



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0010537
(43) 공개일자 2025년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/146 (2014.01) G06N 3/045 (2023.01)
G06N 3/09 (2023.01) H04N 19/154 (2014.01)
H04N 19/60 (2014.01) H04N 19/70 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04N 19/146 (2015.01)
G06N 3/045 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2024-0087140
(22) 출원일자 2024년07월02일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020230090390 2023년07월12일 대한민국(KR)

(71) 출원인
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정로 218 (가정동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경
희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이주영
대전광역시 유성구 가정로 218
정세윤
대전광역시 유성구 가정로 218
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
최윤서

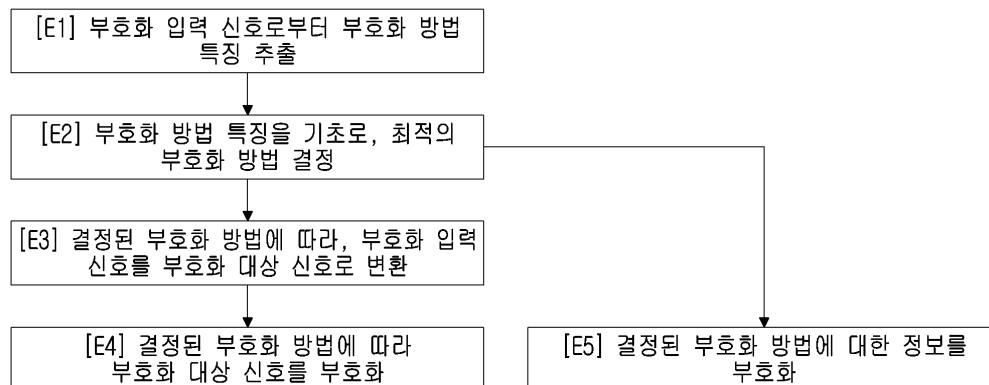
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 기계를 위한 영상 부호화/복호화 방법 및 상기 영상 부호화 방법을 기록한 기록 매체

(57) 요약

본 개시는, 기계를 위한 영상 부호화/복호화 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다. 본 개시에 따른 영상 부호화 방법은, 부호화 입력 신호로부터, 부호화 방법 특징을 추출하는 단계; 상기 부호화 방법 특징을 기초로, 상기 부호화 입력 신호에 최적의 부호화 방법을 결정하는 단계; 상기 부호화 방법에 기초하여, 상기 부호화 입력 신호를 변환하는 단계; 및 부호화 방법 정보 및 상기 부호화 입력 신호를 변환하여 생성된 부호화 대상 신호를 부호화하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

G06N 3/09 (2023.01)
H04N 19/154 (2015.01)
H04N 19/60 (2015.01)
H04N 19/70 (2015.01)

(72) 발명자

김연희
 대전광역시 유성구 가정로 218
최진수
 대전광역시 유성구 가정로 218
강정원
 대전광역시 유성구 가정로 218
정혜원
 경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 경희대학교

김휘용

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 경희대학교

유장현

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 경희대학교

장승환

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 경희대학교

조현동

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 경희대학교

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711193547
과제번호	2020-0-00011
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	ETRI 연구개발지원사업
연구과제명	(전문연구실) 기계를 위한 영상 부호화 기술
과제수행기관명	ETRI
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

부호화 입력 신호로부터, 부호화 방법 특징을 추출하는 단계;

상기 부호화 방법 특징을 기초로, 상기 부호화 입력 신호에 최적인 부호화 방법을 결정하는 단계; 및

상기 부호화 방법에 기초하여, 상기 부호화 입력 신호를 변환하는 단계;

부호화 방법 정보 및 상기 부호화 입력 신호를 변환하여 생성된 부호화 대상 신호를 부호화하는 단계를 포함하는, 영상 부호화 방법.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 부호화 방법 정보는, 복수의 부호화 방법 후보들 중 상기 부호화 방법을 가리키는, 부호화 방법 인덱스를 포함하는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 부호화 방법 특징은, 상기 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터를 결합하여 생성되는 입력 신호를 제 1 기계 학습 모델에 입력하는 것의 응답으로 출력되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 입력 신호는,

상기 압축률 결정 파라미터를 상기 부호화 입력 신호의 공간적 해상도에 맞춰 변환하고,

변환된 압축률 결정 파라미터와 상기 부호화 입력 신호를 채널 방향으로 결합하여 생성되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 입력 신호는,

상기 부호화 입력 신호를 상기 압축률 결정 파라미터의 차원에 맞춰 변환하고,

변환된 부호화 입력 신호와 상기 압축률 결정 파라미터를 채널 방향으로 결합하여 생성되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 압축률 결정 파라미터는, 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수 만큼의 채널 수를 갖는 다채널 신호이고,

상기 다채널 신호는, 상기 압축률 결정 파라미터 후보들 중 사용하고자 하는 압축률 결정 파라미터 후보에 대응되는 채널만이 활성화 상태로 설정되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 7

제3 항에 있어서,

상기 제1 기계 학습 모델은, 상기 부호화 방법 특징으로부터 유도된 잠재 공간 특징 정렬값에 손실함수를 적용하여 학습되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 잠재 공간 특징 정렬값은, 상기 압축 결정 파라미터에 따라, 상기 부호화 방법 특징을 잠재 공간 정렬 축에 배열함으로써 획득되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 9

제7 항에 있어서,

상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값과 정답인 부호화 방법의 중앙값 간의 거리를 변수로 사용하는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 10

제7 항에 있어서,

상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값과 정답인 부호화 방법의 임계값 범위 사이의 거리를 변수로 사용하고,

상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값이 상기 정답인 부호화 방법의 상기 임계값 범위에 속하지 않는 경우에만 적용되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 임계값 범위는, 부호화 방법들 간의 경계를 중심으로 설정되는 여백을 포함하지 않는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 12

제3 항에 있어서,

상기 예측된 부호화 방법은, 상기 제1 기계 학습 모델의 출력 신호를, 제2 기계 학습 모델에 입력하는 것의 응답으로 출력되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 제2 기계 학습 모델은, 예측된 부호화 방법과 정답인 부호화 방법 간의 위험도에 기초하는 손실함수를 기초로 학습되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 위험도는, 상기 예측된 부호화 방법의 인덱스와 상기 정답인 부호화 방법의 인덱스 사이의 차분이 증가할수록, 증가하는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 15

제13 항에 있어서,

상기 손실함수는, 상기 위험도를 손실값에 대한 가중치로 사용하는 함수인 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 16

제1 항에 있어서,

상기 부호화 대상 신호는, 상기 부호화 입력 신호의 해상도 또는 채널 수 중 적어도 하나를 조정하여 생성되는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 부호화 방법 정보는,

상기 부호화 대상 신호에 대한, 해상도 조정 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 18

제1 항에 있어서,

상기 부호화 방법 정보는,

상기 부호화 입력 신호의 압축률 결정 파라미터와 상기 부호화 대상 신호의 압축률 결정 파라미터 간의 차분값 정보를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 영상 부호화 방법.

청구항 19

메타데이터 및 부호화된 영상 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계;

상기 부호화된 영상 데이터를 복호화하여, 복원된 부호화 대상 신호를 생성하는 단계; 및

상기 복원된 부호화 대상 신호를 변환하여, 복원된 부호화 대상 신호를 생성하는 단계를 포함하되,

상기 메타데이터는, 상기 부호화된 영상 데이터의 부호화 방법을 지시하는 부호화 방법 정보를 포함하고,

상기 부호화된 영상 데이터의 복호화는, 상기 부호화 방법 정보에 의해 지시된 부호화 방법에 대응하는 복호화 방법을 기반으로 수행되는 것을 특징으로 하는, 영상 복호화 방법.

청구항 20

부호화 입력 신호로부터, 부호화 방법 특징을 추출하는 단계;

상기 부호화 방법 특징을 기초로, 상기 부호화 입력 신호에 최적인 부호화 방법을 결정하는 단계;

상기 부호화 방법에 기초하여, 상기 부호화 입력 신호를 변환하는 단계;

부호화 방법 정보 및 상기 부호화 입력 신호를 변환하여 생성된 부호화 대상 신호를 부호화하는 단계를 포함하는, 영상 부호화 방법을 기록한, 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는, 기계를 위한 영상 부호화/복호화 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전통적인 영상 압축 기술은, 압축된 영상을 복원하였을 때, 인간의 시각을 기준으로, 복원된 영상이 원본과 최대한 유사해지도록 발전하여 왔다. 즉, 영상 압축 기술은, 비트량을 최소화함과 동시에 복원 영상의 화질을 최대한화하는 방향으로 발전되었다.

[0003] 일 예로, 인코더는, 영상을 입력으로 받아, 입력된 영상에 대한 변환 및 엔트로피 부호화 과정을 통해 비트스트림을 생성하고, 디코더는, 비트스트림을 입력 받아, 다시 원본과 유사한 영상으로 복원한다.

[0004] 원본 영상과 복원 영상간의 유사도를 측정하기 위해, 객관적 화질 평가 척도 또는 주관적 화질 평가 척도를 사

용할 수 있다. 여기서, 객관적 화질 평가 척도로서, 원본 영상과 복원 영상 사이의 픽셀 값들의 차이를 측정하는 평균오차제곱(MSE) 등이 주로 이용된다. 한편, 주관적 화질 평가 척도는, 원본 영상과 복원 영상 사이의 차이를 사람이 평가하는 것이다.

[0005] 한편, 기계 시각 작업 성능이 향상되면서, 사람 대신, 기계가 영상을 보고 소비하는 경우가 증가하고 있다. 일례로, 스마트 시티, 자율주행 자동차, 공항 감시 카메라 등의 분야에서는, 인간 보다는, 기계를 중심으로, 영상을 소비하는 경우가 증가하고 있다.

[0006] 이에 따라, 최근에는, 인간을 중심으로하는 전통적인 영상 압축 이외에, 기계 시각(Machine Vision)을 중심으로하는 영상 압축 기술에 대한 관심이 증가하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 개시는, 부호화 입력 신호에 최적인 부호화 방법을 선택하여, 부호화 입력 신호를 부호화/복호화하는 방법을 제공한다.

[0008] 본 개시는, 최적의 부호화 방법에 맞춰 부호화 입력 신호를 변환하고, 상기 변환에 관한 정보를 부호화/복호화하는 방법을 제공한다.

[0009] 본 개시에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법은, 부호화 입력 신호로부터, 부호화 방법 특징을 추출하는 단계; 상기 부호화 방법 특징을 기초로, 상기 부호화 입력 신호에 최적인 부호화 방법을 결정하는 단계; 상기 부호화 방법에 기초하여, 상기 부호화 입력 신호를 변환하는 단계; 및 부호화 방법 정보 및 상기 부호화 입력 신호를 변환하여 생성된 부호화 대상 신호를 부호화하는 단계를 포함한다.

[0011] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 부호화 방법 정보는, 복수의 부호화 방법 후보들 중 상기 부호화 방법을 가리키는, 부호화 방법 인덱스를 포함할 수 있다.

[0012] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 부호화 방법 특징은, 상기 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터를 결합하여 생성되는 입력 신호를 제1 기계 학습 모델에 입력하는 것의 응답으로 출력될 수 있다.

[0013] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 입력 신호는, 상기 압축률 결정 파라미터를 상기 부호화 입력 신호의 공간적 해상도에 맞춰 변환하고, 변환된 압축률 결정 파라미터와 상기 부호화 입력 신호를 채널 방향으로 결합하여 생성될 수 있다.

[0014] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 입력 신호는, 상기 부호화 입력 신호를 상기 압축률 결정 파라미터의 차원에 맞춰 변환하고, 변환된 부호화 입력 신호와 상기 압축률 결정 파라미터를 채널 방향으로 결합하여 생성될 수 있다.

[0015] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 압축률 결정 파라미터는, 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수 만큼의 채널 수를 갖는 다채널 신호이고, 상기 다채널 신호는, 상기 압축률 결정 파라미터 후보들 중 사용하고자 하는 압축률 결정 파라미터 후보에 대응되는 채널만이 활성화 상태로 설정될 수 있다.

[0016] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 제1 기계 학습 모델은, 상기 부호화 방법 특징으로부터 유도된 잠재 공간 특징 정렬값에 손실함수를 적용하여 학습될 수 있다.

[0017] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 잠재 공간 특징 정렬값은, 상기 압축률 결정 파라미터에 따라, 상기 부호화 방법 특징을 잠재 공간 정렬 축에 배열함으로써 획득될 수 있다.

[0018] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값과 정답인 부호화 방법의 중앙값 간의 거리를 변수로 사용할 수 있다.

[0019] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값과 정답인 부호화 방

법의 임계값 범위 사이의 거리를 변수로 사용하고, 상기 손실함수는, 상기 잠재 공간 특징 정렬값이 상기 정답인 부호화 방법의 상기 임계값 범위에 속하지 않는 경우에만 적용될 수 있다.

[0020] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 임계값 범위는, 부호화 방법들 간의 경계를 중심으로 설정되는 여백을 포함하지 않을 수 있다.

[0021] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 예측된 부호화 방법은, 상기 제1 기계 학습 모델의 출력 신호를, 제2 기계 학습 모델에 입력하는 것의 응답으로 출력될 수 있다.

[0022] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 제2 기계 학습 모델은, 예측된 부호화 방법과 정답인 부호화 방법 간의 위험도에 기초하는 손실함수를 기초로 학습되는 학습될 수 있다.

[0023] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 위험도는, 상기 예측된 부호화 방법의 인덱스와 상기 정답인 부호화 방법의 인덱스 사이의 차분이 증가할수록, 증가할 수 있다.

[0024] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 손실함수는, 상기 위험도를 손실값에 대한 가중치로 사용하는 함수일 수 있다.

[0025] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 부호화 대상 신호는, 상기 부호화 입력 신호의 해상도 또는 채널 수 중 적어도 하나를 조정하여 생성되는 것일 수 있다.

[0026] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 부호화 방법 정보는, 상기 부호화 대상 신호에 대한, 해상도 조정 정보를 더 포함할 수 있다.

[0027] 본 개시에 따른 영상 부호화 방법에 있어서, 상기 부호화 방법 정보는, 상기 부호화 입력 신호의 압축률 결정 파라미터와 상기 부호화 대상 신호의 압축률 결정 파라미터 간의 차분값 정보를 더 포함할 수 있다.

[0028] 본 개시에 따른 영상 복호화 방법은, 메타데이터 및 부호화된 영상 데이터를 포함하는 비트스트림을 수신하는 단계; 상기 부호화된 영상 데이터를 복호화하여, 복원된 부호화 대상 신호를 생성하는 단계; 및 상기 복원된 부호화 대상 신호를 변환하여, 복원된 부호화 대상 신호를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 상기 메타데이터는, 상기 부호화된 영상 데이터의 부호화 방법을 지시하는 부호화 방법 정보를 포함하고, 상기 부호화된 영상 데이터의 복호화는, 상기 부호화 방법 정보에 의해 지시된 부호화 방법에 대응하는 복호화 방법을 기반으로 수행될 수 있다.

