(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl. [7]
H04N 9/77

(45) 공고일자 2001년11월22일
(11) 등록번호 10-0303097
(24) 등록일자 2001년07월09일

(21) 출원번호 10-1993-0010502
(22) 출원일자 1993년06월10일

(65) 공개번호 특1994-0001746
(43) 공개일자 1994년01월20일

(30) 우선권주장 07/896,771 1992년06월10일 미국(US)

(73) 특허권자
알씨에이 라이센싱 코오포레이숀
락스 죠셉 제이.
미국 뉴저지주 08540 프린스톤 투 인디펜던스 웨이

(72) 발명자
구이첸지멘판데어발
미합중국,뉴저어지08525,호프웰,프로스펙트스트리트,105더블유
죠셉오웬시니저
미합중국,뉴저어지08534,페닝톤,에글란틴애비뉴21
찰스하몬드안델슨
미합중국,미주리63124,라듀,트윈왁스래인4

(74) 대리인
나영환
조태연

심사관 : 김희곤

(54) 비디오이미지의계층적모션분석을실시간으로수행하는구현아키텍쳐

요약

종래 소정의 많은 이미지 피라미드 스테이지(406_{-1},406_{-n})를 포함하는 제 1 의 아드웨어 수단과 같은수의 소정의 새로운 모션 벡터 스테이지(416_{-1}, 416_{-n})를 포함하는 제 2 의 아드웨어 수단은 실시간내에 최소 시스템 처리 지연 및/또는 최소 하드웨어 구조를 이용하는 비용 효과 모션 분석(HMA)을 수행한다. 특히, 제 1 및 제 2 의 하드웨어 수단은 비교적 고 프레임율(예컨대, 초당 30 프레임)로 발생자는 일련의 소정의 연속 화소 밀도 이미지 데이타 프레임들의 진행 입력으로 부터의 비교적 고 해상도 이미지에 응답하여 얼마의 처리 시스템 지연후에 동일한 소정의 프레임율로 발생되는 일련의 소정의 화소 밀도 벡터 데이타 프레임의 진행 출력을 유도한다. 각 벡터 데이타 프레임은 각 쌍의 연속 이미지 프레임들간에 발생하는 이미지 모션을 표시한다.

대표도
도 4

명세서

[발명의 명칭]

비디오 이미지의 계층적 모션 분석을 실시간으로 수행하는 구현 아키텍쳐

[도면의 간단한 설명]

제1도는 처리 시스템 지연 기능으로서 일련의 벡터 데이터 프레임 주기들의 진행 출력과 일련의 이미지 데이터 프레임 주기들의 진행 입력간 관계를 보여주는 타이밍도.

제2a도 및 제2b도는 최소 처리 시스템 지연을 제공하는 본 발명에 따른 라플 라시안 및 가우시안 피라미드 실시예를 각각 도시한 도면.

제2c도는 제2a도의 실시에에 의해 이용된 종래의 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지의 구조를 도시한 도면.

제2d도는 제2a도 및 제2b도의 실시예에 의해 이용된 최저 화소 밀도 모션 벡터의 구조를 도시한 도면.

제2e도 및 제2f도는 제2a도 및 제2b도의 실시에에 의해 이용된 각각의 최고화소 밀도 모션 벡터 스테이지의 대체 구조를 도시한 도면.

제3도는 종래의 모션 분석 수단의 일례에 의해 수행된 연산을 도시한 도면.

제4도는 증가된 처리 시스템 지연으로 감소된 시스템 하드웨어를 이용한 본 발명의 피드백 라플라시안 피라미드 실시예를 도시한 도면.

제4a도 는 제4도의 실시예에 의해 이용된 피드백 모션 벡터 스테이지의 구조를 도시한 도면.

제4b도 및 제4c도는 제4도의 실시예에 의해 이용된 3 포트 프레임 버퍼에 대한 두개의 다른 대체 구조들을 각각 도시한 도면.

제5도는 최소 처리 시스템 지연을 획득하도록 고 출력 클록 주파수를 제공하는 반면에, 최소 시스템 하드웨어를 달성하기 위해 단일 피라미드 스테이지를 이용하는 본 발명의 피드백 라플라시안 피라미드 실시예를 도시한 도면.

제5a도는 제5도의 실시예에 의해 이용된 단일 피라미드 스테이지의 구조를 도시한 도면.

제5b도는 제5a도의 피라미드 스테이지의 분할된 라인 버퍼 수단에 의해 저장된 이미지 정보의 포맷을 도시한 도면.

제5c도는 제5a도의 피라미드 스테이지의 라플라시안 이미지 출력을 도시한 도면.

제5d도는 제5도의 실시예에 의해 이용된 피드백 모션 벡터 스테이지의 구조를 도시한 도면.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

400,404 : 이미지 데이터 수단 402,402 $_{-1}$: 지연 수단

406$_{-1}$,406$_{-n}$:이미지 피라미드 스테이지

416-1, 416-n : 모션 벡터 스테이지

432,434 : 프레임 버퍼

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 실시간 계층적 모션 분석(HMA : hierarchical motion analysis)의 실제 구현을 위한 하드웨어 아키텍쳐에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 디지털 텔레비전 장치를 이용한 스튜디오 타입 응용에 대해 HMA 비용 효과를 가져온다. 상기 디지털 텔레비전 장치에 대한 응용에는 프레임율 변환, 주사 변환, 노이즈 클리닝 및 이미지 변환 등이 포함된다.

일련의 연속적인 비디오 프레임으로 나타나는 이미지 모션의 분석은 실시간처리를 위한 실제적 하드웨어 구현 없이는 계산이 상당히 많이 필요한 알고리즘이다. 계층적 모션 분석 알고리즘을 이용한 최근의 컴퓨터 소프트웨어 기법은 매우 효과적인 연산을 제공해 왔다. 그러나, 상기 컴퓨터 소프트웨어 기법을 이용하더라도 일련의 진행 연속 비디오 이미지들 상에 비교적 높은 프레임율(예컨대, 초당 30프레임)로 비용 효과적인 HMA를 실시간으로 수행하는 것은 여전히 실용적이지 못하다.

전체 2차원 이미지 화소 해상도상에서만 수행되는 종래의 모션 분석은 $C\times(N^2\times M^2\times K)$ 연산을 필요로 한다(여기서, C는 상수이고, N^2는 전체 2차원 이미지 화소 해상도에서 화소의 이미지 크기이며, M^2는 전체 2차원 이미지 화소 해상도에서 화소의 최대 소망 화소 길이이고, K는 M이 1 화소와 같을 때 모션 추정에 요구되는 연산의 개수이다.

HMA는 최저 해상도에서 시작하여 조악한 방식에서 정교한 방식으로 표현된 이미지의 다중 해상도 각각의 레벨 상에서 동작하는 컴퓨터 소프트웨어 알고리즘에 의해 수행된다. 각 레벨에서의 모션 분석의 결과는 다음의 고 해상도 레벨에서 초기 추정치로서 이용된다. 최고 해상도 레벨상의 모션 분석에 의해 발생된 모션 벡터는 최종 모션 벡터 추정치이다. 각 레벨에서의 분석에 대한 최대 기대 모션은 1(± 1 화소)인 반면에, 전체 최대 모션은 2^n이 될 수 있다(여기서, 다중 해상도의 해상도 레벨수는 n+1임). 이 해상도 레벨수에 관계없이, 모든 해상도 레벨에서 요구되는 총연산 동작은 $(4/3)\times C\times(N^2\times K)$로 줄어든다.

HMA의 추가적인 장점은 로컬 코히런트 모션(local coherent motion)이 보다 확고하게 수행되어 모션 추정의 정밀도의 신뢰성이 더 높아진다는 것이다.

좀 더 구체적으로 설명하면, 본 발명은 이미지 처리 시스템에 관한 것으로, 상기 시스템은 소정의 프레임율로 발생하는 일련의 연속적인 소정의 화소 밀도 이미지 데이터의 진행 입력의 비교적 고 해상도 이미지 데이터에 응답하여, 시스템이 얼마의 처리 시스템 지연 후에, 상기 프레임과 동일한 프레임율로 발생하는 일련의 연속적인 소정의 화소 밀도 벡터 데이터 프레임들의 진행 출력을 유도하는 제1 하드웨어 수단과 제2 하드웨어 수단을 포함한다. 각 벡터 데이터 프레임은 연속 이미지 프레임 쌍 사이에 발생하는 이미지 모션을 표시한다.

상기 제1 하드웨어 수단은 처리 시스템 지연 시간 중 소정의 시간과 길이가 같은 제1 시구간 내에서 n+1 개의 순서 배열된 연속적인 저화소 밀도 레벨(0 n)로 이미지 프레임들 중 각각의 단일 프레임의 이미저 데이터를 나타낸다(여기서, n은 1 이상의 정수). 레벨 0인 화소 밀도는 상기 소정의 화소 밀도와 대응하고 레벨 n인 화소 밀도는 최저 화소 밀도와 대응한다. 또한, 두 개의 연속 프레임 사이에 발생하는 최대 기대 이미지 모션은 통상 최저 화소 밀도에서 하나의 화소 길이 보다 크지 않다. 하나 이상의 이미지 버퍼 수단, 하나 이상의 와프(warp)수단, 하나 이상의 모션 분석 수단, 하나 이상의 화소 밀도 확장 수단 및 하나 이상의 합산(adder) 수단을 포함하는 제2 하드웨어 수단은 화소 밀도 레벨 n 0

에서 이미지 데이터를 순차적으로 이용하여, 상기 처리 시스템의 지연 시간 중 나머지 지연 시간과 길이가 같은 제2 시구간 내에서, 연속 이미지 프레임 쌍에 대해 최저 화소 밀도 n에서부터 화소 밀도 레벨 각각에서 각 화소에 대한 개별적인 모션 벡터를 유도한다.

그 결과, 일련의 진행 입력의 연속적인 소정의 화소 밀도 이미지 프레임 각 쌍에 응답하여 소정의 화소 밀도에서 고해상도 모션 벡터 맵이 실시간으로 유도될 수 있다.

[실시예에 대한 설명]

본 발명은 일련의 연속적인 이미지 데이터 프레임의 "실시간(real-time)" 처리에 관한 것으로, 상기 프레임은 이미지 처리 시스템에 입력되고 이미지 처리 시스템은 일련의 연속적인 벡터 데이터 프레임을 출력한다. 설제로 이미지 데이터를 처리하는 데는 시간이 걸리기 때문에 시스템에 인가된 데이터 입력과 시스템으로부터 처리된 데이터 출력간에는 항상 지연이 발생하게 된다. 본 명세서에서, "실시간"이라는 용어는, 제1도에 도시된 바와 같이, 입력 프레임과 대응 출력 프레임 사이에 처리 시스템 지연이 발생함에도 불구하고 연속 입력 프레임의 입력 속도와 같은 속도로 연속 출력 프레임들이 상기 시스템으로부터 발생하는 것올 의미한다. 그러므로, 제1도에 도시된 바와 같이, 소정율로 이미지 처리 시스템에 인가된 일련의 진행 입력 이미지 데이터 프레임 주기의 4 개의 연속 프레임 주기 1,2,3,4는 얼마간의 시스템 처리 지연 후에, 상기 소정율로 발생되는 일련의 진행 출력 벡터 데이터 프레임 주기의 4 개의 연속 프레임 주기 1,2,3,4로 나타난다. 따라서, 상기 시스템 처리 지연이 한 프레임 주기보다 길거나 짧은 반면에, 일련의 진행 출력 벡터 데이터 프레임 주기들의 각 프레임 주기 길이는 일련의 진행 입력 이미지 데이터 프레임 주기들의 각 프레임 주기 길이와 같다.

본 발명의 제2a도의 실시예(라플라시안 피라미드 스테이지들을 이용) 및 제 2b도의 실시예(가우시안 피라미드 이용)를 참조하면, 상기 실시예들은 이들을 실행하는 데 많은 하드웨어가 필요하기는 하지만, 최소의 시스템 처리 지연을 제공한다. 제2a도와 2b도에 도시된 바와 같이, 이미지 데이터 수단(200)의 출력은, 디지털 형태로, 각각의 연속 2차원 비디오 프레임들의 이미지 데이터 화소의 진행 스트림을 포함한다. 이미저 데이터 수단(200)의 이미지 데이터 출력의 각 연속 비디오 프레임의 비교적 고화소 밀도의 가우시안 출력(G_0)이 주파수(f_c)를 갖는 클록(CL_0)에서 발생된다.

제2a도의 예에서, 출력 Go은 ① 지연 수단(202a)을 통해 이미지 수단(204)에 직접 인가되고, ② 각 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(206_{a-1} 206_{a-5})를 통해 종속 접속되어 있다. 라플라시안 이미지 피라미드는 1987년 6월 16일자로 Carlson에게 허여된 미국 특허 제4,674,125호에 개시되어 있다.

제2c도에 나타낸 바와 같이, $1/4^{k-1}$ f_c와 동일한 주파수를 갖는 클록(CL_K)으로 동작하는 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지($206-_k$)의 구조는 2차원 콘볼루션 필터/추림기(2-dimensional convolution filter/decinntor : 208), 확장기/보간 필터(expander/interpolation filter:210), 감산기(212) 및 지연수단(214)을 포함한다. 동일하게 이격된 출력 화소들을 유도하는 속도 버퍼(rate buffer)를 구비하는 콘볼루션 필터/추림기(208)는 수평 이미지 화소 밀도와 수직 이미지 화소 밀도를 1/2로 감소시켜, 스테이지(206-k)의 가우시안 이미저 출력(Gk)의 화소 이미지 밀도가 단지 가우시안 입력(Gk-1)의 이미지 화소 밀도의 1/4밖에 되지 않게 된다. 스테이지(206-k)의 라플라시안 이미지 출력(L_{k-1} : G_{k-1} 의 이미지 화소 밀도를 가짐)은, 지연 수단(214)에 의한 지연 후에, 확장기/보간 필터(210)의 이미지 화소 입력(Gk-1)으로부터 대응 이미지 화소 출력을 감산함으로써 유도된다.

다시 제2a도를 참조하면, G_4 및 L_4의 이미지 화소밀도는 원 이미지 데이터의 이미지 화소 밀도(G_0)의 1/256 밖에 되지 않는다(즉, 각각의 최저 밀도의 G_4 화소 또는 L_4 화소가 차지하는 각각의 수평 이미지 길이와 수직 이미지 길이는, 각각의 최고 밀도의 G_0 화소가 차지하는 수평 및 수직 이미지 거리보다 8배 더 길다). 설명을 위해서, 두 개의 연속 이미지 프레임 사이에서 발생할 수 있는 최대 이미지 모션이 수평 방향 또는 수직 방향의 하나의 최저 밀도 이미지 화소 길이보다 길지 않다고 가정한다.

제2a도에 도시된 바와 같이, 스테이지(206_{a-1} 206_{a-4})의 라플라시안 이미지출력들(L_0 L_3)은 지연수단(206_{a-1} 206_{a-4})에 의한 적절한 지연 후에 모션 벡터 스테이지(216_{-1} 216_{-4})에 각각 인가되는 반면에, 스테이지(206_{a-5})의 라플라시안 이미지 출력(L_4)은 지연 없이 모션 벡터 스테이지(216_{-5})에 인가된다. 모션 벡터 스테이지(216_{-5})는 제2d도에 도시된 바와 같이 구현될 수 있는 반면에, 각각의 모션 벡터 스테이지(216_{-1} 216_{-4})는 제2e도 또는 제2f도에 도시된 바와 같이 구현될 수 있다. 모션 벡터 스테이지(216_{-5} 216_{-2})의 각 출력들은 모션 벡터 스테이지(216_{-1}) 방향으로 종속 접속되고 모션 벡터 스테이지(216_{-1})의 모션 벡터 출력은 Vx.y 수단(218)에 인가된다.

