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / 4)$$

- $zVR = 1, 3, 5$ ise:

5

$$Ref1 = (p[x - (y \gg 1) - 2, -1] + 2 * p[x - (y \gg 1) - 1, -1] + p[x - (y \gg 1), -1] + 2) \gg 2$$

$$Ref2 = (p[-1, -3] + p[-2, -3] + p[-3, -3] + p[-4, -3] + 2) \gg 2$$

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (y + 1) / 4)$$

10

- $zVR = -1$ ise:

$$Ref1 = (p[-1, 0] + 2 * p[-1, -1] + p[0, -1] + 2) \gg 2$$

$$Ref2 = (p[-1, -3] + p[-2, -3] + p[-3, -3] + p[-4, -3] + 2) \gg 2$$

15

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (y + 1) / 4)$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $zVR = -2, -3$ olduğu durumlar) için:

20

-

$$Ref1 = (p[-1, y - 1] + 2 * p[-1, y - 2] + p[-1, y - 3] + 2) \gg 2$$

$$Ref2 = (p[-1, -3] + p[-2, -3] + p[-3, -3] + p[-4, -3] + 2) \gg 2$$

25

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (y + 1) / 4)$$

Kestirimin 6 numaralı kestirim yönünde (Yatay Alt) yürütülmesi hedefleniyorsa (1608), kestirim aşağıda gösterilen 6 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

5 (Denklem 6)

$z_{HD} = 2 * y_x$ ise:

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:
- $z_{VR} = 0, 2, 4, 6$ ise:

$$Ref1 = (p[-1, y - (x \gg 1) - 1] + p[-1, y - (x \gg 1)] + 1) \gg 1$$

$$Ref2 = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

$$pred_{4x4}[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

- $z_{HD} = 1, 3, 5$ ise:

$$Ref1 = (p[-1, y - (x \gg 1) - 2] + 2 * p[-1, y - (x \gg 1) - 1] + p[-1, y - (x \gg 1)] + 2) \gg 2$$

$$Ref2 = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

$$pred_{4x4}[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

- $z_{HD} = -1$ ise:

$$\text{Ref1} = (p[-1, 0] + 2 * p[-1, -1] + p[0, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

$$5 \quad \text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1) / 4)$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $z_{VR} = -2, -3$ olduğu durumlar) için:

$$10 \quad \text{Ref1} = (p[x - 1, -1] + 2 * p[x - 2, -1] + p[x - 3, -1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1) / 4)$$

15

Kestirimin 7 numaralı kestirim yönünde (Düşey Sol) yürütülmesi hedefleniyorsa (1609), kestirim aşağıda gösterilen 7 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

20 (Denklem 7)

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:
- $y = 0, 2$ ise:

25

$$\text{Ref1} = (p[x + (y \gg 1), -1] + p[x + (y \gg 1) + 1, -1] + 1) \gg 1$$

$$\text{Ref2} = (p[-1, 3] + p[-2, 3] + p[-3, 3] + p[-4, 3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

- 5 - diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $y = 1, 3$ olduğu durumlar) için:

$$\text{Ref1} = (p[x + (y \gg 1) - 1] + 1 * p[x + (y \gg 1) + 1 - 1] + p[x + (y \gg 1) + 2 - 1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[-1, -3] + p[-2, -3] + p[-3, -3] + p[-4, -3] + 2) \gg 2$$

10

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

- üst tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılabileceği, fakat sol tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılamayacağı bir durum:
- 15 - $y = 0, 2$ ise:

$$\text{Ref1} = (p[x + (y \gg 1) - 1] + p[x + (y \gg 1) + 1 - 1] + 1) \gg 1$$

$$\text{Ref2} = 2 * p[x, -1] - p[x, -4]$$

20

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $y = 1, 3$ olduğu durumlar) için:

25

$$\text{Ref1} = (p[x + (y \gg 1) - 1] + 2 * p[x + (y \gg 1) + 1 - 1] + p[x + (y \gg 1) + 2 - 1] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = 2 * p[x, -1] - p[x, -4]$$

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (y + 1) / (x + y + 2))$$

- Kestirimin 8 numaralı kestirim yönünde (Yatay Ust) yürütülmesi hedefleniyorsa (1610), kestirim aşağıda gösterilen 8 numaralı denklem kullanılarak gerçekleştirilir:

(Denklem 8)

10 $z_{HU} = x + 2 * y$ ise:

- sol ve üst taraflarda yer alan komşu blokların kullanılabilecekleri bir durum:
- $z_{HU} = 0, 2, 4$ ise:

15

$$\text{Ref1} = (p[-1, y + (x \gg 1)] + p[-1, y + (x \gg 1) + 1] + 1) \gg 1$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

20

$$\text{pred4x4}[x, y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1) / 4)$$

- $z_{HU} = 1, 3$ ise:

25

$$\text{Ref1} = (p[-1, y + (x \gg 1)] + 2 * p[-1, y + (x \gg 1) + 1] + p[-1, y + (x \gg 1) + 2] + 3) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3, -1] + p[3, -2] + p[-1, 3] + p[-2, 3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}[x][y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1)/4)$$

- $\text{zHU} = 5$ ise:

5

$$\text{Ref1} = (p[-1][2] + 3 * p[-1][3] + 2) \gg 2$$

$$\text{Ref2} = (p[3][1] + p[3][2] + p[-1][3] + p[-2][3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}[x][y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1)/4)$$

10

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $\text{zHU} > 5$ olduğu durumlar) için:

$$\text{Ref1} = p[-1][3]$$

15

$$\text{Ref2} = (p[3][1] + p[3][2] + p[-1][3] + p[-2][3] + 2) \gg 2$$

$$\text{pred4x4}[x][y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1)/4)$$

20

- sol tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılabileceği, fakat üst tarafta yer alan bir komşu bloğun kullanılamayacağı bir durum:
- $\text{zHU} = 0, 2, 4$ olduğu bir durum:

$$\text{Ref1} = (p[-1][y + (x \gg 1)] + p[-1][y + (x \gg 1) + 1] + 1) \gg 1$$

25

$$\text{Ref2} = 2 * p[-1][y] - p[-4][y]$$

$$\text{pred4x4}[x][y] = \text{ROUND}(\text{Ref1} + (\text{Ref2} - \text{Ref1}) * (x + 1)/4)$$

- $zHU = 1, 3$ ise:

5

$$Ref1 = (p[-1, y + (x > 1)] + 2 * p[-1, y + (x > 1) + 1] + p[-1, y + (x > 1) + 2] + 2) \gg 2$$

$$Ref2 = 2 * p[-1, y] - p[-4, y]$$

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

10

- $zHU = 5$ ise:

$$Ref1 = (p[-1, 2] + 3 * p[-1, 3] + 2) \gg 2$$

15

$$Ref2 = 2 * p[-1, y] - p[-4, y]$$

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

- diğer durumlar (daha somut ifade etmek gerekirse, $zHU > 5$ olduğu durumlar) için:

20

$$Ref1 = (p[-1, 3])$$

$$Ref2 = 2 * p[-1, y] - p[-4, y]$$

25

$$pred4x4[x, y] = ROUND(Ref1 + (Ref2 - Ref1) * (x + 1) / 4)$$

- Yukarıda açıklanan buluş yapısında, iki referans piksel kullanılacaksa, kodlanmış (kodu çözülmüş) pikseller arasından seçilmesi mümkün olmayan piksellerin kestirimi (örneğin Şekil 4'te gösterilen basamak 1'de sınırdaki pikseller E, F, G ve H'nin kestirimi), temelde kodlanmış
- 5 komşu blokların aynı satırında (veya aynı sütununda) yer alan piksellerin ortalama değeri üzerinden yapılır. Fakat yukarıda bahsi geçen kestirimin her zaman ortalama değer üzerinden yapılması gerekmez. Örneğin bir minimum değer, bir maksimum değer ve bir medyan değer de kullanılabilir. Ek olarak, herhangi bir çeşit
- 10 hesaplama formülü (örneğin bu pikseller kullanılarak gerçekleştirilen ekstrapolatif kestirim (veya interpolatif kestirim)) kullanılabilir. İnterpolatif kestirim gerçekleştirilecekse, bunun için herhangi bir çeşit yöntem (örneğin lineer interpolasyon ve lineer olmayan interpolasyon) kullanılabilir. Diğer yandan, ekstrapolatif kestirim
- 15 gerçekleştirilecekse, bu kestirimi gerçekleştirmek için de uygun herhangi bir modele (örneğin en küçük kareler yöntemi kullanılarak düz çizgi/parabol yaklaşımı, Newton interpolasyonu ve Lagrange interpolasyonu) başvurulabilir.
- 20 Şekil 17, sınırdaki pikseller E, F, G ve H için Şekil 4'te gösterilen basamak 1'de (402) olduğu gibi ekstrapolatif kestirim ile kestirim yapılan bir durumun resmedildiği bir kavramsal diyagramdır. Burada yatay ekseninde koordinatlar gösterilirken, düşey ekseninde parlaklık değerleri yer almaktadır. Referans numarası 1701 ile, düz çizgi
- 25 yaklaşımının kullanıldığı bir duruma işaret edilmektedir. Örneğin sol tarafta yer alan bir komşu bloğun en alttaki satırında yer alan kodu çözülmüş pikseller A', B', C' ve D' kullanılarak yürütülen en küçük kareler yöntemi temelinde bir kestirimsel düz satır hesaplanır. Düz

çizgideki E, F, G ve H olarak anılan sınır piksellerinin koordinatlarına tekabül eden noktalar, kestirilen değerler olarak kullanılır. Ek olarak, referans numarası 1702 ile, aynı ekstrapolatif kestirimin parabolik yaklaşım, Newton interpolasyonu ve Lagrange interpolasyonunu

5 içeren eğri yaklaşımı ile gerçekleştirildiği bir duruma işaret edilmektedir. Bu durumda, sınırdaki pikseller E, F, G ve H, kodu çözülmüş pikseller A', B', C' ve D' kullanılarak hesaplanan bir kestirimsel eğri temelinde kestirilirler. Yukarıda açıklanan işlem ile

10 olduğu gibi iki-yönlü kestirim gerçekleştirileceği zaman referans piksellerden biri olarak kullanılırlar.