[0029] 본 개시에 따르면, 상기 영상 부호화 방법을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체가 제공될 수 있다.

[0030] 본 개시에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

발명의 효과

[0031] 본 개시에 의하면, 부호화 입력 신호에 최적인 부호화 방법을 선택하여, 부호화 입력 신호를 부호화/복호화함으로써, 압축률을 증가시킬 수 있다.

[0032] 본 개시에 의하면, 최적의 부호화 방법에 맞춰 부호화 입력 신호를 변환하고, 상기 변환에 관한 정보를 부호화/복호화함으로써, 압축률을 증가시킬 수 있다.

[0033] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은, 인간 시각을 위한 영상 압축 기술 및 기계 시각을 위한 영상 압축 기술 간의 차이를 도식화한 것이다.

도 2는 기계 작업 수행 모델에 의해, 다계층 특징맵이 추출되는 예를 나타낸 것이다.

도 3은 부호화 입력 신호가 적응적으로 선택되는 예를 나타낸 것이다.

도 4는 부호화 방법에 따른, 성능 차이를 예시한 것이다.

도 5 및 도 6 각각은 본 개시의 일 실시예에 따른, 영상 부호화 방법 및 영상 복호화 방법의 흐름도이다.

도 7은, 도 5에 도시된 영상 부호화 방법을 수행하기 위한 영상 부호화기의 블록도를 나타낸다.

도 8은, 도 6에 도시된 영상 복호화 방법을 수행하기 위한 영상 복호화기의 블록도를 나타낸다.

도 9는 인공 신경망을 기초로 구축되는 부호화 방법 특징 추출부를 예시한 것이다.

도 10은, 압축률 결정 파라미터에 따라 부호화 방법들의 선택 순서가 유지된 경우와, 그렇지 않은 경우를 비교한 예시를 나타낸다.

도 11은, 잠재 공간 상에서, 부호화 방법 특징을 잠재공간 특징 정렬 축 상에, 부호화 방법을 따라 정렬한 예를 나타낸다.

도 12는 부호화 방법의 예측에 오류가 발생하는 경우의 예를 나타낸다.

도 13 및 도 14는 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하지 않고, 부호화 방법을 결정하는 예를 나타낸 것이다.

도 15 및 도 16은 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하여, 부호화 방법을 결정하는 예를 나타낸 것이다.

도 17은 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터가 병합되는 예를 나타낸 것이다.

도 18 및 도 19는 압축률 결정 파라미터를 부호화 입력 신호의 공간 해상도에 맞춰 변환하는 예를 나타낸 것이다.

도 20 및 도 21은 잠재 공간 특징 정렬값에 손실함수를 적용한 예를 나타낸 것이다.

도 22는 특징값 중앙 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

도 23은 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

도 24는 여백 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

도 25는 부호화 방법 별로 임계값 범위가 세분화된 예시를 나타낸 것이다.

도 26은 완전 연결층을 이용하여, 부호화 방법 결정부를 구현한 예를 나타낸다.

도 27은 위험도 고려 분류 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

도 28 및 도 29는 위험도 함수의 일 예를 나타낸 것이다.

도 30은 부호화 대상 신호가 부호화 입력 신호와 상이한 압축률 결정 파라미터를 갖는 예를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 개시는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 개시를 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 개시의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다. 도면에서의 요소들의 형상 및 크기 등은 보다 명확한 설명을 위해 과장될 수 있다. 후술하는 예시적 실시예들에 대한 상세한 설명은, 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 실시예를 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 다양한 실시예들은 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 개시의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 실시예의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 예시적 실시예들의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다.

[0036] 본 개시에서 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 개시의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0037] 본 개시의 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있으나, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결 되어"있다거나 "직접 접속되어"있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.
- [0038] 본 개시의 실시예에 나타나는 구성부들은 서로 다른 특징적인 기능들을 나타내기 위해 독립적으로 도시되는 것으로, 각 구성부들이 분리된 하드웨어나 하나의 소프트웨어 구성단위로 이루어짐을 의미하지 않는다. 즉, 각 구성부는 설명의 편의상 각각의 구성부로 나열하여 포함한 것으로 각 구성부 중 적어도 두개의 구성부가 합쳐져 하나의 구성부로 이루어지거나, 하나의 구성부가 복수 개의 구성부로 나뉘어져 기능을 수행할 수 있고 이러한 각 구성부의 통합된 실시예 및 분리된 실시예도 본 개시의 본질에서 벗어나지 않는 한 본 개시의 권리범위에 포함된다.
- [0039] 본 개시에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 개시를 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 개시에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 즉, 본 개시에서 특정 구성을 "포함"한다고 기술하는 내용은 해당 구성 이외의 구성을 배제하는 것이 아니며, 추가적인 구성이 본 개시의 실시 또는 본 개시의 기술적 사상의 범위에 포함될 수 있음을 의미한다.
- [0040] 본 개시의 일부의 구성 요소는 본 개시에서 본질적인 기능을 수행하는 필수적인 구성 요소는 아니고 단지 성능을 향상시키기 위한 선택적 구성 요소일 수 있다. 본 개시는 단지 성능 향상을 위해 사용되는 구성 요소를 제외한 본 개시의 본질을 구현하는데 필수적인 구성부만을 포함하여 구현될 수 있고, 단지 성능 향상을 위해 사용되는 선택적 구성 요소를 제외한 필수 구성 요소를 포함한 구조도 본 개시의 권리범위에 포함된다.
- [0041] 이하, 도면을 참조하여 본 개시의 실시 형태에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 명세서의 실시예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 명세서의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하고, 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성 요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.
- [0042] 기계 시각을 위한 영상 압축 기술은, 압축 비트량을 최소화하지만, 인간 시각을 위한 영상 압축 기술과 달리, 복원 영상의 화질이 아닌 복원 영상을 통한 기계 시각 작업의 성능을 최대화하는 것을 목표로 한다.
- [0043] 도 1은, 인간 시각을 위한 영상 압축 기술 및 기계 시각을 위한 영상 압축 기술 간의 차이를 도식화한 것이다.
- [0044] 도 1의 (a)는, 인간 시각을 위한 영상 압축 기술을 나타낸 것이고, 도 1의 (b)는, 기계 시각을 위한 영상 압축 기술을 나타낸 것이다.
- [0045] 기계 시각을 위한 영상 압축은, 영상을 그대로 압축하는 대신, 영상으로부터 특징맵을 추출하고, 추출된 특징맵을 압축하는 것일 수 있다. 여기서, 특징맵은, 기계 작업 수행 모델에 의해 추출될 수 있다.
- [0046] 기계 시각을 위한 영상 압축 기술은, 특징맵의 압축 비트량을 최소화하는 한편, 복원된 특징맵에 기반하여 기계 작업을 수행하였을 때, 기계 작업 성능을 최대화하는 방향으로, 최적화될 수 있다.
- [0047] 도 2는 기계 작업 수행 모델에 의해, 다계층 특징맵이 추출되는 예를 나타낸 것이다.
- [0048] 기계 작업 수행 모델(200)은, 특징맵 추출부(210) 및 기계 작업 수행부(220)로 구분될 수 있다. 이때, 특징맵 추출부(210) 및 기계 작업 수행부(220)는, 각각 상이한 디바이스에 의해 구현될 수 있다. 일 예로, 특징맵 추출부(210)은, 인코딩을 위한 단말에 포함되고, 기계 작업 수행부(220)는, 디코딩을 위한 단말에 포함될 수 있다.
- [0049] 특징맵 추출부(210) 및 기계 작업 수행부(220)를 서로 다른 디바이스 상에서 구현함으로써, 각 디바이스의 컴퓨팅 부담을 경감시킬 수 있다. 한편, 특징 맵은 사람이 보고 객체를 식별하기 어려우므로, 개인 정보 보호에 도움이 될 수 있다.
- [0050] 기계 작업 수행을 위한 부호화 입력 신호는, 영상 그 자체일 수도 있고, 입력으로부터 추출된 특징맵 일 수도 있다. 한편, 부호화 대상인 특징맵은, 단일 계층 특징맵 또는 다계층 특징맵일 수 있다. 또는, 영상 또는 특징맵을 복수 블록들로 분할하고, 블록 단위로 부호화 입력 신호를 설정할 수도 있다.

- [0051] 도 3은 부호화 입력 신호가 적응적으로 선택되는 예를 나타낸 것이다.
- [0052] 본 개시에서는, 복수의 압축 부호화 방법 중 압축 비트량에 따라, 최적의 부호화 방법을 결정하는 방법을 제안한다.
- [0053] 영상 또는 특징맵을 압축하는 경우, 부호화 방법에 따라, 소정 항목에 대한, 압축 비트량 범위가 상이할 수 있다. 일 예로, 제1 부호화 방법은, 낮은 비트량 범위에서 높은 성능을 보이는 반면, 높은 압축 비트량 범위에서 낮은 성능을 보일 수 있고, 제2 부호화 방법은, 높은 압축 비트량 범위에서 높은 성능을 보이는 반면, 낮은 비트량 범위에서 낮은 성능을 보일 수 있다.
- [0054] 도 4는 부호화 방법에 따른, 성능 차이를 예시한 것이다.
- [0055] 도 4에서는, 3가지 부호화 방법이, 압축 비트량에 따른 성능이 상이한 것으로 예시되었다.
- [0056] 3가지 부호화 방법의 성능이 도 4에 도시된 예와 같을 때, 낮은 압축 비트량 범위에서는, 부호화 방법 3을 선택하는 것이 효과적이다. 또한, 중간 압축 비트량 범위에서는, 부호화 방법 2를 선택하고, 높은 압축 비트량 범위에서는, 부호화 방법 1을 선택하는 것이 효과적이다.
- [0057] 즉, 압축 비트량 별로 가장 좋은 성능을 압축 부호화 방법이 상이한 경우, 압축 비트량에 따라, 최적의 부호화 방법을 선택함으로써, 부호화 효율을 증가시킬 수 있다. 이를 위해, 본 개시에서는, 주어진 압축 비트량 범위에 대해, 최적의 부호화 방법을 선택하는 방법을 제시한다.
- [0058] 복수의 부호화 방법 후보들은, 복수 종류의 코덱들을 포함할 수 있다. 복수 종류 의 코덱들은, 인간 시각을 위한 코덱(예컨대, AV1, HEVC, 또는 VVC) 또는 인공지능 기반 코덱 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0059] 또는, 복수의 부호화 방법 후보들은, 시간적 리샘플링의 수행 여부, 공간적 해상도 조정 여부, 압축률 결정 파라미터의 변경 여부 또는 관심 영역 처리 여부 중 적어도 하나가 상이한 것일 수 있다.
- [0060] 한편, 압축 비트량은, 압축률 결정 파라미터에 의해 결정될 수 있다. 이에 따라, 최적의 압축 부호화 방법은, 샘플 및 해당 샘플의 압축률 파라미터에 의해 결정될 수 있다. 이에 따라, 부호화 입력 신호의 샘플들 각각의 압축률 결정 파라미터에 따라, 샘플들 간 최적의 압축 부호화 방법이 상이할 수 있다.
- [0061] 최적의 압축 부호화 방법의 결정은, 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부에 의해 수행될 수 있다. 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부는, 샘플의 압축률 결정 파라미터에 따라, 샘플에 대한 최적의 부호화 방법을 미리 결정해 두고, 이를 예측는 신경망 테트워크에 의해 학습될 수 있다. 즉, 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부는, 지도 학습을 통해 학습하도록 설계된 신경망 네트워크에 의해 학습될 수 있다.
- [0062] 한편, 정답인 부호화 방법을 설정하는 예로, 샘플의 압축률 결정 파라미터에 대해 복수의 부호화 방법을 적용하였을 때, 압축률 이득(일 예로, BD-rate gain)을 최대화하는 부호화 방법을 정답으로 설정될 수 있다.
- [0063] 후술될 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부를 통해 부호화 입력 신호에 대한 최적의 부호화 방법을 결정한다. 부호화 입력 신호에 대한 최적의 부호화 방법이 결정되면, 해당 부호화 방법에 기반하여, 부호화 입력 신호를 부호화 대상 신호로 변환 및 압축할 수 있다.
- [0064] 부호화 대상 신호를 변환하는 것은, 부호화 입력 신호 중 일부만을 선택하는 것 또는 부호화 입력 신호를 저해상도 변환하는 것 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 결정된 최적의 부호화 방법에 따라, 부호화 대상 신호를 변환하는 과정은 생략될 수도 있다.
- [0065] 복호화 과정에서는 최적 부호화 방법을 기초로 압축된 부호화 대상 신호를 복원할 수 있다. 또한, 복원된 부호화 대상 신호를 역변환하여, 부호화 입력 신호를 복원할 수 있다.
- [0066] 상술한 설명에 기초하여, 본 개시에 따른, 영상 부호화 방법 및 이를 위한 장치, 및 영상 복호화 방법 및 이를 위한 장치에 대해 상세히 살펴보기로 한다.
- [0067] 도 5 및 도 6 각각은 본 개시의 일 실시예에 따른, 영상 부호화 방법 및 영상 복호화 방법의 흐름도이다.
- [0068] 또한, 도 7은, 도 5에 도시된 영상 부호화 방법을 수행하기 위한 영상 부호화기의 블록도를 나타낸다.
- [0069] 도 7을 참조하면, 영상 부호화기는, 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부(710), 부호화 대상 신호 변환부(720) 및 인코딩부(730)를 포함할 수 있다.
- [0070] 도시되지는 않았지만, 영상 부호화기는, 도 2에 도시된 특징맵 추출부(210)를 더 포함할 수도 있다. 특징맵 추

출부(210)는, 원본 영상으로부터, 부호화 입력 신호를 추출할 수 있다.

