



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0123810
(43) 공개일자 2015년11월04일

- (51) 국제특허분류(Int. C1.)
G06T 5/00 (2006.01) *HO4N 19/147* (2014.01)
HO4N 19/154 (2014.01)
- (52) CPC특허분류
G06T 5/007 (2013.01)
HO4N 19/147 (2015.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7022982
- (22) 출원일자(국제) 2014년02월25일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년08월24일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2014/053625
- (87) 국제공개번호 WO 2014/131755
국제공개일자 2014년09월04일
- (30) 우선권주장
1351721 2013년02월27일 프랑스(FR)
- (71) 출원인
톰슨 라이센싱
프랑스 92130 이씨레물리노 잔 다르크 뤼 1-5
- (72) 발명자
브와파르, 로낭
프랑스 35576 쎄총 쎄비네 쎄 에스 17616 자끄 데
상 블랑 아브뉘 데 상 블랑 975 페끄니꼴로르 에
르 에 데 프랑스
또로, 도미니끄
프랑스 35576 쎄총 쎄비네 쎄 에스 17616 자끄 데
상 블랑 아브뉘 데 상 블랑 975 페끄니꼴로르 에
르 에 데 프랑스
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
양영준, 전경석, 백만기

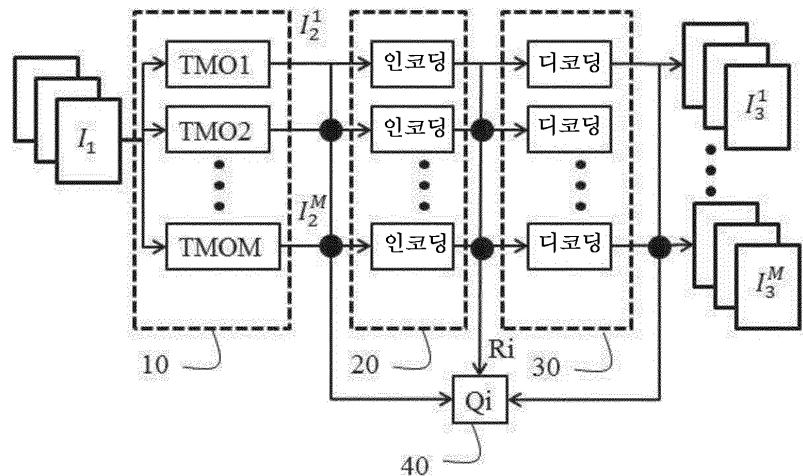
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법 및 디바이스

(57) 요 약

본 발명은 품질 기준을 최적화함으로써 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법에 관련되고, 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)는, 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 낮은, 수정된 이미지(I_2^i)라 지칭되는 이미지를 획득하기 위해 상기 원래의 이미지(I_1)에 적용되고(10), 본 방법은 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 대해, 상기 품질 기준(Qi)이, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 의해 수정된 이미지(I_2^i)를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전(I_3^i)으로부터 계산된 왜곡(Di)의 함수로서 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 대해 계산되는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
HO4N 19/154 (2015.01)

(72) 발명자

부아뚜쉬, 까디

프랑스 에프 35042 렌느 아브뉘 뒤 제네랄 르끌레
르 263 경黢스 드 보리외 위니벡씨떼 렌느 1

고조, 레미

프랑스 에프 35042 렌느 아브뉘 뒤 제네랄 르끌레
르 263 경黢스 드 보리외 위니벡씨떼 렌느 1

명세서

청구범위

청구항 1

품질 기준을 최적화함으로써 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법 - 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 낮은, 수정된 이미지(I_2^i)라 지칭되는 이미지를 획득하기 위해 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)가 상기 원래의 이미지(I_1^i)에 적용됨(10) - 으로서,

상기 품질 기준(Q_i)이, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 의해 수정된 이미지(I_2^i)를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 베전(I_3^i)으로부터 계산된 왜곡(D_i)의 함수로서 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 대해 계산되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 왜곡(D_i)은 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 의해 수정된 상기 원래의 이미지(I_2^i)와 상기 재구성된 베전(I_3^i) 사이에서 계산되는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 왜곡(D_i)은 상기 수정된 원래의 이미지(I_2^i)와, 동적 범위들이 상기 수정된 원래의 이미지(I_2^i)를 획득하기 위해 사용된 것(TMOi)의 역인 오퍼레이터(EOi)의 적용에 의해 확장된 상기 재구성된 베전(I_3^i) 사이에서 계산되는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 왜곡은 상기 원래의 이미지와, 재구성된 베전의 동적 범위가 상기 수정된 이미지를 획득하기 위해 사용된 것(TMOi)의 역인 오퍼레이터(EOi)의 적용에 의해 확장된 상기 재구성된 베전(I_3^i) 사이에서 계산되는 방법.

청구항 5

제2항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 품질 기준(Q_i)은 또한 상기 수정되고 코딩된 원래의 이미지의 비트레이트(D_i)의 함수인 방법.

청구항 6

이미지 동적 범위 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 디바이스 - 상기 디바이스는, 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 낮은, 수정된 이미지(I_2^i)라고 지칭되는 이미지를 획득하기 위해 상기 원래의 이미지(I_1^i)에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)를 적용하는 수단, 및 동적 범위 변환

오퍼레이터를 선택하기 위해 품질 기준을 최적화하는 수단을 포함함 -로서,

상기 품질 기준을 최적화하는 수단은, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 의해 수정된 상기 이미지(I_2^i)를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전(I_3^i)으로부터 계산된 왜곡(Di)의 함수로서 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMOi)에 대해 계산되도록 구성되는 것을 특징으로 하는 디바이스.

