



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0060102
(43) 공개일자 2010년06월07일

(51) Int. Cl.

H04N 7/32 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0118548

(22) 출원일자 2008년11월27일

심사청구일자 2008년11월27일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김진상

경기도 용인시 수지구 죽전1동 반도보라빌
104-803

이준우

경기도 용인시 기흥구 서천동 309-2번지 201호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

서재승

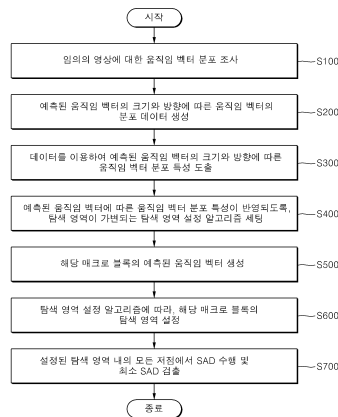
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법

(57) 요약

본 발명은 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법 에 관한 것으로, 임의의 영상에 대한 움직임 벡터의 분포를 조사하는 단계와, 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계와, 데이터를 이용하여 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 특성을 도출하는 단계 및 영상의 매크로블록 내의 탐색 영역이 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 특성에 상응하여 적응적으로 가변되도록, 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계를 포함하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법이 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

조원경

경기도 수원시 영통구 영통동 살구골 성지아파트
713-1003

이경호

경기도 수원시 영통구 영통동 신나무실주공아파트
515-301

특허청구의 범위

청구항 1

임의의 영상에 대한 움직임 벡터의 분포를 조사하는 단계;

예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계;

상기 데이터를 이용하여 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포 특성을 도출하는 단계; 및

상기 영상의 매크로블록 내의 탐색 영역이 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포 특성에 상응하여 적응적으로 가변되도록, 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 움직임 추정 방법은,

해당 매크로블록의 예측된 움직임 벡터를 생성하는 단계;

상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 이용하여, 상기 해당 매크로블록의 탐색 영역을 설정하는 단계; 및

상기 해당 매크로블록의 설정된 탐색 영역 내에서 오차 에너지를 측정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계는,

상기 예측된 움직임 벡터의 크기 및 방향 중 어느 하나이거나 또는 그 조합에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계는,

상기 영상의 움직임 벡터가 존재할 확률이 상대적으로 높은 영역을 상기 탐색 영역 내에 포함시키기 위하여, 상기 탐색 영역의 크기 및 위치를 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 영상이 상기 예측된 움직임 벡터와 반대방향으로 상기 움직임 벡터들이 많이 분포하고 있는 경우, 상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계는,

상기 탐색 영역의 중심 위치가 상기 매크로블록의 중심을 기준으로 상기 예측된 움직임 벡터의 방향과 반대방향으로 이동되도록 조절하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

$MVp_x = 0$ 이면 $-N \leq SR_X \leq N$ 로 설정되며,

이때, N 은 정수이고, MVp_x 는 예측된 움직임 벡터의 X 좌표값, SR_X 는 탐색 영역의 X 좌표값인 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

$MVp_y = 0$ 이면 $-N \leq SR_Y \leq N$ 로 설정되며,

이때, N 은 정수이고, MVp_y 는 예측된 움직임 벡터의 Y 좌표값 및 SR_Y 는 탐색 영역의 Y 좌표값인 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

$MVp_x > 0$ 일 때, $-[(K+MVp_x)*K] \leq SR_X \leq K+MVp_x$ 로 설정되고,

$MVp_x < 0$ 일 때, $-K+MVp_x \leq SR_X \leq [K-(MVp_x)]*K$ 설정되며,

이때, K 는 정수이며, MVp_x 는 예측된 움직임 벡터의 X 좌표값, SR_X 는 탐색 영역의 X 좌표값인 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

$MVp_y > 0$ 일 때, $-[(K+MVp_y)*K] \leq SR_Y \leq K+MVp_y$ 로 설정되고,

$MVp_y < 0$ 일 때, $-K+MVp_y \leq SR_Y \leq [K-(MVp_y)]*K$ 로 설정되며,

이때, K 는 정수이며, MVp_y 는 예측된 움직임 벡터의 Y 좌표값 및 SR_Y 는 탐색 영역의 Y 좌표값인 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

청구항 10

제4항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 탐색 영역의 크기는 상기 매크로블록의 크기 보다 작게 형성하는 것을 특징으로 하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법 에 관한 것으로, 보다 상세하게는 탐색 영역 전부를 고려하지 않고, 움직임 벡터가 존재할 확률이 큰 영역을 집중적으로 탐색하여 성능을 유지하면서 연산량은 감소시킬 수 있는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 기법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] H.264/AVC는 ISO/IEC의 Moving Picture Experts Group(MPEG)과 ITU-T의 Video Coding Experts Group(VCEG) 두 그룹이 전문가들의 연합팀인 JVT(Joint Video Team)을 창설하여 새롭게 제안한 동영상 압축에 관련한 국제 표준이다. [1] H.264/AVC는 MPEG-4 Visual 보다 좁은 범위를 갖는 효율적이고 강인한 부호화와 사각형 비디오 화면의 전송을 지원하기 위해 설계되어 기존의 압축 표준들(H.263+, MPEG-4 Simple Profile)과 비교해서 같은 인코더 최적화 상태에서 최고 50%까지 비트율을 절감할 수 있다. 하지만 이로 인해 복잡도와 연산량이 매우 증가하였으며 부호화 시간이 많이 증가하였다. 특히 H.264/AVC의 움직임 추정은 많은 부호화 시간을 필요로 하게 된다.

[0003] 영상 시퀀스(Image Sequence)에서 움직임이란 시간 축으로 연속된 화면에서의 차이로 정의된다. 만약 화면이 거의 변하지 않으면 두 개의 연속된 화면은 상관관계가 높을 것이다. 따라서 화면의 차이는 적을 것이고 이러한 차이만을 고려한다면 영상 압축의 양도 줄어들 것이다. 이러한 사실을 바탕으로 화면간의 영상을 압축하는데 움직임 추정을 이용한다. 움직임 추정 중 블록 정합 알고리즘은 블록 단위의 움직임 추정 방식들 중에서 예측 효율과 추정의 정확도, 계산상의 복잡도, 그리고 움직임 벡터 표현을 위한 부가정보량 등의 서로 상충되는 조건들을 대체로 잘 만족시켜 가장 많이 사용되는 알고리즘이다.

[0004] 이러한 블록 정합 알고리즘은 완전 탐색과 부분 탐색으로 구분된다. 완전 탐색 방식은 탐색 범위내의 모든 후보들을 탐색한다. 탐색 범위 내의 모든 후보들을 탐색하기 때문에 주어진 블록정합 척도 내에서는 최대의 성능을 얻을 수 있고, 데이터의 흐름이 규칙적이어서 병렬처리 구조로 설계하기가 비교적 쉽다. 블록정합 알고리즘은 연산량 (Computational Operation)에 의해 구분될 수 있는데, 한 프레임이 가로로 N_p 개의 화소와 세로로 N_l 개의 화소 라인으로 구성되고, 프레임 율(frame rate)이 F_f 인 프레임율을 가상해 보자. 여기서 기준 블록의 크기가 $n \times n$ 개의 화소로 구성되고, 최대 허용 가능한 이동 변위를 p 라고 하면, 아래 식 1에서 알 수 있듯이, 탐색영역 내의 각각의 후보블록 당 $3n^2(n^2$ 의 뺄셈, n^2 의 절대값 계산, n^2 의 누적연산)의 연산이 필요하고 여기에 최소값을 찾기 위해 약 3번의 추가 연산이 필요하다.

[0005] [식 1]

$$SAD = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} |\text{ref. block}(i, j) - \text{search block}(i, j)|$$

[0006]

[0007] 따라서 $(2p+1)^2$ ($p=q$ 이면)개의 모든 후보블록들을 비교하기 위해서는 총 $(2p+1)^2 \times (3n^2+3)$ 의 연산이 필요하다. 이는 한 개의 기준블록을 탐색영역 내의 모든 후보블록들과 정합하는데 필요한 연산량이다. 완전 탐색 알고리즘은 상당히 많은 연산량을 요구하게 된다.