- [0071] 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부(710)는, 부호화 방법 특징 추출 단계[E1]를 수행하기 위한 부호화 방법 특징 추출부(712)와 부호화 방법 결정 단계[E2]를 수행하기 위한 부호화 방법 결정부(714)를 포함할 수 있다.
- [0072] 부호화 대상 신호 변환부(720)는, 부호화 입력 신호를 부호화 대상 신호로 변환하는 단계[E3]를 수행할 수 있다.
- [0073] 인코딩부(730)는, 부호화 대상 신호의 부호화 단계[E4] 및 부호화 방법 정보의 부호화 단계[E5]를 수행할 수 있다.
- [0074] 도 8은, 도 6에 도시된 영상 복호화 방법을 수행하기 위한 영상 복호화기의 블록도를 나타낸다.
- [0075] 도 8을 참조하면, 영상 복호화기는, 부호화 방법 정보 디코딩부(810), 부호화 대상 신호 디코딩부(820) 및 부호화 입력 신호 복원부(830)를 포함할 수 있다.
- [0076] 부호화 방법 정보 디코딩부(810)는, 비트스트림으로부터 부호화 방법 정보를 복원하는 단계[D1]를 수행할 수 있다.
- [0077] 부호화 대상 신호 디코딩부(820)는, 부호화 방법에 따라, 부호화된 부호화 정보를 복호화하는 단계[D2]를 수행할 수 있다.
- [0078] 부호화 입력 신호 복원부(830)는, 복원된 부호화 대상 신호를 변환하는 단계[D3]를 수행할 수 있다.
- [0079] 도시되지는 않았지만, 영상 복호화기는, 도2에 도시된 기계작업 수행부(220)를 더 포함할 수 있다. 기계작업 수행부(220)는, 복원된 부호화 입력 신호를 기초로, 기계 작업을 수행할 수 있다.
- [0080] 이하, 본 개시에 따른, 영상 부호화 방법/장치 및 영상 복호화 방법/장치에 대해, 상세히 설명하기로 한다.
- [0081] [E1] 부호화 방법 특징 추출 단계
- [0082] 부호화 방법 특징 추출부는, 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터 정보를 기초로, 부호화 방법 결정을 위한 특징을 추출한다. 이때, 부호화 방법 결정을 위한 특징을, 부호화 방법 특징이라 호칭할 수 있다.
- [0083] 최적의 부호화 방법은, 샘플의 압축률 결정 파라미터에 의해 결정된다. 이에 따라, 최적의 부호화 방법을 결정하기 위해, 샘플의 압축률 결정 파라미터를 기초로, 부호화 방법 특징을 추출할 수 있다.
- [0084] 부호화 입력 신호는, 정지 영상, 동영상의 전체 또는 특정 프레임(Frame), 단일 계층 특징맵, 다계층 특징맵의 일부 계층 또는 전체 계층, 특징 벡터, 영상을 분할하여 생성된 블록 또는 특징맵을 분할하여 생성된 블록 중 적어도 하나일 수 있다. 또는, 열거된 데이터에 대해 해상도를 조정된 것이, 부호화 입력 신호로 설정될 수 있다.
- [0085] 부호화 입력 신호가 특징맵인 경우, 부호화 방법 특징 추출부로 입력되는 신호는, 특징맵일 수도 있고, 특징맵이 추출되기 이전의 원본 영상일 수도 있다.
- [0086] 압축률 결정 파라미터는, 압축 비트량을 결정하는데 이용되는 파라미터로, 전통적인(또는, 비-인공신경망 기반의) 영상 압축 코덱(예컨대, HEVC, VVC 또는 AV1) 또는 인공신경망 기반의 압축 코덱(예컨대, End-to-End Neural Network)에 사용되는 파라미터일 수 있다.
- [0087] 일 예로, 전통적인 영상 압축 코덱 하에서, 양자화 정도를 결정하는 양자화 파라미터(QP, Quantization Parameter)가 압축률 결정 파라미터로 설정될 수 있다.
- [0088] 한편, 인공신경망 기반의 압축 코덱을 이용하는 경우, 원본 영상과 복원 영상의 왜곡 정도 및 압축 비트량 사이의 최적화 비율을 통해 압축율을 조절할 수 있다. 이에 따라, 인공신경망 기반의 압축 코덱 하에서, 상기 비율 또는 상기 비율을 결정하기 위한 파라미터가, 압축률 결정 파라미터로 설정될 수 있다.
- [0089] 압축률 결정 파라미터를 기초로 유도되는 부호화 방법 특징은, 공간 해상도와 채널을 갖는 단일 계층 특징맵 또는 다계층 특징맵일 수 있다. 또는, 압축률 결정 파라미터로부터 유도되는 특징은, 공간 해상도를 갖지 않고, 채널만 갖는 특징 벡터일 수 있다.
- [0090] 부호화 방법 특징 추출부는, 컨볼루션 신경망 또는 완전 연결층을 사용한 인경 신경망을 사용하여 구현될 수 있다.

- [0091] 도 9는 인공 신경망을 기초로 구축되는 부호화 방법 특징 추출부를 예시한 것이다.
- [0092] 도 9에 도시된 예에서는, 부호화 방법 특징 추출부가 컨볼루션 층 및 잔차 블록(Residual Block, ResBlock) 층을 포함하는 것으로 예시되었다.
- [0093] 또한, 컨볼루션 층의 컨볼루션 필터의 크기는 5x5, 스트라이드(Stride, s)의 크기는 2, 패딩(Padding, p) 크기는 2, 출력되는 채널 수는 128인 것으로 예시되었다.
- [0094] 필터의 크기가 큰 컨볼루션 층을 사용함으로써, 부호화 방법 특징 추출부로 입력되는 신호의 해상도를 줄이고, 해상도가 변환된 입력 신호를 작은 크기의 필터를 갖는 컨볼루션 층에 입력할 수 있다.
- [0095] 잔차 블록 층은, 컨볼루션들 사이에 배치 정규화(Batch Normalization) 및 ReLU와 같은 활성화 함수를 수행하고, 마지막 컨볼루션 이후에 배치 정규화를 재 수행하는 구조로 구현될 수 있다.
- [0096] 또한, 부호화 방법 특징 추출부는, 잔차 블록 층들이 연속적으로 연결된 구조를 가질 수 있다. 즉, 이전 잔차 블록 층의 마지막 배치 정규화를 거쳐 출력되는 신호가, 현재 잔차 블록 층에 입력될 수 있다. 한편, 잔차 블록 층에 표기된 숫자(64, 128, 256, 512)는, 잔차 블록 층의 출력 채널 수를 나타낸다. 일 예로, "ResBlock, 64"는, 해당 잔차 블록 층의 출력 채널 수가 64임을 나타낸다.
- [0097] 도 4에 도시된 예를 참조하면, 낮은 압축율 구간에서는, 부호화 방법 3이 선택되고, 중간 압축율 구간에서는, 부호화 방법 2가 선택되고, 높은 압축율 구간에서는, 부호화 방법 1이 선택된다. 즉, 높은 압축율 구간에서, 부호화 방법 3이 최적의 부호화 방법일 가능성은 매우 낮다.
- [0098] 즉, 압축률이 증가함에 따라, 선택이 예상되는 부호화 방법들의 순서는, 도 4의 예에 따라, 부호화 방법 3, 부호화 방법 2 및 부호화 방법 1의 순서일 가능성이 높다.
- [0099] 한편, 부호화 방법에 대한 예측이 잘못된 경우가 발생할 수 있다. 이때, 부호화 방법들 간의 성능 교차가 발생하는 지점(예컨대, 낮은 압축 비트량 범위와 중간 압축 비트량 범위 사이의 경계, 또는 중간 압축 비트량 범위와 높은 압축 비트량 범위 사이의 경계)에서 예측이 잘못되는 경우보다, 부호화 방법들 간의 성능 교차가 발생하는 지점으로부터 먼 지점에서의 예측이 잘못되는 경우에 있어서, 더 큰 성능 하락을 야기할 수 있다.
- [0100] 일 예로, 도 4의 예시에서, 중간 압축 비트량 범위 중 높은 압축 비트량 범위와 가까운 구간에서는, 부호화 방법 2이 아닌 부호화 방법 1이 선택되더라도, 전체 성능에 큰 영향을 미치지 않을 것이다. 반면, 중간 압축 비트량 범위 중 낮은 압축 비트량 범위와 가까운 구간에서 부호화 방법 2가 아닌 부호화 방법 1이 선택된다면, 전체 성능에 큰 하락을 야기할 수 있다.
- [0101] 이에 따라, 압축률에 따른 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하여, 학습을 위한 구조 및 손실함수를 설계할 수 있다. 즉, 압축율에 따른, 부호화 방법들의 선택 순서를 유지함으로써, 예측이 잘못되었을 때, 전체 성능을 미치는 영향을 최소화할 수 있다.
- [0102] 한편, 부호화 방법들의 선택 순서를 유지하기 위해, 부호화 방법들을 압축율에 따라 정렬하는 것(즉, 부호화 방법들 간의 선택 순서 정렬)과 특정한 부호화 방법에 대한 압축률을 정렬하는 것(즉, 부호화 방법 내 순서 정렬) 중 적어도 하나가 수행될 수 있다.
- [0103] 도 11 및 도 12는 부호화 방법들 간 순서를 유지하는 예를 나타낸 것이다.
- [0104] 압축률은, 압축률 결정 파라미터에 의해 결정된다. 이에 따라, 압축률 증가에 따른 부호화 방법들의 선택 순서를 유지하기 위해, 압축률 결정 파라미터의 크기와 부호화 방법들의 인덱스 사이의 관계가 증가 함수의 관계가 되도록 설정할 수 있다.
- [0105] 일 예로, 부호화 방법 특징의 잠재 공간 상에서, 부호화 방법 특징(z)을 부호화 방법들의 순서(즉, 부호화 방법들의 인덱스)에 따라, 하나의 축에 대해 정렬할 수 있다. 여기서, 부호화 방법 특징이 정렬되는 축을, '잠재 공간 정렬 축'이라 호칭할 수 있다. 또한, 잠재 공간 정렬 축에 대한 값을, '잠재 공간 특징 정렬값'(q)라 호칭할 수 있다. 이 경우, 잠재 공간 특징 정렬값(q)과 부호화 방법들의 인덱스 사이의 관계가 증가 함수 관계가 되도록 하는 손실 함수를 사용할 수 있다.
- [0106] 예컨대, 도 4의 예를 따를 경우, 부호화 방법 3을 이용하는 부호화 방법 특징(z)의 잠재 공간 특징 정렬값(q)은, 부호화 방법 2를 이용하는 부호화 방법 특징(z)의 잠재 공간 특징 정렬값(q)에 비해, 작을 수 있다. 마찬가지로, 부호화 방법 2를 이용하는 부호화 방법 특징(z)의 잠재 공간 특징 정렬값(q)은, 부호화 방법 1

을 이용하는 부호화 방법 특징(z)의 잠재 공간 특징 정렬값(q)에 비해, 작을 수 있다.

- [0107] 도 10은, 압축률 결정 파라미터에 따라 부호화 방법들의 선택 순서가 유지된 경우와, 그렇지 않은 경우를 비교한 예시를 나타낸다.
- [0108] m 은, 부호화 방법을 나타낸다. 또한, 도 10에서는, 3개의 부호화 방법들이 존재하는 경우를 예시하였다.
- [0109] 도 10의 (a)에서는, 압축률 결정 파라미터(즉, 양자화 파라미터)의 크기와, 선택되는 부호화 방법들이 교차되지 않는 것으로 도시되었다. 일 예로, 작은 크기의 양자화 파라미터에 대해서는, 부호화 방법 1(m_1)만이 선택되고, 중간 크기의 양자화 파라미터에 대해서는, 부호화 방법 2 (m_2)만이 선택되며, 큰 크기의 양자화 파라미터에 대해서는, 부호화 방법 3 (m_3)만이 선택되는 것으로 예시되었다. 이 경우, 특정 크기의 양자화 파라미터(즉, 문턱값)이, 두 부호화 방법들의 선택 경계가 될 수 있다.
- [0110] 반면, 도 10의 (b)에서는, 압축률 결정 파라미터(즉, 양자화 파라미터)의 크기와, 선택되는 부호화 방법들이 교차 가능한 것으로 도시되었다. 일 예로, 중간 크기의 양자화 파라미터에 대해서는, 부호화 방법 2 (m_2)뿐만 아니라 부호화 방법 3 (m_3)이 선택되고, 큰 크기의 양자화 파라미터에 대해서는, 부호화 방법 3 (m_3)뿐만 아니라, 부호화 방법 1 (m_1)이 선택되는 것으로 예시되었다.
- [0111] 도 11은, 잠재 공간 상에서, 부호화 방법 특징을 잠재공간 특징 정렬 축 상에, 부호화 방법을 따라 정렬한 예를 나타낸다.
- [0112] 도면 상의 X 마크는, 압축률 변화에 따른, 부호화 방법 특징을 나타낸다. 화살표는, 압축률의 증가 방향을 나타낸다.
- [0113] 다음으로, 특정한 부호화 방법에 대한 압축률을 정렬하는 것(즉, 부호화 방법 내 순서 정렬)에 대해 설명하기로 한다. 특정한 부호화 방법을 이용하는 복수의 압축률 결정 파라미터들에 대해, 압축률 결정 파라미터와 잠재 공간 특징 정렬값이 증가함수 관계를 갖도록 설정될 수 있다. 즉, 특정한 부호화 방법에 대해, 잠재 공간 특징 정렬값의 순위는, 대응하는 압축률 결정 파라미터의 순위와 같을 수 있다.
- [0114] 도 12는 부호화 방법의 예측에 오류가 발생하는 경우의 예를 나타낸다.
- [0115] 도 12의 (a)는, 압축률 결정 파라미터가 증가함에 따라 선택되는 부호화 방법들의 순서가 유지되는 경우의 예를 나타낸 것이고, 도 12의 (b)는, 부호화 방법들 간의 선택 순서가 고려되지 않는 경우의 예를 나타낸 것이다.
- [0116] 도 12에 도시된 예에서는, 같이, 부호화 방법들 간의 선택 순서를 유지한 경우, 그렇지 않은 경우에 비해, 상대적으로 더 낮은 압축률 결정 파라미터를 갖는 샘플이 오분류된 것으로 예시되었다. 즉, 도 12의 (a)에서는, 양자화 파라미터가 25인 경우(QP25)에 오분류가 발생하였으나, 도 12의 (b)에서는, 양자화 파라미터가 32인 경우(QP32)에 오분류가 발생하였다. 즉, 부호화 방법들 간의 선택 순서를 유지한 경우에는, 부호화 방법들의 선택 경계에서 오분류가 발생하는 바, 전체적인 성능 하락이 적다. 반면, 부호화 방법들 간의 선택 순서가 고려되지 않는 경우에는, 부호화 방법들의 선택 경계와 먼 지점에서 오분류가 발생하는 바, 전체적인 성능 하락이 클 수 있다.
- [0117] 특정한 부호화 방법에 대한 압축률을 정렬하는 것(즉, 부호화 방법 내 순서 정렬)은, 부호화 방법들 간의 경계가 잘못 예측되었을 때, 성능 하락을 최소화할 수 있다.
- [0118] 위 실시예를 고려하여, 본 개시에서는, 압축 비트량 적응적 부호화 방법 결정부가 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하여 부호화 방법을 결정하는 실시예와, 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하지 않고 부호화 방법을 결정하는 실시예를 구분하여 설명한다.
- [0119] [E1-1] 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하지 않고 부호화 방법을 결정하는 실시예
- [0120] 도 13 및 도 14는 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하지 않고, 부호화 방법을 결정하는 예를 나타낸 것이다.
- [0121] 본 개시에서는, 부호화 방법 특징을 변수 z 로 표기하기로 한다.
- [0122] 도 13은, 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터가 모두 부호화 방법 특징 추출부의 입력으로 사용되는 예를 나타낸다. 부호화 방법 특징 추출부는, 입력되는 부호화 입력 신호 및 압축률 결정 파라미터를 기초로, 부호화 방법 특징 z 를 추출할 수 있다. 추출된 부호화 방법 특징 z 는, 부호화 방법 결정부의 입력으로 사용될 수 있다.
- [0123] 반면, 도 14는, 부호화 입력 방법만을 부호화 방법 특징 추출부의 입력으로 사용하는 예를 나타낸다. 부호화 방법 특징부는, 입력되는 부호화 입력 신호로부터, 부호화 방법 특징 z 를 추출할 수 있다. 압축률 결정 파라미터

는, 추출된 부호화 방법 특징 z 와 함께, 부호화 방법 결정부에 입력될 수 있다.