Bunların yanı sıra, referans piksellerin kestirimi için kullanılan bilgiler, komşu bloklar hakkındaki bilgiler oldukları sürece aynı satıra

15 (veya sütuna) ait pikseller ile sınırlı değildirler. Dahası, bu buluş yapısına göre, iki-yönlü kestirim (örneğin, Şekil 4'te gösterilen basamak 2'de J, K ve L piksellerinin kestirimi), iki referans pikselin kullanıldığı lineer interpolasyon ile gerçekleştirilir. Bununla birlikte, bu interpolasyon için kullanılabilecek interpolasyon yöntemi belirli bir

20 yöntem ile sınırlı değildir; hedef piksel kullanılacak olan iki referans pikselin arasında yer aldığı sürece uygun herhangi bir yöntemden istifade edilebilir. Örneğin, hedef piksele dair kestirilen değer, iki referans pikselle kurulan herhangi bir düz çizgi denklemi ile de ifade edilebilir. Bu durumda, iki referans pikselin sırasıyla Ref1 ve Ref2

25 olarak tanımlandıkları aşağıdaki 9 numaralı denklem kullanılarak bir kestirimsel değer olan $pred_{4 \times 4}$ hesaplanır:

(Denklem 9)

$$p_{\text{denklem}} = \frac{1}{2} \cdot (a + b) \cdot h$$

Bu denklemde yer alan a ile b'nin her biri, bir gerçek sayıyı teşkil eden bir sabiti temsil eder. Bu değerler, önceden belirlenmiş değerler olarak da tanımlanabilirler ya da blok bazında da belirtilebilirler. Ek olarak, Şekil 5'te (Şekil 8'de) gösterilen durumda ekranın uç kısmı için kullanılan çerçeve içi kestirim kodlama yönteminin (kod çözme yönteminin) uygulanabileceği bloklar, ekranın ucunda yer alan bloklar ile sınırlı değildir. Başka bir deyişle, bu yöntem, ekranın ucunda yer alan bloklar dışındaki bloklar için de uygulanabilir.

Şekil 18, bu buluş yapısına uygun şekilde oluşturulan bir kodlanmış akışa ilişkin bir konfigürasyon örneğinin resmedildiği bir diyagramdır ve bu diyagramda, temel olarak, blok bazında ayarlanması gereken kodlama parametreleri gösterilmektedir. Burada, H.264/AVC'ye dayalı işlemin uygulandığı durumda olduğu gibi, kodlama modu bir sabit-uzunluklu makro blok temelinde belirlenir. Her makro blok, ayrıca daha ufak bloklara da ayrılabilir. Kestirim kodlama, ayrılmış bloklar bazında gerçekleştirilmelidir. Bu durumda, bilgiler değişken-uzunlukta kodlanırlar ve daha sonra depolanırlar. Kodlamaya tâbi tutulacak bilgiler arasında şunlar bulunur: makro blok bazında koordinatları belirleyip tanımlamak için kullanılan bir makro blok numarası (1801); kestirim yöntemine ve blok büyüklüğüne işaret eden bir kodlama modu numarası (1802); çerçeveler-arası kestirim anındaki hareket vektörü ve çerçeve-içi kestirim anındaki kestirim yönünün örnek gösterilebileceği, kestirim için gerekli bilgiler (1803); ve kestirimsel fark hakkındaki bilgiler (1804). Kodlama modu

numarasını (1802) bütün kestirim araçlarına seri olarak atamak ya da kestirim araçları bazında farklı bitlerle ifade etmek de mümkündür.

Şekil 19, Şekil 18'de gösterilen buluşun bu yapısına uygun şekilde oluşturulan bir kodlanmış akışa ilişkin bir konfigürasyon örneğinin resmedildiği bir diyagramdır ve bu diyagramda, temel olarak, blok bazında ayarlanması gereken kodlama parametreleri gösterilmektedir. Bu konfigürasyon örneğinde şunlar bulunur: bir makro blok numarası (1901); bir kestirim yöntemi (1902); bu buluş yapısına göre bir komşu piksel kullanılarak kestirim yapılmasının gerekli olup olmadığını gösteren bir işaret (1903); kestirim için gerekli bilgiler (1904); ve kestirimsel fark hakkındaki bilgiler (1905).

Buluşumuza uygun olarak çeşitli yapılar göstermiş ve tarif etmiş olmakla birlikte, ifşa edilen bu yapıların buluş kapsamından dışarı çıkmamak kaydıyla çeşitli değişimlere ve modifikasyonlara açık olduğunu da belirtmemiz gerekir. Dolayısıyla, niyetimiz buluşumuzu birebir burada gösterilen ve açıklanan ayrıntılarla sınırlandırmak olmayıp, ekli istemlerin kapsamına giren bu gibi bütün değişimleri ve modifikasyonları da buluş çerçevesinde tarifnamede ve çizimlerde yorumlanan şekliyle kapsamayı arzu etmekteyiz.

TARİFNAME İÇERİSİNDE ATIF YAPILAN REFERANSLAR

Başvuru sahibi tarafından atıf yapılan referanslara ilişkin bu liste, yalnızca okuyucunun yardımı içindir ve Avrupa Patent Belgesinin bir kısmını oluşturmaz. Her ne kadar referansların derlenmesine büyük önem verilmiş olsa da, hatalar veya eksiklikler engellenememektedir ve EPO bu bağlamda hiçbir sorumluluk kabul etmemektedir.

Tarifname içerisinde atıfta bulunulan patent dökümanları:

- JP 2006352181 A [0005] [0008]
- US 2007121731 A [0011]
- US 2007110153 A [0010]

Tarifnamede belirtilen patentleştirilmemiş literatür:

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • T. SHIODERA ; A. TANIZAWA ; T. CHUJOH. Block Based Extra/Interpolating Prediction for Intra Coding. PCSJ2006, November 2006 [0007] • Multiple modes intra-prediction in intra coding. PENG ZHANG et al. 2004 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMEDIA AND EXPO (ICME) (IEEE CAT. N0.04TH8763). IEEE PISCATAWAY, 27 June 2004, vol. 1, 419-422 [0012] | <ul style="list-style-type: none"> • G. SULLIVAN ; T. WIEGAND. Rate-Distortion Optimization for Video Compression. IEEE Signal Processing Magazine, 1998, vol. 15 (6), 74-90 [0046] |
|--|---|

ŞEKİLLERDEKİ YAZILARIN ANLAMLARI

ŞEKİL 1

A = KODLANMIŞ AKIŞ

- 5 101 = ASIL GÖRÜNTÜ
 102 = ASIL GÖRÜNTÜ BELLEĞİ
 103 = BLOKLARA AYIRMA BİRİMİ
 104 = HAREKET HESAPLAMA BİRİMİ
 105 = ESKİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM BİRİMİ
 10 106 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM BİRİMİ
 107 = ÇERÇEVELER-ARASI KESTİRİM BİRİMİ
 108 = MOD SEÇİCİ
 110 = FREKANS ÇEVİRİCİ
 111 = NİCEMLEME İŞLEMCİSİ
 15 112 = DEĞİŞKEN-UZUNLUKLU KODLAYICI
 113 = TERS NİCEMLEME İŞLEMCİSİ
 114 = TERS FREKANS ÇEVİRİCİ
 116 = REFERANS GÖRÜNTÜ BELLEĞİ

20

ŞEKİL 2

- 201 = KODLANMIŞ AKIŞ
 202 = DEĞİŞKEN-UZUNLUKLU KOD ÇÖZÜCÜ
 203 = TERS NİCEMLEME İŞLEMCİSİ
 25 204 = TERS FREKANS ÇEVİRİCİ
 205 = ESKİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM BİRİMİ
 206 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM BİRİMİ
 207 = ÇERÇEVELER-ARASI KESTİRİM BİRİMİ
 208 = KODU ÇÖZÜLMÜŞ GÖRÜNTÜ
 30 209 = REFERANS GÖRÜNTÜ BELLEĞİ

ŞEKİL 3

B = KODLAMA SIRASI (IZGARA TARAMA DUZENİNDE)