[0008] 한편, 부분 탐색은 최적의 블록을 찾는데 특정한 탐색 패턴을 가지고 있다. 예를 들어 Two-Dimensional Logarithmic Search는 '+' 패턴을 가지고 있으며 Cross-Search 알고리즘과 Search-Window adjustment 알고리즘은 각각 'X' 패턴과 '+' 패턴을 가지고 있다. 그리고 Three-Step Search(TSS), New TSS, Four-Step Search와 Block-Based Gradient Descent Search는 Square형의 다이아몬드 탐색 패턴을 가지고 있다. 이러한 탐색 패턴을 가지는 움직임 추정 알고리즘은 전역 탐색을 하지 않고, 탐색 영역의 일부에 대해서만 탐색을 수행하므로 계산량을 크게 줄일 수 있다. 하지만 전체 영역에 대해 탐색을 수행하지 않고 일부만을 검색하므로 국부 최소점(local-minimum)에 빠져 움직임을 정확하게 찾지 못할 경우 추정 오차가 커지는 단점이 있다. 또한 정적인 이미지에 대해서는 좋은 성능을 보이지만, 움직임이 큰 영상에서는 성능의 저하를 보인다.

[0009] 따라서, 완전 탐색의 성능을 유지하면서 연산량은 줄일 수 있는 움직임 추정 기법에 대한 요구가 절실한 상황이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 본 발명은 상술한 종래의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 완전 탐색(Full Search) 기반으로 움직임 벡터를 예측하여 탐색 영역을 적응적으로 가변시킴으로써 화질(PSNR) 및 비트율(Bitrate)은 완전 탐색의 성능을 유지하면서 연산량을 줄일 수 있는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제 해결수단

- [0011] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 임의의 영상에 대한 움직임 벡터의 분포를 조사하는 단계; 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계; 상기 데이터를 이용하여 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포 특성을 도출하는 단계; 및 상기 영상의 매크로블록 내의 탐색 영역이 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포 특성에 상응하여 적응적으로 가변되도록, 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계를 포함하는 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법이 제공된다.
- [0012] 상기 움직임 추정 방법은 해당 매크로블록의 예측된 움직임 벡터를 생성하는 단계; 상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 이용하여, 상기 해당 매크로블록의 탐색 영역을 설정하는 단계; 및 상기 해당 매크로블록의 설정된 탐색 영역 내에서 오차 에너지를 측정하는 단계를 더 포함한다.
- [0013] 상기 예측된 움직임 벡터에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계는, 상기 예측된 움직임 벡터의 크기 및 방향 중 어느 하나이거나 또는 그 조합에 따른 상기 영상의 움직임 벡터의 분포를 데이터화하는 단계를 포함한다.
- [0014] 상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계는, 상기 영상의 움직임 벡터가 존재할 확률이 상대적으로 높은 영역을 상기 탐색 영역 내에 포함시키기 위하여, 상기 탐색 영역의 크기 및 위치를 조절하는 단계를 포함한다.
- [0015] 상기 영상이 상기 예측된 움직임 벡터와 반대방향으로 상기 움직임 벡터들이 많이 분포하고 있는 경우, 상기 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 단계는 상기 탐색 영역의 중심 위치가 상기 매크로블록의 중심을 기준으로 상기 예측된 움직임 벡터의 방향과 반대방향으로 이동되도록 조절하는 단계를 포함한다.
- [0016] $MVp_x = 0$ 이면 $-N \leq SR_X \leq N$ 로 설정되며, $MVp_y = 0$ 이면 $-N \leq SR_Y \leq N$ 로 설정되는 것을 특징으로 한다.
- [0017] $MVp_x > 0$ 일 때, $-(K+MVp_x)*K \leq SR_X \leq K+MVp_x$ 로 설정되고, $MVp_x < 0$ 일 때, $-K+MVp_x \leq SR_X \leq [K-(MVp_x)]*K$ 설정된다.
- [0018] $MVp_y > 0$ 일 때, $-(K+MVp_y)*K \leq SR_Y \leq K+MVp_y$ 로 설정되고, $MVp_y < 0$ 일 때, $-K+MVp_y \leq SR_Y \leq [K-(MVp_y)]*K$ 로 설정된다.
- [0019] 상기 탐색 영역의 크기는 상기 매크로블록의 크기 보다 작게 형성한다.

효과

- [0020] 본 발명에서와 같이, 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따른 움직임 벡터의 분포 관계를 파악한 후, 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따라 실제 움직임 벡터가 분포할 확률이 높은 영역을 탐색 영역으로 설정함으로써, 기존의 완전탐색의 연산량보다 최대 92.6%까지 줄일 수 있었으며, 기존의 움직임 탐색의 성능과 비교하였을 때도 뒤지지 않는 성능을 보여주었으며 완전탐색의 성능과도 거의 비슷한 수준을 갖는 효과를 얻을 수 있었다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 상세히 설명한다.
- [0022] 도 1은 본 발명에 따른 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법의 흐름도이다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 우선 임의의 영상에 대한 움직임 벡터의 분포를 조사하는 과정을 수행한다(S100).
- [0024] 그리고 나서, 예측된 움직임 벡터(MV_p)에 따른 영상의 움직임 벡터(MV)의 분포를 조사하여, 이를 데이터화하는 과정을 수행한다(S200). S200 과정에서, 예측된 움직임 벡터의 크기에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 및 예측된 움직임 벡터의 방향에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포를 조사하여, 이를 데이터화 한다.
- [0025] S200 과정을 통하여 얻은 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터 데이터를 이용하여, 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 특성을 도출하는 과정을 수행한다(S300). 즉, 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터 데이터를 이용하면, 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따라 영

상의 움직임 벡터가 존재할 확률이 큰 영역이 어디에 분포하는지 도출할 수 있다.

[0026] 그리고 나서, 영상의 매크로블록 내의 탐색 영역이 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 특성에 상응하여 적응적으로 가변되도록, 탐색 영역 설정 알고리즘을 세팅하는 과정을 수행한다(S400).

[0027] 그 다음, 해당 매크로블록의 예측된 움직임 벡터를 생성하는 과정을 수행한다(S500). 해당 매크로블록의 움직임 벡터는 주변 블록의 움직임 벡터와 높은 상관관계를 가진다. 각 매크로블록에 대한 움직임 벡터를 인코딩하는데 많은 비트 수가 요구되므로, 움직임 벡터의 상관관계를 이용하여 각 움직임 벡터는 주위에 있는 이전에 인코딩된 매크로블록의 벡터로 예측되어 그 차분 벡터만을 부호화 하여 발생 비트 수를 줄일 수 있다. 즉, 예측된 움직임 벡터는 이전에 계산된 움직임 벡터에 의해 생성하고, 현재의 벡터와 예측된 벡터의 차이가 인코딩되어 전송된다.

[0028] S500 과정을 통하여, 해당 매크로블록의 예측된 움직임 벡터의 생성이 완료되면, S400 과정을 통하여 세팅된 탐색 영역 설정 알고리즘을 이용하여, 해당 매크로블록의 탐색 영역을 설정하는 과정을 수행한다(S600). 이때, 영상의 움직임 벡터가 존재할 확률이 상대적으로 높은 영역을 탐색 영역 내에 최대한 많이 포함시키기 위하여, 탐색 영역의 크기 및 위치를 조절한다.

[0029] 그리고 나서, 해당 매크로블록의 설정된 탐색 영역 내에서 오차 에너지를 측정하는 과정을 수행한다(S700). 본 실시예의 경우, 최적의 정합 블록을 찾기 위한 정합 기준으로는 앞에서 설명한 [식 1]인 SAD(sum of absolute difference)를 사용하나, 이에 한정되는 것은 아니며, MSD(mean square difference), PDC(pixel difference classification), IP(integral projection)등과 같이 예측오차나 블록의 상관성을 계산하는 비용 함수(cost function)들이 사용될 수도 있다.

[0030] 종래에 사용된 완전 탐색 움직임 추정 방법의 경우, 탐색 영역의 크기는 해당 매크로블록 보다 크게 설정되고, 설정된 탐색 영역의 모든 지점에서 SAD를 수행했기 때문에 연산량이 많은 문제점이 있었다. 반면에, 본 발명에서와 같이, 예측된 움직임 벡터에 따른 영상의 움직임 벡터의 분포 특성을 이용하면, 움직임 벡터가 존재할 확률이 큰 영역을 집중적으로 탐색할 수 있도록, 탐색 영역이 가변되게 설정할 수 있게 된다. 그 결과, 움직임 벡터가 존재할 확률이 적은 영역에 대한 연산과정을 생략할 수 있으므로, 연산량은 크게 감소하는 반면에 움직임 추정의 성능은 종래 완전 탐색 움직임 추정 방법과 유사한 성능을 나타낸다.

[0031] 도 2a 내지 도 2c는 테스트 영상 1 내지 테스트 영상 3의 움직임 벡터 분포도이다. 도 2a 내지 도 2c는 도 1의 S100 과정을 실제로 수행한 결과를 나타낸 도이다.