제2d도에 도시된 바와 같이, 최저 밀도의 이미지 화소(즉, 제2a도의 경우 스테이지(206_{a-5})의 라플라시안 이미지 출력(L_4))는 이미지 버퍼(222)와 모션 분석 수단(220)의 제1 입력으로서 인가되고, 이미지 버퍼(222)에 하나의 입력으로 인가되며, 상기 이미지 버퍼(222)의 출력은 모션 분석 수단(220)에 제2 입력으로서 인가된다. 이미지 버퍼(222)는, 한 프레임 주기 동안 선행 이미지 프레임의 모든 L_4화소들의 값을 저장하고 난 다음, 현행 프레임의 대응 화소들과 함께 상기 선행 프레임의 화소들을 모션 분석 수단(220)에 인가한다. 각 화소의 수평(X) 및 수직(Y)방향 화소 모션(Vx 및 Vy)을 가장 양호하게 독자적으로 추정하고 통상 X 및 Y 방향으로 ± 1 화소 거리 사이의 범위에 존재하는 모션 분석 수단(220)은 공지의 상관 기법(correlation), 최소제곱 최적합 기법(least-square best-fit) 또는 기타 다른 기법들을 이용한다. 설명을 위해서, 제3도에는 최소제곱 최적합 기법을 이용하여 모션 분석 수단(220)을 구현하는 데 필요한 공지된 계산법의 일례를 나타낸다.

제2d도에 도시된 바와 같이, 최저 화소 밀도 모션 벡터 스테이지(216_{-5})의 모션 분석 수단(220)의 출력은 화소 밀도가 더 높은 모션 벡터 스테이지(216_{-4})에 입력으로서 인가된다. 각각의 모션 벡터 스테이지(216_{-3}, 216_{-2}, 216_{-1})뿐만 아니라 모션 벡터 스테이지(216_{-4})는 제2e도 또는 제2f도에 도시한 방식으로 구현될 수 있다. 제2e도의 구조는 제2d도의 구조와 마찬가지로 모션 분석 수단(220)과 이미지 버퍼(222)를 포함하고, 추가로 와프 수단(warp means : 224e), 확장 피라미드 수단(226), 지연 수단(228) 및 합산기(230)를 포함한다. 제2f도의 구조는 와프수단(224e)을 와프수단(224f)으로 대체한 것을 제외하면 제2e도의 구조와 동일하다.

제2e도에서, 최저 이미지 화소 밀도 이의의 화소[즉, 제2a도의 경우에는 스테이지(206_{a-4}, 206_{a-3}, 206_{a-2}, 또는 206_{a-1})에서 출력되는 라플라시안 이미지 출력(L_3, L_2, L_1 또는 L_0)]은 와프수단(224e)과 이미지 버퍼(222)에 신호 입력으로서 인가되고, 와프 수단(224e)과 이미지 버퍼(222)의 각 출력들은 모션 분석 수단(220)에 제1 입력과 제2 입력으로서 인가된다. 모션 분석 수단(220)의 출력은 합산기(230)에 제1 입력으로서 인가된다. 다음으로 밀도가 낮은 화소 밀도 모션 벡터 스테이지(216_{-5}, 216_{-4}, 216_{-3}, 또는 216_{-2})에 의해 유도된 Vx 및 Vy 모션 벡터 출력들은 모션 벡터 스테이지(216_{-4}, 216_{-3}, 216_{-2}, 또는 216_{-1})의 확장 피라미드 수단(226)에 입력으로서 각각 인가된다. 확장 피라미드 수단(226)은 Vx 모션 벡터 각각의 화소밀도와 Vy 모션 벡터 각각의 화소 밀도를, 이 모션 벡터 각각의 값을 2배로 하면서, 2배 만드는 데에 효과적이다(각각의 Vx 및 Vy 모션 벡터의 다음 저 화소 밀도에서의 단일 화소 길이가 각각의 Vx 및 Vy 모션 벡터의 확장된 화소 밀도에서 그 화소 길이와 같기 때문임). 확장 피라미드 수단(226)의 출력에서 상기 확장된 Vx 및 Vy 모션 벡터들은 와프수단(224e)에 제어 입력으로서 인가되고, 지연수단(228)을 통해 합산기(230)에 제2 입력으로서 인가된다. 와프수단(224e)은 이 와프수단에 인가된 현행 이미지 프레임의 각 개별 이미지 화소를 후방으로, 그 다음, 이미지 버퍼(222)의 출력에서, 저장된 선행 이미지 프레임의 대응 이미지 화소 방향으로 수평 방향의 대응 Vx 이미지 화소 길이와 수직 방향의 대응 Vy 이미지 화소 길이만큼 대체하는 데에 효과적이다. 그러므로 제2e도의 모션 분석 수단(220)은 현재 이미지 프레임과 선행 이미지 프레임간의 각각 대응 이미지 화소의 위치를 취하는 잔류 모션의 최적 추정만이 필요할 뿐이다. 지연수단(228)에 의해 제공된 지연은, 합산기(230)의 제1 입력에 인가된 각 화소의 잔류 Vx 및 Vy 모션 벡터들이 다음 저화소 밀도 모션 벡터 스테이지(216_{-5}, 216_{-4}, 216_{-3}, 또는 216_{-2})으로부터 유도된 각대응 화소의 확장된 Vx 및 Vy 모션 벡터들과 동시에 발생되게 한다. 이와 같은 방식으로, 합산기(230)의 출력에서 모션 벡터 스테이지(216_{-4}, 216_{-3}, 216_{-2}, 216_{-1})의 각각의 계속적인 고화소 밀도의 각 화소에 대한 Vx 및 Vy 모션 벡터는 점점 더 정밀하게 각 화소의 Vx 및 Vy 모션 벡터를 정의하여, 합산기(230)의 출력에서 Vx, y 수단(218)에 인가된 최고 화소 밀도 모션 벡터 스테이지(216_{-1})의 각 화소에 대한 모션 벡터의 2차원적인 추정은 합산기(230)의 출력에서 최저 화소 밀도 모션 벡터스테이지(216_{-5})의 각 화소에 대한 모션 벡터의 2차원적 추정보다 256배 더 정밀하게 된다.

제2f도에서, 최저 이미지 화소 밀도[즉, 제2a도에서, 스테이지(206$_{a-4}$, 206$_{a-3}$, 206$_{a-2}$, 206$_{-1}$ 또는 206$_{a-0}$)의 라플라시안 이미지 출력(L_3, L_2, L_1 또는 L_0)]은 모션 분석 수단(220)에 제1 입력으로서 직접 인가되는데, 이미지 버퍼(222)에 입력으로서 인가되며, 이미지 버퍼(222)의 출력은 와프 수단(224f)에 신호입력으로서 인가되고, 와프수단의 출력은 모션 분석 수단(220)에 제2 입력으로서 인가된다. 와프수단(224f)은 와프수단에 인가된 저장된 이미지 프레임의 각 개별적인 이미지 화소를 순방향으로, 그 다음, 이미지 버퍼(222)의 출력에서 현행 이미지 프레임의 대응 이미지 화소 망향으로 수평방향의 대응 Vx 이미지 화소 길이와 수직 방향의 대응 Vy 이미지 화소 길이 만큼 대체하는 데에 효과적이다. 기타 모든 면에서 제2f도의 구조 및 기능은 상술된 제2e도와 같다.

제2b도를 참조하면, 출력(G_0)은 (1) 직렬 접속된 지연수단(202b-1, 202b)을 통해 이미지 수단(204)에 인가되고,(2) 지연수단(202b-1)만을 통해 모션 벡터 스테이지(216-1)에 이미지 신호 입력으로서 인가되고, (3) 각각의 가우시안 이미지 피라미드 스테이지(206b-1 206b-4)를 통해 종속 접속되어 있다. 각각의 가우시안 이미지 피라미드 스테이지(206b-2 206b-5)의 구조는 2차원 콘볼루션 필터/추림기(208C)만을 포함하는데, 제2a도의 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(206a-1 206a-4)의 각 L_1 L_4 출력은 2b도의 가우시안 이미지 피라미드 스테이지(206b-1 206-4)로 교체되어 있다.

2차원 모션 벡터를 실시간으로 유도한다는 관점에서 보면, 제2b도의 가우시안 이미지 피라미드와 제2a도의 라플라시안 이미지 피라미드는 거의 동일하다. 그러나 이미지 데이터 수단(200)에서 나온 어떤 두개의 연속 G_0 비디오 이미지 프레임들간의 이미지 밝기 레벨의 변화는 라플라시안 이미지 피라미드에 의한 모션 벡터의 유도보다 가우시안 피라미드에 의한 모션 벡터에 악영향을 더 크게 미치는 경향이 있기 때문에, 제2a도의 라플라시안 이미지 피라미드가 더 바람직하다.

가우시안 또는 라플라시안 이미지 피라미드의 종속 접속 스테이지들의 하향 트래버스(traverse)시에 제1 고유 시스템 처리 지연이 발생하고 종속 접속 모션 벡터 스테이지들의 상향 트래버스시에 고유한 제2 고유 시스템 처리 지연이 발생한다는 것이 분명하다. 제2a도 또는 제2b도의 각 지연 수단(202)에 의해 제공된 지연값은 상기 고유 시스템 처리 지연을 보상하도록 설정되고, 따라서 다른 경로를 통해 각각의 모션 벡터 스테이지로 이동되는 모션 벡터 화소들과 이것과 상호작용하는 대응 이미지간의 모든 경우에서 타이밍 동시성이 항상 보장되도록 설정된다.

제2b도의 본 발명에 따른 가우시안 실시예에서, 최소 총시스템 처리 지연은 제2a도의 본 발명에 따른 라플라시안 실시예의 총시스템 처리 지연보다 약간 작다. 보다 구체적으로 설명하면, NTSC 주사선 주기(블랭킹 시간 포함)가 63.5 μs인 경우, 제2b도의 가우시안 실시예(G_4가 최소 화소 밀도임)의 실현가능한 최소 총 시스템 처리지연은 144.3 주사선 주기인 반면에, 제2a도의 라플라시안 실시예의 실현가능한 최소 총 시스템 처리 지연은 35 주사선 주기 정도가 증가되어 179.3 주사선 주기로 된다. 각각의 지연수단(202b-1 202b-4)에 의한 주사선 주기의 지연은 상기 주기의 양 끝점 사이의 시스템 처리 지연 차이를 상기 피라미드 레벨에서의 클록주파수(fc)의 감소분으로 나누기함으로써 결정된다. 예를 들면, 지연수단(202b-2)에 의해 제공된 지연은 132.23/4 주사선 주기이다.

본 발명의 제2a도와 제2b도의 실시예에 따른 문제점은 그들을 구현하는 데 많은 하드웨어가 필요하다는 것이다. 특히, 제2a도와 제2b도의 실시예는 5 개의 개별 모션 벡터 스테이지들을 필요로 하는데, 각 스테이지는 단지 5 개의 피라미드 레벨에 대해 비교적 작은 최소 실현 가능 총 시스템 처리 지연을 성취하기 위해 꽤 복잡하고 비싼 모션 분석 수단을 필요로 한다. 이제 본 발명의 제4도의 실시예를 설명하는데, 이 실시예는 얼마나 많은 피라미드 레벨이 포함되는지에 관계없이 단지 두개의 개별 모션 벡터 스테이지만을 필요로 한다.

설명을 위해서, 제4도의 실시예는 라플라시안 이미지 피라미드를 이용하지만, 그 대신 가우시안 이미지 피라미드를 이용할 수도 있다. 제4도의 이미지 데이터 수단(400), 지연 수단(402), 이미지 데이터 수단(404), 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(406_{-1}), 지연 수단(402_{-1}), 모션 벡터 스테이지(416_{-1}) 및 Vx, y 수단(418)들은 구조와 기능면에서 제2a도의 이미지 데이터 수단(200), 지연 수단(202_{a}), 이미지 데이터 수단(204), 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(206_{a-1}), 지연 수단(402_{a-1}), 모션 벡터 스테이지(216_{-1}) 및 Vx, y 수단(218)과 동일하다.그러나, 제4도에서, 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(406_{-1})의 출력(G_1)은 기능적 3 포트 프레임 버퍼(432)에 제1 입력으로서 인가된다. 프레임 버퍼(432)의 출력은 라플라시안 이미지 피라미드 스테이지(406_{-n})(제2c도에 도시된 구조 포함)에 입력으로서 인가되고, 라플라시안 이미지 피라미드 스테이저의 출력은 프레임 버퍼(434)에 입력으로서 인가되며, 상기 가우시안 출력은 프레임 버퍼(432)에 제2 입력으로서 피드백 된다. 프레임 버퍼(434)의 출력은 이하 서술될 제4a도에 도시된 바와 같이 구현되는 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})에 입력으로서 인가된다. 모션 벡터 스테이지(416_{-n})는 G_1 화소 밀도 레벨에서 Vx 및 Vy 모션 벡터를 출력으로서 유도하는데, 이들은 모션 벡터 스테이지(416_{-1})에 와프 제어 입력으로서 인가된다.

구조적으로, 프레임 버퍼(432)는 두개의 독립 입력 포트와 하나의 단일 출력 포트를 갖는 단일 3 포트 프레임 메모리를 포함할 수 있으며, 또는, 제4b도에 도시한 것처럼, 두개의 출력 포트 중 한 포트를 스위치로 선택할 수 있는 2 개의 2-포트 프레임 메모리를 포함하거나, 제4c도에 나타낸 것처럼, 일군의 스위치에 의해 입력 포트나 출력 포트로서 선택되거나 선택되지 않은 각각 한 포트를 갖는 4개의 1-포트 메모리들을 포함할 수도 있다. 제4도에 나타낸 것처럼, 어느 경우에 있어서도, 각 비디오 프레임에 저장된 G_1 화소를 프레임 버퍼(432)에서 읽어내면, 스테이지(406_{n})는 라플라시안 출력(L_1)과 가우시안 출력(G_2)을 유도한다. 프레임 버퍼(432)에 입력으로서 피드백되는 가우시안 출력(G_2)은 프레임 버퍼에 저장되고, 그다음에 프레임 버퍼에서 읽혀져서 스테이저(406_{n})에 입력되며, 결국 스테이지(406_{n})는 라플라시안 출력(L_2)과 가우시안 출력(G_3)을 유도한다. 이와 같은 재순환 과정은 스테이지(406_{n})가 라플라시안 출력(L_{n})과 가우시안 출력(G_{n+1})을 유도할 때까지 계속되는데(여기서 n은 소망하는 높은 정수값을 가질 수 있음), 이 가우시안 출력(G_{n+1})은 프레임 버퍼(432)를 통해 재순환되지 않는다. G_1의 화소 밀도가 G_0의 화소 밀도의 ¼밖에 되지 않고 각 피드백 사이클 동안 추림(decimtion)에 의에 의해 화소밀도가 4배씩 줄기 때문에, 각 비디오 프레임의 G_1 G_n 화소의 총수는 상기 비디오 프레임의 G_0 화소 개수의 ⅓ 보다 결코 클 수 없다. 그러므로, 각각의 프레임 버퍼(432, 434)에 요구되는 저장 용량은 크지 않는 반면에, 그들의 존재는 제4도의 실시예에서 부가적인 시스템 처리 지연을 추가한다. 라플라시안 이미지 피라미드를 구현하는데 요구되는 하드웨어를 줄이기 위해 피드백 재순환 과정을 이용하는 것은 1987.10.27일자로 특허 허여된 미국 특허 제4,703,514 호에 상세히 설명되어있다.