C = KODLANMIŞ PİKSEL

D = KODLANACAK OLAN HEDEF PİKSEL

5 E = KESTİRİM YÖNÜ

F = DC KESTİRİM

G = DOKUZ ÇEŞİT KESTİRİM YÖNTEMİ ARASINDAN BİRİNİ SEÇİNİZ

10 **ŞEKİL 4**

H = KODLANACAK OLAN HEDEF BLOK

I = 0 NUMARALI KESTİRİM YÖNÜNDE (DUŞEY) KESTİRİM

J = BLOK SINIR PİKSELLERİNE İLİŞKİN HESAPLANAN DEĞERLER

K = BASAMAK (1): SINIR PİKSELLERİNİN HESAPLANMASI VE

15 KESTİRİMİ

L = BASAMAK (2): İKİ UÇTAKİ İKİ PİKSELLE İKİ-YÖNLÜ KESTİRİM

ŞEKİL 9

20 M = PARLAKLIK DEĞERİ

N = BLOK SINIRI

O = KESTİRİM

P = KOORDİNATLAR

R = REFERANS PİKSEL

25 S = H.264/AVC'YE DAYALI KESTİRİM

T = PARLAKLIK EĞİMİNİN DİK OLDUĞU DURUM

U = KESTİRİMSEL FARK

ŞEKİL 10

30 V = MEVCUT BULUŞA GÖRE KESTİRİM

ŞEKİL 11

Y = DOKUZ ÇEŞİT KESTİRİM YÖNTEMİ

Z = HEDEF BLOK

A1 = 1 NUMARALI KESTİRİM YÖNÜNDE KESTİRİM

5 B1 = 4 NUMARALI KESTİRİM YÖNÜNDE KESTİRİM

C1 = 7 NUMARALI KESTİRİM YÖNÜNDE KESTİRİM

D1 = EKRANIN UCUNDA BULUNAN BLOKLAR DIŞINDAKİ
BLOKLARIN KESTİRİMİNE DAİR ÖRNEK

E1 = EKRANIN UCUNDA BULUNAN BLOKLARIN KESTİRİMİNE

10 DAİR ÖRNEK

ŞEKİL 12

F1 = BİR ÇERÇEVENİN KODLAMA İŞLEMİNE BAŞLAYINIZ

G1 = DÖNGÜ

15 H1 = İŞLEM BUTUN BLOKLAR İÇİN TAMAMLANANA DEK
DEVAM EDİNİZ

I1 = İŞLEM BUTUN KODLAMA MODLARINDA TAMAMLANANA
DEK DEVAM EDİNİZ

J1 = BİR ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM MODU MU UYGULANACAK?

20 K1 = HAYIR

L1 = EVET

M1 = YENİ BİR ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM MODU MU
UYGULANACAK?

N1 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM KODLAMA İŞLEMİNİ

25 YURUTUNUZ

O1 = ESKİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM KODLAMA İŞLEMİNİ
YURUTUNUZ

P1 = ÇERÇEVELER-ARASI KESTİRİM KODLAMA İŞLEMİNİ
YURUTUNUZ

30 R1 = KODLAMA MODU SEÇME İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

S1 = FREKANS ÇEVİRME İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

T1 = NİCEMLEME İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

U1 = DEĞİŞKEN-UZUNLUKLU KODLAMA İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

V1 = TERS NİCEMLEME İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

5 Y1 = TERS FREKANS ÇEVİRME İŞLEMİNİ YURUTUNUZ

Z1 = KODU ÇÖZÜLMÜŞ GÖRÜNTÜ ELDE ETME İŞLEMİNİ
YURUTUNUZ

A2 = BİR ÇERÇEVEYE YÖNELİK GERÇEKLEŞTİRİLEN KODLAMA
İŞLEMİ TAMAMLANIR

10

ŞEKİL 13

B2 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM KODLAMA İŞLEMİNE
BAŞLAYINIZ

C2 = İŞLEM BUTUN KESTİRİM YÖNLERİ İÇİN TAMAMLANANA

15 DEK DEVAM EDİNİZ

D2 = İŞLEM BUTUN HATLAR İÇİN TAMAMLANANA DEK DEVAM
EDİNİZ

E2 = HEDEF BLOK EKRANIN UCUNDA MI YER ALIYOR?