[0032] 탐색 영역을 적응적으로 가변시키기 위하여, 우선 움직임 벡터의 분포 특성을 살펴봐야 한다. 이를 위해, 움직임이 거의 없는 영상인 테스트 영상 1(Akiyo, 도 2a), 움직임이 중간 정도의 영상인 테스트 영상 2(Foreman, 도 2b) 및 움직임이 큰 영상인 테스트 영상 3(Stefan, 도 2c)의 움직임 벡터 분포 특성을 살펴보았다. 각 영상은 H.264/AVC Reference Software JM10.1을 사용하였으며 176×144(QCIF)영상 300프레임을 GOP(IPPP)크기 30, frame rate 는 30.0, 참조 프레임 1, QP(Quantization Parameter) 28로 부호화 하였다.

[0033] 도 2a에 도시된 바와 같이, 테스트 영상 1(Akiyo) 즉, 움직임이 거의 없는 영상은 움직임 벡터가 ±1내에 집중되어 있음을 알 수 있다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 테스트 영상 2(Foreman) 즉, 움직임이 중간 정도인 영상은 대부분의 움직임 벡터들이 ±3내에 집중되어 있고, 약간의 움직임 벡터들이 $x>$, $y>0$ 인 영역의 6내에 분포되어 있다. 그리고, 도 2c에 도시된 바와 같이, 테스트 영상 3(Stefan) 즉, 움직임이 큰 영상은 움직임 벡터들이 x 축을 따라 원점을 중심으로 넓게 분포하고 있고, y 축으로는 ±2내에 집중되어 있음을 알 수 있다. 즉, 좌우의 움직임은 크게 반하여 상하의 움직임은 작다는 것을 알 수 있다.

[0034] 이와 같이 영상에 따라 움직임 벡터의 분포는 조금씩 다르나, 대부분 규칙적인 분포를 가지므로, 이러한 움직임 벡터의 분포 특성을 이용하여 탐색 영역을 적응적으로 변화시킬 수 있게 된다.

[0035] 도 3a는 테스트 영상 1의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이며, 도 3b 및 도 3c는 테스트 영상 2의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이고, 도 3d 및 도 3e는 테스트 영상 3의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이며, 도 4a 및 도 4b는 테스트 영상 2의 $MVp \leq 4$ 일 때 탐색 영역(SR) ≤ 4 인 움직임 벡터의 분포도이다.

- [0036] 예측된 움직임 벡터를 기반으로 탐색 영역을 결정하기 위해서는 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따른 움직임 벡터의 분포 데이터가 필요하다.
- [0037] 도 3a는 탐색 영역의 크기가 16일 때, 테스트 영상 1(Akiyo)의 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따른 움직임 벡터 분포 데이터를 나타낸 표이다. 테스트 영상 1의 경우, 예측된 움직임 벡터가 0일 때, 실제 움직임 벡터도 0일 확률이 95.52%(1136166/1177110)를 차지하고, 예측된 움직임 벡터의 크기가 4이하 일 때, 실제 움직임 벡터가 탐색 영역 크기 4 이내에 존재할 확률이 99.87%(1175608/1177110)로 나타나 움직임이 없는 영상인 경우에는 탐색 영역의 크기를 작게 설정하더라도, 탐색 영역 내에서 움직임 벡터를 거의 찾을 수 있음을 알 수 있다.
- [0038] 도 3b 및 도 3c를 살펴보면, 테스트 영상 2(Foreman)의 경우 예측된 움직임 벡터가 0일 때, 실제 움직임 벡터도 0일 확률이 36.72%(432265/1177110)를 차지한다. 또한, 예측된 움직임 벡터의 크기가 4이하일 때, 실제 움직임 벡터가 탐색 영역의 크기 4 이내에 존재할 확률은 85%(1000232/1177110)이며, 이때의 움직임 벡터의 분포를 살펴보면 도 4a 및 도 4b에 도시된 바와 같이, 실제 움직임 벡터의 분포는 예측된 움직임 벡터와 반대방향에 많이 분포하고 있음을 알 수 있다. 또한, 예측된 움직임 벡터와 탐색 영역의 크기가 클 때에도 이와 동일한 분포 특성을 갖는 것을 알 수 있다.
- [0039] 도 3d 및 도 3e를 살펴보면, 테스트 영상 3(Stefan)의 경우 예측된 움직임 벡터가 0일 때 실제 움직임 벡터도 0일 확률은 15.65%를 차지하고, 예측된 움직임 벡터가 4이하일 때, 실제 움직임 벡터가 탐색 영역 크기 4 이내에 존재할 확률은 69.21%임을 알 수 있다. 즉, 움직임이 큰 영상은 움직임이 작은 영상에 비하여, 작은 탐색 영역에서 실제 움직임 벡터를 찾을 확률이 작아짐을 알 수 있다. 따라서, 해당 영상의 움직임 정도에 따라서 탐색 영역을 설정할 필요가 있다.
- [0040] 테스트 영상 3의 예측된 움직임 벡터가 4이하일 때, 탐색 영역 크기 4 이내에 존재하는 실제 움직임 벡터의 분포를 살펴보면, 실제 움직임 벡터는 예측된 움직임 벡터와 반대방향으로 움직임 벡터들이 많이 분포하고 있음을 알 수 있으며, 예측된 움직임 벡터와 탐색 영역의 크기가 클 때에도 이와 동일한 분포 특성을 갖는다. 또한, 예측된 움직임 벡터가 좌표축 위에 있을 때 즉, 상하 혹은 좌우의 움직임을 가질 때에도 예측된 움직임 벡터와 반대방향으로 움직임 벡터들이 많이 분포하고 있음을 알 수 있다.
- [0041] 따라서, 움직임의 많고 적음에 따라서 정도의 차이는 있을 수 있으나, 대체로 영상의 실제 움직임 벡터는 예측된 움직임 벡터의 크기 및 방향과 반대방향에 많이 분포한다는 특성을 알 수 있다. 이러한 예측된 움직임 벡터의 크기와 방향에 따른 실제 움직임 벡터의 분포 특성을 이용하면, 탐색 영역의 크기를 줄이더라도 탐색 영역의 위치를 조절함으로써 탐색 영역 내에서 움직임 벡터를 찾을 수 있는 확률을 보다 높일 수 있게 된다.
- [0042] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예의 탐색 영역 설정 알고리즘에 따라 해당 매크로 블록의 탐색 영역을 설정하는 과정을 나타낸 도이다. 도 5에서는 테스트 영상 2에 대한 탐색 영역 설정 알고리즘을 예로서 상술한다.
- [0043] 도 5를 참조하면, S411 과정을 통하여, 해당 매크로블록의 예측된 움직임 벡터(이하, MV_p)가 (0, 0)로 판단되면, 해당 매크로블록의 탐색 영역의 X 좌표값(이하, SR_X)과 탐색 영역의 Y 좌표값(이하, SR_Y)은 각각 $-N \leq SR_X \leq N$ 및 $-N \leq SR_Y \leq N$ 로 설정되며, 본 실시예에서 N은 4로 설정된다(S412).
- [0044] S413 및 S414 과정을 통하여, 만약 해당 매크로블록의 MV_p 의 X 좌표값(이하, MV_{p_x})은 0이고, MV_p 의 Y 좌표값(이하, MV_{p_y})이 0 보다 큰 경우로 판단되면, 탐색 영역은 $-N \leq SR_X \leq N$, $-[(K+MV_{p_y}) * K] \leq SR_Y \leq K+MV_{p_y}$ 로 설정된다(S415). 한편, 해당 매크로블록의 $MV_{p_x} = 0$ 이고, $MV_{p_x} < 0$ 인 경우로 판단되면, 탐색 영역은 $-N \leq SR_X \leq N$, $-K+MV_{p_y} \leq SR_Y \leq [K-(MV_{p_y})] * K$ 로 설정되며(S416), 본 실시예에서 K는 2로 설정된다.
- [0045] S417 및 S418 과정을 통하여, $MV_{p_y} = 0$ 이고, $MV_{p_x} > 0$ 로 판단되면, 해당 매크로블록의 탐색 영역은 $-N \leq SR_Y \leq N$, $-[(K+MV_{p_x}) * K] \leq SR_X \leq K+MV_{p_x}$ 로 설정된다(S419). 만약, $MV_{p_y} = 0$ 이고, $MV_{p_x} < 0$ 로 판단되면, 해당 매크로블록의 탐색 영역은 $-N \leq SR_Y \leq N$, $-K+MV_{p_x} \leq SR_X \leq [K-(MV_{p_x})] * K$ 로 설정된다(S420).
- [0046] S421 과정을 통하여, $MV_{p_x} > 0$ 이고, $MV_{p_y} > 0$ 로 판단되면, 탐색 영역은
- [0047] $-[(K+MV_{p_x}) * K] \leq SR_X \leq K+MV_{p_x}$, $-[(K+MV_{p_y}) * K] \leq SR_Y \leq K+MV_{p_y}$ 로 설정된다(S422).