제4도에서 보는 것처럼, 이미지 피라미드 스테이지(406_{-n})의 라플라시안 출력이 순차(L_1 L_n)적으로 프레임 버퍼(434)의 입릭에 인가되는 반면에, 프레임 버퍼(434)의 출력은 순차(L_n L_1)적으로 모션 벡터 스테이지(416_{-n})의 입력에 인가된다. 제4a도에 도시된 바와 같이, 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})는 모션 분석 수단(420), 이미지 버퍼(422) 및 와프 수단(424e)을 포함할 수 있다(이들은 제2e도의 구조와 유사한 방식으로 연결되어 있고, 프레임 버퍼(434)로부터 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})에 입력으로서 순차적으로 인가된 각각의 L_n L_2 출력에 응답한다). 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})도 확장 피라미드 스테이지(426), 지연 수단(428), 합산기(430) 및 이중 포트 프레임 버퍼(436)를 포함할 수 있다. 모션 분석 수단(420)의 출력은 합산기(430)에 제1 입력으로서 인가되고, 합산기(430)의 출력은 프레임 버퍼(436)에 입력으로서 인가된다. 프레임 버퍼(436)의 출력은, 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})에 순서대로 입력되는 프레임 버퍼의 L_n L_2 출력에 응답하여, 확장 피라미드 스테이지(426)를 통해 피드백되고, 와프 제어 입력으로서 와프 수단(424e)에 인가되며 합산기(340)에는 지연 수단(428)을 통해 제2 입력으로서 인가된다. 그러나, 프레임 버퍼(436)의 출력은, 피드백 모션 벡터 스테이지(416_{-n})에 순차적으로 입력된 프레임 버퍼(434)의 L_1 출력에 응답하여, 최고 화소 밀도 모션 벡터 스테이지(416_{-1})에 입력된다.

제2f도의 와프 수단(224f)과 같이 접속된 와프 수단은 제4a도에서 와프 수단(424e)으로 대체될 수 있다.

본 발명에 따른 제5도의 실시예는 얼마나 많은 피라미드 레벨이 포함되는지에 관계없이, 단지 하나의 모션 벡터 스테이지만을 필요로 한다. 또한, 제5도의 실시예는 제4도의 실시예의 경우와는 달리 추가적인 시스템 처리 지연을 삽입할 필요가 없다. 이는 다음 제5a도의 구조를 갖는 단일 이미지 피라미드 스테이지(506_{-n})를 이용하여, 프레임 버퍼(534)에 입력으로서 인가된 각각의 라플라시안 출력(L_0 L_n)을, 증가된 클록 주파수에서 그리고 새로운 주사선 순서에 따라 유도함으로써 수행된다. 그 다음에, 프레임 버퍼(534)는 상기 증가된 클록 주파수에서 각각의 라플라시안 출력(L_0 L_n)을 피드백 모션 벡터 스테이지(516_{-n})(제5d도의 구조를 갖는)에 입력으로서 다른 소정의 순서대로 인가할 수 있고, 피드백 모션 벡터 스테이지(516_{-n})의 출력은 Vx, y 수단(518)에 직접 인가된다.

제5a도에 도시된 이미지 피라미드 스테이지(506$_{-n}$)의 구조는 콘볼루션 필터/추림기(508), 확장기/보간 필터(510) 및 감산기(512)(이것은 제2c도의 콘볼루션 필터/추림기(208), 확장기/보간 필터(210) 및 감산기(212)에 대응됨)와 분할 라인 버퍼 수단(540)을 포함한다. CL_o입력 클록 주파수에서 발생하는 일련의 가우시안 G_o이미지 데이터 화소들은 분할된 라인 버퍼 수단(540)에 입력으로서 인가되는 반면, 분할된 라인 버퍼(540)의 출력 동작율과 콘볼루션 필터/추림기(508), 확장기/보간필터(510) 및 감산기(512)의 동작율은 1.5 CL_o의 증가된 클록 주파수에 해당한다. 제5b도에 도시된 바와 같이, 분할된 라인 버퍼 수단(540)은 개별적으로 각각의 G_o G_n화소(예를 들면, G_0, G_1, G_2, G_3)들을 저장하기 위한 n+1 개의 저장소를 포함한다. 각각의 상기 저장된 G_o G_n화소들(즉, $G_{o:n}$)을 읽어내고, 각각의 G_1:(n+1) 화소들을 유도하는 콘볼루션 필터/추림기(208)에 입력으로서 인가할 수 있다. 각각의 $G_{(n+1)}$ 화소들은 확장기/보간 필터(510)에 입력으로서 인가되는데, 확장기/보간 필터(510)의 출력 EXP $G_{1:(n+1)}$ ($G_{o:n}$의 해당 화소 밀도와 화소 밀도가 동일함)은 분할된 라인 버퍼 수단(540)의 n+1 개의 추가 저장소에 개별적으로 저장된다(제5b도에 도시됨). 감산기(512)는 분할 라인 버퍼 수단(540)에서 읽어낸 (제5c도에 도시된 순서대로) EXP $G_{1:n}$ 화소들의 값을 분할 라인 버퍼 수단(540)에서 읽어낸 (제5c도에 도시된 순서대로) 대응 $G_{o:n}$ 화소들로부터 감산하여, 프레임 버퍼(534)에 입력되는 이미지 피라미드 스테이지(506$_{-n}$)의 $L_{o:n}$ 라플라시안 출력을 유도한다(제5c도에 도시된 순서대로). 특히, 1.5 CL_o의 증가된 클록 주파수에서 $L_{o:n}$ 라플라시안 출력이 발생하기 때문에, 예를 들어 $L_n = L_4$인 제5c도에 도시된 방식으로, 63.5 μs의 동일한 단일 비디오 주사선 주기 내에서 어느 하나의 높은 L 이미지 피라미드 레벨의 주사선의 모든 화소들과 함께 주사선의 모든 L_0화소들을 한 주사선에서 실시간으로 유도하는 것이 가능하다.

제5d도에 도시된 바와 같이, 피드백 모션 벡터 스테이저(516$_{-n}$)의 구조는 제4a도에 도시된 피드백 모션 벡터 스테이지(416$_{-n}$)의 구조와 동일하다.그러나, 제5d도에 입력으로서 인가된 프레임 버퍼(534)의 라플라시안 출력의 순서는 제4a도의 입력의 순서와 다를 수도 있다. 이미지 피라미드(506$_{-n}$)로부터 저장된 라플라시안 데이터는 1.5 CL_o의 증가율로 시간 순차 방식으로 또는 시간 다중 방식으로 프레임 버퍼(534)에 인가된다.

시간 순차 방식에서, 제5a도의 $L_{o:n}$ 라플라시안 출력 데이터는 처음에, 프레임 버퍼(534)가 저장 데이터를 피드백 모션 벡터 스테이지(516$_{-n}$)에 인가하기 전에 완전히 계산하여 프레임 버퍼(534)에 저장해야 한다. 이는 대략 하나의 비디오 프레임 주기(하나의 수직 블랭킹 시간을 포함)를 차지하는데, 그 결과, 시스템 처리 지연에 거의 한 프레임 주기 저연을 부가시킨다. 피드백 모션 벡터 스테이지(516$_{-n}$)의 제5d도의 구조에 의해 L_0의 최고 화소 밀도의 Vx, y 모션 벡터를 획득하는 모션 분석은 제4a도의 실시예와 유사한 방식으로 수행되고, 따라서 추가적인 시스템 처리 지연은, (1) Vx, y 모션 벡터가 L_0의 최고 화소 밀도에서 계산되기 전에 1.5의 비디오 프레임 주기로 나눈 ⅓과(여기서, 1.5는 증가된 클록 주파수에 상응), (2) L_o최고 화소 밀도에 대한 비디오 프레임 주기의 1/1.5를 더한 것이 된다.

TLRKS(즉, 주사선)다중 방식에서, 제5d도의 구조는 지연 수단(528) 대신에제5a도에 도시된 구조와 유사한 분할 라인 버퍼 수단을 포함하도록 수정된다. 이렇게 하면, 데이터 흐름 제어와 와프 수단의 제어가 더욱 복잡해지는 반면, 총 시스템 처리 지연은 제2a도의 실시예의 시스템과 비슷하게 할 수 있다. 특히, n 개의 화소 밀도 레벨 전부의 합의 누적 처리 시간이 비디오 프레임 주기를 초과할 수도 있는 반면에, 1.5 CL_o클록 주파수를 이용하는 각각의 개별 화소 밀도 레벨(최장 L_0화소 밀도 레벨)의 처리 시간은 설제로 하나의 비디오 프레임 주기보다 더 작다. 그러므로, 연속 화소 밀도 레벨들의 처리는 처리 시간 내에서 오버랩핑될 수 있다. 따라서, 첫번째로 발생한 비디오 프레임의 L_n이 아직 처리되고 있는 동안, 두번째로 발생한 비디오 프레임의 L_o는 이미 처리를 시작할 수 있고, 또한 첫번째로 발생한 비디오 프레임의 최고 화소 밀도 모션 벡터값이 아직 계산되고 있는 동안, 두번째로 발생한 비디오 프레임의 모든 저화소 밀도 모션 벡터값은 이미 계산이 끝났을 수도 있다.

필터/추림-확장 필터 유형의 피라미드 스테이지(506$_{-n}$)는 보다 효과적인 실시예를 실현하기 위해 필터-감산-추림 유형의 피라미드 스테이지로 대체될 수도 있다는 것을 주지해야만 한다(필터-감산-추림 모듈은 미국 특허 제4,674,125 호 참조).

상술된 HMA 구현예는 이미지의 각 화소에 대하여 모션 벡터를 (전형적으로) 발생한다. 이는 이미지의 저해상도 표현물(레벨 n)에 대한 모션 벡터를 먼저 계산함으로써 수행되는데, 여기서 각각의 벡터 V_n는 부화소(sub-pixel) 해상도(상기 이미지 해상도에 비해)를 갖고 최고 해상도(전(full) 이미지 해상도(레벨 0)에서 $V_n \times 2_n$의 모션을 나타낸다. 그 다음, 모션 벡터 V_n는 해상도가 그 다음으로 높은 레벨 n-1에서 정제되어 해상도 레벨이 n-1인 각 화소에 대한 (부화소)모션 벡터 V_{n-1} 를 얻는다. 이와 같은 과정은 통상 모션 벡터 V_0가 최고 해상도(레벨 0)에서 계산될 때까지 반복된다.

그러나, 최종 모션 벡터 표현물은 전 해상도일 필요가 없으나, 저해상도일 수도 있다. 예컨대, 이미지 데이터(또는 해상도 레벨 4)의 각 16 ×16 블록에 대한 하나의 모션 벡터는 많은 압축 비디오 신호 포맷, 예를 들어 MPEG와 공통이다.

상기 모션 벡터는, (a) 레벨 n(n > 4)에서 단지 레벨 4 까지 모션 벡터들을 계산하고 이를 최종 모션 벡터 결과로서 이용(구현 비용이 매우 절약되지만 정확도는 감소)하거나, (b) 고해상도(예컨대, 각 4 ×4 화소 블록마다 하나의 모션 벡터를 갖는 레벨 2)로 모션 벡터를 계산한 다음 상기 고해상도 모션 벡터를 결합함으로써(어떤 수단에 의해) 각 16 ×16 화소 블록에 대해 더욱 정확한 모션 벡터를 계산하거나, (c) 예컨대, 각 블록에 대해 고해상도 모션 벡터들을 획득하도록 16 ×16 블록의 모션 벡터들을 레벨(0)까지 모션 벡터를 계산하고 평균하는, 상기 (a),(b),(c) 중 하나에 의해 HMA 방법(실행)을 통해 획득될 수 있다.이와 같은 장치가 제5d도에 도시되어 있는데 박스(575)는 레벨 0의 모션 벡터들을 저장하는 메모리 버퍼이다. 연산 장치(577)는 레벨 0의 모션 벡터들의 16 ×16 매트릭스에 접근하고 각각의 상기 매트릭스에 포함된 벡터의 평균(average 또는 mean) 또는 중간(median)을 취함으로써 각 매트릭스에 대한 하나의 벡터를 발생한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

일정한 프레임율로 발생되며 주어진 화소 밀도를 갖는 연속적인 이미지 프레임으로 이루어진 일련의 진행 입력(ongoing input series)으로부터의 비교적 고해상도 이미지에 응답하며, 시스템 처리 지연 후에, 상기 일정한 프레임율로 발생되는 연속적인 벡터 데이터 프레임으로 이루어진 일련의 진행 출력을 유도하는 이미지 처리 시스템으로서, 상기 각각의 벡터 데이터 프레임은 상기 연속적인 이미지 프레임의 각 쌍 사이에서 발생하는 이미지 모션을 나타내고, 상기 처리 시스템은 상기 시스템 처리 지연 시간의 일부분과 길이가 동일한 제1 시구간 내에서 상기 이미지 프레임 각각의 하나의 프레임의 이미지 데이터를, n+1 개의 순서적으로 배열된 연속적인 저화소 밀도 레벨 0 n로 나타내는 (여기서, n은 1 이상의 값을 갖는 정수이며, 화소 밀도 레벨 0은 상기 주어진 화소 밀도에 대응되고, 화소 밀도 레벨 n은 최저 화소 밀도에 대응됨) 제1 하드웨어 수단(506 $_{-n}$)을 포함하며, 하나 이상의 이미지 버퍼 수단(522), 하나 이상의 와프 수단(524), 하나 이상의 모션 분석 수단(520), 하나 이상의 화소 밀도 확장 수단(526) 및 하나 이상의 합산 수단(530)을 구비하며, 상기 각각의 화소 밀도 레벨 n n-k(k는 n 보다 작거나 같은 정수)로 있는 각각의 연속 이미지 프레임 쌍 각각의 상기 이미지 데이터를 순차적으로 이용하여, 상기 시스템 처리 지연 시간 중 상기 일부분을 제외한 나머지 부분과 길이가 동일한 제2 시구간 내에서, 상기 최저 화소 밀도 n 이상의 각각의 상기 화소 밀도 레벨에서 유도된 상기 화소에 대한 잔류 모션 벡터를 상기 각각의 화소 밀도 레벨에 가장 가까운 저화소 밀도 레벨에서 이미 유도된 대응하는 개별 모션 벡터에 더함으로써, 상기 최저 화소 밀도(n)에서 시작해서 상기 연속 이미지 프레임쌍에 대한 각각의 상기 화소 밀도 레벨(n n-k)에서 각 화소에 대한 개별 모션 벡터를 유도하는 제2 하드웨어 수단올 추가로 포함하고, 상기 일련의 진행 입력의, 상기 주여진 화소 밀도의 연속적인 이미지 프레임 각각의 쌍에 응답하여 n-k 화소 밀도의 모션 벡터맵이 실시간으로 유도될 수 있는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제2 하드웨어 수단은 각각의 상기 화소 밀도 레벨에서 각 화소에 대한 각각의 개별 모션 벡터의 수평 성분 V_x 및 수직 성분 V_y 를 유도하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단은 상기 n+1 개의 순서적으로 배열된 연속 저화소 밀도 레벨 0 n에서 상기 이미지 프레임 중 하나의 이미지 프레임 각각의 이미지 데이터를 가우시안 포맷으로 표현하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단은 상기 n+1 개의 순서적으로 배열된 연속 저화소 밀도 레벨 0 n에서 상기 이미지 프레임 중 하나의 이미지 프레임 각각의 이미지 데이터를 라플라시안 포맷으로 표현하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단은 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지로 구성된 순서 배열 피라미드를 포함하고, 화소 밀도 레벨 0에서 상기 고해상도 이미지 데이터는 상기 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지 중 첫번째 스테이지에 입력으로서 인가되고, 각각의 종속 접속 이미지 스테이지 1 n-1 각각의 가우시안 출력은 상기 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지 중 두번째 스테이지에 입력으로서 인가되고, 상기 제2 하드웨어 수단은 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지로 구성된 순서 배열 피라미드를 포함하고, 상기 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지 각각의 출력은 상기 n 개의 종속 접속 모션 벡터 스테이지 중 해당하는 스테이지에 입력으로서 개별적으로 인가되며, 상기 종속 접속 모션 벡터 스테이지 n 2의 출력은 상기 n 개의 종속 접속 모션 벡터 스테이지 중 바로 앞에 있는 스테이지에 입력으로 인가되며, (1) 상기 모션 벡터 스테이지 1 n은 모두 자신의 개별 이미저 버퍼 수단과 모션 분석 수단을 구비하고, (2) 상기 모션 벡터 스테이지 1 n-1은 모두 자신의 개별 화소 밀도 확장 수단, 합산 수단 및 이미지 와프 수단을 구비하며, 상기 n 개의 종속 접속 모션 벡터 스테이지 중 상기 첫번째 스테이지의 출력은 상기 소정의 화소 밀도 레벨에서 각각의 화소에 대한 개별 모션 벡터를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단은 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지로 이루어진 순서 배열 가우시안 피라미드를 포함하고, 상기 종속 접속 이미지 스테이지 1 n-1 각각의 상기 가우시안 출력은 상기 제2 하드웨어 수단의 상기 n 개의 종속 접속 모션 벡터 스테이지 중 대응하는 하나의 스테이지에 입력으로서 개별적으로 인가되는 상기 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지 각각의 출력인 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 7.