F2 = EKRANIN UCUNDA YER ALAN BLOK İÇİN SINIR

20 PİKSELLERİNİ HESAPLAYINIZ

G2 = EKRANIN UCUNDA YER ALAN BLOK DIŞINDAKİ BİR BLOK
İÇİN SINIR PİKSELLERİNİ HESAPLAYINIZ

H2 = İKİ UÇTAKİ İKİ PİKSELLE İKİ-YÖNLÜ KESTİRİM
GERÇEKLEŞTİRİNİZ

25 I2 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM KODLAMA İŞLEMİ
TAMAMLANIR

ŞEKİL 15

J2 = YENİ ÇERÇEVE-İÇİ KESTİRİM KOD ÇÖZME İŞLEMİNE

30 BAŞLAYINIZ

ŞEKİL 17

K2 = SINIR PİKSELLERİNE DAİR YAPILAN HESAPLAMA

L2 = KESTİRİMSEL DÜZ ÇİZGİ

M2 = LİNEER EKSTRAPOLATİF KESTİRİM ÖRNEĞİ

5 N2 = LİNEER OLMAYAN EKSTRAPOLATİF KESTİRİM ÖRNEĞİ

ŞEKİL 18

O2 = AKIŞ KONFIGURASYON ÖRNEĞİ

P2 = MAKRO BLOK NUMARASI

10 R2 = KODLAMA MODU

S2 = EK BİLGİLER

T2 = KESTİRİMSEL FARK HAKKINDAKİ BİLGİLER