[E1-2] 부호화 방법 순서를 고려하지 않고 부호화 방법을 결정하는 실시예

도 15 및 도 16은 부호화 방법들의 선택 순서를 고려하여, 부호화 방법을 결정하는 예를 나타낸 것이다.

부호화 방법들의 선택 순서를 고려하는 경우, 부호화 방법 특징 z 와 함께 잠재 공간 특징 정렬값 q 이 사용될 수 있다.

도 15는, 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터가 모두 부호화 방법 특징 추출부의 입력으로 사용되는 예를 나타낸다. 부호화 방법 특징 추출부는, 입력되는 부호화 입력 신호 및 압축률 결정 파라미터를 기초로, 부호화 방법 특징 z 및 잠재 공간 특징 정렬값 q 를 추출할 수 있다. 추출된 부호화 방법 특징 z 및 잠재 공간 특징 정렬값 q 는, 부호화 방법 결정부의 입력으로 사용될 수 있다.

부호화 방법 특징 추출부가, 부호화 방법 특징 z 및 잠재 공간 특징 정렬값 q 를 추출하는 일 예로, 도 16과 같은 구조가 이용될 수 있다. 도 16에서는, 부호화 방법 특징 추출부가, 부호화 입력 신호 특징 추출부 및 잠재 공간 특징 정렬값 추출부를 포함하는 것으로 예시되었다.

구체적으로, 부호화 입력 신호가 부호화 방법 특징 추출부로 입력되면, 부호화 방법 특징 추출부는, 부호화 방법 특징 z 를 출력한다.

이후, 압축률 결정 파라미터와 부호화 방법 특징 z 가 잠재 공간 특징 정렬값 추출부로 입력된다. 잠재 공간 특징 정렬값 추출부는, 입력 데이터에 기초하여, 잠재 공간 특징 정렬값 q 를 출력한다.

부호화 방법 특징 추출부로부터 출력되는 부호화 방법 특징 z 및 잠재 공간 특징 정렬값 추출부로부터 출력되는 잠재 공간 특징 정렬값 q 각각은, 부호화 방법 결정부에 입력될 수 있다.

부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터가 함께 부호화 방법 특징 추출부로 입력되는 경우, 양자간의 차원을 맞춰 채널 방향으로 병합하는 과정이 수행될 수 있다.

도 17은 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터가 병합되는 예를 나타낸 것이다.

부호화 입력 신호의 차원을 압축률 결정 파라미터의 차원과 같게 만들기 위해, 부호화 입력 신호를, 컨볼루션 신경망 또는 완전 연결층에 통과시킬 수 있다.

일 예로, 부호화 입력 신호의 공간 해상도이가 100×200 이고, 부호화 입력 신호가 256개의 채널을 갖는 경우, 부호화 입력 신호의 차원은, (256, 100, 200)으로 표현될 수 있다. 한편, 압축률 결정 파라미터가 하나의 스칼라 (scalar) 값인 경우, 부호화 입력 신호를 컨볼루션 신경망 또는 완전 연결망에 통과시켜, 하나의 스칼라 값으로 변환할 수 있다.

이후, 차원이 변환된 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터를 채널 방향으로 병합하거나, 차원이 변환된 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터를 서로 더한 값을, 부호화 방법 특징 추출부의 입력으로 사용할 수 있다.

도 17에서는, 2개의 스칼라 값(즉, 차원이 변환된 부호화 입력 신호 및 압축률 결정 파라미터)를 채널 방향으로 병합한 2채널의 신호가, 부호화 특징부의 입력으로 설정되는 것으로 예시되었다.

한편, 부호화 입력 신호가 공간 해상도를 갖지 않는 특징 벡터인 경우, 부호화 입력 신호에 대한 차원 변경을 수행하지 않을 수 있다. 즉, 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터를 채널 방향으로 병합하여, 부호화 방법 특징 추출부의 입력 신호를 생성할 수 있다.

다른 예로, 압축률 결정 파라미터를, 부호화 입력 신호의 공간 해상도에 맞춰 변환할 수도 있다.

도 18 및 도 19는 압축률 결정 파라미터를 부호화 입력 신호의 공간 해상도에 맞춰 변환하는 예를 나타낸 것이다.

단일 채널의 압축률 결정 파라미터를 부호화 입력 신호와 같은 공간 해상도로 변환할 수 있다.

일 예로, 도 18에 도시된 예에서와 같이, 변환된 압축률 결정 파라미터는, 각 픽셀 값이 압축률 결정 파라미터의 값으로 설정되는 픽처일 수 있다.

- [0144] 이때, 정규화 과정을 통해, 부호화 입력 신호와 압축률 결정 파라미터의 범위를 맞출 수 있다.
- [0145] 일 예로, 부호화 입력 신호의 차원이 (256, 100, 200)인 경우, 부호화 입력 신호의 공간 신호와 동일하게 맞춰 압축률 결정 파라미터의 입력 신호를 (1, 100, 200) 차원으로 변환할 수 있다. 위 2개의 신호를 채널 축으로 합칠 경우, (257, 100, 200) 신호가 생성된다. 위 생성된 신호를, 부호화 방법 특징 추출부의 입력 신호로 설정할 수 있다.
- [0146] 또는, 도 19에 도시된 예에서와 같이, 복수 채널의 압축률 결정 파라미터를 부호화 입력 신호의 공간 해상도로 변환할 수 있다. 여기서, 각 채널은, 서로 상이한 값의 압축률 결정 파라미터에 대응하는 것일 수 있다. 즉, 사용 가능한 압축률 결정 파라미터의 개수가 채널 수로 결정 설정할 수 있다.
- [0147] 채널들 간 순서는, 압축률 결정 파라미터에 따라 결정될 수 있다.
- [0148] 복수의 채널 중 사용하고자 하는 압축률 결정 파라미터에 해당하는 채널은 활성화하고, 그렇지 않은 채널은 비활성화 할 수 있다. 일 예로, 도 19에 도시된 예에서와 같이, 복수의 채널 중 사용하고자 하는 압축률 결정 파라미터에 대응하는 채널 내 각 픽셀 값은 1로 설정하고, 그렇지 않은 채널 내 각 픽셀 값은 0으로 설정할 수 있다.
- [0149] 일 예로, 부호화 입력 신호의 차원이 (256, 100, 200)이고, 이용 가능한 압축률 파라미터의 개수가 10개(예컨대, 1 내지 10까지의 정수값)인 것으로 가정하자. 이 경우, 변환된 압축률 결정 파라미터는 (10, 100, 200) 차원을 가질 수 있다.
- [0150] 한편, 사용하고자 하는 압축률 결정 파라미터가 3(즉, 세번째 채널)인 경우, 세번째 채널의 값을 모두 1로 설정하는 한편, 잔여 채널의 값은 모두 0으로 설정할 수 있다.
- [0151] 위 2개의 신호를 채널 축으로 합칠 경우, (266, 100, 200) 차원의 신호가 생성된다. 위 생성된 신호를, 부호화 방법 특징 추출부의 입력 신호로 설정할 수 있다.
- [0152] 다음으로, 부호화 방법 특징 추출부를 학습하는 방법에 대해 상세히 설명하기로 한다.
- [0153] 부호화 방법 특징 추출부의 학습에는, 지도 학습이 적용될 수 있다. 즉, 부호화 입력 신호의 샘플 압축률 결정 파라미터에 최적인 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)을 미리 정해두고, 부호화 방법 특징 추출부를 학습할 수 있다.
- [0154] 이때, 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)은, 복수의 부호화 방법들 중, 부호화 입력 신호의 샘플과 상기 샘플의 압축률 결정 파라미터에 따른 압축률 대비 성능 이득(BD-rate gain)이 최대인 부호화 방법일 수 있다.
- [0155] 또는, 부호화 입력 신호 내 객체의 크기에 따른 압축률 대비 성능 이득이 최대화되는 부호화 방법을 최적의 부호화 방법으로 선택할 수도 있다. 즉, 객체 크기와 압축 비트량에 따라 최적의 부호화 방법을 선택할 수도 있다.
- [0156] 압축률에 따른 부호화 방법들 간의 선택 순서를 유지하기 위한 손실함수를 이용할 수 있다. 구체적으로, 잠재 공간 특징 정렬값 q 에 손실 함수를 적용할 수 있다.
- [0157] 도 20 및 도 21은 잠재 공간 특징 정렬값에 손실함수를 적용한 예를 나타낸 것이다.
- [0158] 다른 예로, 부호화 방법들의 선택 순서를 유지하기 위해, 특징값 중앙 정렬 손실함수를 이용할 수 있다. 특징값 중앙 정렬 손실함수는, 잠재 공간 특징 정렬값이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)에 대한 중앙값과 가까이 위치하도록 하는 손실함수이다.
- [0159] 이때, 중앙값은, 초-파라미터(Hyper-parameter)에 의해 미리 결정되어 있을 수 있다. 또는, 중앙값은, 학습에 의해 결정될 수 있다.
- [0160] 특징값 중앙 정렬 손실함수는, 잠재 공간 특징 정렬값과 중앙값 간의 차이를 최소화하는 L1 손실함수 또는 L2 손실함수일 수 있다.
- [0161] 도 22는 특징값 중앙 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0162] 설명의 편의를 위해, 선택 가능한 부호화 방법들은 3개인 것으로 가정한다. 도 22에서, c_1 , c_2 및 c_3 각각은, 최적의 부호화 방법에 해당하는 중앙값을 나타낸다.

[0163] y 는, 최적의 부호화 방법의 인덱스를 가리킨다. 일 예로, $q_{y=1}$ 은, 인덱스가 1인 부호화 방법이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)인 잠재 공간 정렬값을 나타낸다.

[0164] 특징값 중앙 정렬 손실함수는, 잠재 공간 정렬값 $q_{y=1}$ 가, 최적의 부호화 방법의 중앙값인 c_1 과 가까워지도록 하는 것일 수 있다. 이에 따라, 손실함수는, 잠재 공간 정렬값 $q_{y=1}$ 와 최적의 부호화 방법의 중앙값인 c_1 사이의 거리를 변수로 활용할 수 있다.

[0165] 수학적 식 1은, L2 손실함수인, 특징값 중앙 손실함수의 일 예를 나타낸 것이다.

수학적 식 1

[0166]
$$loss=(c_1-q_{y=1})^2$$

[0167] 다른 예로, 부호화 방법들의 선택 순서를 유지하기 위해, 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 이용할 수 있다. 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수는, 잠재공간 특징 정렬값이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)의 임계값 범위 내에 존재 또는 임계값 범위와 가까워지도록 설정하는 것일 수 있다.

[0168] 일 예로, 잠재 공간 특징 정렬값이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)의 임계값 범위 내에 존재하는 경우, 손실함수의 값은 0으로 설정될 수 있다. 반면, 잠재 공간 특징 정렬값이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)의 임계값 범위 바깥에 존재하는 경우, 잠재 공간 특징 정렬값에 대해, 임계값과의 차이를 최소화하는 L1 손실함수 또는 L2 손실함수를 적용할 수 있다.

[0169] 한편, 임계값은, 초-파라미터(Hyper-parameter)에 의해 미리 결정되어 있을 수 있다. 또는, 임계값은, 학습에 의해 결정될 수 있다.

[0170] 도 23은 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

[0171] 설명의 편의를 위해, 선택 가능한 부호화 방법들은 3개인 것으로 가정한다. 도 23에 도시된 예에서, 첫번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는 0부터 th_1 까지이고, 두번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는 th_1 부터 th_2 까지이며, 세번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는, th_2 부터 1까지일 수 있다.

[0172] 샘플의 잠재 공간 특징 정렬값이 최적인 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)의 임계값 범위에 위치하도록 설정할 수 있다. 일 예로, 최적인 부호화 방법의 인덱스가 2인 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 는, 두번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위인 th_1 부터 th_2 사이에 존재하여야 한다. 이에 따라, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 이 th_1 보다 작은 경우, $q_{y=2}$ 를 th_1 쪽으로 이동시키기 위해, $q_{y=2}$ 및 th_1 사이의 거리를 변수로 사용하는 손실함수를 사용할 수 있다. 반면, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 이 th_2 보다 큰 경우, $q_{y=2}$ 를 th_2 쪽으로 이동시키기 위해, $q_{y=2}$ 및 th_2 사이의 거리를 변수로 사용하는 손실함수를 사용할 수 있다. 한편, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 가 th_1 내지 th_2 사이에 존재하는 경우에는, 손실함수를 적용하지 않을 수 있다.

[0173] 수학적 식 2는, 위 예시에 따라, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 에 적용되는 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수의 일 예를 나타낸 것이다.

수학적 식 2

[0174]
$$loss=(th_1-q_{y=2})^2, (q_{y=2}<th_1)$$

$$loss=0, (th_1\leq q_{y=2}\leq th_2)$$

$$loss=(th_2-q_{y=2})^2, (th_2<q_{y=2})$$

[0175] 다른 예로, 부호화 방법들의 선택 순서를 유지하기 위해, 여백 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 이용할 수 있다. 여백 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수는, 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수와 동일하게 작

동하지만, 부호화 방법들의 임계값 사이에 여백이 설정되는 차이가 있다.

[0176] 도 24는 여백 임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.

[0177] 도 24에 도시된 예에서와 같이, 첫번째 부호화 방법 및 두번째 부호화 방법 간의 경계 th_1 을 전후하여, m 만큼의 여백이 설정될 수 있다. 또한, 두번째 부호화 방법 및 세번째 부호화 방법 간의 경계 th_2 를 전후하여 m 만큼의 여백이 설정될 수 있다.

[0178] 이에 따라, 첫번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는 0부터 (th_1-m) 까지이고, 두번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는 (th_1+m) 부터 (th_2-m) 까지이며, 세번째 부호화 방법에 대한 임계값 범위는, (th_2+m) 부터 1까지일 수 있다.

[0179] 한편, 도 24에서는, 두 부호화 방법들 간의 경계의 전후에 모두 여백이 설정되는 것으로 예시되었으나, 두 부호화 방법들 간의 경계의 전방에만 여백을 설정하거나, 후방에만 여백을 설정하는 것도 가능하다.

[0180] 잠재 공간 특징 정렬값이, 여백을 제외한, 최적의 부호화 방법의 임계값 범위에 위치하도록 설정할 수 있다. 일 예로, 도 24에 도시된 예에서, 최적의 부호화 방법의 인덱스가 2인 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=2}$ 에 대한 손실함수는, 수식식 3과 같이 정의될 수 있다.