제5항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단은 상기 가우시안 출력뿐만 아니라 라플라서안 출력을 유도하는 n 개의 종속 접속 이미지 스테이지들의 순서 배열 라플라시안 피라미드를 포함하고, 각각의 상기 종속 접속 이미지 스테이지들 1 n-1의 상기 라플라시안 출력은 상기 제2 하드웨어 수단의 상기 n 개의 종속 접속 모션 벡터 스테이지 중 대응하는 하나의 스테이지에 입력으로서 개별적으로 인가되는 n 개의 종속 접속 이미저 스테이지의 출력인 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 n의 값은 2 이상이고, 상기 제1 하드웨어 수단은 첫번째 이미지 스테이지와 이미지 피드백 수단을 구비하는 피라미드를 포함하고; 화소 밀도 레벨 0에서 상기 고 해상도 이미지 데이터는 상기 첫번째 이미지 스테이지에 이미지 입력으로서 인가되고 상기 첫번째 이미지 스테이지는 화소 밀도 레벨 1에서 가우시안 이미지 출력을 유도하며; 상기 이미지 피드백 수단은 두번째 이미지 스테이지와 제1 프레임 버퍼 및 제2 프레임 버퍼를 포함하는데, (1) 상기 첫번째 이미저 스테이지의 화소 밀도 레벨 1의 상기 가우시안 이미지 출력은 상기 제1 프레임 버퍼에 제1 이미지 입력으로서 인가되고, 상기 두번째 이미지 스테이지의 화소 밀도 레벨 2 n 각각에서 가우시안 이미지 출력은 각각 상기 제1 프레임 버퍼에 제2 이미지 입력으로서 순차적으로 인가되어, 이미지 입력으로서 제1 프레임 버퍼에 인가된 화소 밀도 레벨 1 n의 모든 상기 가우시안 이미지 출력을 상기 제1 프레임 버퍼에 저장하며, (2) 화소 밀도 레벨 1 n의 상기 저장된 가우시안 이미지 출력은 각각 상기 제1 프레임 버퍼에서 읽혀져서 상기 두번째 이미지 스테이지에 이미지 입력으로서 인가되고, (3) 상기 두번째 이미지 스테이지에서 나온 화소 밀도 레벨 1 n의 해당 이미지 출력은 각각 상

기 제2 프레임 버퍼에 이미지 입력으로서 순차적으로 인가되어 화소 밀도 레밸 1 n의 모든 상기 이미지 출력을 상기 제2 프레임 버퍼에 저장하는 것올 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 9.

제8항에 있어서, 상기 제2 하드웨어 수단은, 상기 제2 프레임 버퍼로부터 순차적으로 읽혀지고 상기 이미지 입력으로서 인가되고 있는 상기 저장된 화소 밀도 레벨 n 1의 이미지 출력 각각에 응답하여, 화소 밀도 레벨 1의 모션 벡터 출력을 유도하는 피드백 모션 벡터 스테이지와, 화소 밀도 레벨 1의 이미지 데이터에 응답함과 동시에 상기 피드백 모션 벡터 스테이지에서 출력되며 입력으로서 인가되는 화소 밀도 레벨의 상기 모션 벡터 출력에 응답하여, 화소 밀도 레벨 0의 모션 벡터 출력을 유도하는 최고화소 밀도 모션 벡터 스테이지를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리시스템.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단의 상기 피라미드는 상기 첫번째 이미지 스테이지가 라플라시안 이미지 스테이지이고 상기 이미지 피드백 수단의 상기 두번째 이미지 스테이지도 라플라시안 이미지 스테이지인 라플라시안 피라미드이고, 상기 제2 프레임 버퍼에 이미지 입력으로서 순차적으로 인가되며 상기 두번째 라플라시안 이미지 스테이지에서 출력되는 화소 밀도 레벨 1 n의 상기 이미지 출력 각각은 상기 두번째 이미지 스테이지의 라플라시안 이미지 출력이며; 상기 최고 화소 밀도 모션 벡터 스테이지에 입력으로서 인가되는 화소 밀도 레벨 0의 상기 이미지 데이터는 상기 첫번째 라플라시안 이미지 스테이지의 라플라시안 이미지 출력인 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 11.

제9항에 있어서, 상기 피드백 모션 벡터 스테이지는, 이미지 버퍼, 와프 수단 및 모션 분석 수단을 구비하고, 상기 제2 프레임 버퍼로부터 순차적으로 읽혀지고 이미지 입력으로서 인가되는 상기 저장된 화소 밀도 레밸 n 1의 이미지 출력 각각에 응답하여, 화소 밀도 레벨 n 1의 모션 벡터 출력을 순차적으로 유도하는 제1 수단과, 합산기 및 제3 프레임 버퍼를 구비하고, 화소 밀도 레벨 n 1의 상기 모션 벡터 출력 각각을 상기 합산기에 제1 입력으로 순서대로 인가하고 상기 합산기의 출력을 상기 제3 프레임 버퍼에 인가하는 제2 수단과, 확장 피라미드 스테이지를 구비하고, 상기 확장 피라미드 스테이지에 입력으로서 순차적으로 인가되며 상기 제2 수단의 상기 제3 프레임 버퍼에서 출력되는 화소 밀도 레벨 n 2의 상기 개빌 모션 벡터 출력의 제1 츌력에 응답하여, 확장된 화소 밀도 레벨 n-1 1에서 상기 확장 피라미드 스테이지로부터 개별 모션 벡터 출력을 순차적으로 유도하고, 이 개별 모션 벡터 출력을 상기 제1 수단의 상기 와프 수단에 제어 입력으로서 그리고 상기 제2 수단의 상기 합산기에 제2 입력으로서 순차적으로 인가하는 제3 수단을 포함하며, 상기 제2 수단의 상기 제3 프레임 버퍼의 제2 출력은, 상기 최고 화소 밀도 모션 벡터 스테이지에 입력으로서 인가된 상기 피드백 모션 벽터 스테이지의 화소 밀도 레벨 1의 상기 모션 벡터 출력을 구성하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 n 값은 2 이상이고, 상기 제1 하드웨어 수단은 각각의 화소 밀도 레벨 0 n에서 해당 이미지 출력을 유도하기 위한 피드백올 이용하는 단일 이미지 스테이지를 구비하는 피라미드를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 제1 하드웨어 수단의 상기 단일 이미지 스테이지는, 최소한 n+1 개의 구획을 갖는 분할 라인 버퍼 수단과 콘볼루션 필터/추림기수단을 포함하는데, 상기 n+1 개의 구획 각각은 상기 버퍼 수단에 인가된 화소를 저장하고, 저장된 화소를 읽어내며, 상기 n+1 개의 구획 중 제1 구획은 CLo 입력 클록 주파수에서 발생하는 화소 밀도 레벨 0에서 상기 구획에 인가된 이미지 프레임의 각각의 연속 주사선의 가우시안 이미지 데이터의 화소들을 저장하고 상기 CL_0입력 클록 주파수의 2/3 이상과 동일한 증가된 출력 클록 주파수에서 상기 구획에 저장된 화소들을 읽어내는 분할된 라인 버퍼 수단과, 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 복수의 (n+1) 개별 구획으로부터 순차적으로 및 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 읽혀진 각각의 화소 밀도 레벨(0 n)에서 저장된 가우시안 이미지 데이터 화소들에 응답하여 각각의 화소 레벨(1 n)이상에서 가우시안 이미지 데이터 화소들의 주사선을 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 출력으로서 유도하는 콘볼루션 필터/추림기 수단을 포함하고, 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 n+1개의 개별 구획들 중 대응하는 순서의 한 구획 내에 상기 콘볼루션 필터/추림기 수단의 상기 출력의 각각의 화소 밀도 레벨에서 가우시안 이미지 데이터 화소들의 각각의 상기 개별 주사선들을 저장하는 수단과, 소정의 순서대로 및 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 n+1 개의 개별 구획들로부터 읽혀진 각각의 화소 밀도 레벨 0 n에서 저장된 가우시안 이미지 데이터 화소들에 응답하여 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 상기 제2 하드웨어 수단에 인가하도록 상기 구획들로부터 출력을 유도하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 14.

제13항에 있어서, 상기 분할된 라인 버퍼 수단은 상기 n+1 개의 개별 구획 및 추가적인 n+1 개의 개별 구획들을 포함하는 2n+2 개의 개별 구획들을 포함하고, 각각의 개별 구획들은 인가된 화소들을 저장하고 저장된 화소들을 읽어내며, 상기 콘볼루션 필터/추림기 수단은 상기 증가된 출력 클록 주파수로 각각의 화소 밀도 레벨 1 n+1에서 가우시안 이미지 데이터 화소들의 주사선을 출력으로서 유도하며, 상기 제2 하드웨어 수단에 인가하도록 상기 구획들로부터 출력을 유도하는 상기 수단은 확장기/보간 필터 수단과 감산기 수단을 포함하며, 상기 증가된 출력 클록 주파수로 화소 밀도 레벨 1 n+1에서 상기 콘볼루션 필터/추림기 수단의 출력의 가우시안 이미지 데이터 화소들의 각각의 상기 개별 주사선들을 확장기/보간 필터에 입력으로서 인가하는 수단과, 화소 밀도 레벨 0 n 및 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 추가적인 개별 구획 중 대응 순서의 한 구획 내에 상기 확장기/보간 필터 수단으로부터의 각각의 출력과 확장된 가우시안 이미지 데이터 화소들의 각각의 상기 개별 주사선을 저장하기 위한 수단과, 상기 감산기를 구비하고 각각의 화소 밀도 레벨 0 n에서 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 제 1 n+1 개의 개별 구획으로부터 상기 소정의 순서대로 및 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 판독된 상기 저장된 가우시안 이미지 데이터 화소 중 하나의 대응 화소와 각각의 화소 밀도 레벨 0 n에서 상기 분할된 라인 버퍼 수단의 상기 추가적인 n+1 개의 개별 구획들로부터 상기 소정의 순서대로 및 상기 증가된 출력 클록 주파수에서 판독된 대응하는 저장되고 확장된 가우시안 이미지 데이터 화소간 차이를 유도하기 위한 수단을 포함하고, 이로써 상기 소정의 순서대로 각각의 화소 밀도 레벨 α n 에서 상기 제2 하드웨어 수단에 인가하도록 라플라시안 이미지 데이터 화소들을 유도하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 15.

제12항에 있어서, 상기 제2 하드웨어 수단은 각각의 화소 밀도 레벨 n 0에서 해당 모션 벡터출력을 유도하기 위해 피드백을 이용하는 단일 모션 벡터 스테이지를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 n 값은 2 이상이고 상기 제1 하드웨어 수단은 각각의 화소 밀도 레벨 n n-k에서 해당 모션 벡터 출력을 유도하기 위해 피드백을 이용한 단일 모션 벡터 스테이저를 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 17.

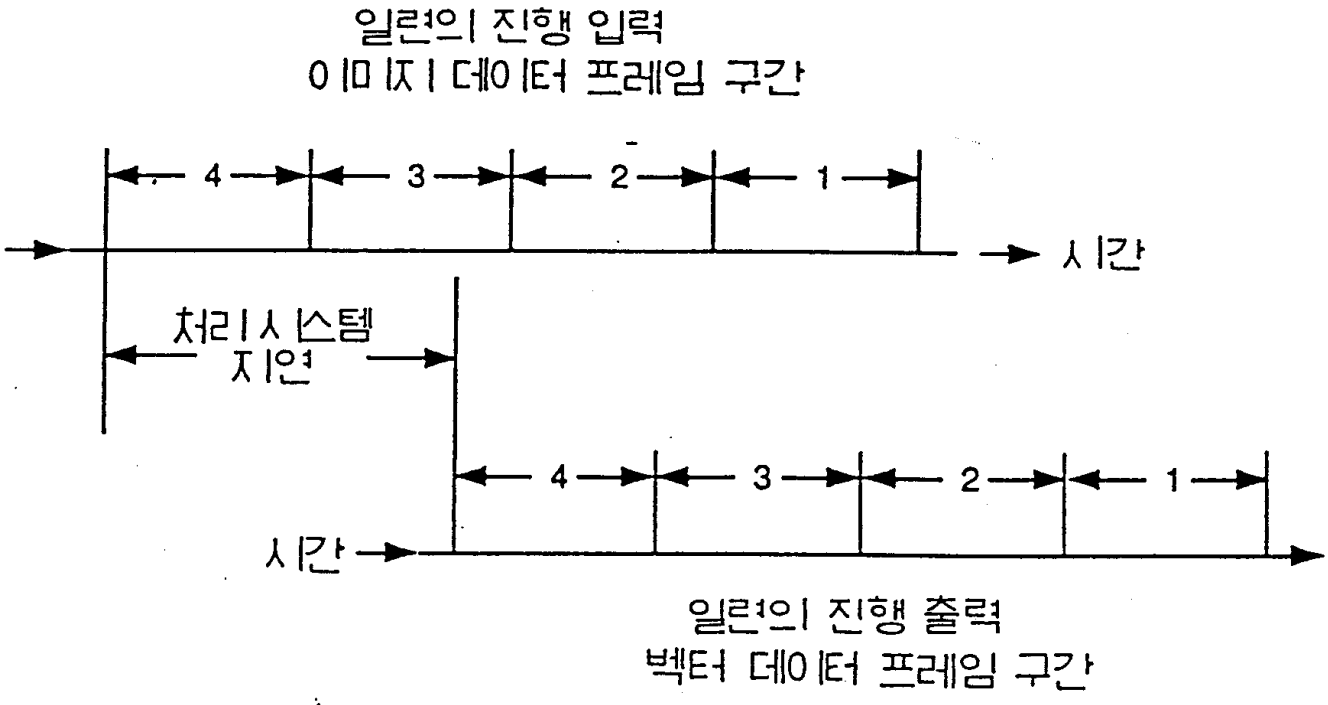
제1항에 있어서, 상기 k 값은 1 이고, 상기 제2 하드웨어 수단은 레벨 0 모션 벡터의 S ×R 메트릭스(S 및 R은 정수)를 나타내는 각각의 모션 벡터를 추가로 발생하기 위해 레벨 0의 모션 벡터에 응답하는 수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

청구항 18.