ŞEKİL 19

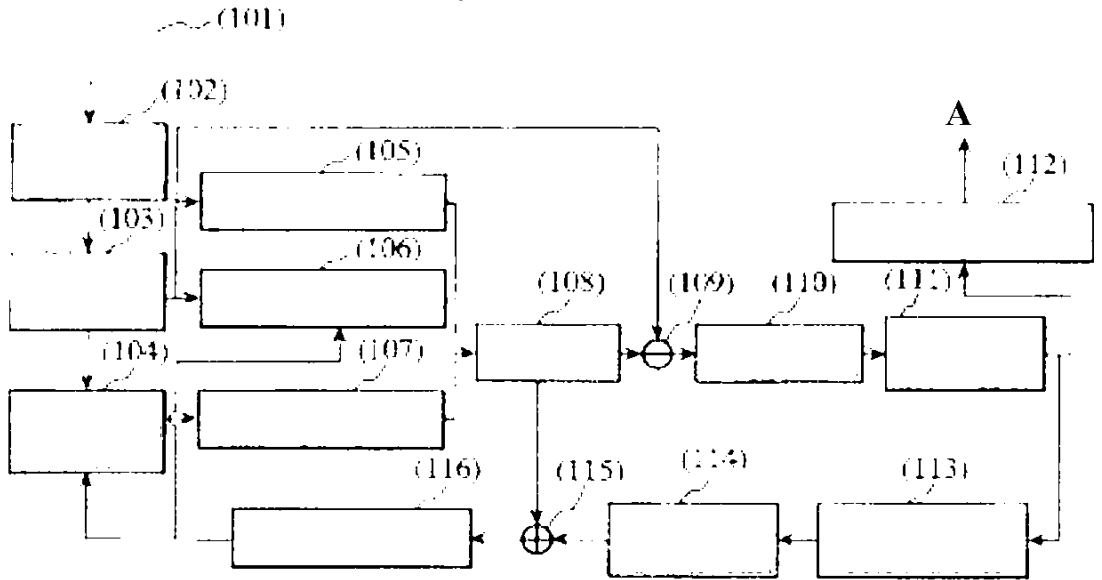
15 U2 = KESTİRİM YÖNTEMİ

V2 = KOMŞU PİKSEL KESTİRİM İŞARETİ

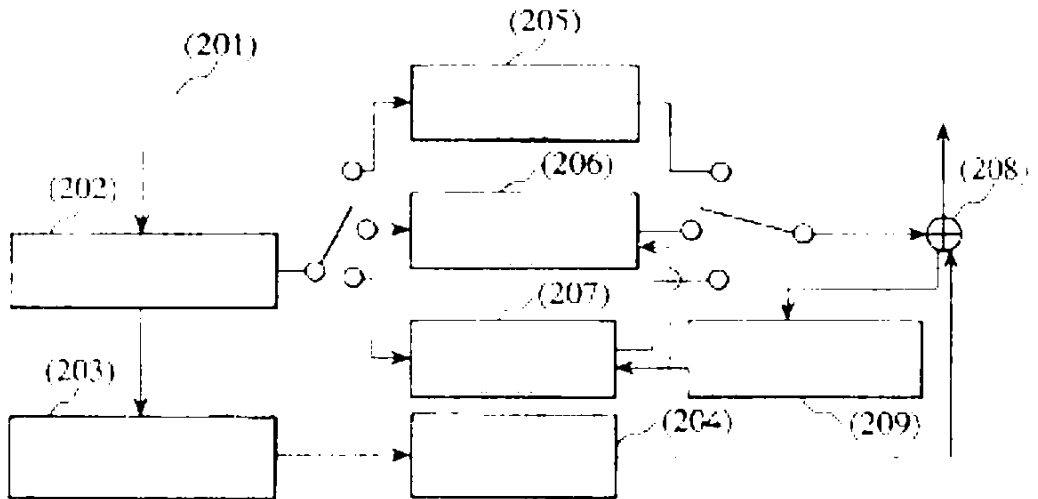
20

25

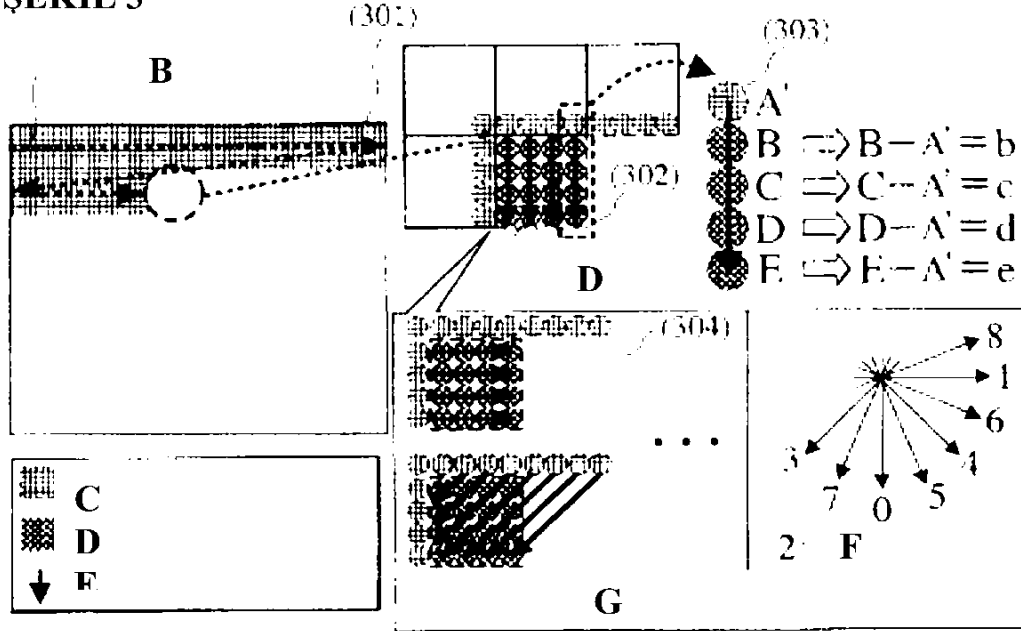
ŞEKİL 1



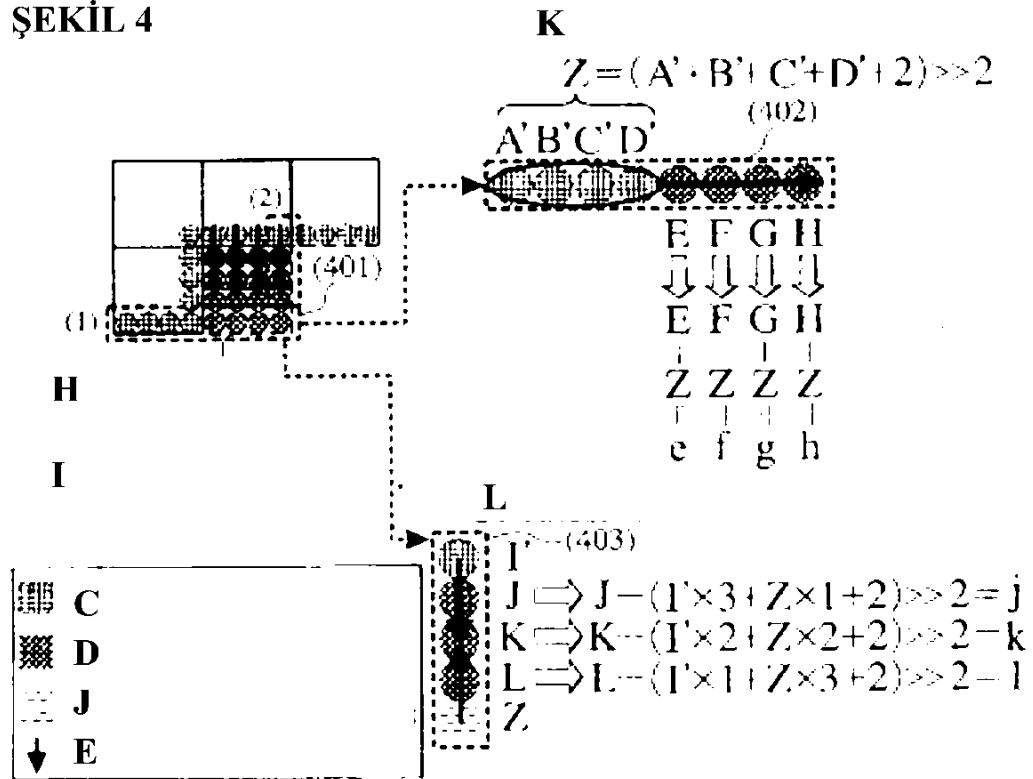
ŞEKİL 2



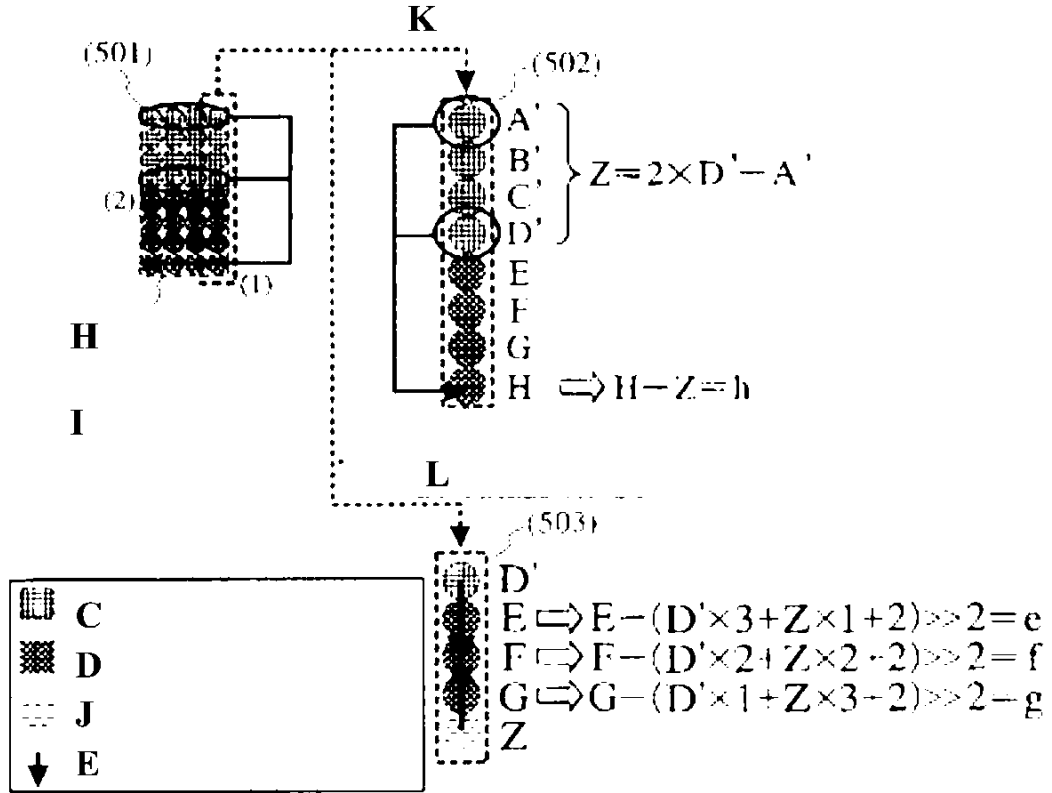
ŞEKİL 3



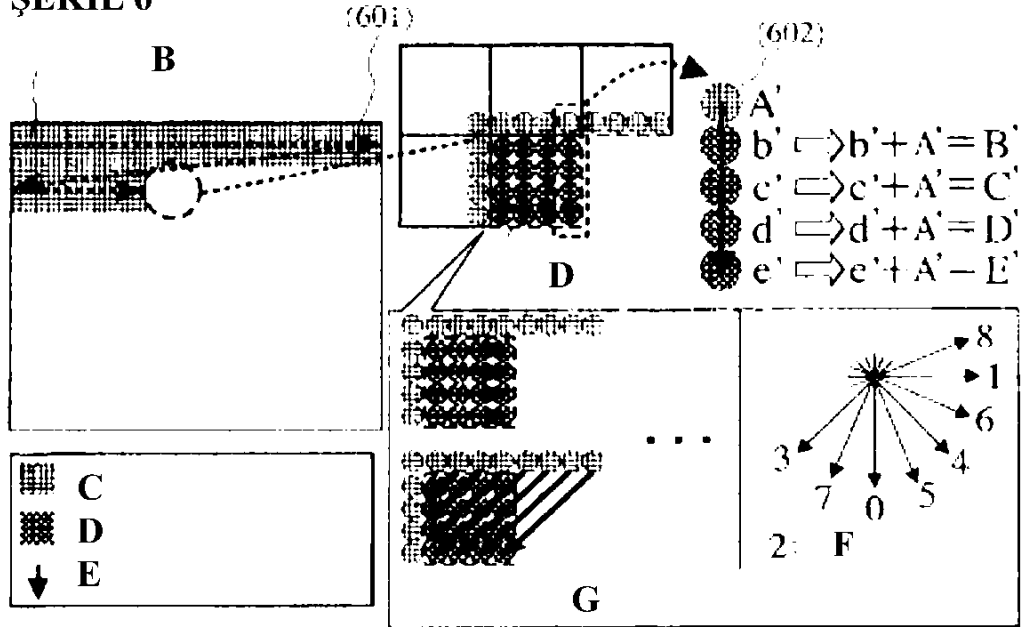