수식식 3

$$\begin{aligned} loss &= ((th_1+m)-q_{y=2})^2, (q_{y=2} < th_1) \\ loss &= 0, (th_1 \leq q_{y=2} \leq th_2) \\ loss &= ((th_2-m)-q_{y=2})^2, (th_2 < q_{y=2}) \end{aligned}$$

[0181]

[0182] 상술한 복수의 손실함수들 중 적어도 하나가 부호화 방법 특징 추출부를 학습하는데 이용될 수 있다.

[0183] 또는, 상술한 복수의 손실함수들 중 두개 이상이, 부호화 방법 특징 추출부를 학습하는데 이용될 수도 있다. 일 예로, '특징 값 중앙 정렬 손실함수'를 기초로, 부호화 방법 특징 추출부를 초기 학습시킨 뒤, '임계값을 사용한 특징값 정렬 손실함수'를 사용하여 부호화 방법 특징 추출부에 대해 미세 조정(fine-tuning)을 적용할 수 있다.

[0184] 한편, 손실함수를 적용함에 있어서, 부호화 방법 별로, 임계값 범위를 세분화할 수도 있다.

[0185] 도 25는 부호화 방법 별로 임계값 범위가 세분화된 예시를 나타낸 것이다.

[0186] 부호화 방법에 대한 임계값 범위는, 해당 부호화 방법을 최적의 부호화 방법으로 이용하는 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수만큼 구획될 수 있다.

[0187] 설명의 편의를 위해, 사용 가능한 압축률 결정 파라미터 후보의 후보들의 개수는 10개이고, 선택 가능한 부호화 방법들의 개수가 3개인 것으로 가정한다. 일 예로, 10개의 압축률 결정 파라미터 후보들은, {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10}일 수 있다.

[0188] 부호화 방법 1을 최적의 부호화 방법으로 이용하는 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수가 3개(예컨대, {1, 2, 3})인 경우, 도 24에 도시된 예에서와 같이, 부호화 방법 1의 임계값 범위를 3개로 나눌 수 있다. 마찬가지로, 부호화 방법 2를 최적의 부호화 방법으로 이용하는 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수가 2개(예컨대, {4, 5})인 경우, 도 24에 도시된 예에서와 같이, 부호화 방법 2의 임계값 범위를 2개로 나눌 수 있다. 또한, 부호화 방법 3을 최적의 부호화 방법으로 이용하는 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수가 5개인 경우, 부호화 방법 3의 임계값 범위를 5개로 나눌 수 있다.

[0189] 즉, 압축률 결정 파라미터 후보들의 개수 만큼, 임계값 범위를 설정할 수 있다. 각 임계값 범위는, 서로 다른 압축률 결정 파라미터 후보에 대응할 수 있다. 이에 따라, 소정의 압축률 결정 파라미터 후보로부터 유도되는 잠재 공간 특징 정렬값이, 대응되는 임계값 범위에 포함되도록 하는 손실함수를 이용할 수 있다. 일 예로, 소정의 압축률 결정 파라미터 후보로부터 유도되는 잠재 공간 특징 정렬값이, 대응되는 임계값 범위에 포함되지 않는 경우, 잠재 공간 특징 정렬값을 대응되는 임계값 범위로 이동시키는 손실함수를 적용할 수 있다. 반면, 소정

의 압축률 결정 파라미터 후보로부터 유도되는 잠재 공간 특징 정렬값이, 대응되는 임계값 범위에 포함되는 경우, 잠재 공간 특징 정렬값에 대해, 손실함수를 적용하지 않을 수 있다.

[0190] 도 25에 도시된 예에서, $q_{y=M}^N$ 는 압축률 결정 파라미터의 값이 N이면서, 인덱스가 M인 부호화 방법이 최적의 부호화 방법인 잠재 공간 특징 정렬값을 나타낸다. 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 은, 부호화 방법 1에 대한 분할된 임계값 범위들 중 두번째 분할된 임계값 범위(즉, $(th_1^1$ 부터 $th_1^2)$)에 존재하여야 한다. 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 이 두번째 분할된 임계값 범위를 벗어나는 경우, 두번째 분할된 임계값 범위의 경계와 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 간의 거리를 변수로 사용하는 손실함수를 이용하여, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 을 두번째 분할된 임계값 범위 안으로 조정할 수 있다. 반면, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 이 두번째 분할된 임계값 범위에 존재하는 경우에는, 손실함수를 적용하지 않을 수 있다.

[0191] 수학식 4는, 위 예시에 따라, 잠재 공간 특징 정렬값 $q_{y=1}^2$ 에 적용되는 L2 손실함수의 일 예를 나타낸다.

수학식 4

$$\begin{aligned} loss &= (th_1^1 - q_{y=2}^2)^2, (q_{y=2}^2 < th_1^1) \\ loss &= 0, (th_1^1 \leq q_{y=2}^2 \leq th_1^2) \\ loss &= (th_1^2 - q_{y=2}^2)^2, (th_1^2 < q_{y=2}^2) \end{aligned}$$

[0192]

[E2] 부호화 방법 결정 단계

[0193]

[0194] 부호화 방법 결정부는, 부호화 방법 특징 추출부에서 출력되는 부호화 방법 특징을 입력으로 받아, 최적의 부호화 방법을 결정/출력한다. 일 예로, 부호화 방법 결정부는, 부호화 방법 특징의 응답으로 기 정의된 복수의 부호화 방법들 중 하나의 인덱스를 출력할 수 있다.

[0195]

[0195] 한편, 부호화 방법 결정부에는, 부호화 방법 정보가 추가 입력될 수 있다. 부호화 방법 정보는, 해상도 조정 여부를 나타내는 정보를 포함할 수 있다. 일 예로, 상기 정보는, 부호화 입력 신호 또는 압축률 결정 파라미터에 대해 해상도 조정이 수행되었는지 여부를 나타낸다.

[0196]

[0196] 부호화 입력 신호 또는 압축률 결정 파라미터에 대해 해상도 조정이 수행된 경우, 부호화 방법 정보는, 해상도 조정 정도, 변경된 압축률 결정 파라미터의 값 또는 변경된 압축률 결정 파라미터와 원본 압축률 결정 파라미터 간의 차분값 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[0197]

[0197] 한편, 압축률 결정 파라미터가 부호화 방법 특징 추출부의 입력으로 사용되지 않은 경우, 압축률 결정 파라미터는, 부호화 방법 결정부로 입력될 수 있다.

[0198]

[0198] 부호화 방법 결정을 위한 부호화 방법 결정부는, 컨볼루션 신경망 또는 완전 연결층을 사용하여 구현될 수 있다. 또한, 부호화 방법 결정부는, 비교적 복잡도가 낮은 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine; SVM)과 같은 분류화(Classification) 알고리즘을 기초로 구현될 수 있다. 또는, 학습이 가능하지 않은 결정론적(deterministic) 분류 알고리즘을 사용하여, 부호화 방법 결정부를 구현할 수도 있다.

[0199]

[0199] 도 26은 완전 연결층을 이용하여, 부호화 방법 결정부를 구현한 예를 나타낸다.

[0200]

[0200] 도 26에 도시된 예에서와 같이, Average Pooling을 사용하여 부호화 방법 특징을 특징 벡터로 변환할 수 있다. 이후, 변환된 특징 벡터를, 두 개의 완전 연결층에 통과시킨 후, 그 결과값에 softmax 함수를 적용할 수 있다.

[0201]

[0201] 도 26에서, fc는, 완전 연결층을 나타낸다. 일 예로, 'fc, 512, 64'는 입력 노드 수가 512이고 출력 노드 수가 64인 완전 연결층을 의미한다.

[0202]

[0202] 마지막 완전 연결 층의 출력 노드 수는 선택 가능한 부호화 방법들의 개수와 같을 수 있다. 도 26에 도시된 예는, 선택 가능한 부호화 방법들의 개수가 10개인 경우를 예시한 것이다.

- [0203] 부호화 방법 결정부를 학습하기 위해, 분류 손실함수를 사용할 수 있다. 분류 손실함수는, 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)의 인덱스와, 부호화 방법 결정부에서 예측된 부호화 방법의 인덱스 간의 차이를 최소화하는 것일 수 있다.
- [0204] 일 예로, 교차-엔트로피 손실함수(cross-entropy loss) 또는 평균 제곱 오차 손실함수(mean-squared error loss) 중 적어도 하나가, 분류 손실함수로 사용될 수 있다.
- [0205] 다른 예로, 부호화 방법 결정부에서 예측된 부호화 방법이 최적의 부호화 방법(즉, 정답인 부호화 방법)과 상이한 경우, 잘못 예측된 부호화 방법에 따라, 전체 성능에 미치는 영향이 다를 수 있다. 이를 고려하여, 부호화 방법이 전체 성능 하락에 미치는 영향을 위험도로 정의하고, 위험도를 최소화하는 위험도 고려 분류 손실함수를 이용하여, 부호화 방법 결정부를 학습할 수 있다.
- [0206] 도 27은 위험도 고려 분류 손실함수를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0207] 손실함수에 위험도를 반영하기 위한 위험도 함수를 정의할 수 있다. 위험도 함수는, 정답인 부호화 방법의 인덱스와 예측된 부호화 방법의 인덱스를 변수들로 활용하는 함수일 수 있다..
- [0208] 일 예로 정답인 부호화 방법의 인덱스(mode index of true label)를 m_t 라 하고, 예측된 부호화 방법의 인덱스(mode index of predicted label)를 m_p 라 할때, 위험도 함수는, $r(m_p \mid m_t)$ 와 같이 표기될 수 있다.
- [0209] 도 27에서, m_1 , m_2 및 m_3 각각은, 선택 가능한 부호화 방법을 나타낸다. 일 예로, $r(m_1 \mid m_2)$ 는, 정답인 부호화 방법은 m_2 이나, 예측된 부호화 방법인 m_1 인 경우의 위험도를 나타낸다.
- [0210] 위험도 함수 $r(m_p \mid m_t)$ 는, 예측된 부호화 방법의 인덱스 m_p 와 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 간의 차이가 클수록 값이 커지도록 설계될 수 있다.
- [0211] 위험도 함수는, 절대값 함수 또는 2차 함수와 같이, 이미 알려진 함수를 기초로 정의될 수 있다.
- [0212] 도 28 및 도 29는 위험도 함수의 일 예를 나타낸 것이다.
- [0213] 도 28은, 위험도 함수가 절대값 함수로 정의되는 예를 나타내고, 도 29는, 위험도 함수가 2차 함수로 정의되는 예를 나타낸 것이다.
- [0214] 도 28에 도시된 예에서와 같이, 위험도 함수가 절대값 함수인 경우, 위험도는, m_p 와 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 간의 차분의 절대값에 비례할 수 있다.
- [0215] 또는, 도 29에 도시된 예에서와 같이, 위험도 함수가 2차 함수인 경우, 위험도는, m_p 와 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 간의 차분의 제곱에 비례할 수 있다.
- [0216] 도 28 및 도 29에 도시된 예에서는, 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 값을 고려하지 않고, 위험도가 산출되는 것으로 예시되었으나, 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 값에 따라, 상이한 함수를 이용하여 위험도를 산출하는 것도 가능하다.
- [0217] 일 예로, 복수의 부호화 방법들 중 정답인 부호화 방법의 인덱스가 1인 경우, 도 28에 도시된 함수를 기반으로 위험도를 계산하고, 복수의 부호화 방법들 중 정답인 부호화 방법의 인덱스가 2인 경우, 도 29에 도시된 함수를 기반으로, 위험도를 계산할 수 있다.
- [0218] 또는, 실제 학습 데이터로부터 통계적으로 위험도를 구하여, 위험도 함수를 구현할 수도 있다. 일 예로, 모든 학습 데이터에 대해, 정답인 부호화 방법의 인덱스 m_t 와 예측된 부호화 방법의 인덱스 m_p 가 상이한 경우에 대한, BD-rate의 손실 크기를 구할 수 있다. 이후, 모든 학습 데이터에 대한 (m_t, m_p) 조합에 대한 BD-rate 손실 크기의 평균값을, (m_t, m_p) 조합에 대한, 위험도로 설정할 수 있다.
- [0219] 다른 예로, 교차-엔트로피 손실함수를 이용하여, 부호화 방법 결정부를 학습할 수 있다.
- [0220] 수학식 5 및 수학식 6은 교차-엔트로피 손실함수의 예를 나타낸다. 구체적으로, 수학식 5는, 위험도 함수를 고려하지 않은 교차-엔트로피 손실함수 L 을 나타내고, 수학식 6은, 위험도 함수를 고려하는 교차-엔트로피 손실함

수 L_R 을 나타낸다.

수학식 5

$$L = \mathbb{E}_i \left\{ - \sum_{m_p=1}^M \left[y_{m_t}^{(i)} = 1 \right] \log h_{m_p}(x^{(i)}) \right\}$$

[0221]

수학식 6

$$L_R = \mathbb{E}_i \left\{ - \sum_{m_t=1}^M \sum_{m_p=1}^M r(m_p | m_t) \left[y_{m_t}^{(i)} = 1 \right] \log h_{m_p}(x^{(i)}) \right\}$$

[0222]

수학식 5 및 수학식 6을 비교하면, 수학식 6에서는, 위험도 값 $r(m_p | m_t)$ 을 손실값에 대한 가중치로 활용하였다. 이에 따라, 수학식 6의 손실함수를 이용하는 경우, 위험도가 클수록, 손실값이 커질 수 있다. 이에 따라, 부호화 방법 결정부는, 위험도가 클수록 손실함수 값이 증가하도록 학습될 수 있다.

[0223]

[E3] 부호화 대상 신호 변환 단계

[0224]

부호화 대상 신호 변환부는, 부호화 입력 신호를 부호화 대상 신호로 변환할 수 있다. 구체적으로, 부호화 대상 신호 변환부는, 부호화 입력 신호를, 부호화 방법 결정부에서 결정된 부호화 방법에 따라 부호화 하기 위한, 부호화 대상 신호로 변환할 수 있다.

[0225]

일 예로, 부호화 대상 신호 변환부는, 부호화 입력 신호의 해상도를 조정하여, 부호화 대상 신호를 생성할 수 있다. 예를 들어, 부호화 입력 신호가 영상인 경우, 부호화 대상 신호는, 해상도가 감소된 영상일 수 있다.

[0226]

부호화 입력 신호가 동영상인 경우, 부호화 대상 신호는 동영상의 전체 또는 일부 프레임(frame)이 될 수 있다.

[0227]

또는, 부호화 입력 신호가 다계층 특징맵인 경우, 부호화 대상 신호 변환부는, 다계층 특징맵의 전체 또는 특정 계층을 부호화 대상 신호로 설정할 수 있다. 또는, 부호화 대상 신호 변환부는, 다계층 특징맵의 전체 또는 특정 계층에 대한 해상도를 조정하여, 부호화 대상 신호를 생성할 수 있다.

[0228]

일 예로, 부호화 입력 신호 P가 {p2, p3, p4, p5}로 구성된 다계층 특징맵인 경우, 부호화 대상 신호 P_{enc} 는, 부호화 대상 신호 부호화 대상 신호 P의 일부 계층인 {p4, p5}로 설정되거나, 부호화 대상 신호 P의 적어도 하나의 계층에 대한 해상도를 조정하여 {p4, 1/2 p5}로 설정될 수 있다. 여기서, {1/2 p5}는, p5 계층의 가로 및 세로가 각각 1/2 만큼 감소하였음을 의미한다.