- [0048] S423 과정을 통하여, $MVp_x > 0$ 이고, $MVp_y < 0$ 로 판단되면, 탐색 영역은
- [0049] $-(K+MVp_x)*K \leq SR_X \leq K+MVp_x$, $-K+MVp_y \leq SR_Y \leq [K-(MVp_y)]*K$ 로 설정된다(S424).
- [0050] S425 과정을 통하여, $MVp_x < 0$ 이고, $MVp_y > 0$ 로 판단되면, 탐색 영역은
- [0051] $-K+MVp_x \leq SR_X \leq [K-(MVp_x)]*K$, $-(K+MVp_y)*K \leq SR_Y \leq K+MVp_y$ 로 설정된다(S426).
- [0052] 만약, $MVp_x < 0$ 이고, $MVp_y < 0$ 로 판단되면, 탐색 영역은
- [0053] $-K+MVp_x \leq SR_X \leq [K-(MVp_x)]*K$, $-K+MVp_y \leq SR_Y \leq [K-(MVp_y)]*K$ 로 설정된다(S427).
- [0054] 도 6a 내지 도 6f는 도 5에 도시된 탐색 영역 설정 알고리즘에 따라 가변되게 설정되는 탐색 영역을 나타낸 도이다.
- [0055] 도 6a에는 해당 매크로블록의 $MVp = (0, 0)$ 일 때, $-4 \leq SR_X \leq 4$, $-4 \leq SR_Y \leq 4$ 인 탐색 영역(ASR_0)이 도시된다.
- [0056] 도 6b에는 해당 매크로블록의 $MVp = (0, 1)$ 일 때, $-4 \leq SR_X \leq 4$, $-6 \leq SR_Y \leq 3$ 로 설정된 탐색 영역(ASR_1)이 도시되며, 탐색 영역(ASR_1)은 MVp 의 방향과 반대방향인 $-Y$ 축 방향으로 이동되어 설정된다. 즉, 해당 매크로블록의 $+Y$ 축 영역 보다는 $-Y$ 축 영역을 더 많이 탐색하도록 탐색 영역이 설정된다.
- [0057] 도 6c 내지 도 6f에서는 해당 매크로블록의 $MVp = (0, -1)$, $(1, 0)$, $(-1, 0)$ 및 $(1, 1)$ 일 때, 각각 설정된 탐색 영역($ASR_2 \sim ASR_5$)이 도시된다. 도 6b에서 살펴본 바와 같이, 도 6c 내지 도 6f에 도시된 탐색 영역($ASR_2 \sim ASR_5$)은 모두 해당 매크로블록의 MVp 의 방향과 반대 방향으로 이동되어 설정됨을 알 수 있다.
- [0058] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명에 따른 움직임 추정 기법과 종래 기술들에 따른 움직임 추정 기법의 성능을 비교한 표이다.
- [0059] 움직임 추정 방법의 성능을 알아보기 위해서 PSNR(Peak to Noise Ratio) 및 비트율(Bitrate)를 사용하였다. PSNR은 움직임 추정 방법을 사용하여 복원된 영상과 원 영상이 얼마나 유사한지에 대한 정확도를 나타낸 것이며, 비트율은 움직임 추정 방법을 사용하여 인코딩 했을 때 발생하는 비트를 알아보기 위해 사용하였다. 실험을 위하여 사용된 영상은 Grandma(도 7a), Foreman(도 7b) 및 Carphone(도 7c)영상으로 H.264/AVC Reference Software JM10.1을 사용하였으며, 탐색범위가 ± 16 일 때의 PSNR과 비트율을 나타낸 것이다. 도 7a 내지 도 7c에 도시된 바와 같이, 3가지 영상 모두 기존의 다른 알고리즘과 비교하였을 때 비슷하거나 약간 우수한 성능임을 알 수 있다. 완전 탐색(Full Search)와 비교하여 PSNR은 $+0.02 \sim -0.04$ 의 차이를 보여주었고, 비트율(bitrate)은 최대 1.85 kbits/s의 차이를 보였다. 한편, 본 발명에 따른 적응적 탐색 영역(ASR)을 이용한 움직임 추정 방법의 연산량은 완전탐색의 연산량보다 최대 90%이상을 줄일 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [0060] 이상에서 설명한 것은 본 발명에 따른 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법의 예시적인 실시예에 불과한 것으로서, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고, 이하의 특허청구범위에서 청구하는 바와 같이, 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0061] 도 1은 본 발명에 따른 완전 탐색 기반의 적응적 탐색 영역을 이용한 움직임 추정 방법의 흐름도이다.
- [0062] 도 2a 내지 도 2c는 테스트 영상 1 내지 테스트 영상 3의 움직임 벡터 분포도이다.
- [0063] 도 3a는 테스트 영상 1의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이며, 도 3b 및 도 3c는 테스트 영상 2의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이고, 도 3d 및 도 3e는 테스트 영상 3

의 예측된 움직임 벡터에 대한 실제 움직임 벡터 분포 데이터이다.

[0064] 도 4a 및 도 4b는 테스트 영상 2의 $MV_p \leq 4$ 일 때 $SR \leq 4$ 인 움직임 벡터의 분포도이다.

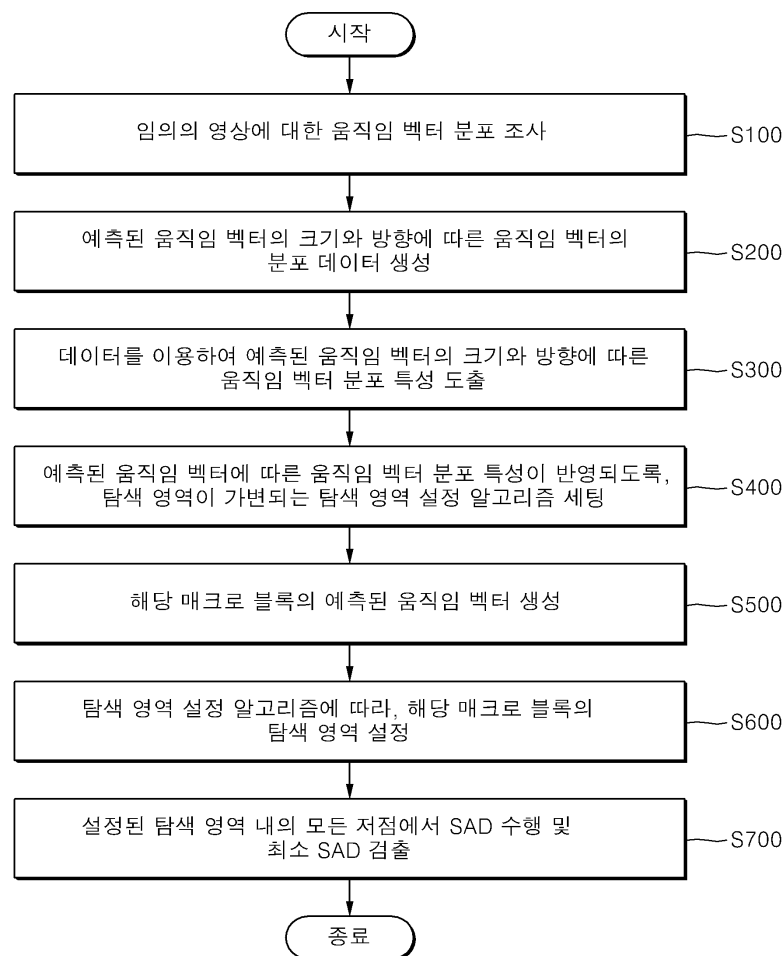
[0065] 도 5는 본 발명의 예시적인 실시예의 탐색 영역 설정 알고리즘에 따라 해당 매크로 블록의 탐색 영역을 설정하는 과정을 나타낸 도이다.

[0066] 도 6a 내지 도 6f는 도 5에 도시된 탐색 영역 설정 알고리즘에 따라 가변되게 설정되는 탐색 영역을 나타낸 도이다.

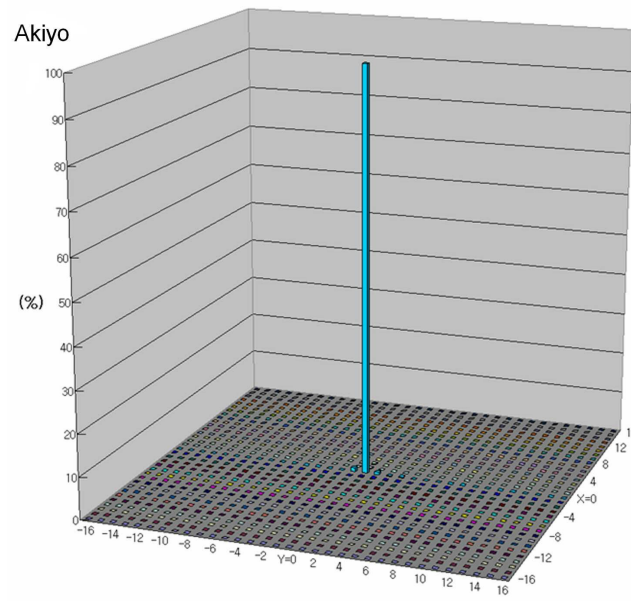
[0067] 도 7a 내지 도 7c는 본 발명에 따른 움직임 추정 기법과 종래 기술들에 따른 움직임 추정 기법의 성능을 비교한 표이다.