청구항 7

주어진 동적 값 범위에 휘도 값들이 속하는 원래의 이미지 시퀀스(SIO)를 변환하는 시스템 - 상기 시스템은, 상기 원래의 이미지 시퀀스(SIO)의 것보다 낮은 동적 값 범위에 휘도 값들이 속하는 수정된 휘도 컴포넌트(Ld)를 획득하기 위해 상기 원래의 이미지 시퀀스(SIO)의 각각의 이미지의 휘도 컴포넌트(Lw)에 적용되도록 의도된 여러개의 동적 범위 변환 오퍼레이터들(TMOi)을 포함함 -으로서,

제6항에 따른 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 중에서 동적 범위 변환 오퍼레이터(TMO)를 선택하는 디바이스를 또한 포함하는 것을 특징으로 하는 시스템.

청구항 8

원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용함으로써 획득된 동적 범위가 상기 원래의 이미지의 것보다 낮은 이미지를 이용하여 주어진 동적 범위의 원래의 이미지를 코딩하는 방법으로서,

상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터는 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 방법에 따른 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용함으로써 획득된 동적 범위가 상기 원래의 이미지의 것보다 낮은 이미지를 이용하여 주어진 동적 범위의 원래의 이미지를 코딩하는 디바이스로서,

상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터는 제6항에 따른 디바이스에 따른 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 선택되는 것을 특징으로 하는 디바이스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이미지들의 동적 범위를 변환하는 것 및 동적 범위가 변환된 이미지들을 코딩하는 일반적 분야에 관련된다.

[0002] 본 발명은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법 및 디바이스에 관련된다.

[0003] 이 디바이스 및 방법은, 예를 들어, 이미지 또는 이미지 시퀀스의 동적 범위를 감소시키기 위해, 즉, 주어진 동적 값 범위에 속하는 이 이미지의(또는 이미지 시퀀스의 이미지를 각각의) 픽셀들의 휘도 값들(luminance values)을 수정하여, (원래의 이미지 시퀀스의) 원래의 이미지의 것보다 더 낮은 동적 값 범위에 속하는 휘도 값들을 획득하는데 사용될 수 있다.

[0004] 큰(significant) 및/또는 감소된(reduced) 동적 범위의 이미지들(또는 이미지 시퀀스들)을 코딩하는데 사용된 것들과 같은 이미지들 또는 이미지 시퀀스를 코딩하기 위해 그러한 방법 또는 디바이스가 각각 방법, 디바이스에 사용될 수 있다.

배경 기술

[0005] 원래의 이미지라 지칭되는 이미지의 동적 범위를 수정(또한 변환 또는 적용이라고 지칭됨)하기 위해 TMO들(tone mapping operators) 또는 톤 재현기들을 사용하는 것이 공지되어 있고, 원래의 이미지는, 예를 들어, 이 이미지가 디스플레이되는, 예를 들어, 스크린의 동적 범위에 대해 원래의 이미지의 동적 범위를 적응시키도록, 동적 범위가 더 낮은(낮은 동적 범위 이미지) 이미지를 획득하기 위해, 예를 들어, 높은 동적 범위 카메라에 의해 획득될 수 있다.

[0006] 이하에서, 이미지의 동적 범위를 변환, 적용 또는 수정하는 것은 이러한 이미지의 휘도 컴포넌트(값들)을 변환, 적용 또는 수정하는 것과 동등하다.

[0007] 그의 동적 범위가 일단 수정되면, 원래의 이미지는 디스플레이 시스템에 대해 의도되며, 이러한 적용된 이미지의 휘도 컴포넌트는 디스플레이 표준(BT 709, 등)과 호환가능하도록, 양자화되고 인코딩된다. 이 경우, 보통 휘도 컴포넌트보다는 루마(luma) 컴포넌트라고 지칭한다. 휘도는, 휘도 부분에 대해서는, cd/m^2 로 표현된 물리적 단위에 대응한다.

[0008] 본 발명은 휘도 컴포넌트 및 루마 컴포넌트에 동등하게 적용가능하다.

[0009] 이러한 TMO들 중 하나는, PTR 오퍼레이터로 통상적으로 지칭되며, Reinhard에 의해 발전되었다(Reinhard, E., Stark, M., Shirley, P., and Ferwerda, J., "Photographic tone reproduction for digital images," ACM Transactions on Graphics 21 (July 2002)).

[0010] 이 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터의 원리는 원래의 이미지의 휘도 컴포넌트 L_w 를 수정하여, 수학식(1)에 의해 주어지는 시그모이드(sigmoid) 맵핑 곡선을 이용하여 이미지의 수정된 휘도 컴포넌트 L_d 를 획득하는 것이다:

수학식 1

$$L_d = \frac{L_s}{1+L_s} \cdot \left(1 + \frac{L_s}{L_{white}^2} \right)$$

[0011] 여기서, L_{white} 는 높은 휘도 값들을 갖는 구역들을 감소시키기 위해 사용된 휘도 값이고, L_d 는 크기가 이미지의 크기인 행렬이고, 원래의 이미지의 것보다 더 낮은 동적 값 범위로 표현되는 이미지의 픽셀들의 휘도 값들을 포함하고, L_s 는 크기가 이미지의 크기인 행렬이고, 수학식(2)에 의해 획득된 휘도 값을 포함한다:

수학식 2

$$L_s = \frac{a}{k} \cdot L_w$$

[0013] 여기서, a 는 선택된 노출 값이고, k 는 통상적으로 키(key)라고 지칭되며, 수학식(3)에 의해 주어진 이미지의 밝기(brightness)의 표시를 정의한다:

수학식 3

$$k = \exp \left(\frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \log(\delta + L_w(i)) \right)$$

[0015] 여기서, N 은 이미지 내의 픽셀들의 수이고, δ 는 임의의 특이성을 회피하는 값이고, $L_w(i)$ 는 이미지의 휘도 컴포넌트 L_w 의 픽셀 i 의 휘도 값이다.