[0229]

부호화 대상 신호는, 부호화 입력 신호의 압축률 결정 파라미터와 상이한 압축률 결정 파라미터를 가질 수 있다.

[0230]

도 30은 부호화 대상 신호가 부호화 입력 신호와 상이한 압축률 결정 파라미터를 갖는 예를 나타낸 것이다.

[0231]

일 예로, 부호화 입력 신호 P가 {p2, p3, p4, p5}로 구성된 다계층 특징맵이고, 부호화 입력 신호에 대한 압축률 결정 파라미터(예컨대, 양자화 파라미터)가 40인 것으로 가정한다.

[0232]

이 경우, 부호화 대상 신호 P_{enc} 는, {p4 (QP=50), 1/2 p5 (QP=32)}로 설정될 수 있다. 여기서, {p4 (QP=50)}는, p4 계층에 대한 양자화 파라미터가 50으로 설정됨을 나타내고, {1/2 p5 (QP=32)}는, 해상도가 1/2 만큼 감소한 p5 계층에 대한 양자화 파라미터가 32로 설정됨을 나타낸다.

[0233]

한편, 부호화 입력 신호를 변환하지 않고, 부호화 입력 신호를 그대로 부호화 대상 신호로 설정하는 것도 가능하다. 즉, [E3] 단계를 생략한 채, 본 개시에 따른, 영상 부호화 방법이 수행될 수도 있다.

[0234]

[E4] 부호화 대상 신호를 부호화하는 단계

[0235]

- [0236] 부호화 방법 결정부에서 결정된 부호화 방법을 기초로, 부호화 대상 신호를 부호화할 수 있다. 부호화 대상 신호를 부호화하기 위한 부호화 방법은, 영상 압축 코덱(예컨대, HEVC, VVC 또는 AV1) 또는 인공지능망 기반의 압축 코덱(예컨대, End-to-End Neural Network) 중 적어도 하나에 기초한 것일 수 있다.
- [0237] [E5] 부호화 방법 정보를 부호화하는 단계 / [D1] 부호화 방법 정보를 복호화하는 단계
- [0238] 부호화 방법 결정부에서, 최적의 부호화 방법이 결정되면, 결정된 부호화 방법에 대한 정보를 부호화할 수 있다.
- [0239] 일 예로, 인코딩부에서 부호화하는 부호화 방법 정보는, 해상도 조정 정보, 압축률 결정 파라미터, 압축률 결정 파라미터의 차이값, 부호화 방법 지시자, 부호화 대상 채널 수 또는 부호화 대상 채널의 식별 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0240] 해상도 조정 정보는, 복호화기에서, 복원된 부호화 대상 신호에 대한 해상도 조정을 수행하여야 하는지 여부를 지시하는 정보 또는 해상도 조정 정도에 관한 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0241] 해상도 조정을 수행하여야 하는지 여부를 지시하는 정보는 1비트의 플래그일 수 있다. 복원된 부호화 대상 신호에 대한 해상도 조정이 필요한 경우(예컨대, 상기 플래그의 값이 참으로 부호화된 경우), 해상도 조정 정도를 나타내는 정보가 추가로 부호화/복호화될 수 있다.
- [0242] 해상도 조정 정도는, 스케일 인자(Scale Factor) 값으로 설정될 수 있다.
- [0243] 부호화 대상 신호가 다계층 특징맵인 경우, 계층 별로 해상도 조정 정보가 부호화/복호화될 수 있다. 일 예로, 해상도 조정이 필요한지 여부 또는 해상도 조정 정도 중 적어도 하나가, 계층 별로 부호화/복호화될 수 있다.
- [0244] 부호화 방법에 따라, 부호화 입력 신호를 변환하였을 때, 압축률 결정 파라미터가 변경된 경우, 변경된 압축률 결정 파라미터의 값 또는 변경 전 압축률 결정 파라미터의 값(즉, 부호화 입력 신호의 압축률 결정 파라미터의 값) 및 변경 후 압축률 결정 파라미터의 값(즉, 부호화 대상 신호의 압축률 결정 파라미터의 값) 간의 차분값이 부호화/복호화될 수 있다.
- [0245] 표 1은, 부호화 입력 신호를 변환하는 다양한 예시에 따른, 부호화 방법 정보의 구성을 설명하기 위한 것이다.

표 1

	해상도 조정 정도	압축률 결정 파라미터 차이 값	부호화 방법 지시자
경우 1	x	8	x
경우 2	p4, 1, {2,4} p5, $\frac{1}{2}$, {1}	-8, 10	x
경우 3	x	x	2

- [0247] 경우 1은, 부호화 입력 신호에 해상도 조정이 적용되지 않았으나, 압축률 결정 파라미터는, 32에서 40으로 변경된 경우의 예를 나타낸다. 이 경우, 해상도 조정을 수행해야 하는지 여부를 지시하는 정보의 값을 False로 설정하여 부호화/복호화하거나, 상기 정보의 부/복호화를 생략될 수 있다. 한편, 변경된 압축률 결정 파라미터의 값 또는 변경 전 압축률 결정 파라미터의 값 및 변경 후 압축률 결정 파라미터의 값 간의 차분값은 부호화되어 시그널링될 수 있다. 일 예로, 변경 후 압축률 파라미터 32 및 변경 전 압축률 파라미터 40 간의 차분값 8 및 이에 대한 부호(즉, 음의 부호) 중 적어도 하나가 부호화되어 시그널링될 수 있다.
- [0248] 경우 2는, 부호화 입력 신호가 다계층 특징맵이고, 다계층 특징맵의 일부만이 부호화/복호화되는 예를 나타낸다. 일 예로, 부호화 입력 신호 P가 {p2, p3, p4, p5}로 구성되고, 각 계층의 압축률 결정 파라미터는, 40인 것으로 가정한다. 위 부호화 입력 신호로부터 생성된 부호화 대상 신호가 {p4, p5}인 경우, p2 계층 및 p3 계층의 부호화/복호화는 생략될 수 있다. 이 경우, 부호화 대상 채널 수를 나타내는 정보 또는 부호화 대상 채널의 식별 정보 중 적어도 하나가 부호화되어 시그널링될 수 있다.
- [0249] 부호화 대상 채널 수를 나타내는 정보는, 부호화 대상 채널의 개수 또는 부호화 대상이 아닌 채널의 개수를 나타낼 수 있다.
- [0250] 부호화 대상 채널의 식별 정보는, 부호화 대상인 채널의 식별자(Identifier) 각 채널별 부호화되는 플래그일 수 있다. 일 예로, 플래그의 값이 1인 것은, 해당 채널이 부호화/복호화됨을 나타내고, 플래그의 값이 0인 것은,

해당 채널이 부호화/복호화되지 않음을 나타낼 수 있다.

- [0251] p2 계층 및 p3 계층의 부호화/복호화가 생략된 경우, 복호화기에서는, p4 계층을 복호화한 뒤, p4 계층으로부터, p3 계층 및 p2 계층을 복원할 수 있다. 일 예로, p4의 해상도를 2배 늘려, p3를 생성하고, p4의 해상도를 4배 늘려 p2를 생성할 수 있다. 한편, p4 계층의 압축률 결정 파라미터는, 32로 변경된 것으로 예시되었다. 이에 따라, p4 계층에 대해, 변경된 압축률 결정 파라미터의 값 또는 변경 전 압축률 결정 파라미터의 값 및 변경 후 압축률 결정 파라미터의 값 간의 차분값이 부호화되어 시그널링될 수 있다.
- [0252] 한편, p5 계층은, 해상도가 1/2로 감소된 채로 부호화/복호화되는 것으로 예시되었다. 이 경우, p5 계층에 대해, 해상도 조정 정보가 부호화/복호화될 수 있다. 일 예로, p5 계층에 대해, 해상도 조정을 수행해야 하는지 여부를 지시하는 정보가 True로 설정되어 부호화/복호화될 수 있다. 또한, p5 계층에 대한 해상도 조정 정도를 나타내는 정보가 추가로 부호화/복호화될 수 있다. 또한, p5 계층의 압축률 결정 파라미터가 40에서 50으로 변경되었다면, p5 계층에 대해, 변경된 압축률 결정 파라미터의 값 또는 변경 전 압축률 결정 파라미터의 값 및 변경 후 압축률 결정 파라미터의 값 간의 차분값은 부호화되어 시그널링될 수 있다. 일 예로, 변경 후 압축률 파라미터 50 및 변경 전 압축률 파라미터 40 간의 차분값 10 및 이에 대한 부호(즉, 양의 부호) 중 적어도 하나가 부호화되어 시그널링될 수 있다.
- [0253] 한편, 복호화기에서는, p5 계층을 복원한 이후, 해상도 조정 정도에 따라, p5 계층의 해상도를 확장할 수 있다.
- [0254] 경우 3은, 부호화 방법별로 해상도 조정 정도 또는 압축률 결정 파라미터의 차이값 중 적어도 하나가 기 정의되어 있는 경우의 예를 나타낸 것이다. 즉, 부호화 방법의 인덱스 별로, 해상도 조정 정도 또는 압축률 결정 파라미터가 부호화기 및 복호화기에서 기 정의되어 있는 경우의 예를 나타낸다. 이 경우, 해상도 조정 정도 또는 압축률 결정 파라미터의 값 중 적어도 하나에 대한 부호화/복호화가 생략되고, 부호화 방법의 인덱스만이 부호화되어 시그널링될 수 있다.
- [0255] 복호화기에서는, 부호화 방법의 인덱스에 대응되는 해상도 조정 정도 및/또는 압축률 결정 파라미터를 기반으로, 복원된 부호화 대상 신호를 변환하여 복원된 부호화 입력 신호를 생성할 수 있다.
- [0256] 이 예의 경우 3의 경우에는 부호화 방법 지시자 값으로 2가 부호화 되어 복호기에 전달되며, 복호기는 미리 저장해 둔 해상도 조정 정도 또는 압축률 결정 파라미터 차이 값 등의 정보들 중에서 부호화 방법 지시자 값 2에 해당하는 해상도 조정 정도 또는 압축률 결정 파라미터 차이 값 등의 정보를 복호화 과정에 사용하게 된다.
- [0257] [D2] 부호화된 부호화 대상 신호 복호화 단계
- [0258] 부호화 대상 신호 디코딩부는, 부호화 방법에 따라, 부호화된 영상 신호(즉, 부호화된 부호화 대상 신호)를 복호화할 수 있다. 즉, 부호화 방법에 대응하는 복호화 방법에 기초하여, 부호화된 영상 신호를, 복호화할 수 있다.
- [0259] 한편, 복호화된 영상 신호를, 복원된 부호화 대상 신호라 호칭할 수도 있다.
- [0260] 복호화 방법은, 영상 압축 코덱(예컨대, HEVC, VVC 또는 AV1) 또는 인공지능망 기반의 압축 코덱(예컨대, End-to-End Neural Network) 중 적어도 하나에 기초한 것일 수 있다.
- [0261] [D3] 부호화 입력 신호 복원 단계
- [0262] 부호화 대상 신호 복원부는, 부호화 과정에서, 부호화 입력 신호를 부호화 대상 신호로 변환하는 것에 대한 역변환을 수행한다. 즉, 부호화 과정에서, 부호화 대상 신호의 해상도가 부호화 입력 신호의 해상도와 달라진 경우, 부호화 대상 신호 복원부는, 부호화 입력 신호의 해상도에 맞춰, 복원된 부호화 대상 신호를 변환할 수 있다. 복원된 부호화 대상 신호를 변환하여 생성된 신호를, 복원된 부호화 입력 신호 또는, 복원 신호라 호칭할 수 있다.
- [0263] 복원된 부호화 대상 신호의 해상도를 조정하기 위해, 인공지능망을 사용한 Super-Resolution(SR) 또는 복잡도가 낮고 학습이 필요 없는 해상도 조정 알고리즘 중 적어도 하나를 사용할 수 있다.
- [0264] 일 예로, 인공지능망을 사용한 Super-Resolution(SR)은, CARN, VDSR 또는 SRGAN 중 적어도 하나를 기초로 구현될 수 있다.
- [0265] 일 예로, 해상도 조정 알고리즘은, bicubic 또는 bilinear를 포함할 수 있다.
- [0266] 부호화 과정에서 부호화 입력 신호의 해상도를 조절하는 방법과, 복호화 과정에서 복원된 부호화 대상 신호의

해상도를 조절하는 방법은, 서로 같을 수도 있고 또는 서로 상이할 수도 있다.