ŞEKİL 4



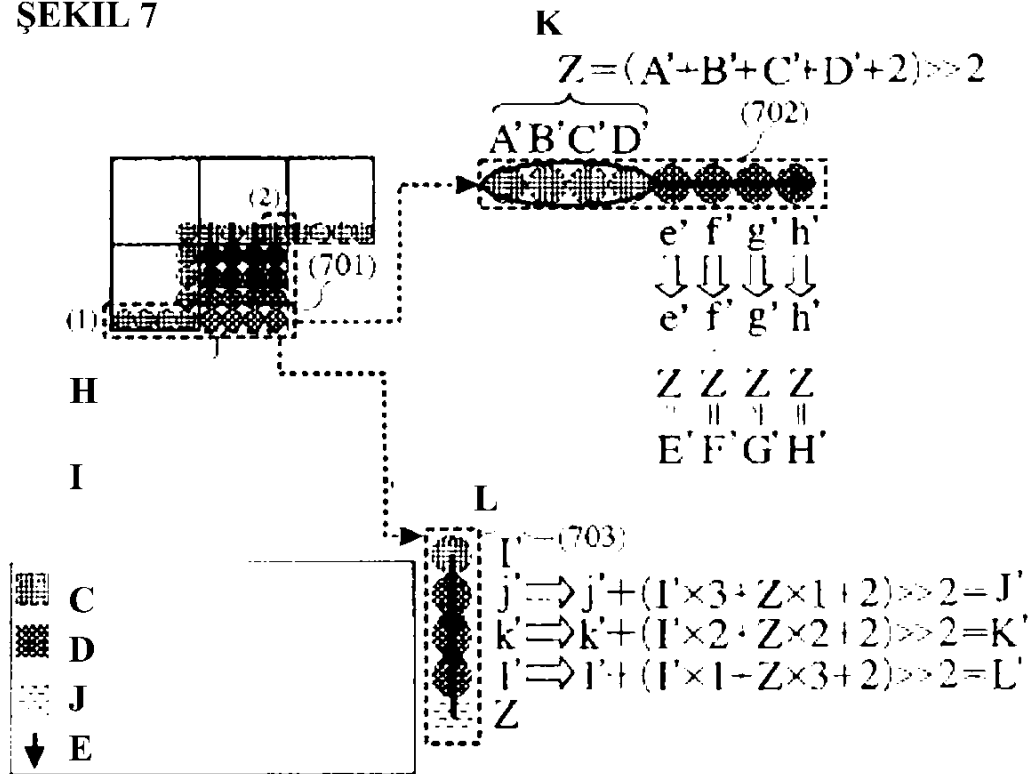
ŞEKİL 5



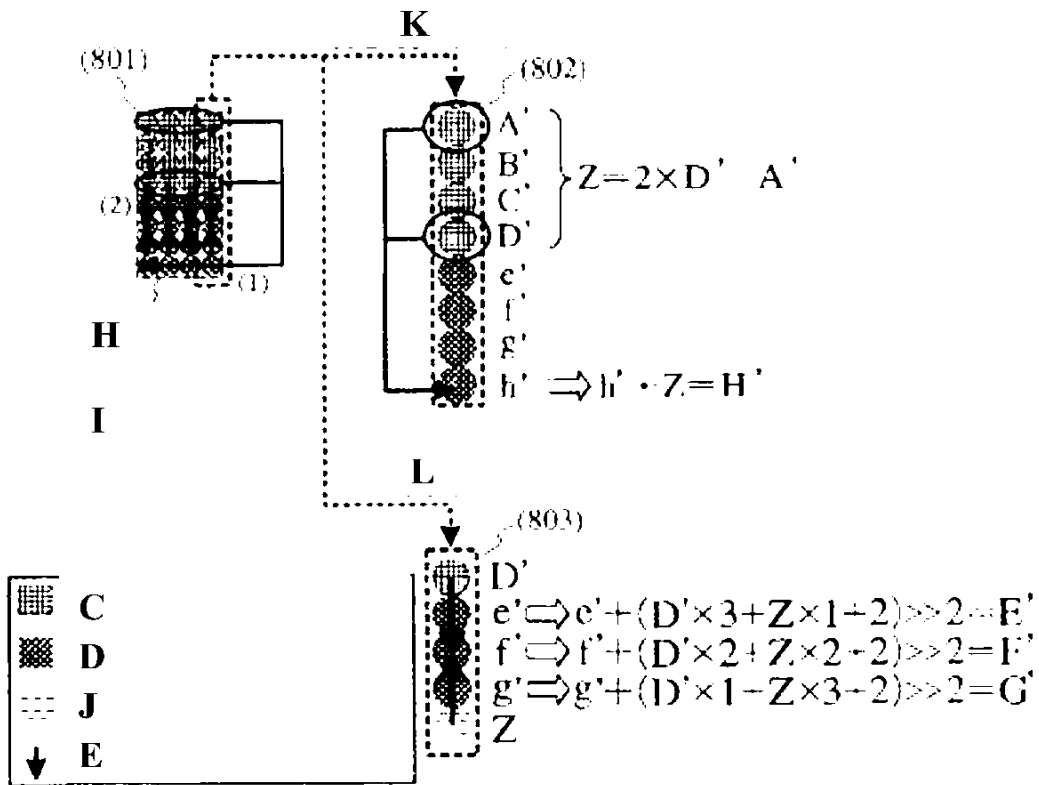
ŞEKİL 6



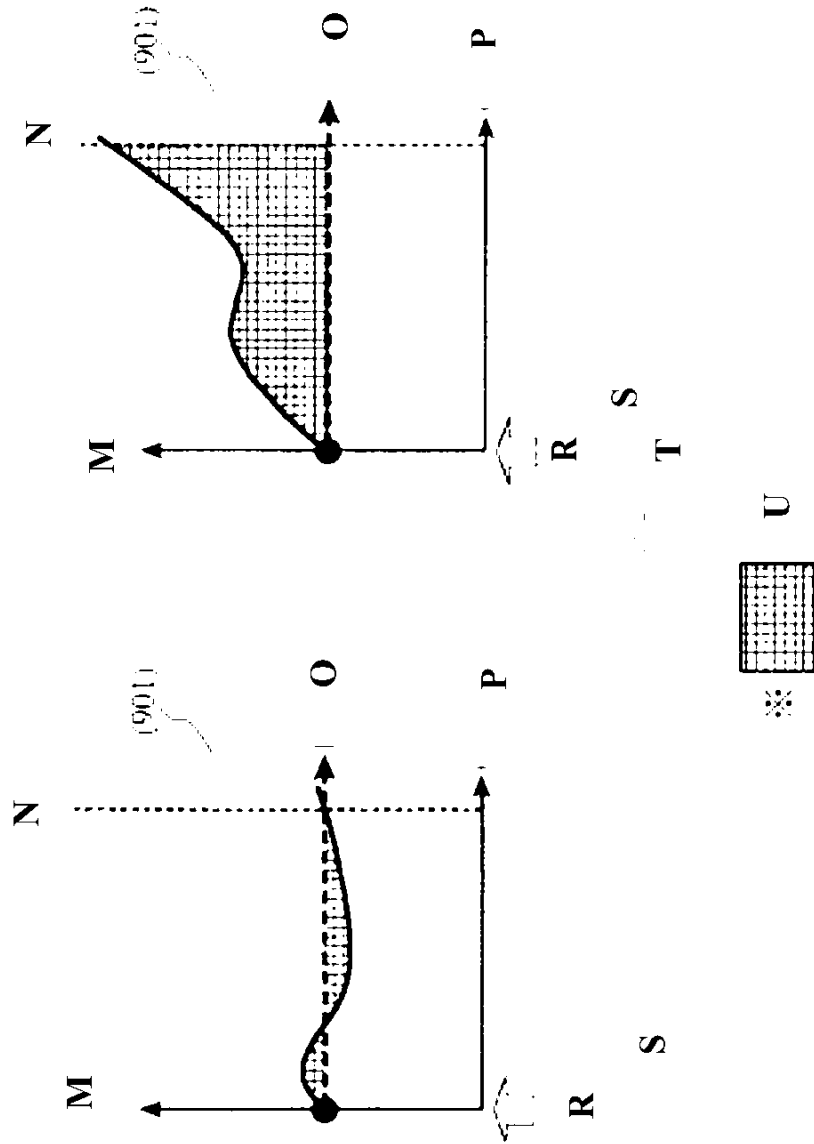
ŞEKİL 7



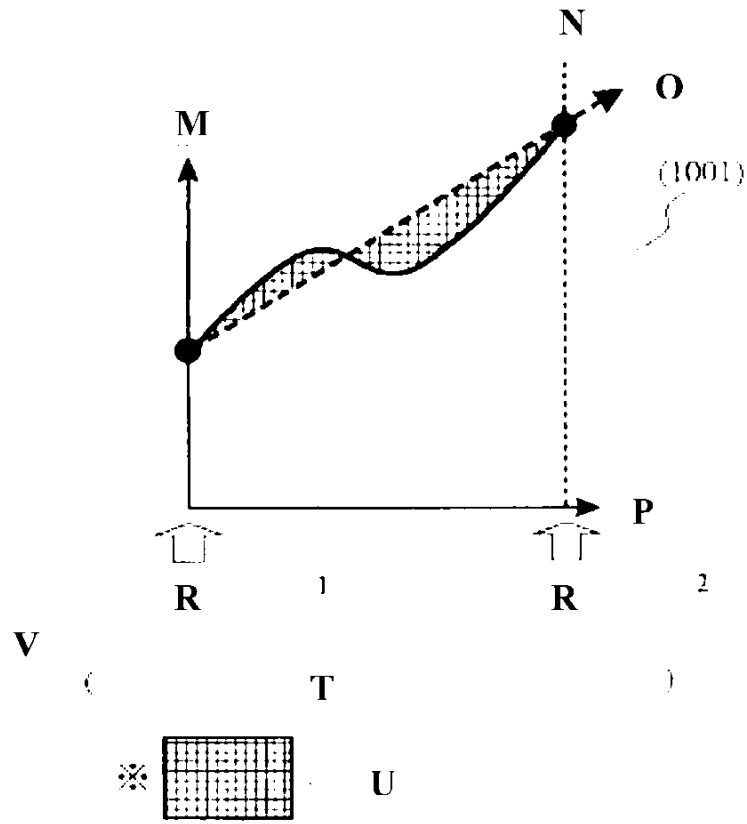
ŞEKİL 8



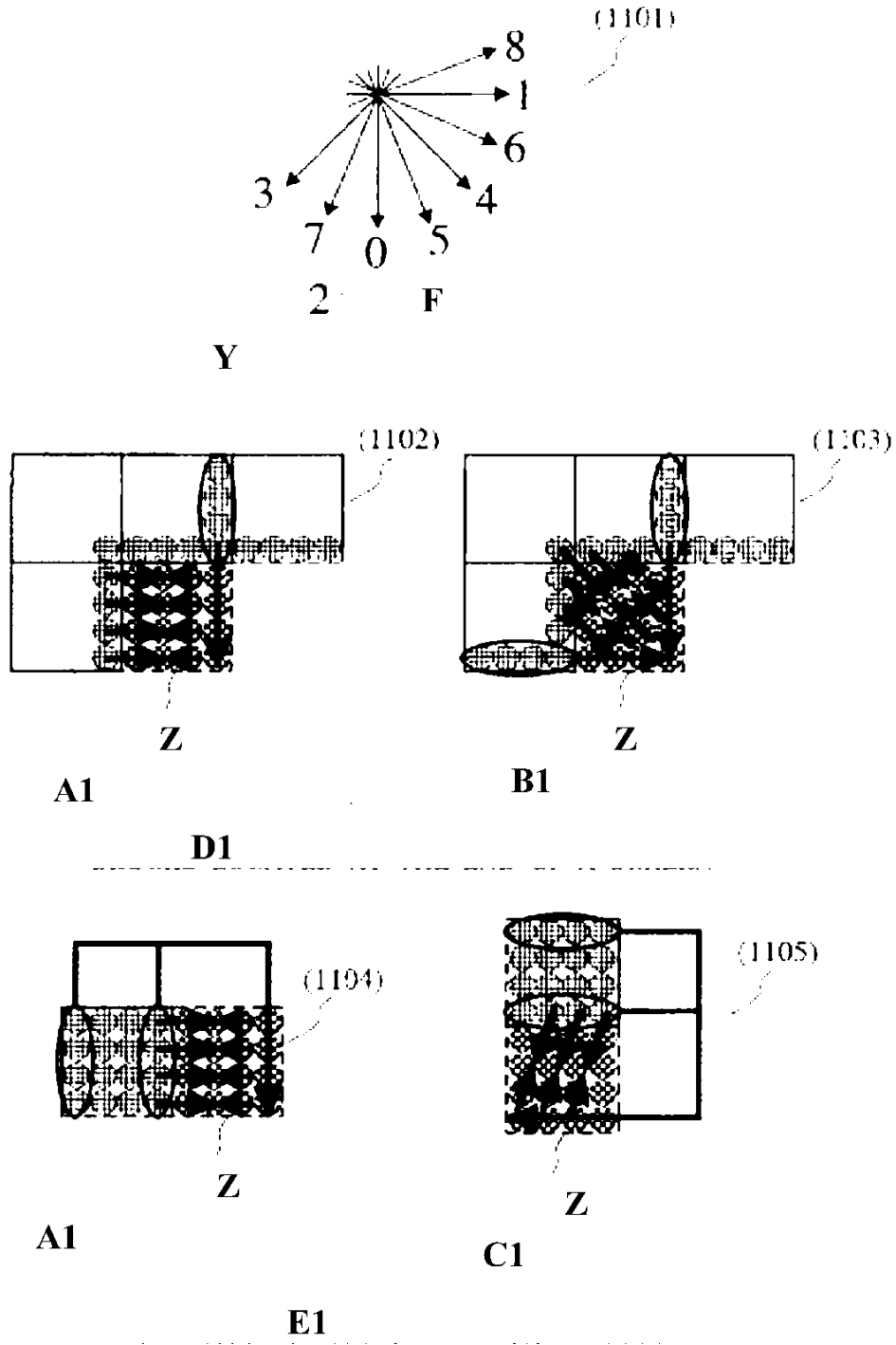
ŞEKİL 9



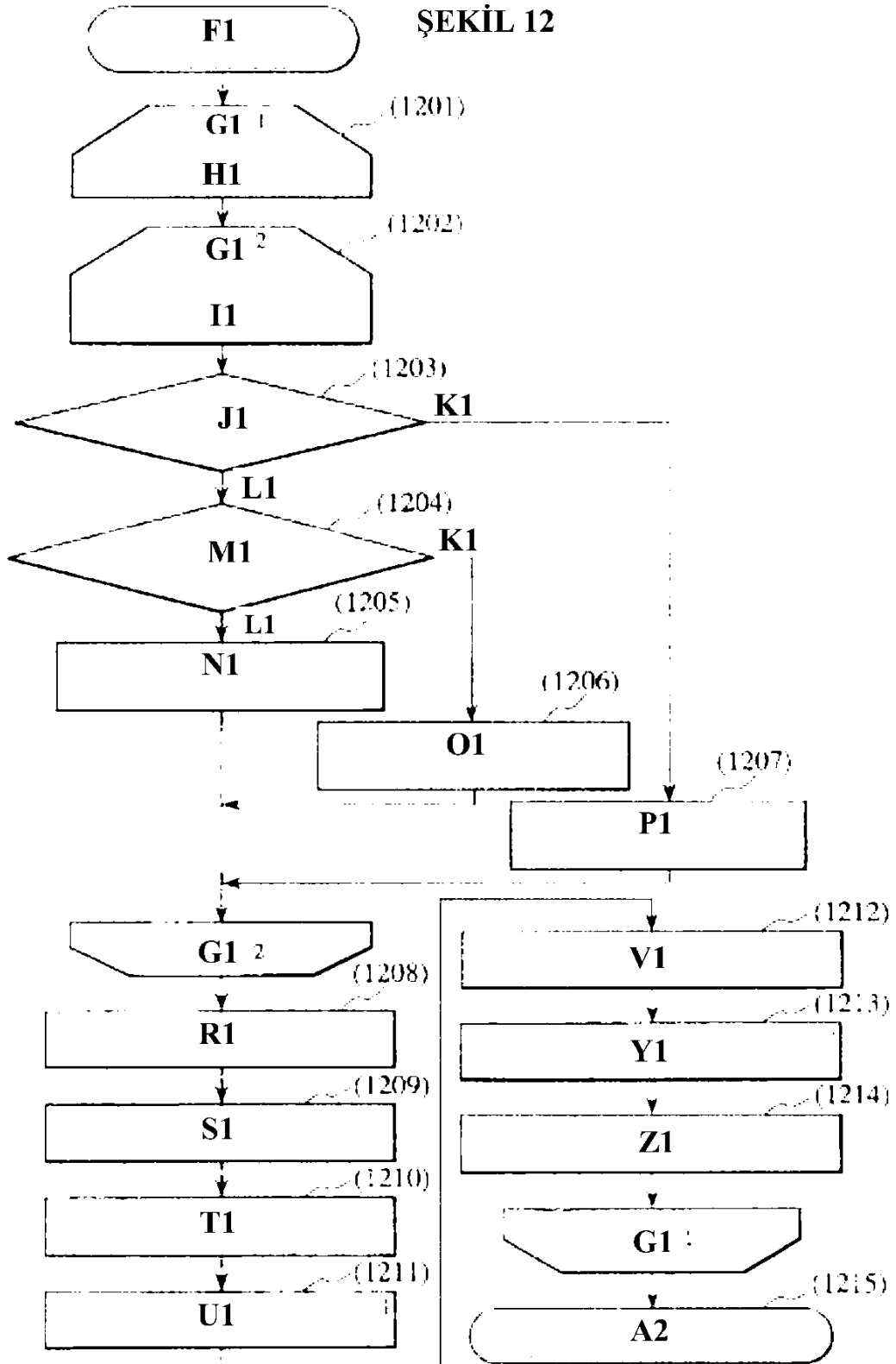
ŞEKİL 10



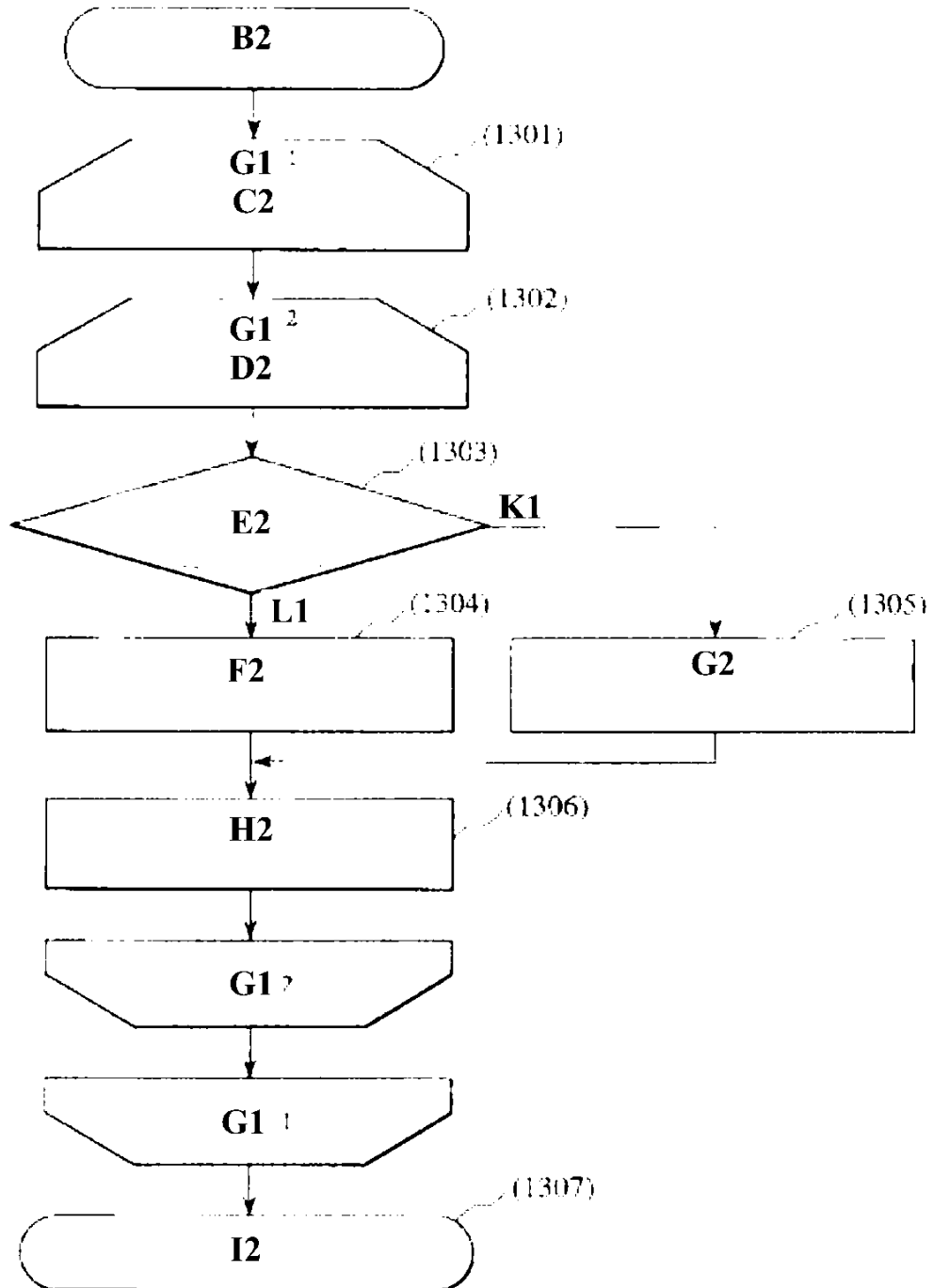