[0017] 값들 a 및 L_{white} 는 이러한 TMO의 2개의 파라미터들이고, 이들은, 예를 들어, 파라미터 a 에 대해서는 18%에서 고정되고, 파라미터 L_{white} 에 대해서는 최대 휘도 값에서 고정된다. 수학식(1)은 높은 휘도 값을 갖는 구역들을 감소시키기 위해 사용된 인자들을 무시하여 재공식화된다:

수학식 4

$$L_d = \frac{L_s}{1+L_s}$$

[0018] 이러한 이미지 시퀀스의 다른 이미지들의 동적 범위와 무관하게 이미지 시퀀스의 각각의 이미지의 동적 범위를 수정하는 오퍼레이터들을 사용하고, 이미지의 각각의 변환에 대해, 이미지 시퀀스에서 변환될 이미지에 시간적으로 선행하는 미리결정된 수의 이미지들의 픽셀들 및 이러한 이미지의 픽셀들에 따른 키를 선택하는 것이 또한 공지되어 있다(Kang, S. B., Uyttendaele, M., Winder, S., and Szeliski, R., "High dynamic range video," in [ACM SIG-GRAPH 2003 Papers on - SIGGRAPH '03], 319, ACM Press, New York, New York, USA (2003)).

[0019] 보다 구체적으로는, 키는 수학식(3)으로부터 계산되며, 여기서 N 은 변환될 이미지 내의 픽셀들의 수와 이미지 시퀀스에서 그것을 시간적으로 선행하는 이미지를 내의 픽셀들의 수의 합과 같다.

[0020] 현재 이미지의 키 및 선행 이미지들의 키들에 따라 동적으로 적응되는 다수의 선행 이미지를 사용하는 오퍼레이터들을 사용하는 것이 또한 공지되어 있다(Ramsey, S., III, J. J., and Hansen, C., "Adaptive temporal tone mapping," Computer Graphics and Imaging- 2004 (3), 3-7 (2004)).

[0021] 스크린에 대해 적응된 동적 범위에 휘도 값들이 속하는 이미지와 원래의 이미지를 인간 시각 시스템(HVS)의 시각적 응답을 이용하여 비교하는 오퍼레이터들을 사용하는 것이 또한 공지되어 있고(Mantiuk, R., Daly, S., and Kerofsky, L., "Display adaptive tone mapping" ACM Transactions on Graphics 27, 1 (Aug. 2008)), 이는 스크린 상에서 시각적 인지가 가능한 왜곡이 적은 이미지를 획득하는 것을 가능하게 한다. 인간 시각 시스템의 응답들의 결과들 간의 잔차 에러(residual error)의 최소화는 이러한 방법들 동안에 계산된다. 이러한 최소화는 이미지에 의한 계산된 이미지 및 구분적 선형(piece-wise linear)인 변환 곡선을 야기한다.

[0022] 전술한 바와 같이, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터의 적용으로부터 야기되는 이미지 시퀀스에 대한 프로세싱을 원래의 이미지 시퀀스의 각각의 이미지에 적용하여, 원래의 이미지 시퀀스의 이미지를 간의 밝기의 시간적 코히리언스(temporal coherence)를 보존하는 것이 또한 공지되어 있다.

[0023] 예를 들어, Boitard 등(R. Boitard et al., "Temporal coherency for video tone mapping," in Proc. SPIE 8499, Applications of Digital Image Processing XXXV, 2012.)은 전술한 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 중 하나에 의해 수정된 원래의 이미지 시퀀스의 이미지의 휘도 컴포넌트 L_d 의 값들의 동적 범위가 원래의 이미지 시퀀스의 글로벌 특성으로부터 계산된 값에 의해 감소된다는 것을 제안한다.

[0024] 감소된 동적 범위 휘도 컴포넌트 L'_d 는 수학식(5)에 의해 주어진다:

수학식 5

$$L'_d = R \cdot L_d$$

[0025] 변형에 따르면, 감소된 동적 범위 휘도 컴포넌트 L'_d 는 수학식(6)에 의해 주어진다:

수학식 6

$$L'_d = (x + (1 - x) \cdot R) L_d$$

[0026] 여기서, x 는 예를 들어 사용자에 의해 고정된 감소 값에서의 오프셋이다.

[0027] 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 PTR 오퍼레이터인 특정한 경우에서, 값 R 은 수학식(7)에 의해 주어진다:

수학식 7

$$R = \frac{k_p}{k_p + k_v}$$

[0031]

[0032] 후자의 실시예는 원래의 이미지 시퀀스 내에 존재하는 오브젝트의 인지를 보존하고, 원래의 이미지 시퀀스의 이미지들 간의 밝기의 시간적 코히런스를 보장하는 것을 가능하게 한다.

[0033] 실시예에 따라, R 이 수학식(8)에 의해 주어진다:

수학식 8

$$\frac{k_i^{HDR} \cdot k_{i,max}^{LDR}}{k_{i,max}^{HDR} \cdot k_i^{LDR}}$$

[0034]

[0035] 여기서, k_i^{HDR} 은 원래의 이미지 시퀀스의 변환될 이미지의 휘도 컴포넌트의 키이고, $k_{i,max}^{HDR}$ 은 원래의 이미지 시퀀스의 휘도 컴포넌트들의 키들 중에서 최대 키이고, k_i^{LDR} 은 변환될 이미지의 수정된 휘도 컴포넌트 Ld의 키이고, $k_{i,max}^{LDR}$ 은 원래의 이미지 시퀀스로부터 발생하는 수정된 휘도 컴포넌트 Ld의 키들 중에서 최대 키이다.