- [0267] 일 예로, 부호화 과정에서는, 인공신경망을 사용한 SR에 기반하여, 부호화 입력 신호의 해상도를 조정하는 반면, 복호화 과정에서는, Bicubic에 기반하여, 복원된 부호화 대상 신호의 해상도를 조정할 수 있다.
- [0268] 또는, 부호화 과정에서, 부호화 입력 신호에 대한 해상도 조정이 수행되지 않았다 하더라도, 복호화 과정에서, 복원된 부호화 대상 신호에 대한 해상도를 조정(예컨대, 해상도를 증가)할 수도 있다. 이와 반대로, 부호화 과정에서, 부호화 입력 신호에 대한 해상도 조정이 수행되었다 하더라도, 복호화 과정에서 복원된 부호화 대상 신호에 대한 해상도를 조정하지 않을 수도 있다.
- [0269] 한편, 부호화 대상 신호가 다계층 특징맵인 경우, 계층 별로, 계층 내 해상도 조정 여부 또는 해상도 조정 정도 중 적어도 하나가 상이하게 설정될 수 있다.
- [0270] 여기서, 계층 내 해상도 조정은, 다계층 특징맵의 특정 계층의 해상도를 조정하는 것을 의미한다. 부호화 과정에서, 부호화 입력 신호인 다계층 특징맵의 특정 계층에 대한 해상도가 조정된 경우, 복호화 과정에서, 복원된 부호화 대상 신호의 특정 계층을 부호화 입력 신호의 해상도에 맞춰 복원할 수 있다. 일 예로, 부호화 입력 신호의 $P4_{ori}$ 계층의 해상도를 1/4 만큼 줄여 부호화 대상 신호 $P4_{enc}$ 을 생성한 경우, 복원된 부호화 대상 신호 $P4_{dec}$ 의 해상도를 4배 증가시켜, 복원된 부호화 입력 신호 $P4_{rec}$ 을 생성할 수 있다.
- [0271] 한편, 계층 간 해상도 조정을 통해, 복원된 부호화 대상 신호로부터 복원된 부호화 입력 신호를 유도할 수도 있다. 여기서, 계층 간 해상도 조정은, 다계층 특징맵이 특정 계층의 해상도를 조절하여, 다른 계층을 유도하는 것을 나타낸다.
- [0272] 일 예로, 다계층 특징맵이, P2, P3, P4 계층들을 포함하고, P2 에서 P4로 갈수록, 가로 및 세로가 절반씩 감소한 크기를 갖는 것으로 가정한다.
- [0273] 부호화 입력 신호인 다계층 특징 맵 중 P4 계층만을 부호화 대상 신호로 설정할 수 있다. 이 경우, 다계층 특징 맵 중 P4 계층만이 부호화 및 복호화될 수 있다. 이후, 복호화된 P4 계층(즉, 복원된 부호화 대상 신호)로부터, P2 및 P3 계층을 복원할 수 있다.
- [0274] 일 예로, P4 계층의 해상도를 2배 만큼 증가시켜, P3 계층을 복원하고, 복원된 P3 계층의 해상도를 2배 만큼 증가시켜, P2 계층을 복원할 수 있다. 위 과정을 통해, P2, P3, P4 계층을 포함하는 복원된 부호화 입력 신호를 유도할 수 있다.
- [0275] 또는, P2 에서 P4로 갈수록, 가로 및 세로가 2배씩 확장된 크기를 갖는 경우, P4 계층의 해상도를 1/2 만큼 감소시켜, P3 계층을 복원할 수 있다. 또한, 복원된 P3 계층이 해상도를 1/2 만큼 감소시켜, P2 계층을 복원할 수 있다.
- [0276] 부호화 대상 신호가, 블록인 경우, 블록 단위로 해상도 조정이 적용될 수도 있다. 여기서, 블록은, 정지 영상, 동영상 또는 특징맵을 분할하여 생성된 것일 수 있다.
- [0277] 상술한 실시예들에서 소개된 선택 요소들의 명칭은, 본 개시에 따른 실시예들을 설명하기 위해 임시로 부여된 것에 불과하다. 본 개시에서 제안된 것과 상이한 이름으로 선택 요소들을 명명할 수도 있다.
- [0278] 본 개시의 예시적 실시예들에서 설명된 구성요소는, 하드웨어 요소에 의해 구현될 수 있다. 예를 들어, 상기 하드웨어 요소는, 디지털 신호 프로세서(DSP), 프로세서, 컨트롤러, 주문형 집적 회로(ASIC), FPGA와 같은 프로그래머블 로직 요소, GPU, 기타 전자 장치, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 본 개시의 예시적 실시예들에서 설명된 기능 또는 과정 중 적어도 일부는 소프트웨어로 구현될 수 있으며, 소프트웨어는 기록 매체에 기록될 수 있다. 예시적 실시예들에서 설명하는 구성요소, 기능 및 프로세스는 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다.
- [0279] 본 개시의 일 실시예에 따른 방법은 컴퓨터에 의해 수행될 수 있는 프로그램으로 구현될 수 있으며, 상기 컴퓨터 프로그램은 자기 저장 매체, 광 판독 매체, 디지털 저장 매체 등과 같은 다양한 기록 매체에 기록될 수 있다.
- [0280] 본 개시에서 설명한 다양한 기술들은, 디지털 전자 회로 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어, 또는 이들의 조합으로 구현될 수 있다. 상기 기술들은 컴퓨터 프로그램 제품, 즉, 정보 매체에 유형적으로 구현되는 컴퓨터 프로그램 또는 컴퓨터 프로그램(예를 들어, 기계 판독 가능 저장 장치(예: 컴퓨터 판독 가능 매체) 또는 테

이터 처리 장치), 데이터 처리 장치에 의해 처리되거나 데이터 처리 장치(예를 들어, 프로그램 가능한 프로세서, 컴퓨터 또는 복수의 컴퓨터들)의 동작을 하기 위해 전파된 신호로 구현되는 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

[0281] 컴퓨터 프로그램(들)은 컴파일된 언어나 해석된 언어를 포함한 모든 형태의 프로그래밍 언어로 작성될 수 있으며, 독립 실행형 프로그램 또는 모듈, 구성 요소, 서브루틴 또는 컴퓨팅 환경에서 사용하기에 적합한 기타 단위를 포함하는 모든 형태로 배포될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 컴퓨터, 또는 한 사이트 또는 여러 사이트에 분산되어 있고 통신 네트워크로 상호 연결되어 있는 복수 컴퓨터들에 의해 수행될 수 있다.

[0282] 컴퓨터 프로그램의 실행에 적합한 프로세서의 예로, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서, 및 디지털 컴퓨터의 하나 이상의 프로세서가 포함된다. 일반적으로 프로세서는 읽기 전용 메모리나 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 모두에서 명령과 데이터를 수신한다. 컴퓨터의 구성 요소는 명령을 실행하기 위한 적어도 하나의 프로세서, 및 명령 및 데이터를 저장하기 위한 하나 이상의 메모리 장치를 포함할 수 있다. 또한, 컴퓨터는 데이터 저장을 위한 하나 이상의 대용량 저장 장치, 예를 들어, 자기, 광자기 디스크 또는 광 디스크를 포함하거나, 상기 대용량 저장 장치에 연결되어 데이터를 수신 및/또는 전송을 수행할 수 있다. 컴퓨터 프로그램 명령 및 데이터를 구현하기에 적합한 정보 매체의 예로는, 반도체 메모리 장치(예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체), 콤팩트 디스크 읽기 전용 메모리(CD-ROM), 디지털 비디오 디스크(DVD) 등과 같은 광학 매체, 플롭피컬 디스크와 같은 광자기 매체, 및 ROM(Read Only Memory), RAM(Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 및 기타 알려진 컴퓨터 판독 가능 매체가 포함된다. 프로세서와 메모리는 특수 목적 논리 회로에 의해 보완되거나 통합될 수 있다.

[0283] 프로세서는 운영 체제(OS) 및 OS에서 실행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 실행할 수 있다. 프로세서 장치는 또한 소프트웨어 실행에 응답하여 데이터를/에 액세스, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수 있다. 단순화를 위해 프로세서 장치는 단수로 설명되었으나, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진자는, 프로세서 장치가 복수의 처리 요소들 및/또는 다양한 타입의 처리 요소들을 포함할 수 있음을 이해할 수 있다. 예를 들어, 프로세서 장치는 복수 프로세서들 또는 프로세서(processor)와 제어부(controller)를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서들과 같이 상이한 처리 구조를 구성할 수도 있다. 또한, 컴퓨터가 읽을 수 있는 매체는 컴퓨터가 접근할 수 있는 모든 매체를 의미하며, 컴퓨터 저장매체와 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0284] 본 개시는 다양한 상세 구현 예들의 세부 설명을 포함하나, 그 세부 사항이 본 개시에서 제안하는 발명 또는 청구 범위를 제한하는 것은 아니고, 특정한 예시적 실시예의 특징을 설명하는 것으로 이해되어야 한다.

[0285] 본 개시에서 예시적 실시예들에서 개별적으로 설명된 특징들은 단일 예시적 실시예에 의해 구현될 수 있다. 반대로, 본 개시에서 단일 예시적 실시예에 대해 설명된 다양한 특징들은 복수의 예시적 실시예들의 조합 또는 적절한 하위 조합에 의해 구현될 수도 있다. 나아가, 본 개시에서, 상기 특징들은 특정 조합에 의해 동작할 수 있고, 최초 상기 조합이 청구된 것처럼 기술될 수 있으나, 경우에 따라, 하나 이상의 특징이 청구된 조합에서 제외되거나, 청구된 조합이 하위 조합 또는 하위 조합의 수정 형태로 변경될 수 있다.

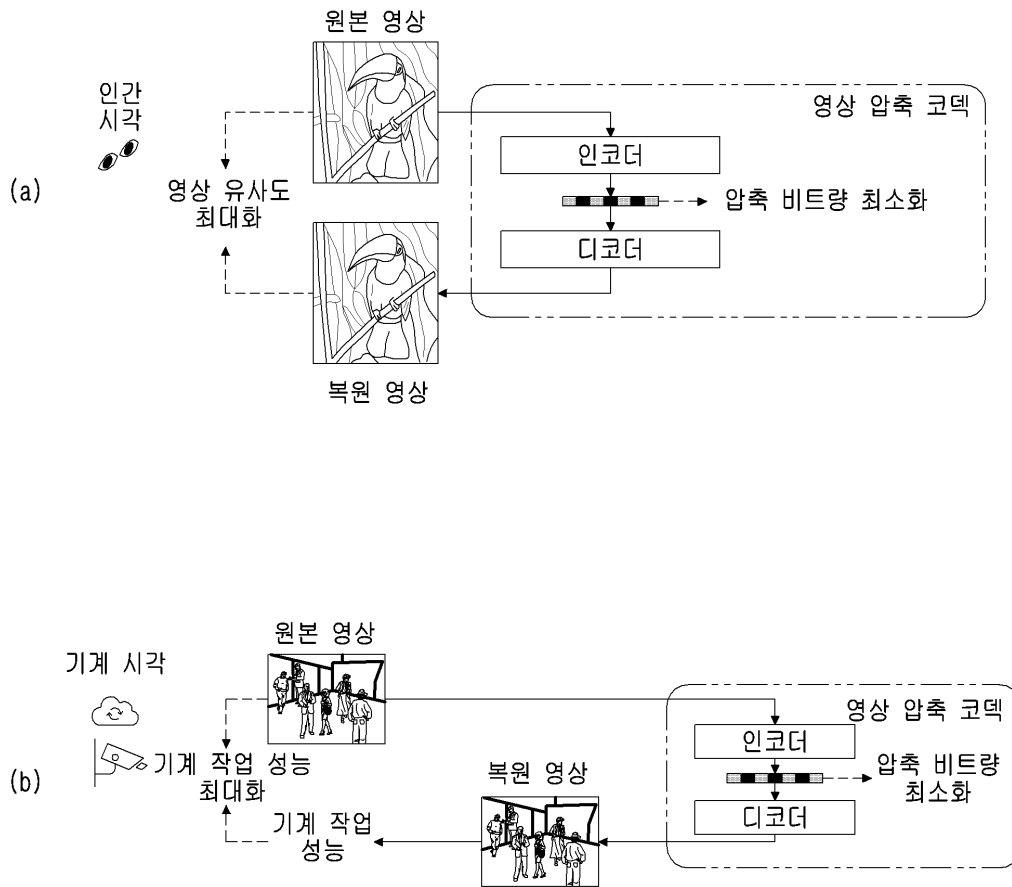
[0286] 마찬가지로, 도면에 특정 순서로 동작이 설명되어 있다 하더라도, 목표된 결과를 획득하기 위해, 동작들을 특정 순번 또는 순서로 실행하는 것이 필요하거나, 모든 동작들의 수행이 필요한 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우에는 멀티태스킹과 병렬 처리가 유용할 수 있다. 또한, 모든 실시예들의 예시적 실시예들에서 다양한 장치 구성요소들이 반드시 분리되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 전술한 프로그램 구성요소 및 장치는 단일 소프트웨어 제품 또는 여러 소프트웨어 제품에 패키징될 수 있다.

[0287] 본 명세서에 개시된 예시적 실시예들은 단지 예시적인 것이며 본 개시의 범위를 제한하려는 것이 아니다. 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진자는, 청구범위 및 그 균등물의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 예시적 실시예들에 대한 다양한 수정이 이루어질 수 있음을 인식할 수 있을 것이다.

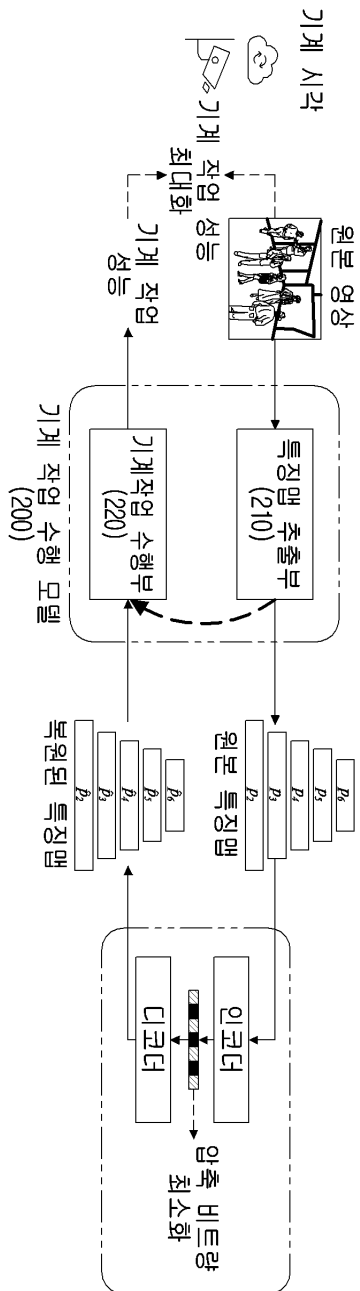
[0288] 따라서, 본 개시는 이하의 특허청구범위 내에 속하는 모든 다른 교체, 수정 및 변경을 포함한다고 할 것이다.