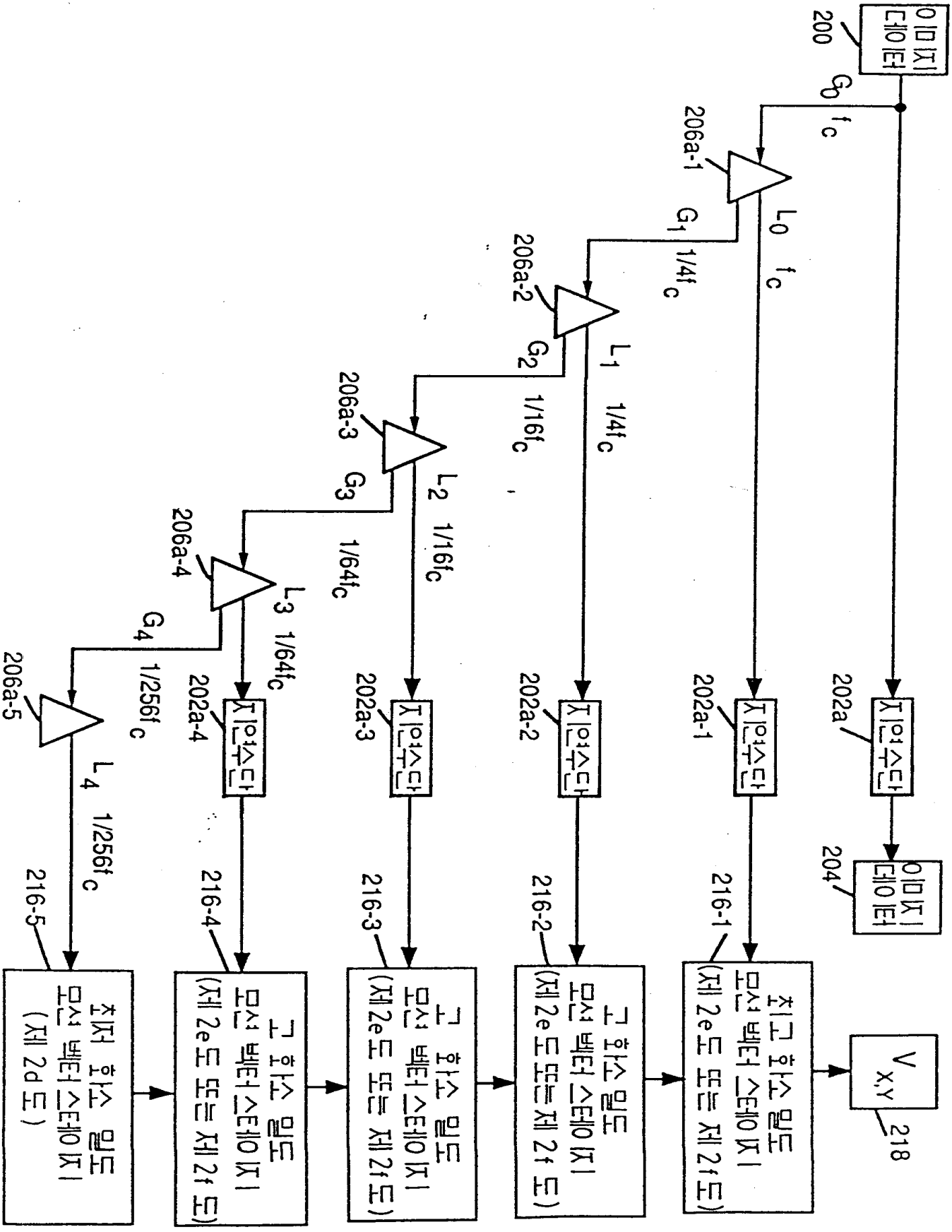
제17항에 있어서, 추가로 모션 벡터를 발생하기 위한 상기 수단은 모션 벡터의 개별 S ×R 메트릭스의 평균을 생성하는 것을 특징으로 하는 이미지 처리 시스템.

도면

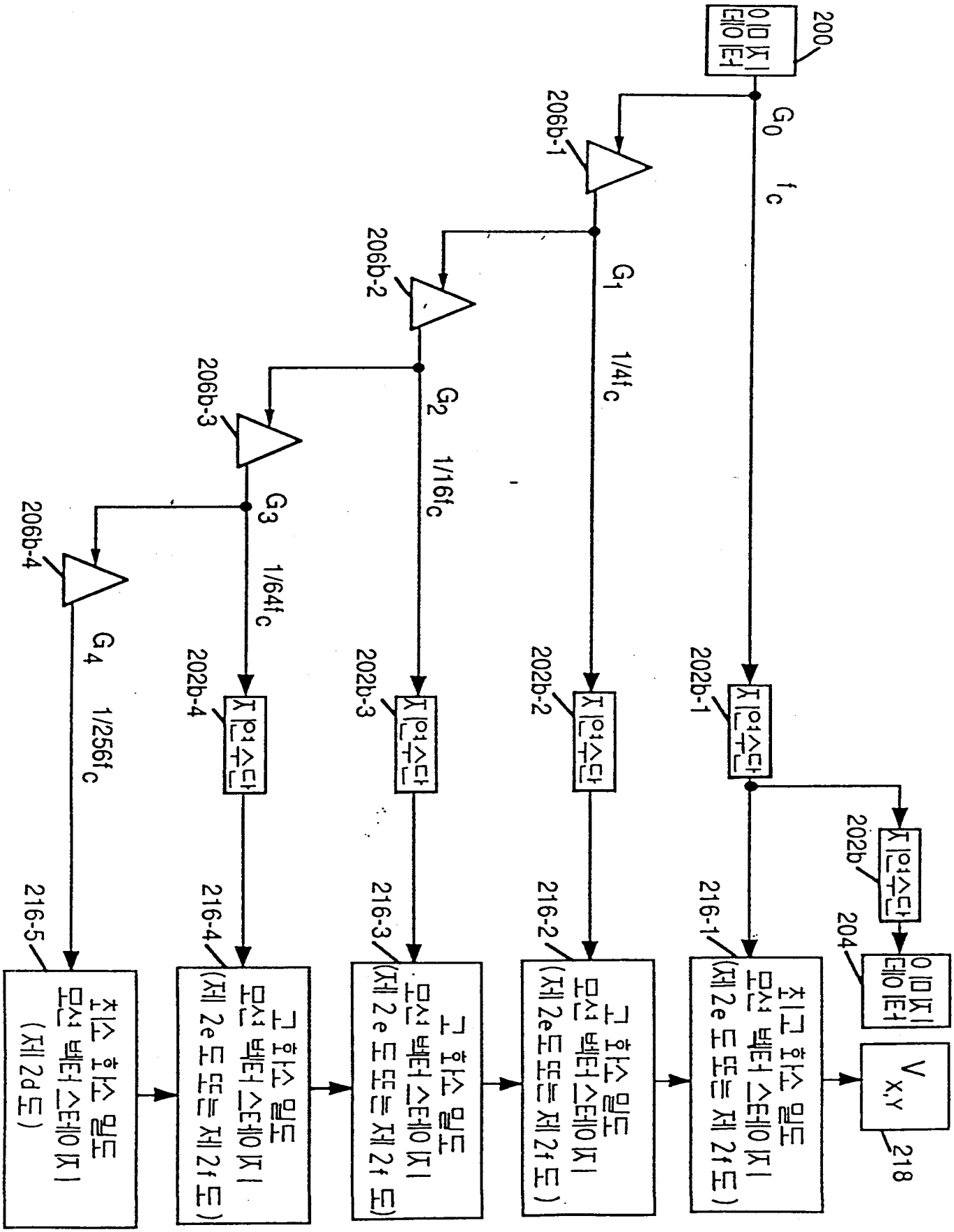
도면 1



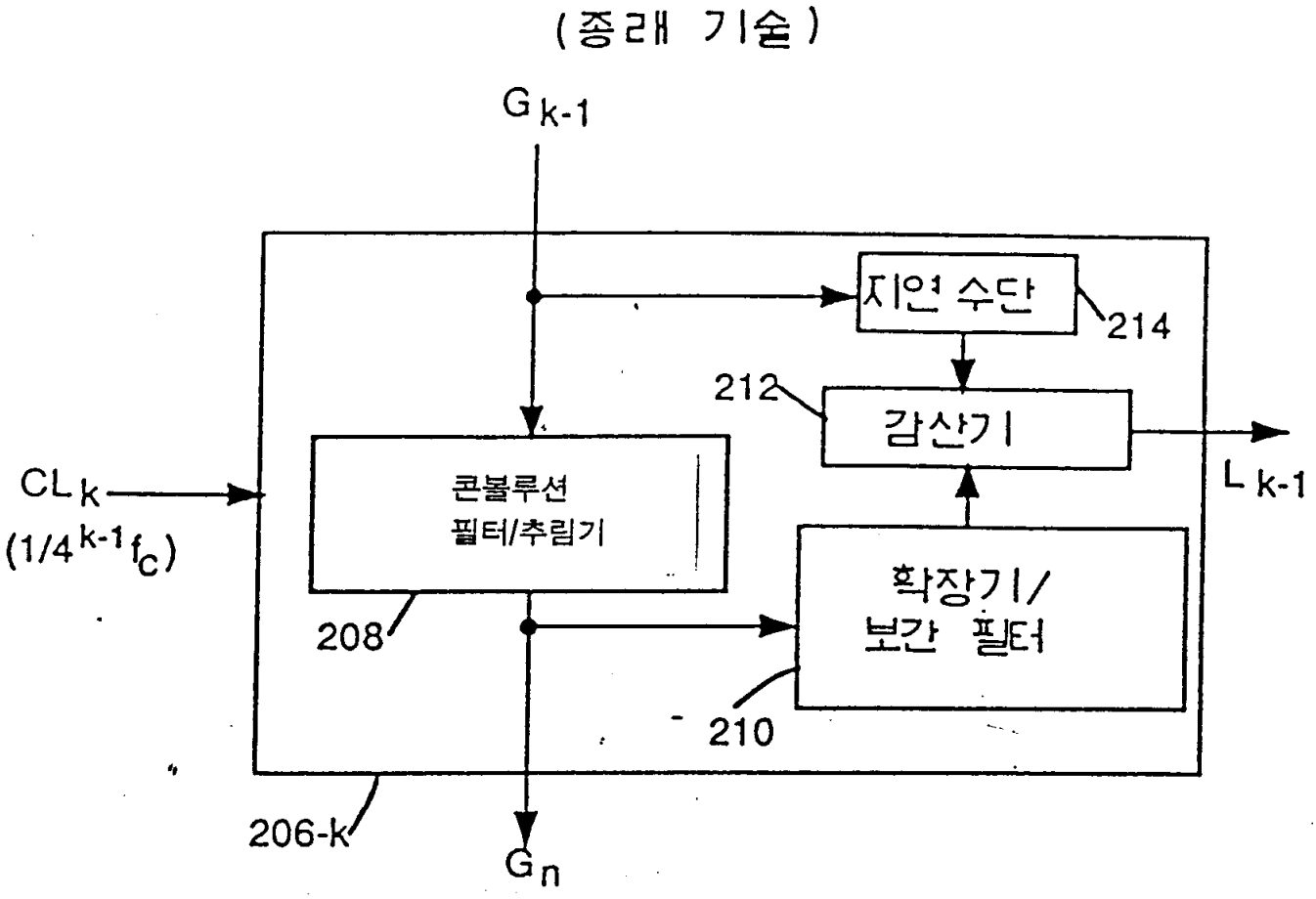
도면 2a


이미지 데이터
200
G_0
f_c
206a-1
G_1
$1/4f_c$
L_0 f_c
206a-2
G_2
$1/16f_c$
L_1 $1/4f_c$
206a-3
G_3
$1/64f_c$
L_2 $1/16f_c$
206a-4
G_4
$1/256f_c$
L_3 $1/64f_c$
206a-5
L_4 $1/256f_c$
202a
지연수단
202a-1
지연수단
202a-2
지연수단
202a-3
지연수단
202a-4
지연수단
204
이미지 데이터
216-1
최고 휘도 밀도 모션 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-2
n 휘도 밀도 모션 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-3
n 휘도 밀도 모션 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-4
n 휘도 밀도 모션 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-5
최저 휘도 밀도 모션 벡터 스테이지 (제 2d 도)
$V_{x,y}$
218

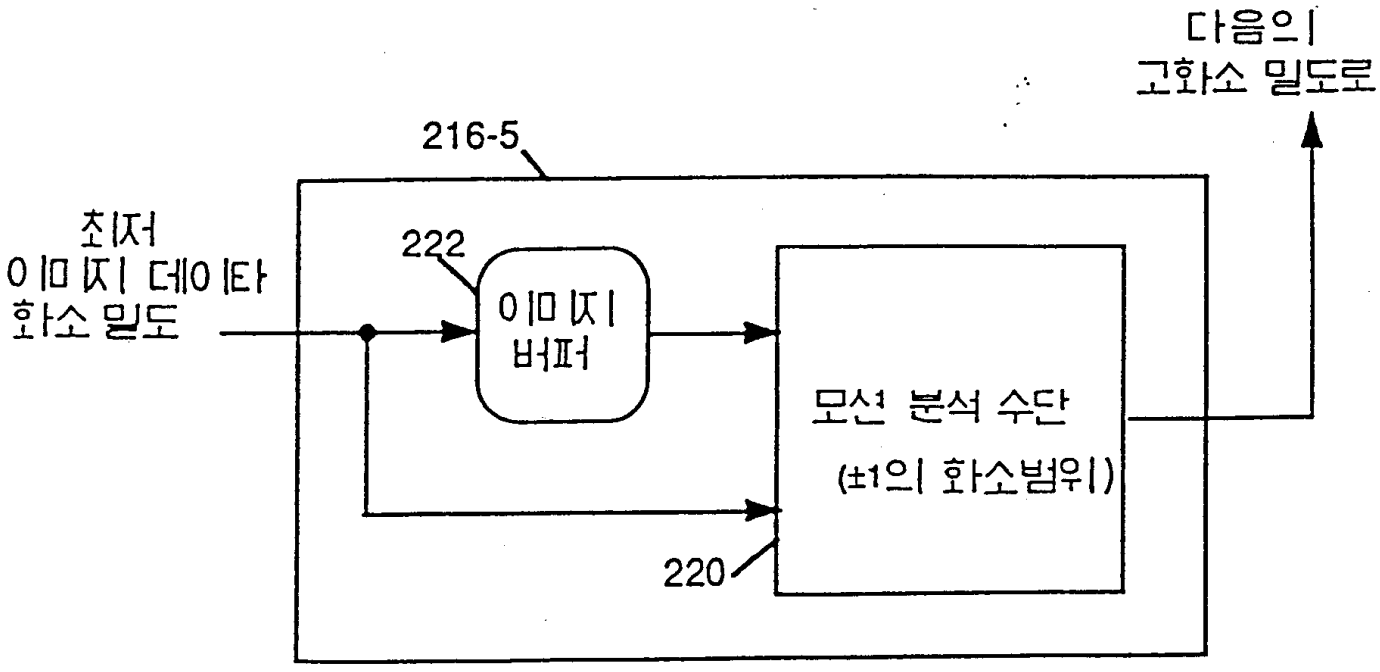
도면 2b


200
이미지 데이터
206b-1
206b-2
206b-3
206b-4
G_0
G_1
G_2
G_3
G_4
f_c
$1/4f_c$
$1/16f_c$
$1/64f_c$
$1/256f_c$
202b-1
202b-2
202b-3
202b-4
202b
지연수단
204
이미지 데이터
218
$V_{x,y}$
216-1
최고 휘도 밀도 픽셀 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-2
고 휘도 밀도 픽셀 벡터 스테이지 (제 2e도 또는 제 2f 도)
216-3
고 휘도 밀도 픽셀 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-4
고 휘도 밀도 픽셀 벡터 스테이지 (제 2e 도 또는 제 2f 도)
216-5
최고 휘도 밀도 픽셀 벡터 스테이지 (제 2d 도)