도면

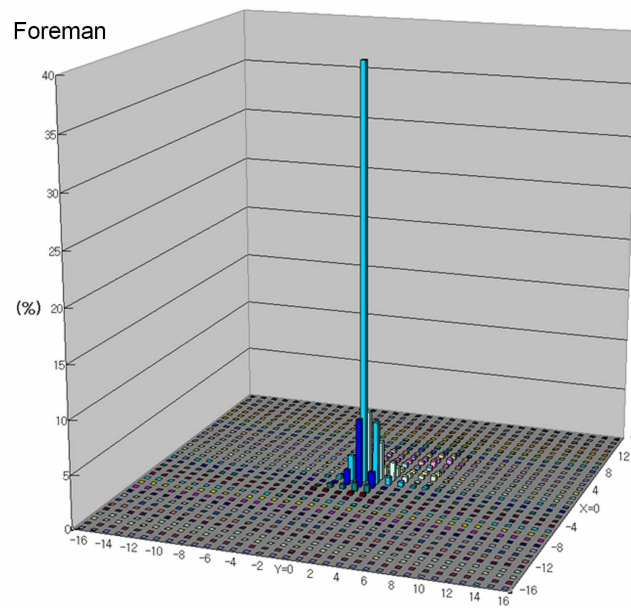
도면1



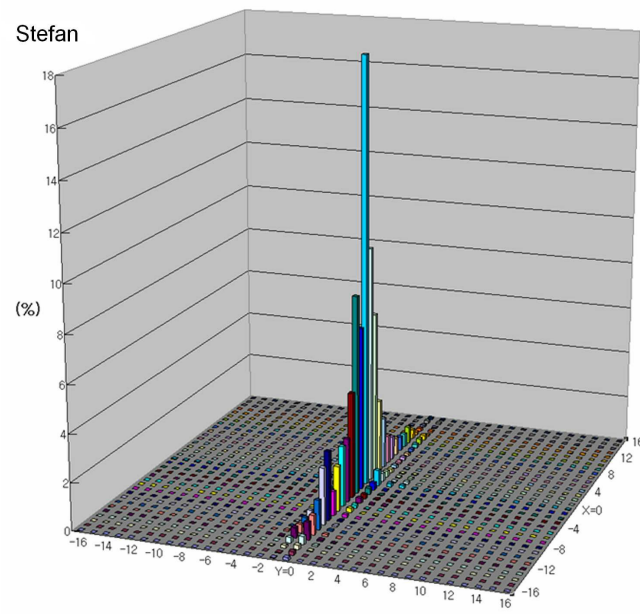
도면2a



도면2b



도면2c



도면3a

Akiyo (1177110)

0) MVp==0 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
total	1136166	113	718	94	193	2519	1573	5388	4382	1151146
%	98.698688	0.0098163	0.0623726	0.0081658	0.0167659	0.2188254	0.1366464	0.4680553	0.3806641	100

1) MVp==1 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	72	0	0	17	0	0	0	5	14	108
2/4분면	412	0	0	0	90	0	0	297	69	868
3/4분면	30	15	2	0	0	0	0	10	3	60
4/4분면	213	0	105	0	0	0	0	25	3	346
pos_x	798	2	13	29	0	0	0	50	42	934
neg_x	586	42	0	0	22	0	0	63	25	738
pos_y	4365	6	5	56	51	1137	1239	6	1961	8826
neg_y	6852	66	49	3	8	0	0	2563	20	9561
total	13328	131	174	105	171	1137	1239	3019	2137	21441
%	62.16128	0.610979	0.8115293	0.489716	0.7975374	5.3029243	5.7786484	14.0805	9.9668859	100

2) MVp==2 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	128	0	0	8	0	0	0	0	16	152
2/4분면	10	0	0	0	13	2	0	0	0	25
3/4분면	21	3	0	0	0	1	0	0	0	25
4/4분면	4	0	15	0	0	0	0	0	5	24
pos_x	1807	0	4	0	0	0	0	3	31	1845
neg_x	3	0	0	0	1	9	0	0	0	13
pos_y	68	0	0	0	0	2	0	0	32	102
neg_y	46	0	1	0	0	2	0	25	1	75
total	2087	3	20	8	14	16	0	28	85	2261
%	92.30429	0.1326847	0.8845644	0.3538257	0.619195	0.7076515	0	1.2383901	3.7593985	100

3) MVp==3 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	40	0	0	3	0	0	7	0	2	52
2/4분면	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
3/4분면	15	0	0	0	0	0	0	0	0	15
4/4분면	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5
pos_x	114	0	0	1	0	0	7	0	0	122
neg_x	0	0	0	0	0	5	0	0	0	5
pos_y	446	0	0	0	1	0	8	0	45	500
neg_y	35	0	0	0	0	0	0	7	0	42
total	650	0	5	4	3	5	22	7	47	743
%	87.483176	0	0.6729475	0.538358	0.4037685	0.6729475	2.960969	0.9421265	6.3257066	100

4) MVp==4 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/4분면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4분면	8	0	0	0	8	0	0	0	0	16
4/4분면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pos_x	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
neg_x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pos_y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
neg_y	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	8	0	0	0	8	0	1	0	0	17
%	47.058824	0	0	0	47.058824	0	5.8823529	0	0	100

도면3b

Foreman (1177110)

0) MVp==0 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
total	432265	2793	1247	1931	782	12343	8826	9456	6978	476621
%	90.693654	0.5860002	0.2616335	0.4051437	0.1640717	2.5896887	1.8517858	1.9839663	1.4640563	100

1) MVp==1 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	33032	304	76	2132	115	0	0	888	2170	38717
2/4분면	13045	77	53	204	561	0	0	263	1786	15989
3/4분면	11804	1218	82	97	46	0	0	1081	161	14489
4/4분면	6800	138	390	106	49	0	0	1045	140	8668
pos_x	57088	456	864	627	264	0	0	2190	1299	62788
neg_x	61562	961	178	339	464	0	0	2077	1461	67042
pos_y	54940	327	67	1264	568	14781	14606	613	6373	93539
neg_y	19161	662	232	94	60	0	0	4685	293	25187
total	257432	4143	1942	4863	2127	14781	14606	12842	13683	326419
%	78.865507	1.2692276	0.5949409	1.489803	0.6516165	4.5282291	4.474617	3.9342073	4.1918516	100

2) MVp==2 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	30926	206	122	1474	161	886	0	1063	4437	39275
2/4분면	7054	59	54	79	650	978	0	160	1035	10069
3/4분면	7782	901	49	117	27	677	0	523	293	10369
4/4분면	4259	185	358	54	31	191	0	520	642	6240
pos_x	12089	167	282	247	49	448	0	558	1941	15781
neg_x	5155	135	34	39	142	1261	0	350	459	7575
pos_y	5625	180	11	143	161	913	0	343	941	8317
neg_y	1320	136	94	19	4	109	0	421	128	2231
total	74210	1969	1004	2172	1225	5463	0	3938	9876	99857
%	74.316272	1.9718197	1.0054378	2.1751104	1.2267543	5.4708233	0	3.9436394	9.8901429	100

3) MVp==3 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	17197	188	72	1230	162	956	1324	474	1570	23173
2/4분면	3032	21	17	41	317	447	201	83	263	4422
3/4분면	4397	518	37	85	4	391	120	290	86	5928
4/4분면	3625	124	239	48	19	209	299	313	128	5004
pos_x	5408	90	132	125	33	299	842	279	225	7433
neg_x	1388	43	24	22	62	459	90	105	116	2309
pos_y	3170	38	2	47	125	252	97	144	554	4429
neg_y	605	41	32	5	2	33	25	169	39	951
total	38822	1063	555	1803	724	3046	2998	1857	2981	53649
%	72.362952	1.9813976	1.034502	2.9879401	1.3495126	5.6776454	5.588175	3.4613879	5.5564875	100