[0036] 전술한 것과 같은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 평가하는 것이 또한 공지되어 있다. 잠재적으로, 이러한 오퍼레이터들은 원래의 이미지 시퀀스의 이미지들 간의 밝기의 시간적 코히런스를 보존하는 프로세싱에 의해 보충될 수 있다.

[0037] 그러한 평가에 대하여, 이 오퍼레이터의 적용으로부터 야기되는 이미지의 주관적 품질(subjective quality)을 정량화하는 평가 기준을 사용하는 것이 공지되어 있다(Ledda et al., "Evaluation of tone mapping operators using a high dynamic range display," in ACM SIGGRAPH 2005 Papers, NewYork, NY, USA, 2005, SIGGRAPH'05, pp.640-648, ACM., and AkikoYoshida, "Perceptual evaluation of tone mapping operators with real-world scenes," in Proceedings of SPIE 2005, vol.5666, pp.192-203, SPIE).

[0038] 그러나, 저장 목적을 위해 그들의 크기를 제한하도록 또는 통신 채널들을 통한 전송 목적을 위해 그들의 비트레이트를 제한하도록 이러한 결과적인 이미지들이 매우 빈번히 코딩되므로, 본 발명자는 코딩 및 디코딩 후에 재구성된 이러한 결과적인 이미지들이, 상기 기준에 의해 평가된 이러한 결과적인 이미지들의 주관적 품질에 대응하는 웬더링 품질을 대칭적으로 갖지 않는다는 것을 관찰하였다.

발명의 내용

[0039] 본 발명의 목적은 전술한 단점들 중 적어도 하나를 극복하는 것이다.

[0040] 이러한 목적을 위해, 일반적인 방식으로, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터의 선택은, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 의해 수정된 원래의 이미지를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전으로부터 계산된 왜곡의 합수인 품질 기준의 최적화에 기초한다.

[0041] 따라서, 주어진 비트레이트에 대해, 수정된 동적 범위의 이미지의 주관적 품질은 주어진 비트레이트에 대해 최적이다.

[0042] 양태들 중 하나에 따르면, 본 발명은 품질 기준의 최적화에 의해 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법에 관련된다. 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터는, 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 더 낮은, 수정된 이미지라 지칭되는 이미지를 획득하기 위해 원래

의 이미지에 적용되며, 본 방법은, 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 대해, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 의해 수정된 이미지를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전으로부터 계산된 왜곡의 함수로서, 상기 품질 기준이 계산된다는 것을 특징으로 한다.

[0043] 실시예에 따르면, 왜곡은 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 의해 수정된 원래의 이미지와 상기 재구성된 버전 사이에서 계산된다.

[0044] 변형 예에 따르면, 왜곡은 상기 수정된 원래의 이미지와, 상기 수정된 원래의 이미지를 획득하기 위해 사용된 것의 역(inverse)인 오퍼레이터의 적용에 의해 그들의 동적 범위들이 확장된 상기 재구성된 버전 사이에서 계산된다.

[0045] 변형 예에 따르면, 왜곡은 원래의 이미지와, 상기 수정된 이미지를 획득하기 위해 사용된 것의 역인 오퍼레이터의 적용에 의해 이러한 재구성된 버전의 동적 범위가 확장된 상기 재구성된 버전 사이에서 계산된다.

[0046] 본 방법의 변형 예에 따르면, 상기 품질 기준은 또한 수정되고 코딩된 원래의 이미지의 비트레이트의 함수이다.

[0047] 양태들의 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 디바이스에 관련된다. 상기 디바이스는, 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 더 낮은, 수정된 이미지와 지정되는 이미지를 획득하기 위해 원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용하는 수단, 및 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하기 위한 품질 기준을 최적화하는 수단을 포함하고, 본 디바이스는, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 의해 수정된 이미지를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전으로부터 계산된 왜곡의 함수로서, 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 대해 상기 품질 기준이 계산되도록 품질 기준을 최적화하는 수단이 구성된다는 것을 특징으로 한다.

[0048] 양태들의 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 주어진 동적 값 범위에 휘도 값들이 속하는 원래의 이미지 시퀀스를 변환하는 시스템에 관련된다. 상기 시스템은 원래의 이미지 시퀀스의 것보다 더 낮은 동적 값 범위에 값들이 속하는 수정된 휘도 컴포넌트를 획득하기 위해 원래의 이미지 시퀀스의 각각의 이미지의 휘도 컴포넌트에 적용되도록 의도되는 여러개의 동적 범위 변환 오퍼레이터들을 포함하고, 본 시스템은, 그것이 전술한 내용에 따른 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 중에서 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 디바이스를 또한 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0049] 양태들 중 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 또한, 원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용함으로써 원래의 이미지의 것보다 더 낮은 동적 범위가 획득된 이미지를 이용하여 주어진 동적 범위의 원래의 이미지를 코딩하는 방법에 관련된다. 본 방법은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 전술한 내용에 따른 방법에 따른 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 선택되는 것을 특징으로 한다.

[0050] 양태들의 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 또한, 원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용함으로써 원래의 이미지의 것보다 더 낮은 동적 범위가 획득된 이미지를 이용하여 주어진 동적 범위의 원래의 이미지를 코딩하는 디바이스에 관련된다. 본 디바이스는 이미지 동적 범위 오퍼레이터가 전술한 내용에 따른 디바이스에 따른 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들의 세트 중에서 선택되는 것을 특징으로 한다.