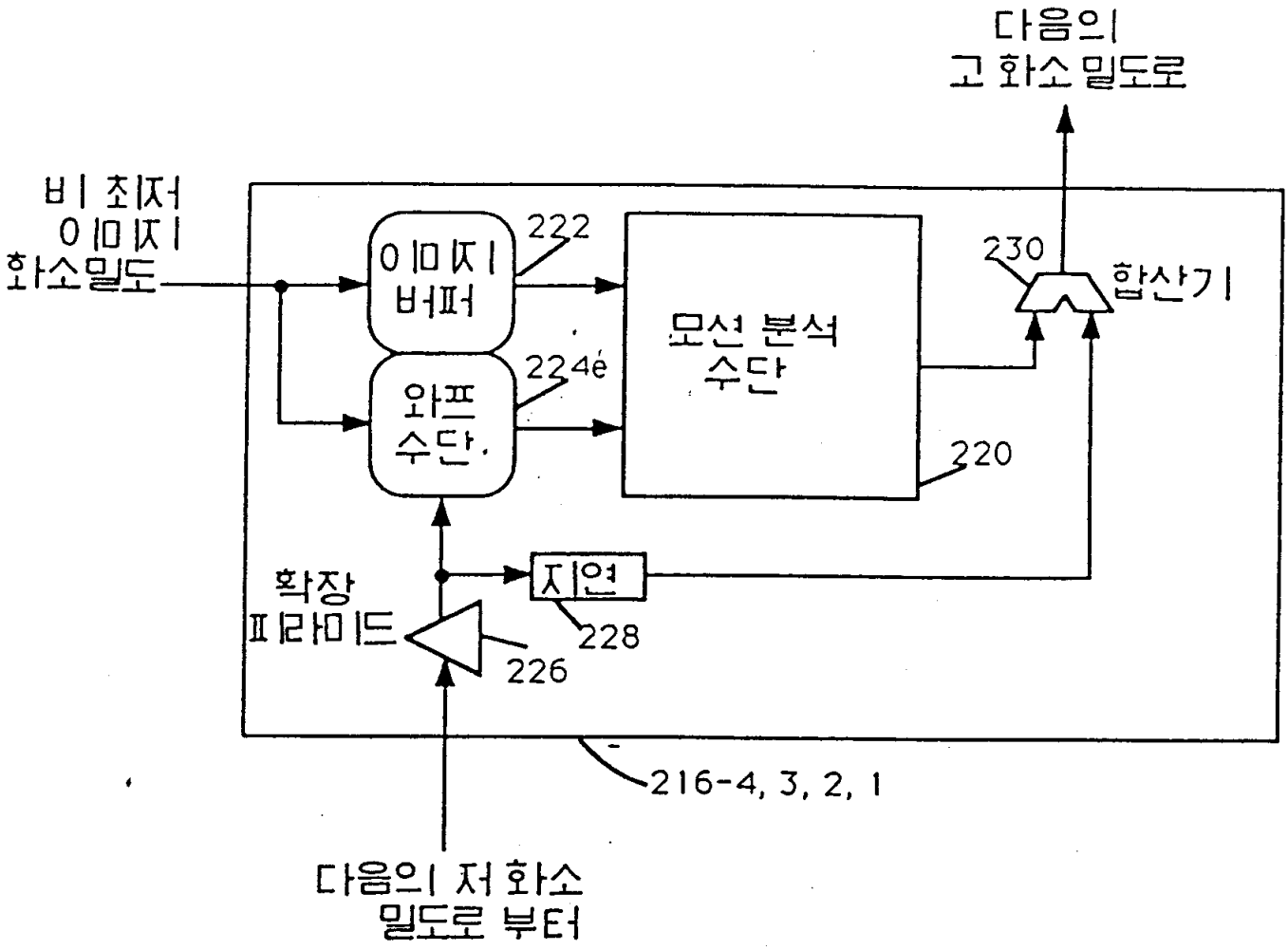
도면 2c


(종래 기술)
G_{k-1}
지연 수단
214
212
감산기
CL_k
$(1/4^{k-1}f_c)$
콘볼루션
필터/추림기
L_{k-1}
확장기/
보간 필터
208
210
206-k
G_n

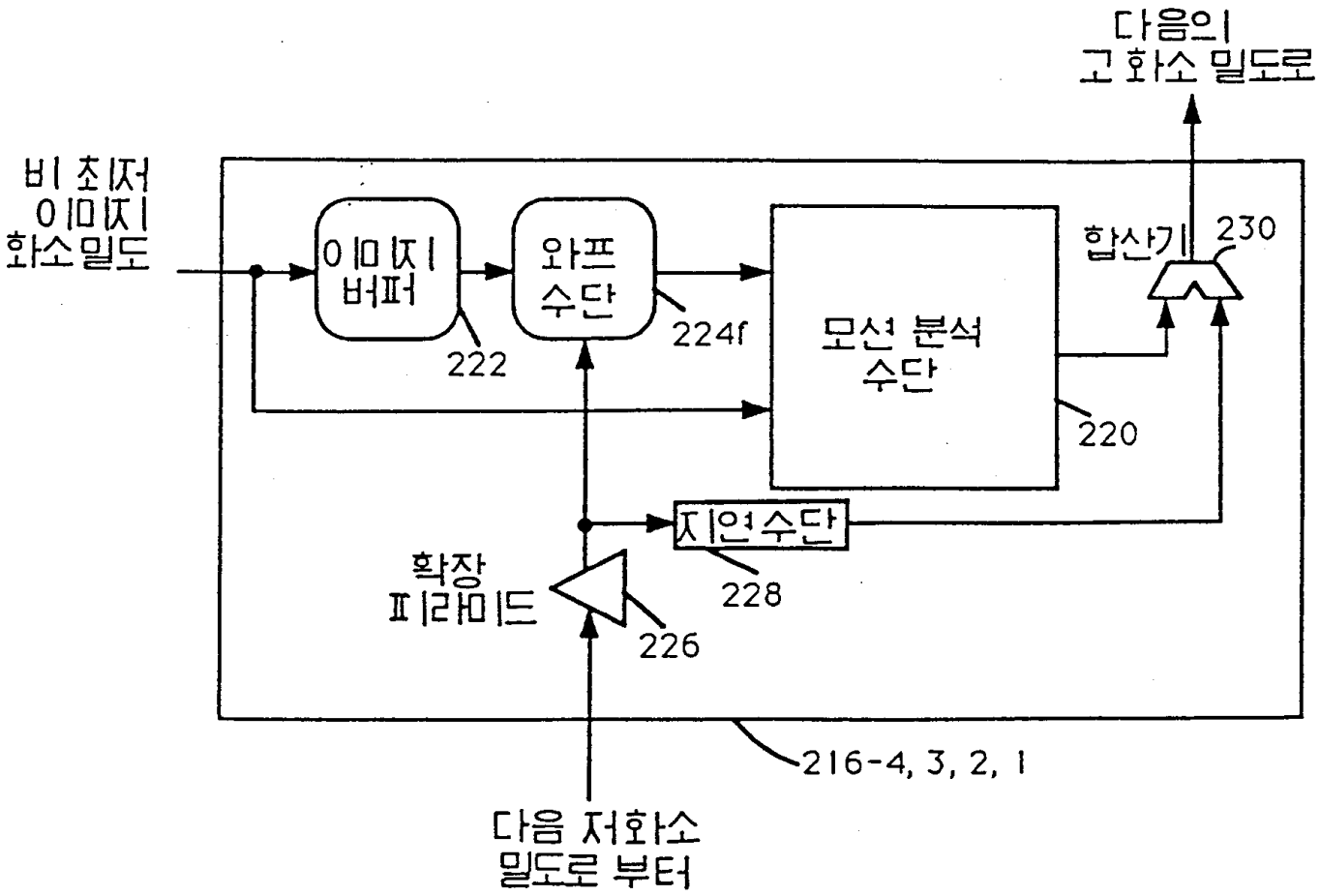
도면 2d


다음의
고화소 밀도로
216-5
초기
이미지 데이타
화소 밀도
222
이미지
버퍼
모션 분석 수단
(±1의 화소범위)
220

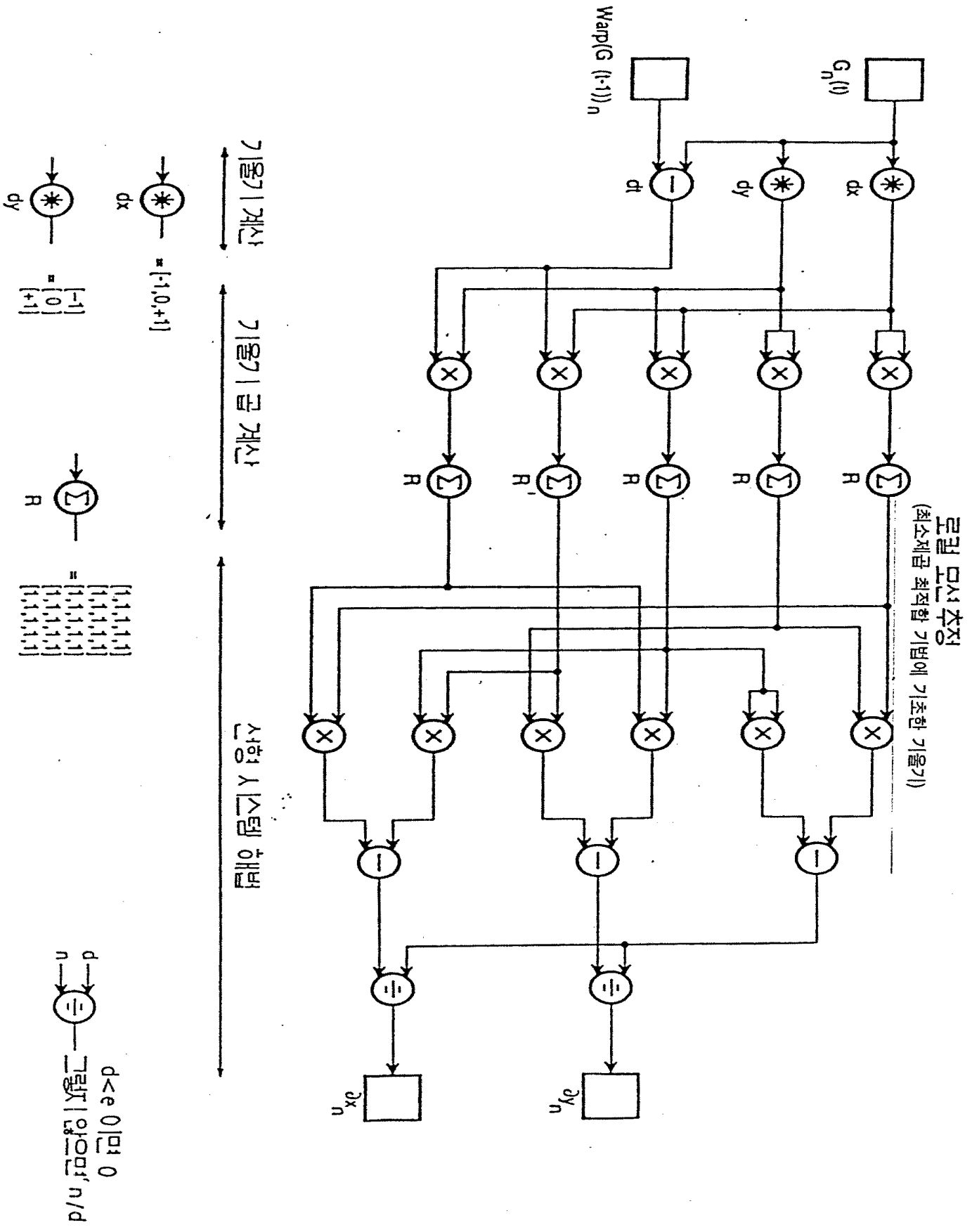
도면 2e


다음의
고 화소 밀도로
비 최저
이미지
화소밀도
이미지
버퍼
222
224e
와프
수단.
모션 분석
수단
230
합산기
220
확장
피라미드
지연
228
226
216-4, 3, 2, 1
다음의 저 화소
밀도로 부터

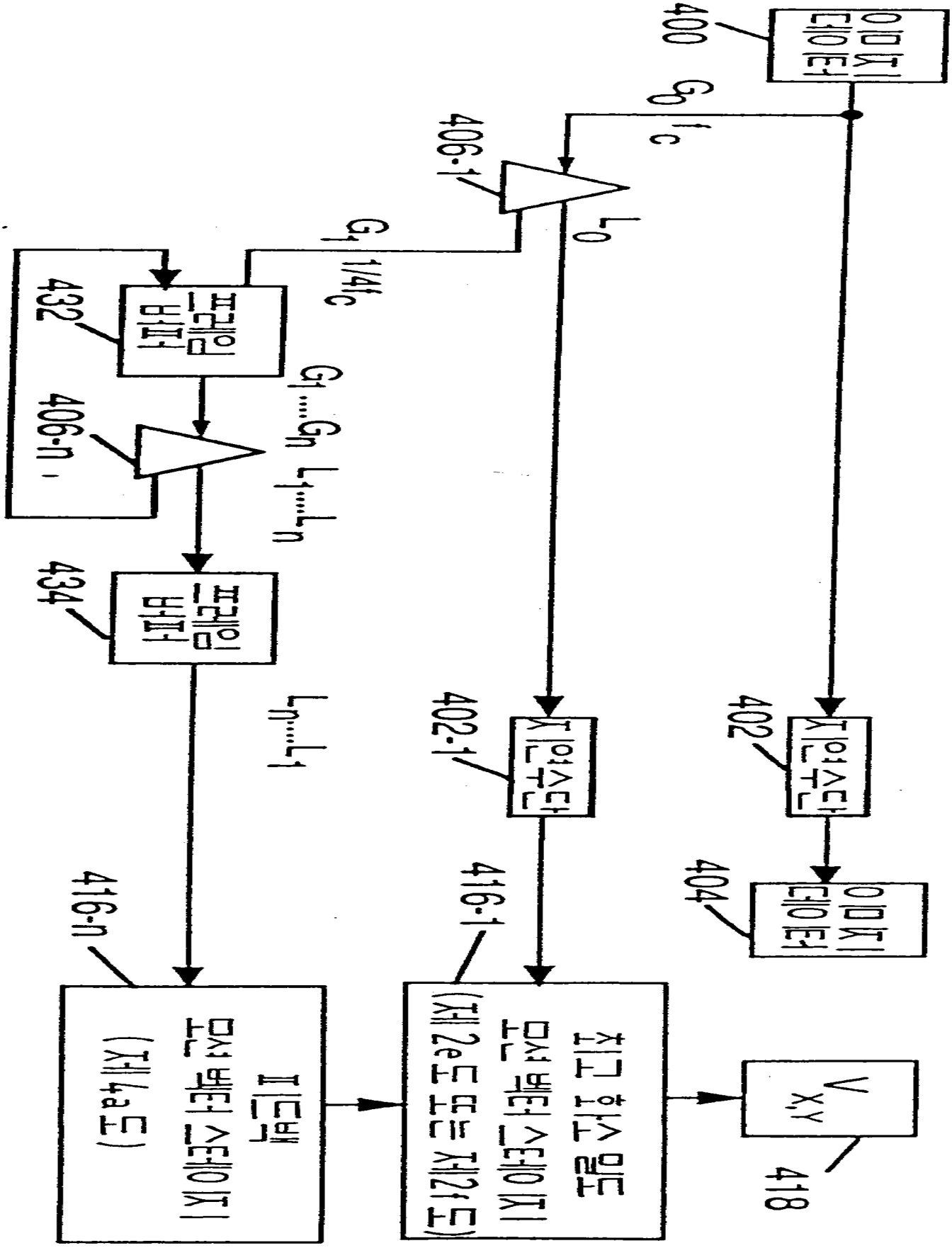
도면 2f


다음의
고 화소 밀도로
비 초저
이미지
화소밀도
이미지
버퍼
222
와프
수단
224f
모션 분석
수단
220
합산기
230
지연수단
228
확장
피라미드
226
216-4, 3, 2, 1
다음 저화소
밀도로 부터