4) MVp==4 and Search Range==4

MVp\ (MV-MVp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	20794	226	59	855	139	1118	1054	798	1121	26164
2/4분면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4분면	5768	378	66	109	280	765	369	294	381	8410
4/4분면	1762	97	117	28	21	160	227	233	112	2757
pos_x	3136	80	82	103	16	169	489	238	110	4423
neg_x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pos_y	1100	4	0	16	38	126	33	90	226	1633
neg_y	186	23	6	0	2	14	15	31	22	299
total	32746	808	330	1111	496	2352	2187	1684	1972	43686
%	74.957652	1.8495628	0.7553907	2.5431488	1.1353752	5.3838758	5.0061805	3.8547819	4.514032	100

도면3c

Foreman (1177110)

5) MVp==5 and Search Range==6

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	25867	255	173	1018	243	1188	1251	711	1637	32343
2/4분면	726	8	2	27	94	209	42	20	142	1270
3/4분면	1499	278	30	85	12	131	105	108	87	2335
4/4분면	2668	130	147	27	6	152	247	244	75	3696
pos_x	2250	85	61	100	14	136	331	131	125	3233
neg_x	242	34	4	6	22	123	26	25	27	509
pos_y	1605	21	3	15	64	201	70	116	305	2400
neg_y	417	22	26	1	7	22	15	84	36	630
total	35274	833	446	1279	462	2162	2087	1439	2434	46416
%	75.995346	1.7946398	0.9608756	2.7555153	0.9953464	4.6578766	4.4962944	3.1002241	5.2438814	100

6) MVp==6 and Search Range==6

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	18428	262	97	707	297	1198	767	542	1237	23535
2/4분면	437	14	7	2	81	102	53	25	54	775
3/4분면	741	165	24	33	8	132	81	81	63	1328
4/4분면	1010	49	107	27	3	48	132	241	24	1641
pos_x	2287	55	34	63	5	160	323	134	152	3213
neg_x	128	13	1	0	9	42	13	8	24	238
pos_y	788	8	3	14	38	102	20	47	220	1240
neg_y	217	11	7	1	0	15	5	34	17	307
total	24036	577	280	847	441	1799	1394	1112	1791	32277
%	74.467887	1.7876506	0.8674908	2.6241596	1.366298	5.5736283	4.3188648	3.4451777	5.5488428	100

7) MVp==7 and Search Range==6

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	14885	163	94	636	189	669	908	450	1086	19080
2/4분면	403	3	6	7	71	61	33	15	38	637
3/4분면	781	146	13	50	3	43	31	21	44	1132
4/4분면	260	25	26	4	2	19	52	38	15	441
pos_x	1672	47	34	27	4	99	210	77	23	2193
neg_x	100	5	2	1	6	35	3	8	6	166
pos_y	344	3	1	15	35	44	11	11	103	567
neg_y	76	10	11	1	0	3	10	30	9	150
total	18521	402	187	741	310	973	1258	650	1324	24366
%	76.011656	1.6498399	0.7674629	3.0411229	1.2722646	3.9932693	5.162932	2.6676516	5.4338012	100

4) MVp==8 and Search Range==8

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	6893	146	41	434	111	409	613	300	685	963
2/4분면	382	5	5	4	44	31	39	14	24	54
3/4분면	361	75	12	43	7	59	59	33	40	68
4/4분면	177	7	16	3	2	13	34	35	21	30
pos_x	861	17	17	5	1	51	137	61	12	116
neg_x	73	4	0	1	10	14	2	4	12	12
pos_y	86	0	0	1	19	8	7	16	55	19
neg_y	81	7	0	0	0	4	5	20	8	12
total	8914	261	91	491	194	589	896	483	857	1277
%	69.04229	20.438528	7.1260767	38.449491	15.191856	46.123727	70.164448	37.823023	67.110415	100

도면3d

Stefan (1177110)

0) MVP==0 and Search Range==4										
MVP\ (MV-MVP)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
total	184191	801	414	526	702	8686	6601	1982	3097	207000
%	88.981159	0.3869565	0.2	0.2541063	0.3391304	4.1961353	3.1888889	0.9574879	1.4961353	100
1) MVP==1 and Search Range==4										
MVP\ (MV-MVP)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	1958	32	23	224	66	0	0	51	602	2956
2/4분면	1952	20	28	83	152	0	0	52	578	2865
3/4분면	4775	169	154	46	116	0	0	490	304	6054
4/4분면	4785	161	244	58	48	0	0	886	238	6420
pos_x	102139	226	451	627	244	0	0	844	1203	105734
neg_x	69915	360	199	297	334	0	0	630	1172	72907
pos_y	3764	39	40	192	203	9962	14619	133	813	29765
neg_y	5647	296	137	70	119	0	0	1403	376	8048
total	194935	1303	1276	1597	1282	9962	14619	4489	5286	234749
%	83.039757	0.5550609	0.5435593	0.6803011	0.5461152	4.2436815	6.2275026	1.9122552	2.2517668	100
2) MVP==2 and Search Range==4										
MVP\ (MV-MVP)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	1622	50	51	208	125	179	0	70	768	3073
2/4분면	1905	40	23	112	161	140	0	54	904	3339
3/4분면	5935	240	115	30	125	757	0	545	601	8348
4/4분면	4926	98	283	78	82	354	0	615	980	7416
pos_x	72763	123	372	569	103	1910	0	557	6445	82842
neg_x	87403	581	170	182	400	4709	0	819	4781	99045
pos_y	502	19	4	52	40	12	0	22	184	835
neg_y	1933	74	81	23	30	125	0	239	224	2729
total	176989	1225	1099	1254	1066	8186	0	2921	14887	207627
%	85.24373	0.5900003	0.5293146	0.6039677	0.5134207	3.9426472	0	1.4068498	7.1700694	100
3) MVP==3 and Search Range==4										
MVP\ (MV-MVP)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	2059	18	19	164	119	116	227	68	414	3204
2/4분면	1571	43	22	119	177	184	136	54	600	2906
3/4분면	1289	146	97	21	36	348	100	264	64	2365
4/4분면	3605	78	191	36	13	164	225	683	60	5055
pos_x	29364	101	309	227	52	1067	2875	369	450	34814
neg_x	43224	381	128	133	379	4250	1415	776	512	51198
pos_y	382	1	1	18	15	29	7	3	117	573
neg_y	151	37	25	4	3	22	11	131	11	395
total	81645	805	792	722	794	6180	4996	2348	2228	100510
%	81.230723	0.8009153	0.7879813	0.7183365	0.7899711	6.1486419	4.9706497	2.336086	2.2166349	100
4) MVP==4 and Search Range==4										
MVP\ (MV-MVP)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	1100	8	54	59	87	104	128	48	264	1852
2/4분면	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4분면	28646	373	173	181	389	1917	1163	922	1099	34863
4/4분면	2577	46	105	17	4	201	161	403	10	3524
pos_x	20707	66	223	114	36	591	1771	385	457	24350
neg_x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
pos_y	59	1	4	11	11	8	9	8	35	146
neg_y	12	12	6	0	1	7	1	32	8	79
total	53101	506	565	382	528	2828	3233	1798	1873	64814
%	81.928287	0.7806955	0.8717252	0.5893788	0.8146388	4.3632549	4.9881199	2.774092	2.8898078	100

도면3e

Stefan (1177110)

5) MVP==5 and Search Range==12

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	634	16	39	80	49	132	120	36	180	1286
2/4분면	889	73	24	84	168	148	60	24	285	1755
3/4분면	678	108	66	24	45	76	91	298	23	1409
4/4분면	874	22	211	38	16	29	118	195	22	1525
pos_x	10747	82	213	119	39	492	1458	247	243	13640
neg_x	24986	462	100	127	456	2239	1485	511	563	30929
pos_y	35	1	3	15	12	3	3	7	38	117
neg_y	14	6	9	2	7	5	1	23	6	73
total	38857	770	665	489	792	3124	3336	1341	1360	50734
%	76.589664	1.5177199	1.3107581	0.9638507	1.5610833	6.1576063	6.5754721	2.6431979	2.6806481	100

6) MVP==6 and Search Range==12

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	1176	16	18	141	56	162	109	45	180	1903
2/4분면	1561	37	8	66	112	81	103	37	459	2464
3/4분면	826	104	52	9	25	92	68	319	25	1520
4/4분면	65	14	78	23	4	11	21	41	9	266
pos_x	9111	71	190	86	35	457	1095	244	136	11425
neg_x	18220	317	118	96	350	2268	831	466	476	23142
pos_y	16	4	1	16	9	4	0	11	25	86
neg_y	18	2	9	0	1	0	1	24	14	69
total	30993	565	474	437	592	3075	2228	1187	1324	40875
%	75.823853	1.382263	1.159633	1.0691131	1.448318	7.5229358	5.4507645	2.9039755	3.2391437	100