ŞEKİL 11



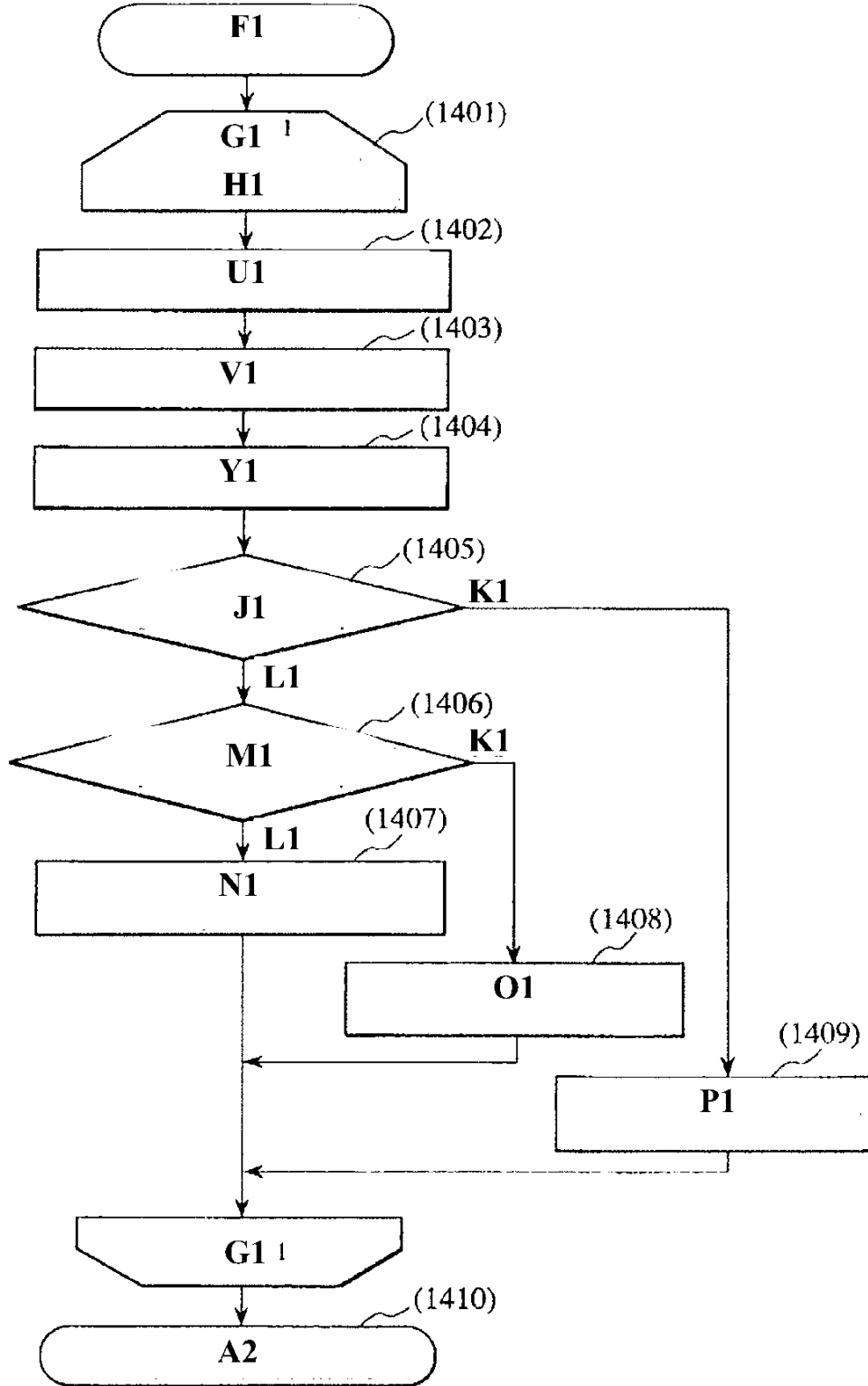
ŞEKİL 12



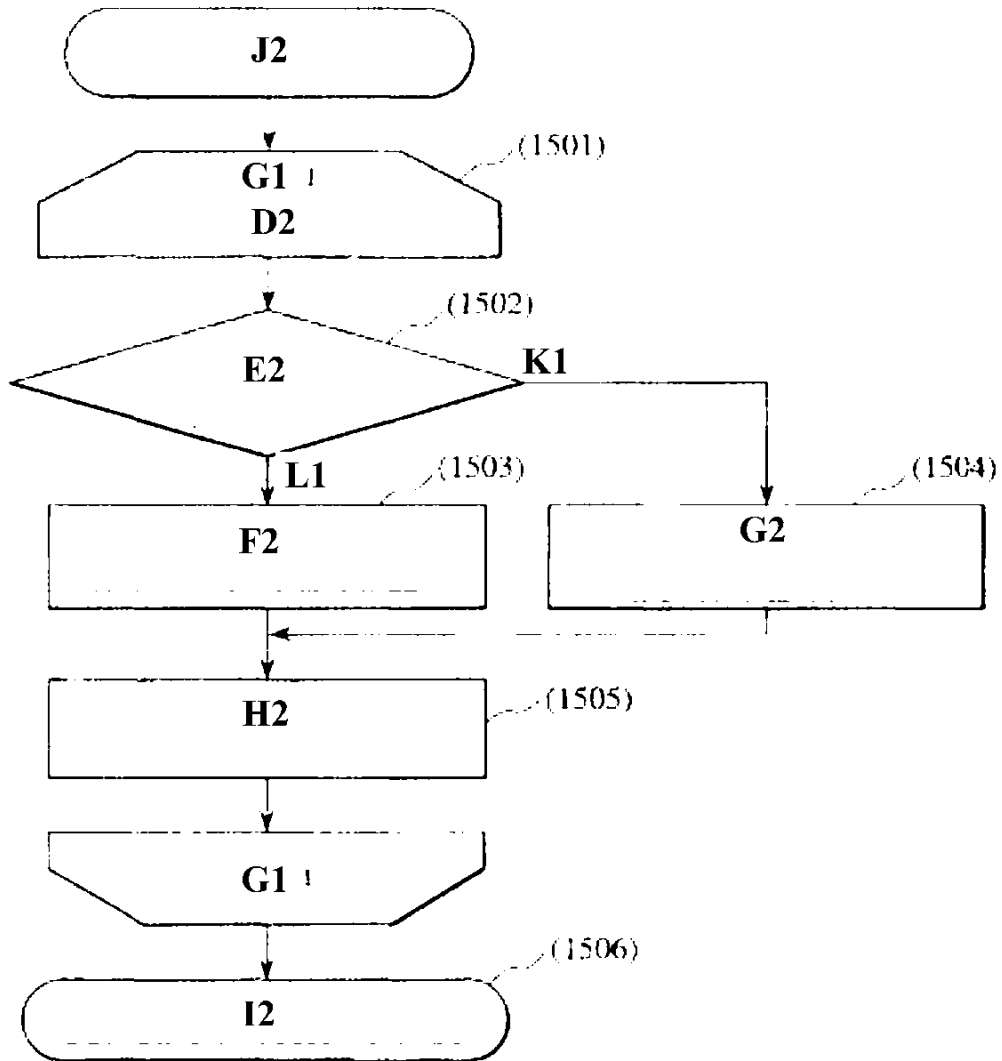
ŞEKİL 13



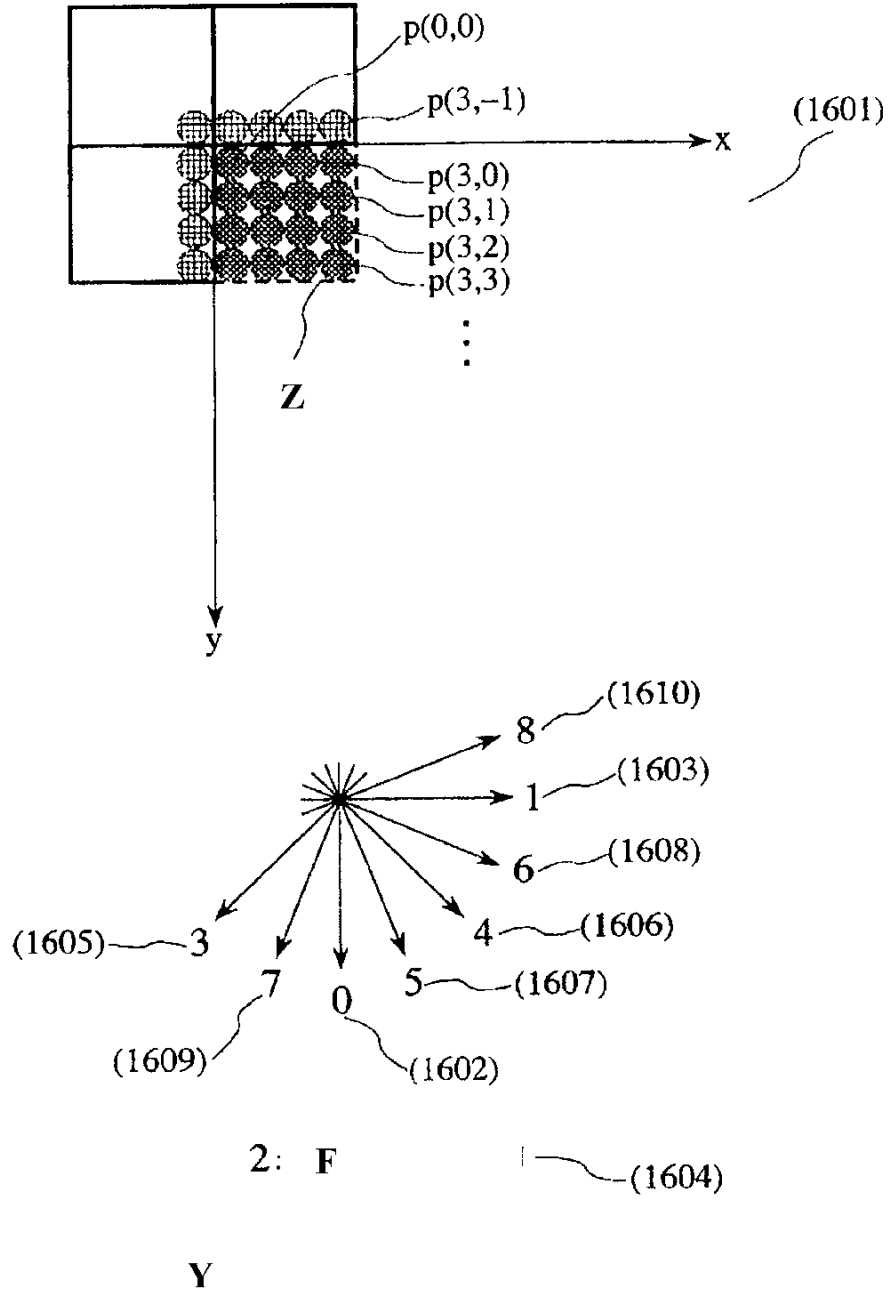
ŞEKİL 14



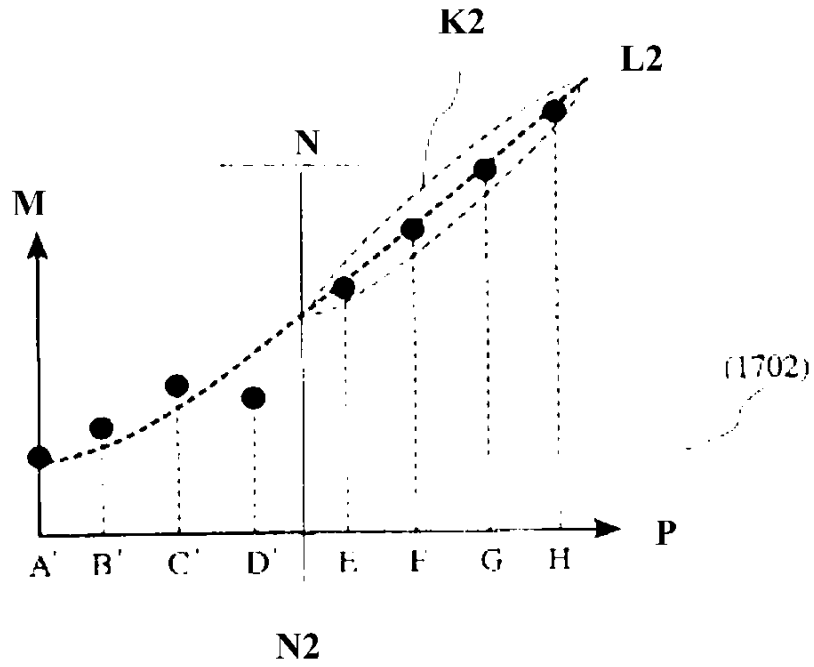
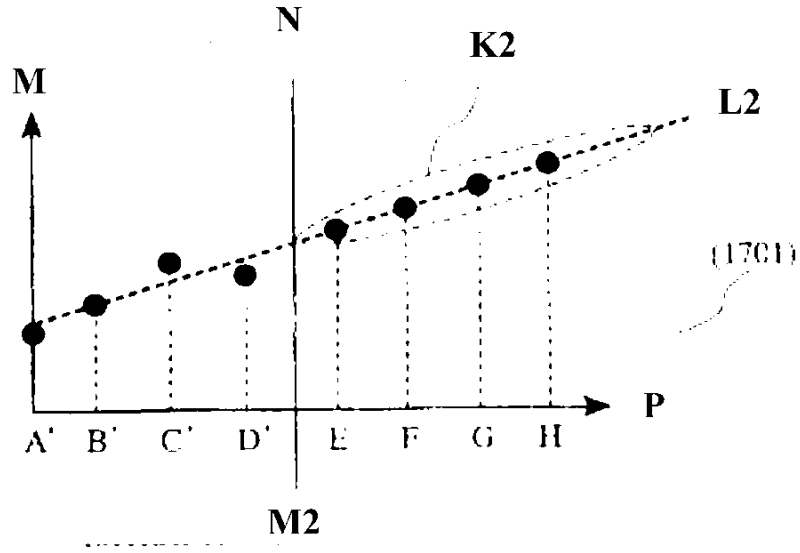
ŞEKİL 15



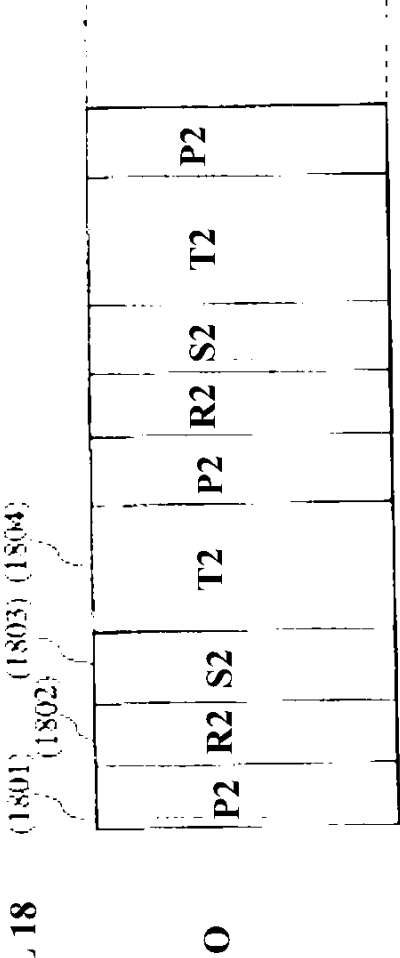
ŞEKİL 16



ŞEKİL 17



ŞEKİL 18



ŞEKİL 19