도면의 간단한 설명

[0051] 본 발명은 첨부하는 도면들을 참조하여, 비-제한적 실시예들 및 유리한 구현들에 의해 예시되고 보다 잘 이해될 것이다.

- 도 1은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법의 실시예의 다이어그램이다.
- 도 2는 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법의 변형 예의 다이어그램이다.
- 도 3은 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 방법의 변형 예의 다이어그램이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 방법을 구현하는 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 디바이스의 블록도이다.
- 도 5는 본 발명에 따른 이미지 동적 범위를 변환하는 시스템의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0052] 이하에서 M개의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 TMOi(i=1 내지 M)의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환

오퍼레이터를 선택하는 방법의 여러 실시예들 및 변형 예들이 설명된다. 이러한 실시예들 및 변형 예들에 대한 공통적 참조는 동일한 엔티티들을 지정한다.

[0053] 예에 따르면, 이러한 세트는 도입부에서 설명된 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 또한, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터라는 이러한 용어는 또한 도입부에서 설명된 것과 같은 원래의 이미지 시퀀스의 이미지를 간의 밝기의 시간적 코히런스를 보장하는 것을 가능하게 하는 프로세싱을 포함할 수 있다. 오퍼레이터에 후속하여 적용되는 이러한 프로세싱은 세트의 오퍼레이터들 중 하나 이상에 적용될 수 있다.

[0054] 이미지 시퀀스의 모든 이미지들의 동적 범위가 수정되어야 하는(변환되거나 적응되어야 하는) 경우에, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 이미지 시퀀스의 각각의 이미지에 적용된다.

[0055] 도 1은 M개의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 TMOi(i=1 내지 M)의 세트 중에서 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TM0o를 선택하는 방법의 실시예를 도시한다.

[0056] 본 방법은, 세트의 각각의 오퍼레이터 TMOi가 본 방법의 입력에서 나타나는 각각의 이미지 I_1 에 적용되는, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들을 적용하는 단계(10)를 포함한다. 그리고 나서, 이미지들 I_2^i 의 수 M는 단계(10)의 출력에서 획득된다. 이러한 이미지를 I_2^i 의 각각은 수정된 이미지라고 지칭되며, 즉, 동적 범위가 원래의 이미지 I_1 의 것보다 더 낮은 이미지이다. 각각의 이미지 I_1 에 대해 M개의 이미지를 I_2^i 이 존재한다는 것에 유의한다.

[0057] 본 방법은 또한 각각의 이미지 I_2^i 가 공지된 방법에 따라 코딩되는, 코딩하는 단계(20)를 포함한다. 이러한 코딩 방법은, 예를 들어, 정지 이미지들의 경우에 JPEG 유형 또는 예를 들어, ITU-T H.265/MPEG-H Part 2 'High Efficiency Video Codec' (HEVC) 유형의 이미지 시퀀스 코더일 수 있다.

[0058] 본 방법은 또한 각각의 이미지 I_2^i 를 코딩함으로써 획득된 코드를 디코딩한 후에 이미지 I_3^i 가 재구성되는, 이미지를 재구성하는 단계(30)를 포함한다. 이러한 목적을 위해, 단계(20)의 출력에서의 코드는 단계(20) 동안에 사용된 코딩 방법의 이중 방법(dual method)에 의해 디코딩된다. 따라서, 이미지들 I_2^i 만큼 많은 이미지를 I_3^i 이 재구성된다.

[0059] 일반적인 방식으로, 본 방법은 또한 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 의해 수정된 이미지 I_2^i 를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전 I_3^i 으로부터 계산된 왜곡 Di의 함수로서 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 대해 품질 기준 Qi가 계산되는, 품질 기준을 최적화하는 단계(40)를 포함한다.

[0060] 도 1의 실시예에 따라, 단계(40) 동안에, 왜곡 Di는 이미지 I_2^i 와 이미지 I_3^i 사이에서 계산된다.

[0061] 도 2는 도 1과 관련하여 설명된 실시예의 변형 예를 도시한다.

[0062] 이 변형 예에 따라서, 본 방법은, 각각의 이미지 I_3^i 및 각각의 이미지 I_2^i 의 동적 범위들이 상기 이미지 I_2^i 를 획득하는데 사용된 그 TMOi의 역(inverse)인 오퍼레이터 EOi의 적용에 의해 확장되는, 동적 범위를 확장하는 단계(50)를 포함한다.

[0063] 왜곡 Di는 따라서 동적 범위가 원래의 이미지의 것인 2개의 이미지를 사이에서 계산된다. 보다 구체적으로는, 왜곡 Di는 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 의해 수정된 원래의 이미지 I_2^i 와, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 의해 수정된 원래의 이미지 I_2^i 를 코딩 및 디코딩한 후의 재구성된 버전 사이에서

계산되고, 이미지 I_2^i 및 이 재구성된 버전의 동적 범위들은 단계(50) 동안에 확장된다.

[0064] 이러한 변형 예는 어느 것이 원래의 이미지를 참조할 필요없이 보다 나은 압축 레이트를 획득하는 것을 가능하게 하는 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터인지를 알 수 있게 한다.

[0065] 도 3은 도 1과 관련하여 설명된 실시예의 변형 예를 도시한다.

[0066] 이 변형 예에 따르면, 왜곡 D_i 는 원래의 이미지 I_1 과 이미지 I_3^i 사이에서 계산되고, 이 재구성된 버전 I_3^i 의 동적 범위는, 수정된 이미지 I_2^i 를 획득하는데 사용된 그 TMOi의 역인 오퍼레이터 EOi의 적용에 의해 확장된다 (단계 50).