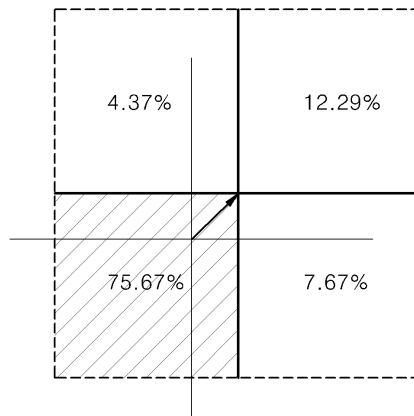
7) MVP==7 and Search Range==12

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	914	7	12	88	88	87	99	22	213	1530
2/4분면	886	42	10	56	126	44	60	12	117	1353
3/4분면	1052	103	74	17	35	90	77	359	53	1860
4/4분면	145	21	53	16	8	16	32	35	8	334
pos_x	6734	51	133	72	17	292	852	172	93	8416
neg_x	8927	184	31	100	188	925	769	159	467	11750
pos_y	56	1	0	9	1	2	0	7	6	82
neg_y	2	2	11	4	4	1	0	10	11	45
total	18716	411	324	362	467	1457	1889	776	968	25370
%	73.772172	1.6200236	1.2770989	1.4268821	1.8407568	5.7430035	7.4458021	3.0587308	3.8155302	100

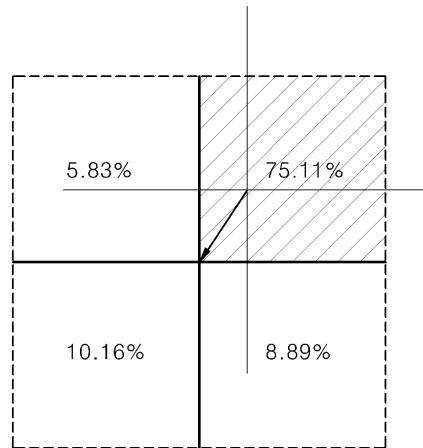
8) MVP==8 and Search Range==12

Mvp\ (MV-Mvp)	zero	1/4분면	2/4분면	3/4분면	4/4분면	pos_x	neg_x	pos_y	neg_y	total
1/4분면	979	6	24	83	57	83	64	23	130	1449
2/4분면	489	22	1	52	51	35	23	9	118	800
3/4분면	1510	155	86	9	64	97	253	512	48	2734
4/4분면	89	10	32	6	5	7	26	27	10	212
pos_x	5873	36	124	56	14	242	666	213	44	7268
neg_x	29875	511	77	157	512	2139	1834	195	557	35857
pos_y	1	1	0	6	3	1	2	3	18	35
neg_y	9	7	7	3	0	3	3	18	16	66
total	38825	748	351	372	706	2607	2871	1000	941	48421
%	80.182152	1.5447843	0.7248921	0.7682617	1.4580451	5.3840276	5.9292456	2.0652196	1.9433717	100