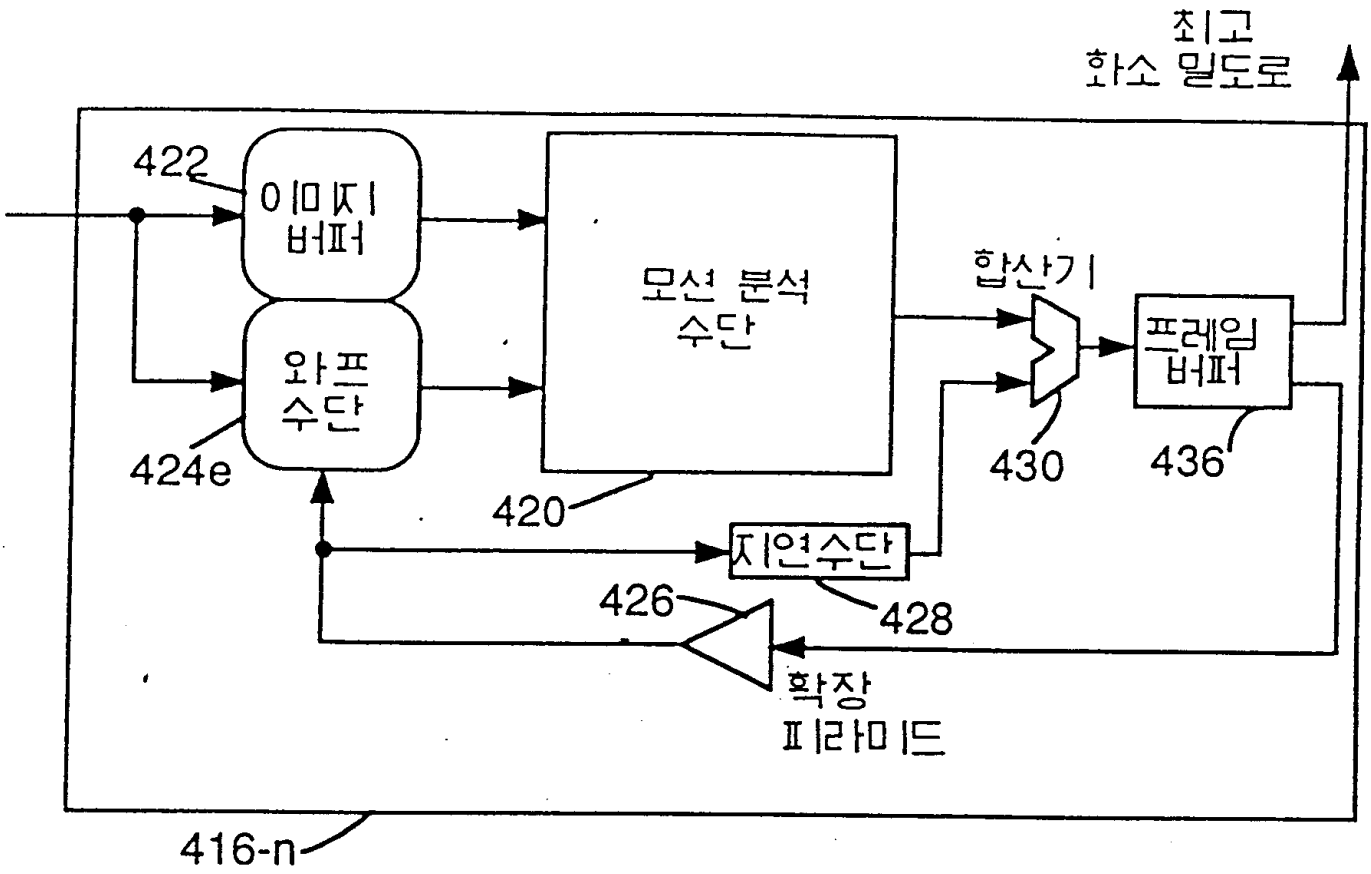
도면 3


로컬 모션 추정
(최소제곱 최적합 기법에 기초한 기울기)
Warp(G (l-1))n
Gn(l)
dt
dy
dx
R
기울기 계산
기울기 곱 계산
선형 시스템 해법
= [-1,0,+1]
dx
dy
= [-1] [0] [+1]
R
= [1,1,1,1,1] [1,1,1,1,1] [1,1,1,1,1] [1,1,1,1,1] [1,1,1,1,1]
d<e 이면 0
그렇지 않으면, n/d
d
n
∂xn
∂yn

도면 4

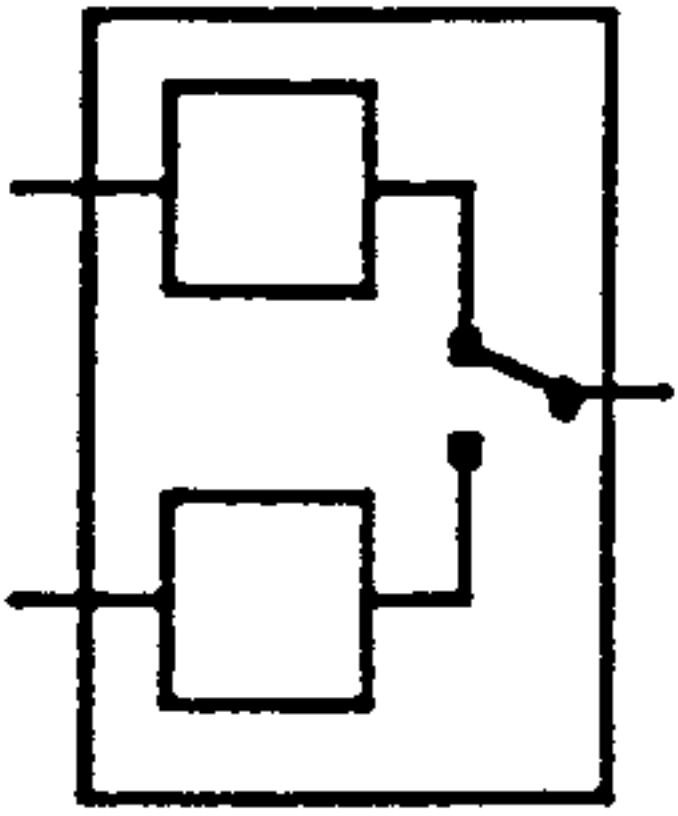

400
G_0 f_c
406-1
L_0
G_1 $1/4f_c$
432
406-n
$G_1 \ldots G_n$ $L_1 \ldots L_n$
434
$L_n \ldots L_1$
402-1
402
404
416-n
416-1
418
$V_{X,Y}$

도면 4a


최고
화소 밀도로
422
이미지
버퍼
와프
수단
424e
모션 분석
수단
420
합산기
430
프레임
버퍼
436
지연수단
428
426
확장
피라미드
416-n