[0067] 본 발명은 이미지 또는 이미지 시퀀스 또는 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터의 일 유형으로 어떤식으로든 제한되지 않는다.

[0068] 그러나, 이미지 시퀀스 코딩을 위한 방법이 시간적 예측변수(temporal predictor)를 사용하는 경우에, 본 발명자는 선택된 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가, 원래의 이미지 시퀀스의 이미지들 간의 시간적 코히런스를 보존하기 위해 결과적인 이미지가 처리되었던 것(또는 그러한 것 중 하나)라는 것을 관찰하였다. 사실, 시간적 예측변수에 사용된 모션 추정기(motion estimator)의 성능 저하를 야기하는 2개의 주요 원인이 있다.

[0069] 첫 번째는, 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 의해 수정된 이미지들에 어떤 처리도 적용되지 않는 경우에 발생하는, 하나의 이미지로부터 다른 이미지로의 휘도 값들에서의 플리커링(flickering)으로부터 오는 것이다. 이러한 플리커링 아티팩트(artefact)들은 시간적으로 연속하는 이미지들에 관한 키 값들에서의 변화에 기인한다. 사실, 키 k 가 하나의 이미지로부터 다른 이미지로 변화하는 경우, (시그모이드 형태의) 수정 곡선이 또한 변화하고, 이것은 원래의 이미지들에서의 유사성에도 불구하고 휘도 값들에 대한 상이한 수정들을 야기한다.

[0070] 두 번째는, 원래의 이미지들의 밝기의 시간적 코히런스의 비-보존성으로부터 온다. 사실, 모션 추정기의 품질은 원래의 이미지와 예측된 이미지 사이의 차이로부터 획득된 잔차 이미지(residue image)의 낮은 동적 범위에 있고, 밝기에 관하여, 예측 이미지가 원래의 이미지와 인코히런트(incoherent)할 수록, 이러한 잔차 이미지는 더 높은 동적 범위를 가질 것이다.

[0071] 본 방법의 변형 예에 따르면, 품질 기준 Q_i 는 또한 수정된 I_2^i 및 코딩된 원래의 이미지의 비트레이트 R_i 의 함수이다.

[0072] 따라서, 품질 기준 Q_i 는 이하와 같이 주어진다:

$$Q_i = \gamma * R_i + D_i$$

[0073] 여기서 R_i 는 이미지의 크기이나 이미지들 I_2^i 로부터 계산된 이미지 시퀀스의 비트레이트이다.

[0074] 왜곡 D_i 는 예를 들어 MSE(mean square error) 유형의 거리에 의해 주어진다. 본 발명은 그러한 계측법 및 사용될 수 있는 임의의 계측법으로 제한되지 않는다.

[0075] 따라서, 본 방법의 종단에서 선택되는 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터는 품질 기준 Q_i 를 최적화하는(제곱 오차(square error)를 최소화하는) 것이다.

[0076] 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 수학식(2) 및 (4)에 의해 주어지는 경우에, 대응하는 오퍼레이터 EOi는 이하와 같이 주어진다:

$$L_s = \frac{L_d}{1 - L_d}$$

[0079] 여기서,

$$L_w = L_s \cdot \frac{k}{a}$$

[0080] [0081]이고, 여기서 a 는 선택된 노출 값이고 k 는 수학식(3)에 의해 주어진다.

[0082] 오퍼레이터가 이 이미지의 픽셀들과, 이미지 시퀀스에서 변환될 이미지에 시간적으로 선행하는 미리결정된 수의 이미지의 픽셀들의 함수로서 키를 계산한다면, 새로운 키가 사용되어야 한다.

[0083] 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 HVS(human visual system)의 시각적 응답을 이용하여 원래의 이미지와, 스크린에 적용된 동적 범위에 휘도 값들이 속하는 이미지를 비교하는 경우에, 인간 시각 시스템의 응답들의 결과들 간의 잔차 에러의 최소화가 이러한 방법들 동안에 계산된다. 이러한 최소화는 이미지에 의해 계산된 이미지 및 구분적 선형인 변환 곡선을 야기한다. 그리고 나서, 대응하는 오퍼레이터 EOi는, 이미지에 의해 계산된 이미지 및 구분적 선형인 변환 곡선을 반전시킴으로서 계산되고, 이것을 각각의 이미지에 행한다.

[0084] 원래의 이미지 시퀀스의 이미지들의 시간적 코히런스를 보존하는 프로세싱이 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터에 후속하는 경우와 관련한 변형 예에 따라서, 이러한 프로세싱의 역 프로세싱이 역 오퍼레이터가 이 이미지에 적용되기 전에 이미지 I_3^i 에 적용된다.

[0085] 예를 들어, 프로세싱이 수학식(9)에 의해 주어지는 경우에, 역 프로세싱은 이하와 같이 주어질 것이다:

$$L_d = \frac{1}{R} L'_d$$

[0086] [0087] 여기서, L'_d 는 이미지 I_3^i 의 휘도 컴포넌트이다.

[0088] 하드웨어 양태들 중 하나에 따르면, 본 발명은 도 4를 참조하여 설명된 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하는 디바이스(400)에 관련된다.