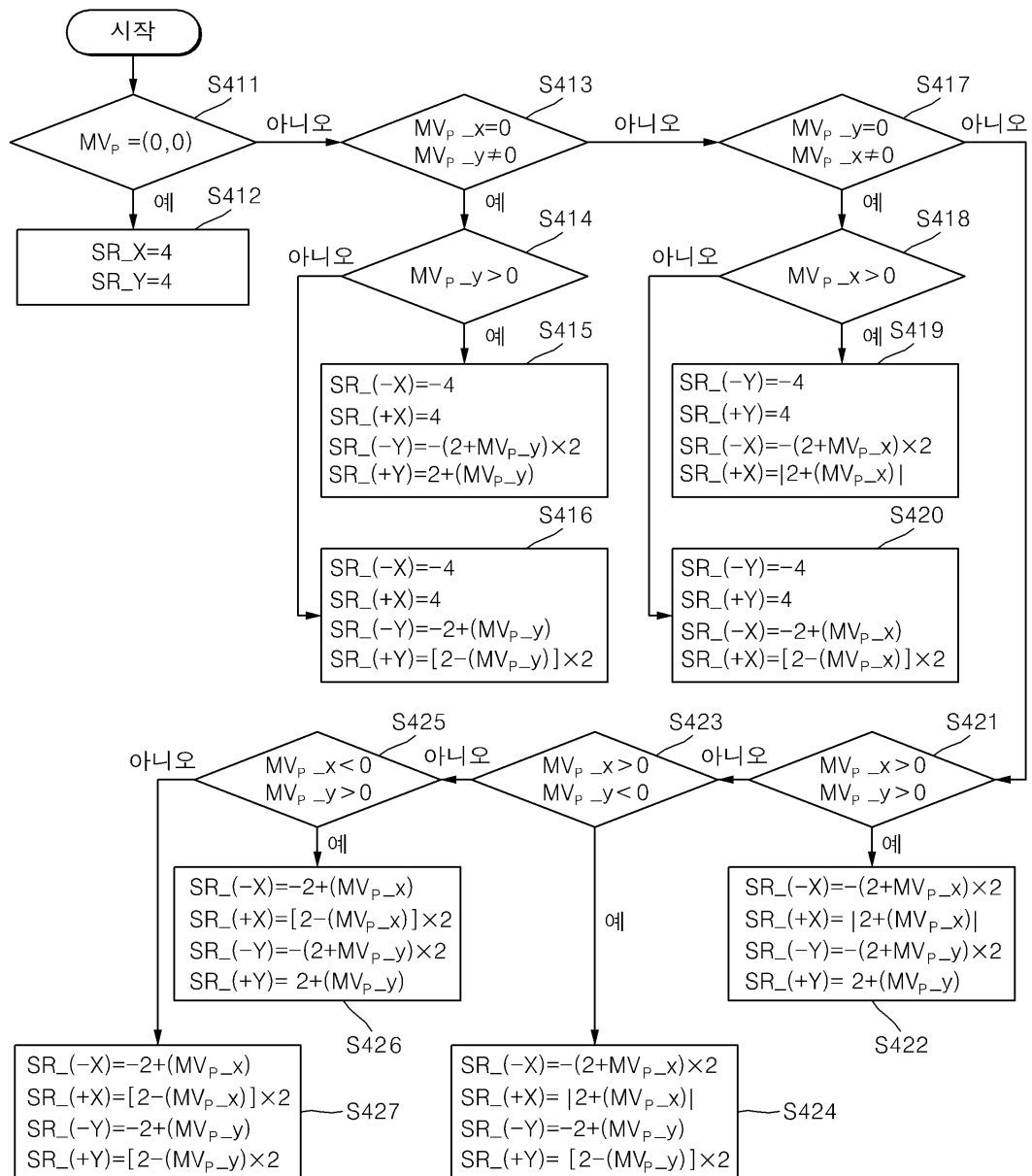
도면4a



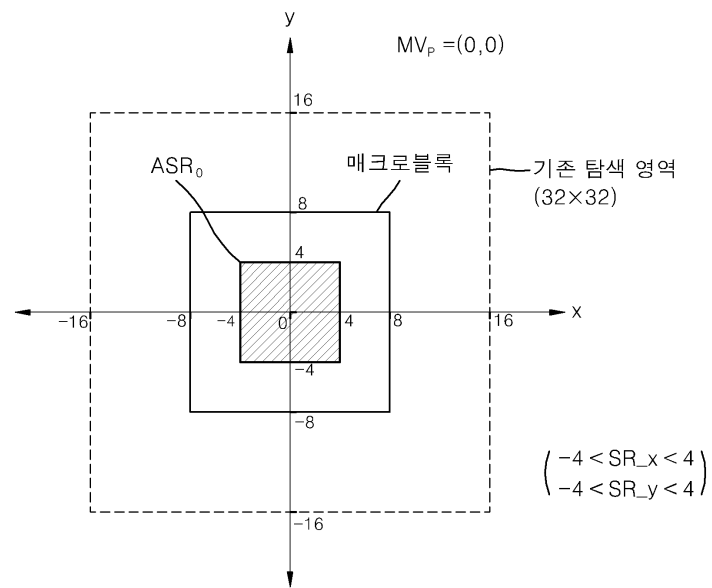
도면4b



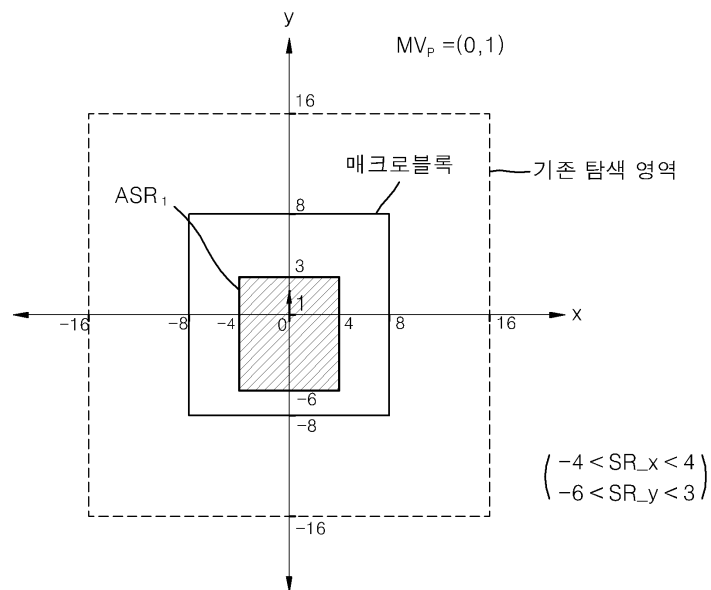
도면5



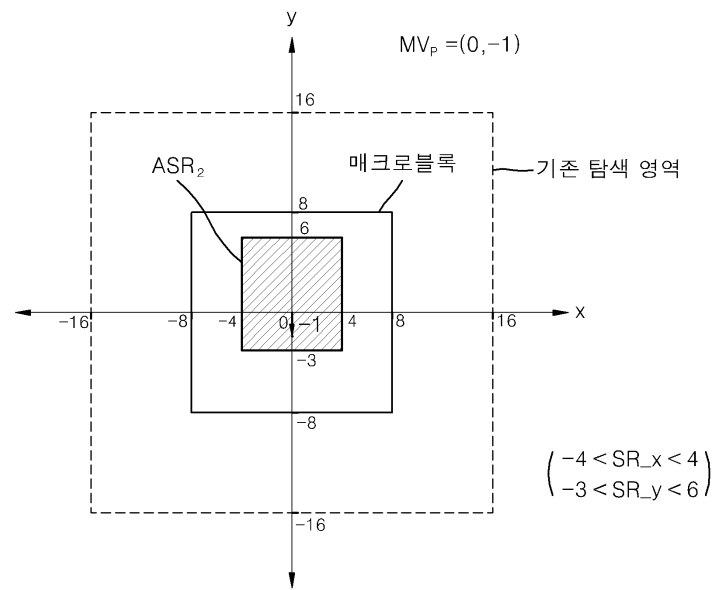
도면6a



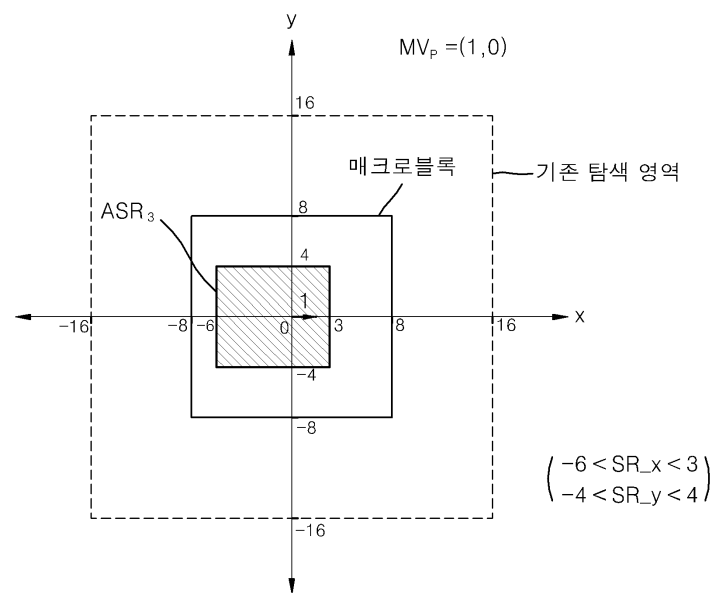
도면6b



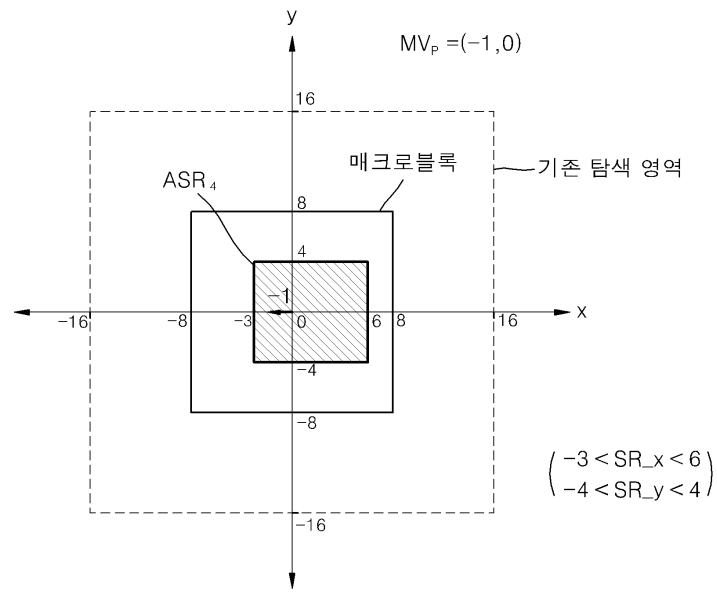
도면6c



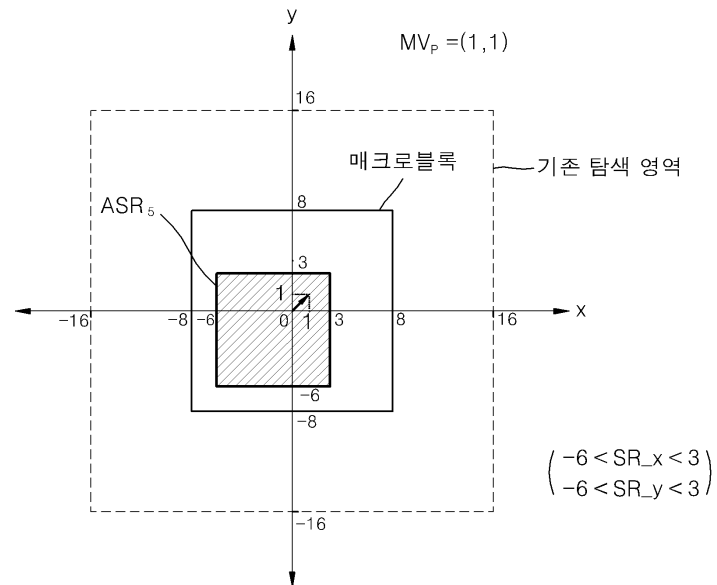
도면6d



도면6e



도면6f



도면7a

Grandma.qcif

QP	BMA	PSNR(dB)	Bitrate(kbits/s)	Δ PSNR(dB)
20	FS	42.36	152.44	
	3SS	42.35	152.63	-0.01
	N3SS	43.35	152.48	-0.01
	FSS	42.36	152.70	-0.01
	ASR	42.36	152.37	0.00
28	FS	36.52	38.65	
	3SS	36.51	38.24	-0.01
	N3SS	36.50	38.03	-0.02
	FSS	36.50	38.87	-0.02
	ASR	36.51	38.58	-0.01
36	FS	31.65	11.33	
	3SS	31.64	11.54	-0.01
	N3SS	31.64	11.48	-0.01
	FSS	31.64	11.48	-0.01
	ASR	31.64	11.26	-0.01

도면7b

Foreman.qcif

QP	BMA	PSNR(dB)	Bitrate(kbits/s)	Δ PSNR(dB)
20	FS	41.31	443.96	
	3SS	41.26	477.16	-0.05
	N3SS	41.28	456.14	-0.03
	FSS	41.28	453.66	-0.06
	ASR	41.33	444.68	+0.02
28	FS	35.64	119.41	
	3SS	36.50	128.32	-0.15
	N3SS	35.56	123.24	-0.09
	FSS	35.57	122.09	-0.08
	ASR	35.66	119.94	-0.01
36	FS	30.60	39.60	
	3SS	60.48	41.26	-0.12
	N3SS	30.45	40.98	-0.15
	FSS	30.46	40.25	-0.14
	ASR	30.56	39.67	-0.04

도면7c

Carphone.qcif

QP	BMA	PSNR(dB)	Bitrate(kbits/s)	Δ PSNR(dB)
20	FS	42.77	322.01	
	3SS	42.73	328.23	-0.04
	N3SS	42.70	326.66	-0.07
	FSS	42.73	326.86	-0.04
	ASR	42.76	323.86	-0.01
28	FS	37.10	103.34	
	3SS	37.04	105.08	-0.06
	N3SS	37.04	103.53	-0.07
	FSS	37.03	103.70	-0.04
	ASR	37.07	103.94	-0.03
36	FS	31.80	33.08	
	3SS	31.65	33.83	-0.15
	N3SS	31.57	33.50	-0.23
	FSS	31.61	33.46	-0.19
	ASR	31.79	33.17	-0.01