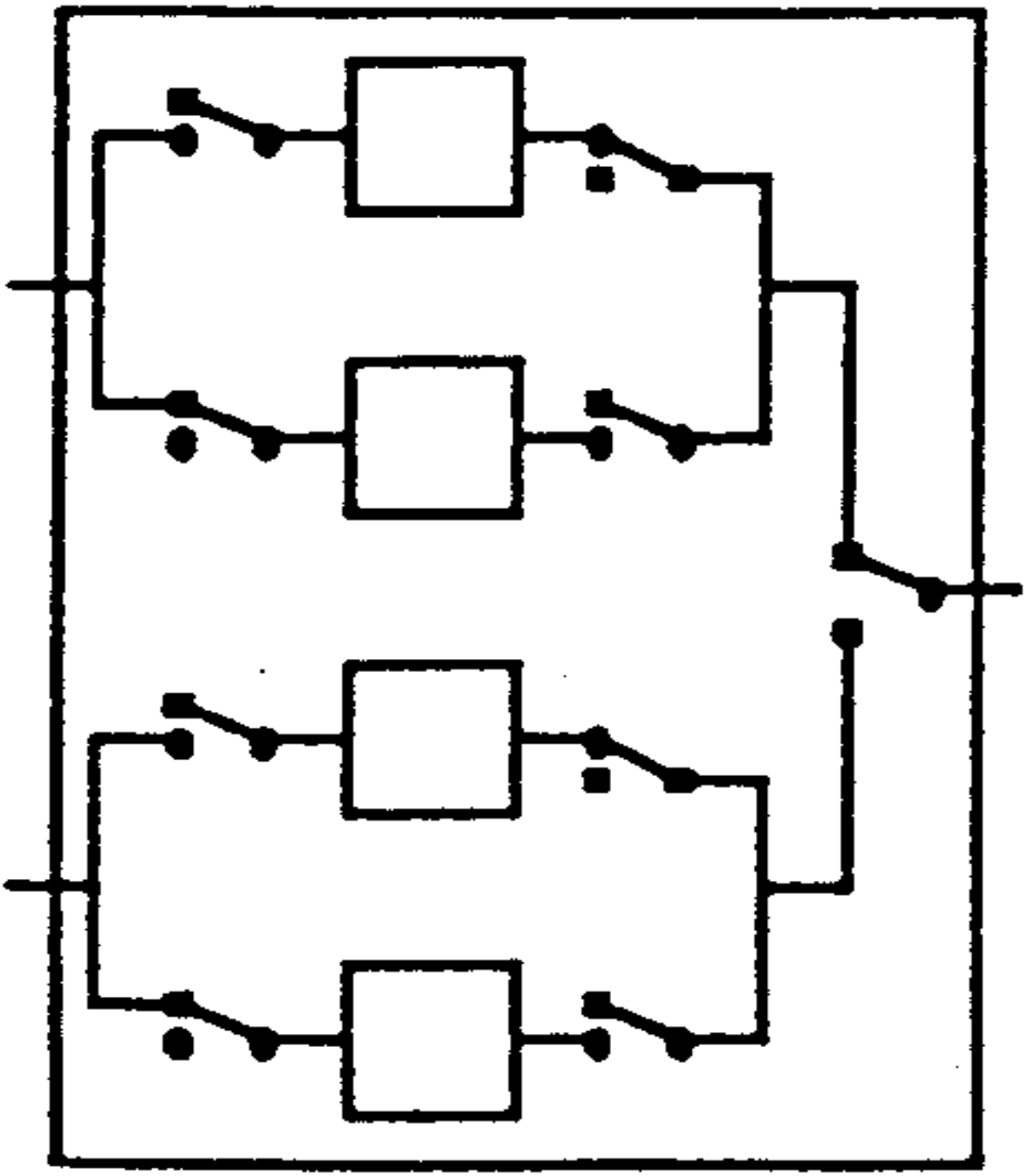
도면 4b

3포트 피드백 버퍼의 2포트 구성

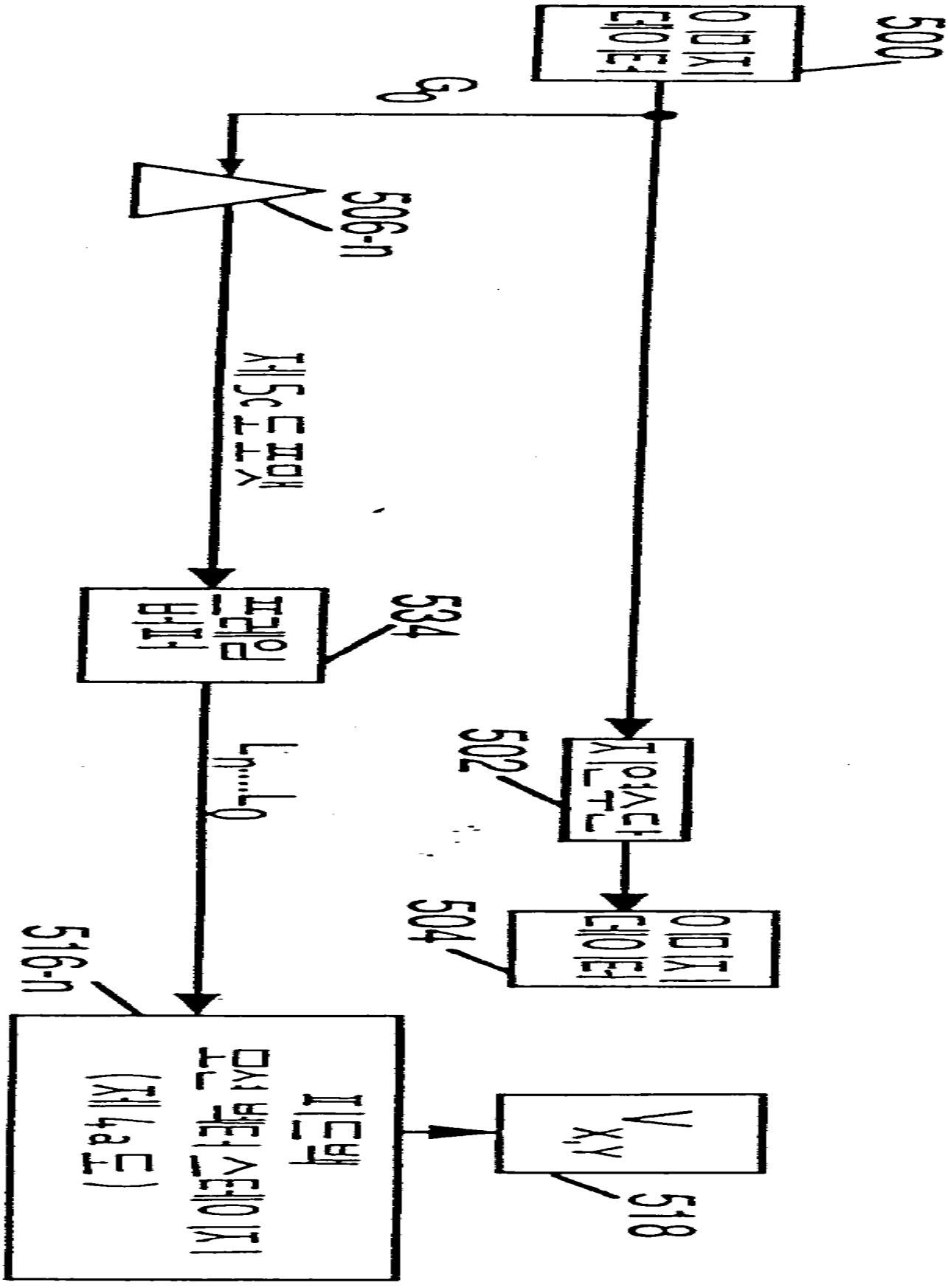


도면 4c

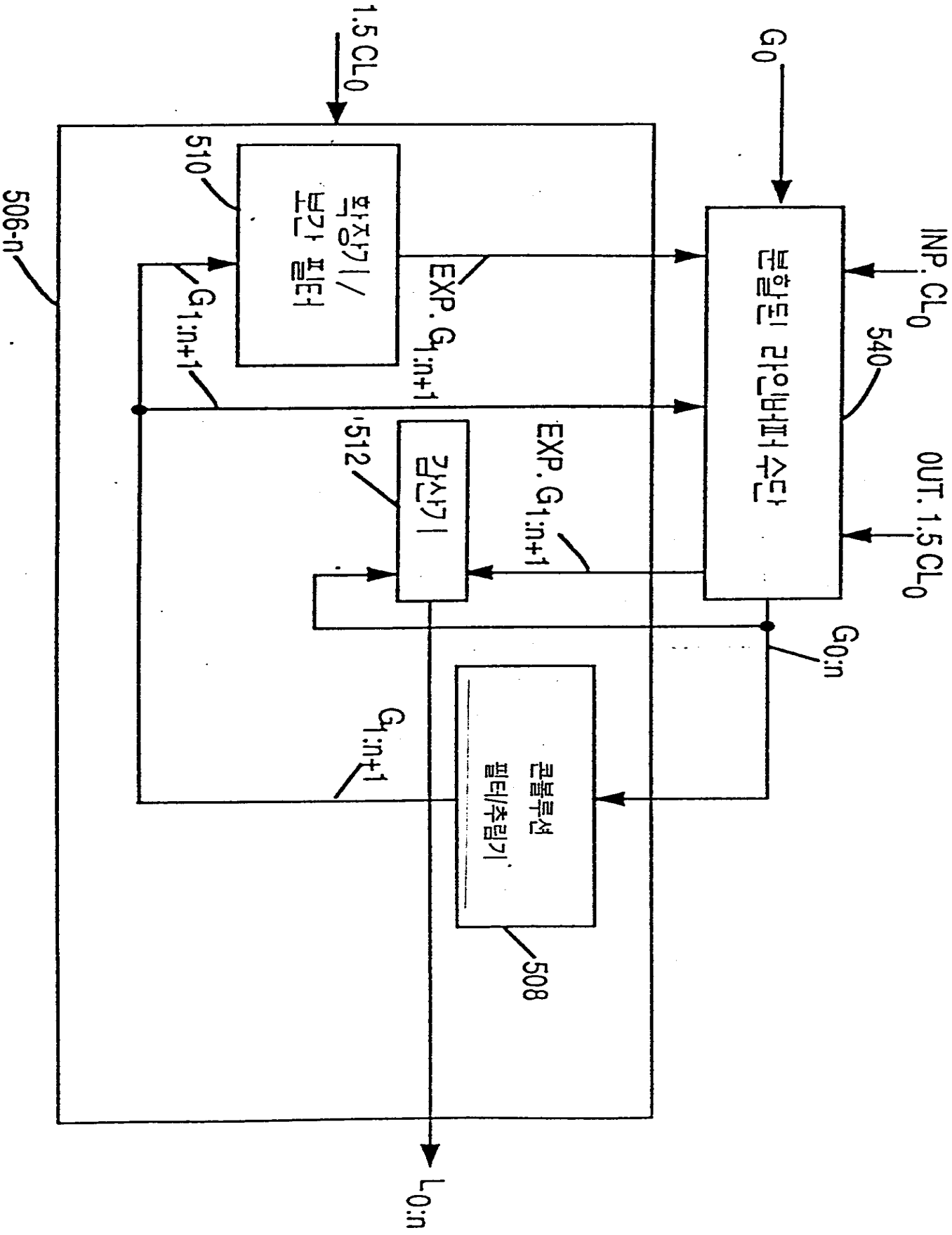
3포트 피드백 버퍼의 1포트 구성



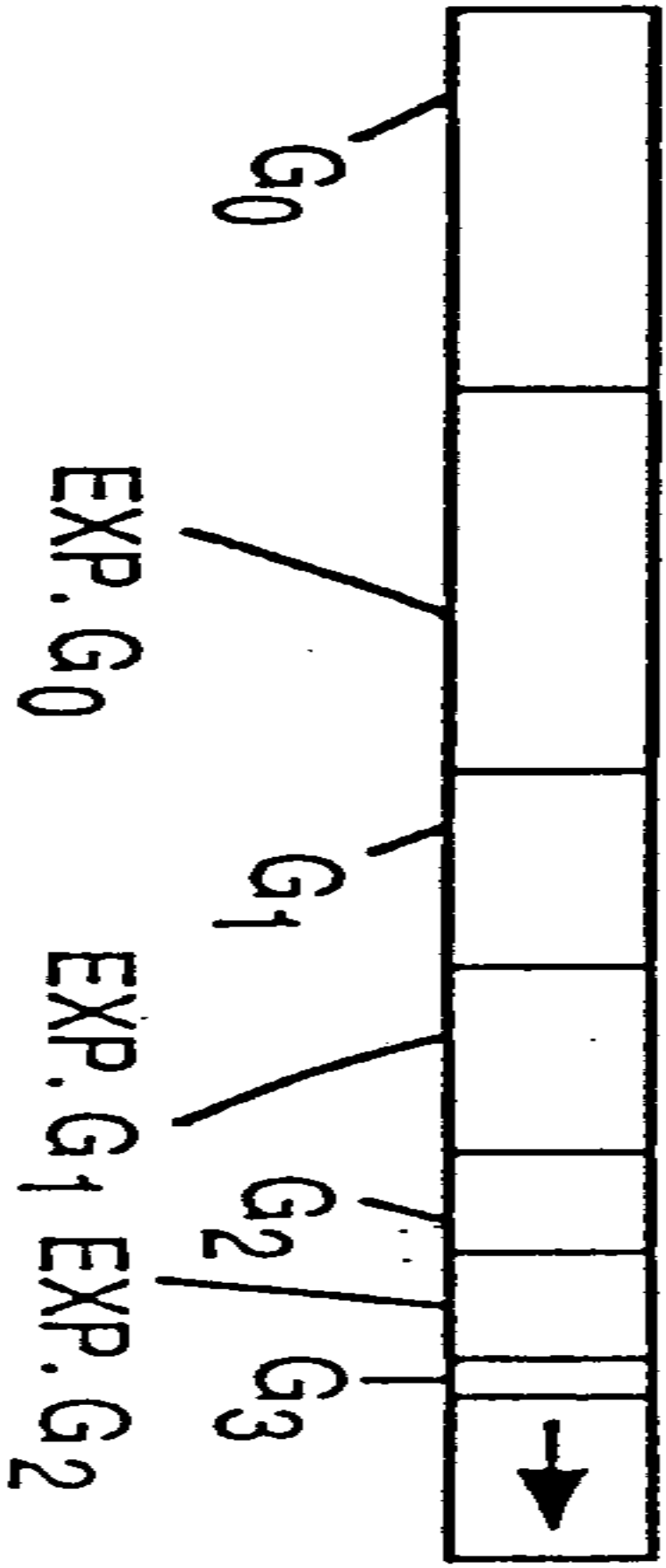
도면 5



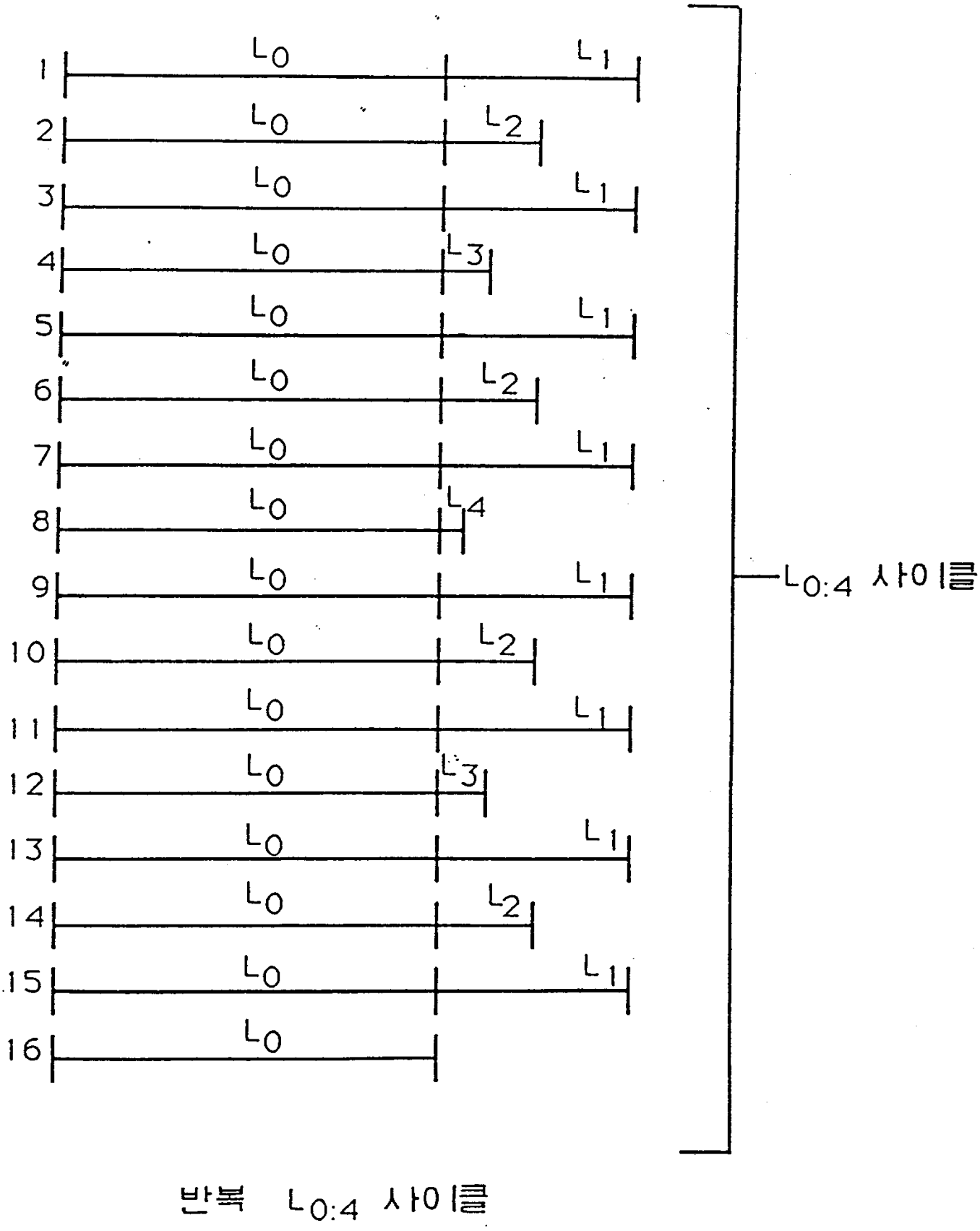
도면 5a


1.5 CL0
G0
510
확장기/
분간 필터
506-n
G1:n+1
EXP. G1:n+1
분할된 라인버퍼 수단
INP. CL0
540
OUT. 1.5 CL0
512
감산기
EXP. G1:n+1
G0:n
G1:n+1
콘볼루션
필터/추림기
508
L0:n

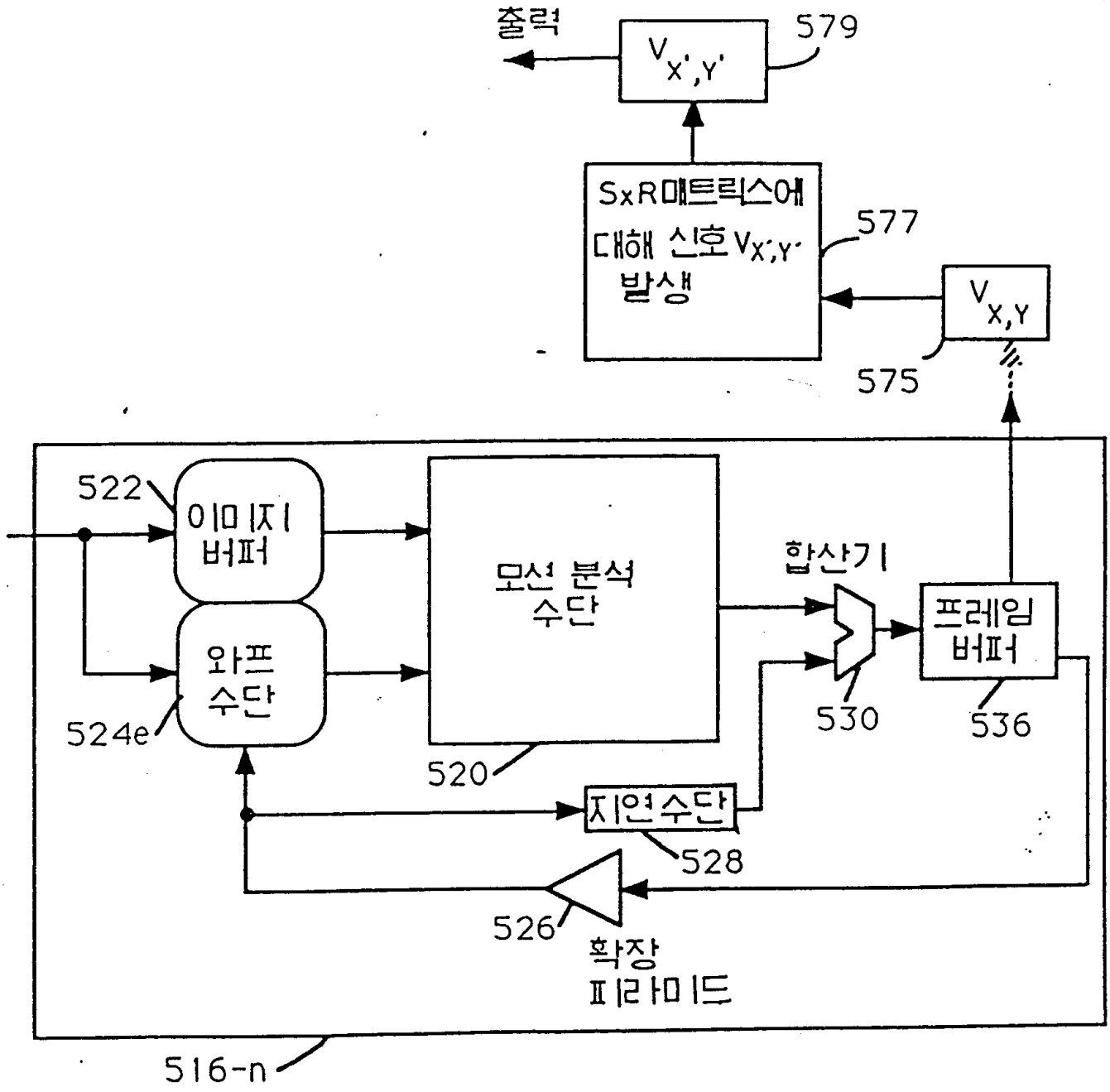
도면 5b



도면 5c


1 L0 L1
2 L0 L2
3 L0 L1
4 L0 L3
5 L0 L1
6 L0 L2
7 L0 L1
8 L0 L4
9 L0 L1
10 L0 L2
11 L0 L1
12 L0 L3
13 L0 L1
14 L0 L2
15 L0 L1
16 L0
L0:4 사이클
반복 L0:4 사이클

도면 5d


출력
$V_{X',Y'}$
579
SxR매트릭스에 대해 신호 $V_{X',Y'}$ 발생
577
$V_{X,Y}$
575
522
이미지 버퍼
와프 수단
524e
모션 분석 수단
520
합산기
530
프레임 버퍼
536
지연수단
528
526
확장 피라미드
516-n