[0089] 디바이스(400)는 디지털 어드레스 및 데이터 버스(40)에 의해 상호접속되는, 이하의 구성요소들을 포함한다:

[0090] - 계산 유닛(43)(또한 중앙 처리 유닛이라고 지칭됨);

[0091] - 메모리(45);

[0092] - 접속(41)을 통해 접속된 다른 원격 디바이스들과 디바이스(400) 사이의 상호접속을 위한 네트워크 인터페이스(44);

[0093] 계산 유닛(43)은 (가능하게는 전용의) 마이크로프로세서, (가능하게는 또한 전용의) 마이크로컨트롤러 등에 의해 구현될 수 있다. 메모리(45)는 RAM(random access memory), 하드 디스크, EPROM(erasable programmable ROM), 등과 같은 휘발성 및/또는 비-휘발성 형태로 구현될 수 있다. 디바이스(400)는 도 1 내지 3과 관련하여 설명된 본 발명에 따른 방법을 구현하도록 구성된다.

[0094] 이러한 목적을 위해, 수단(43, 44 및 가능하게는 45)은, 동적 이미지 범위가 원래의 이미지의 것보다 낮은 수정된 이미지 I_2^i 를 획득하고, 동적 범위 변환 오퍼레이터를 선택하기 위한 품질 기준을 최적화하도록 서로 협력하여 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi를 원래의 이미지 I_1 에 적용한다. 품질 기준을 최적화하는 수단은, 상기 품질 기준 Q_i 가, 상기 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 의해 수정된 원래의 이미지 I_2^i 를 코딩 및 디코딩한 후에 재구성된 버전 I_3^i 으로부터 계산된 왜곡 D_i 의 함수로서 각각의 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOi에 대해 계산되도록 구성된다.

[0095] 또 다른 하드웨어 양태에 따르면, 본 발명은 원래의 이미지의 것보다 낮은 동적 값 범위(lower dynamic range)(LDR)에 휘도 값들이 속하는 이미지에 대한 주어진 동적 값 범위(HDR)에 휘도 값들이 속하는 이미지의 동적 범위를 변환하는 시스템 CONV와 관련된다. 이것은 보통 HDR 또는 LDR 동적 범위 감소로서 지칭된다.

[0096]

도 5는 본 발명에 따른 방법을 구현하는 이미지를 변환하는 그러한 시스템의 블록도이다.

[0097]

시스템 CONV는, 이미지 S10(HDR)의 것보다 낮은 동적 값 범위 LDR에 휘도 값들이 속하는 수정된 이미지를 획득하기 위해 원래의 이미지 S10의 휘도 컴포넌트 Lw에 적용되도록 의도되는 M(>1)개의 동적 범위 변환 오퍼레이터들 TMOi를 포함한다.

[0098]

컬러 이미지의 경우에, 시스템 CONV는 이러한 컬러 이미지 S10의 휘도 컴포넌트 Lw를 획득하기 위한 수단 GLW를 포함한다. 예를 들어, 이미지 S10가 (R,G,B) 컬러 공간으로 표현되는 경우, 이미지는, 휘도 컴포넌트 Lw를 형성하는 (X,Y,Z) 공간의 Y 채널을 복구하기 위해 (X,Y,Z) 컬러 공간으로 표현되도록 변환된다. 그러한 컬러 공간 변환 수단을 사용하는 것이 널리 공지되어 있다. 수단 GLW의 다른 예들은 본 발명의 범주를 벗어나지 않고 사용될 수 있다. 시스템 CONV는 또한 컬러들의 색조(hue) 및 일정한 채도(saturation)를 유지하기 위해 수단 DIV 및 MULT를 포함한다. 이러한 수단 DIV는 컬러 이미지 S10에 대응하는 R,G 및 B 컬러 컴포넌트를 컴포넌트 Lw에 의해 나누도록 구성되고, 수단 MULT는 R,G 및 B 컬러 컴포넌트들 수정된 휘도 컴포넌트에 의해 곱하도록 구성된다. 이러한 곱셈으로부터 발생하는 3개의 컴포넌트들은 그 후에 부동 값들(floating values)로 표현된다. 수정된 이미지 LDR을 획득하기 위해, 이 곱셈으로부터 유래하는 이러한 3개의 컴포넌트들은 시스템 CONV의 수단 FtoI의 입력에서 제공되어, 수정된 컬러 이미지가 디스플레이되어야 하는 스크린에 대한 동적 범위에 속하는 전체 값들로의 그들의 값들의 변환을 경험한다.

[0099]

본 발명에 따르면, 변환 시스템은 또한 M개의 변환 오퍼레이터들 TMOi 중에서 동적 범위 변환 오퍼레이터 TMOo를 선택하는 디바이스를 포함한다. 이 디바이스는 도 4와 관련하여 설명된 디바이스(400)에 따른 것이다.

[0100]

양태들 중 또 다른 양태에 따르면, 본 발명은 주어진 동적 범위의 원래의 이미지 및 원래의 이미지에 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터를 적용함으로써 획득된, 동적 범위가 원래의 이미지의 것보다 낮은 이미지를 코딩하는 방법에 관련된다.

[0101]

그러한 코딩 방법의 예는 동적 범위가 낮은 이미지(이미지가 종종 LDR 이미지라 지칭됨)를 이용하여 각각의 원래의 이미지(이미지가 종종 HDR 이미지라 지칭됨)를 예측하는 것이다. 이러한 유형의 코딩 방법은 또한 HDR 이미지 및 LDR 이미지 양자를 인코딩하는 그러한 것들을 포함한다.

[0102]

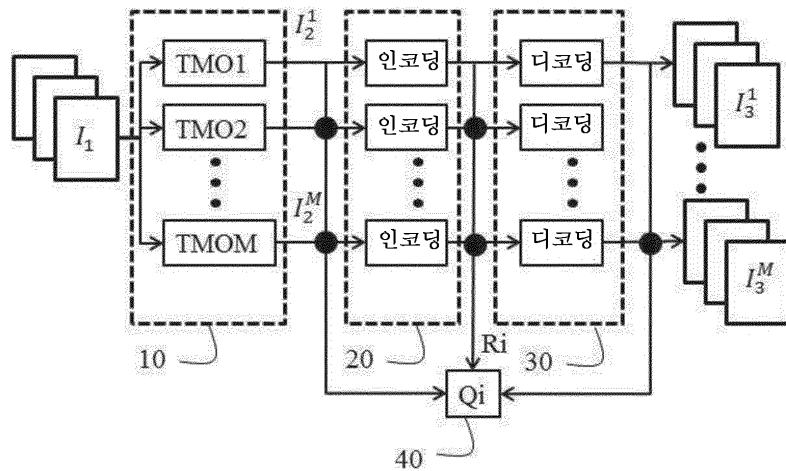
본 발명에 따르면, 이러한 유형의 코딩 방법은, LDR 이미지를 획득하기 위해 사용된 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터가 도 1 내지 4와 관련하여 설명된 방법들 중 하나에 따라 이미지 동적 범위 변환 오퍼레이터들 중에서 선택된다는 것을 특징으로 한다. 또한, 오퍼레이터 EOi가 선택 방법에 의해 사용되는 경우에, 오퍼레이터 EOi는 오퍼레이터 TMOi에 의해 생성된 것의 역(inverse)인 동작을 수행한다.

[0103]

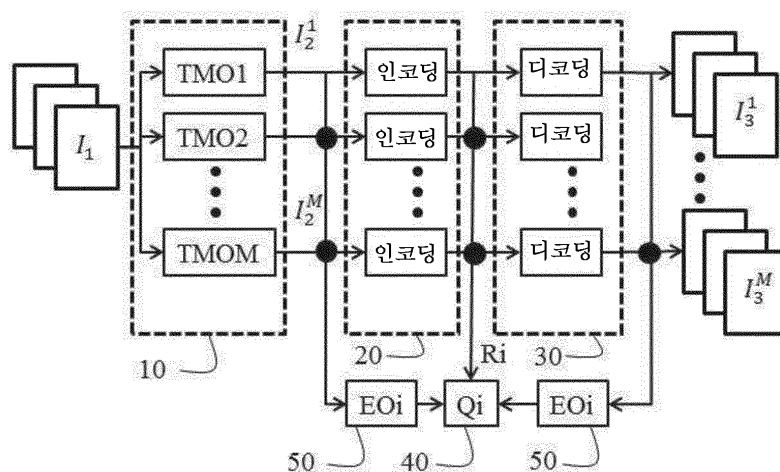
도 1 내지 5에서, 도시된 모듈들은 물리적으로 구별가능한 유닛들에 대응할 수 있거나 대응하지 않을 수 있는 기능적 유닛들이다. 예를 들어, 이러한 모듈들 또는 그들의 일부는 함께 그룹핑되어 단일의 컴포넌트로 되거나 또는 회로로 되거나 또는 동일한 소프트웨어의 기능들을 구성한다. 반대로, 일부 모듈들은 별개의 물리적 엔티티들로 구성될 수 있다. 본 발명과 호환가능한 디바이스들 및 시스템들은 순수 하드웨어 실시예, 예를 들어, ASIC(application specific integrated circuit) 또는 FPGA(field-programmable gate array) 또는 VLSI(very large scale integration)에서의 전용 컴포넌트 또는 디바이스에 통합된 여러 전자 컴포넌트들의 형태로 구현될 수 있거나 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 혼합 형태에 따라서도 구현될 수 있다.

도면

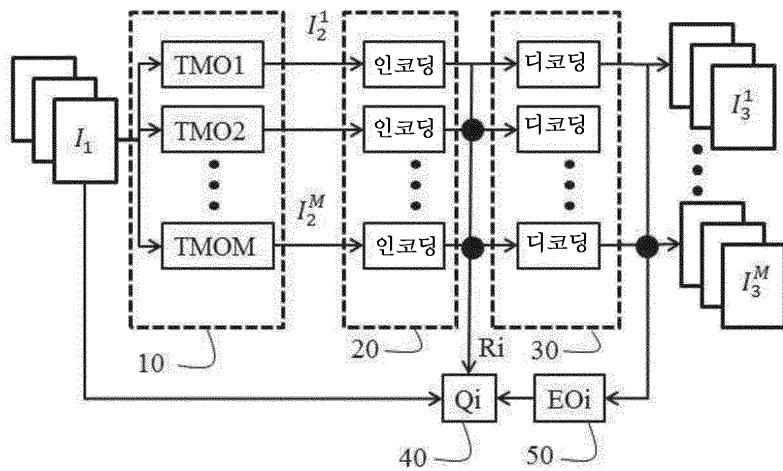
도면1



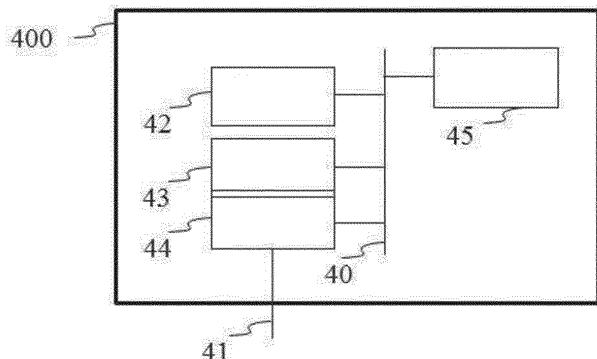
도면2



도면3



도면4



도면5