도면

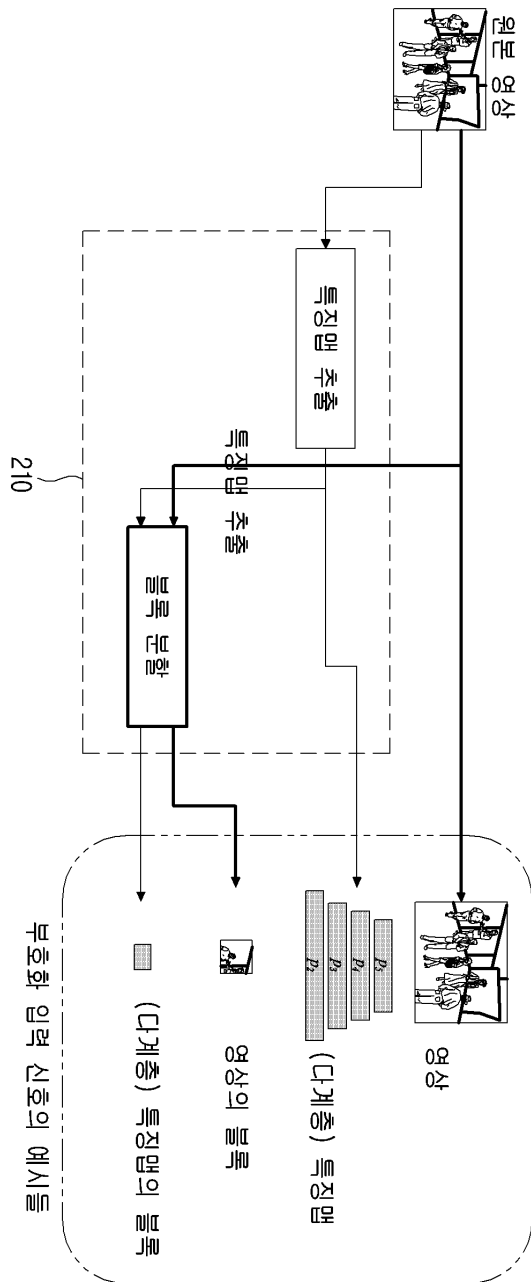
도면1



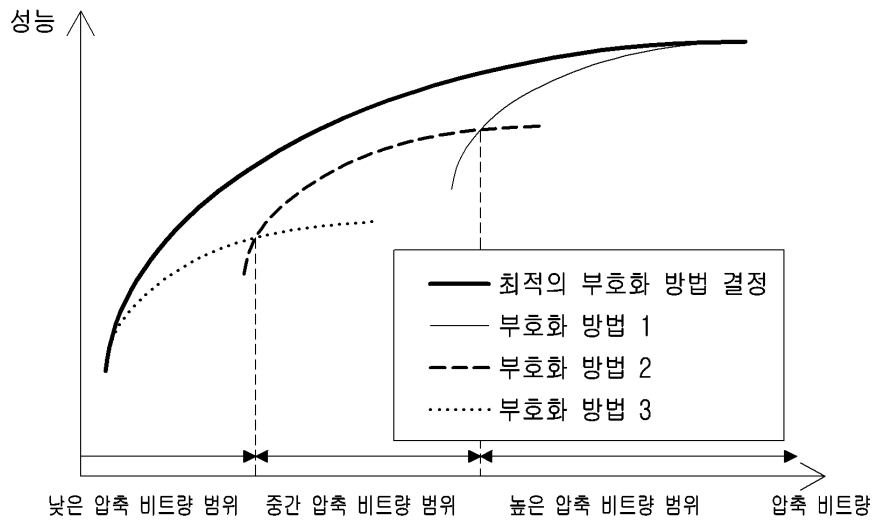
도면2



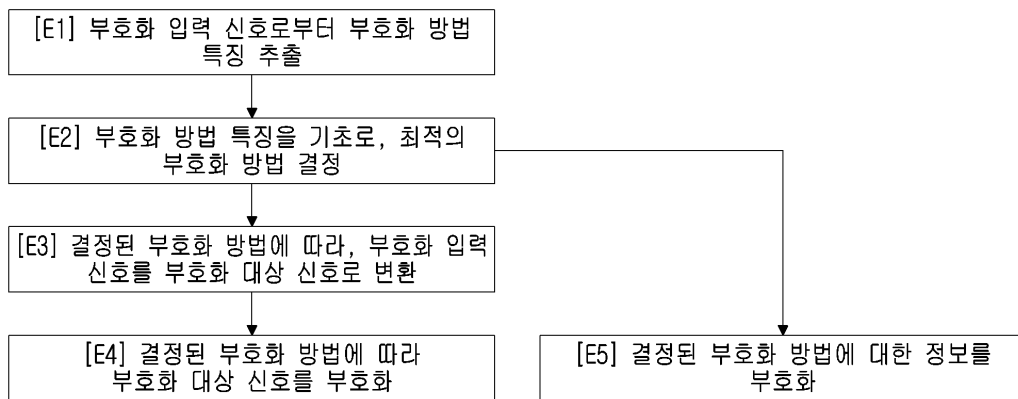
도면3



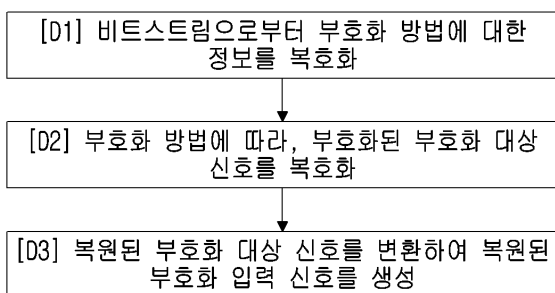
도면4



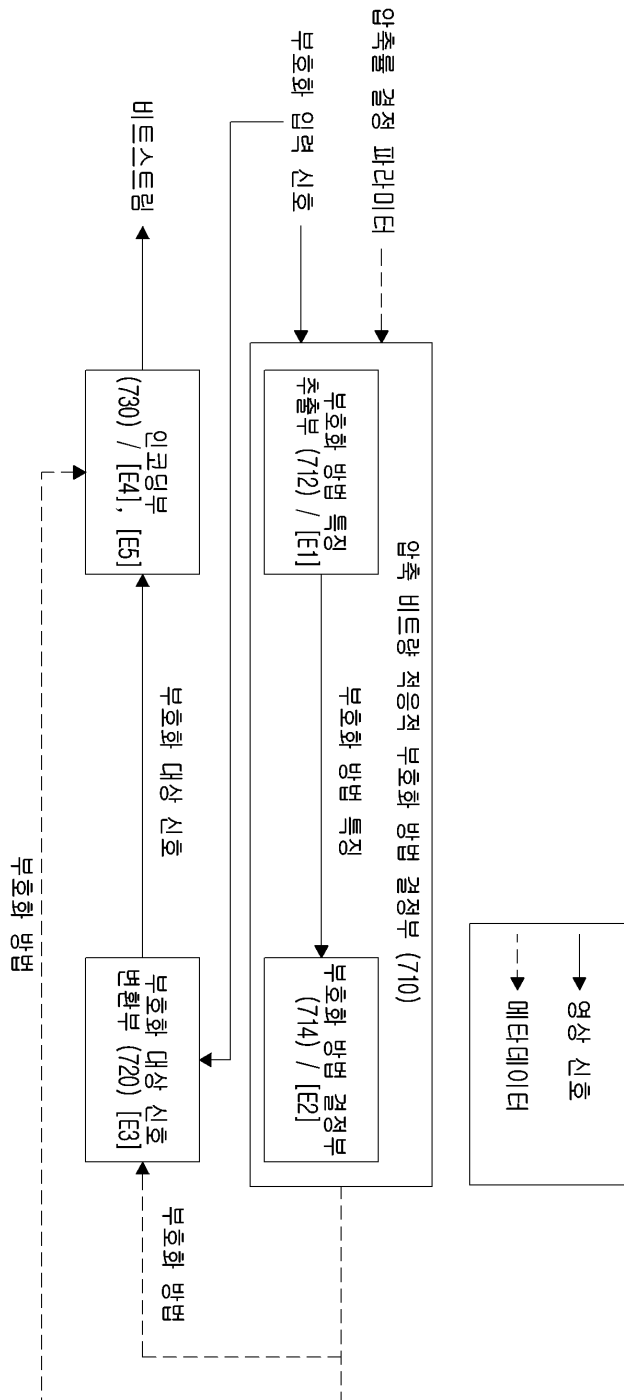
도면5



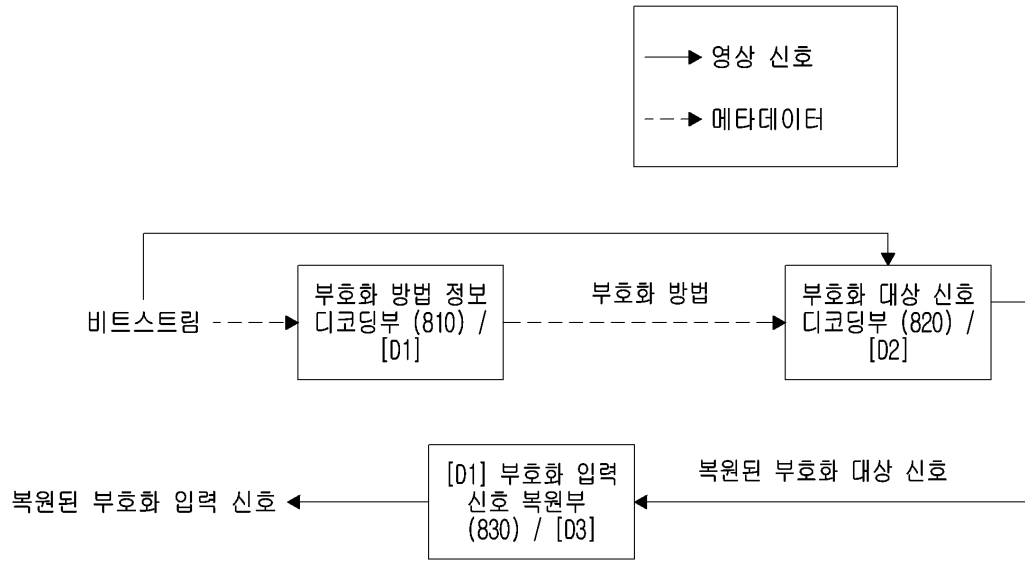
도면6



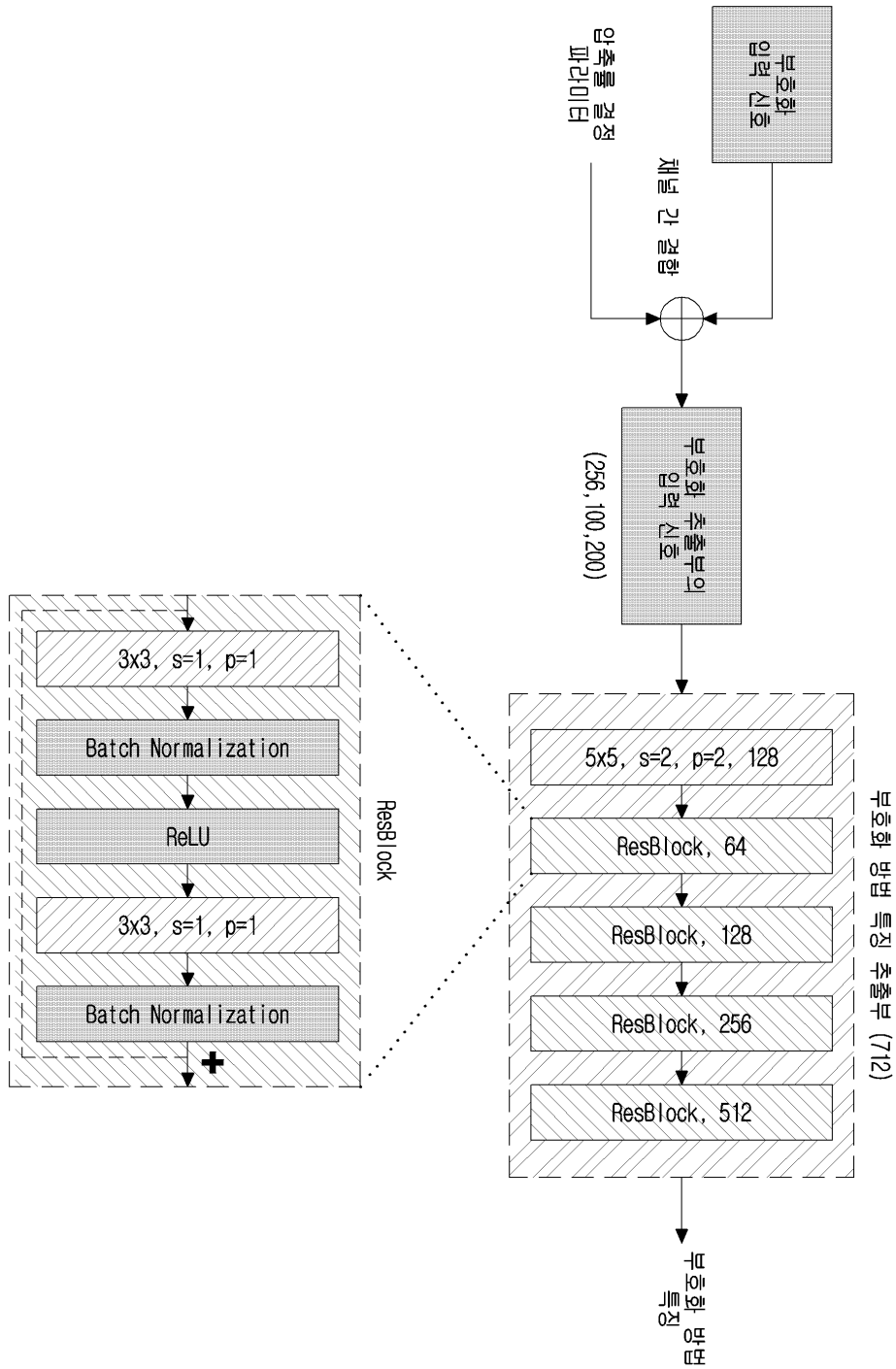
도면7



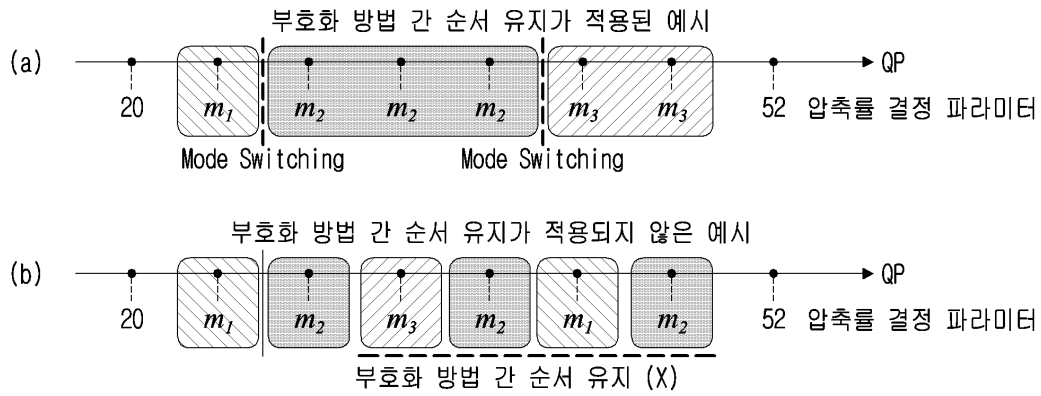
도면8



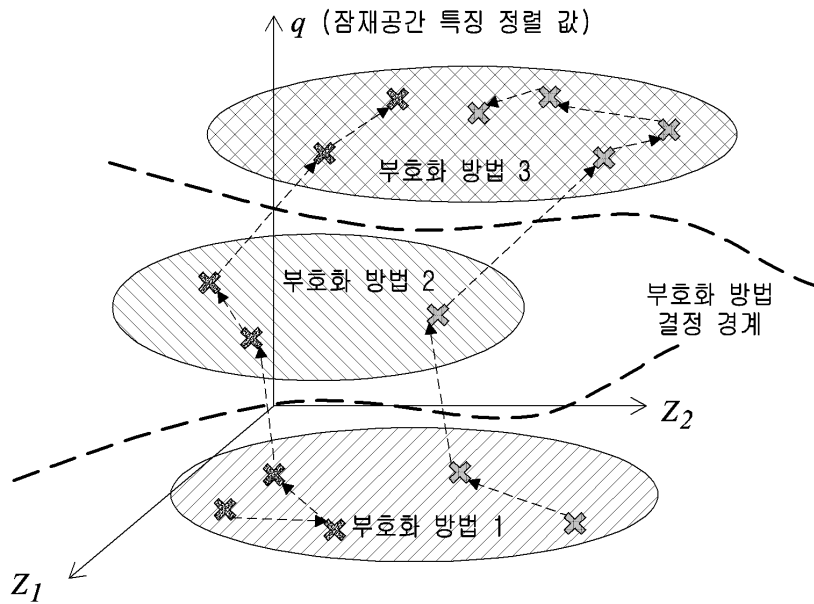
도면9



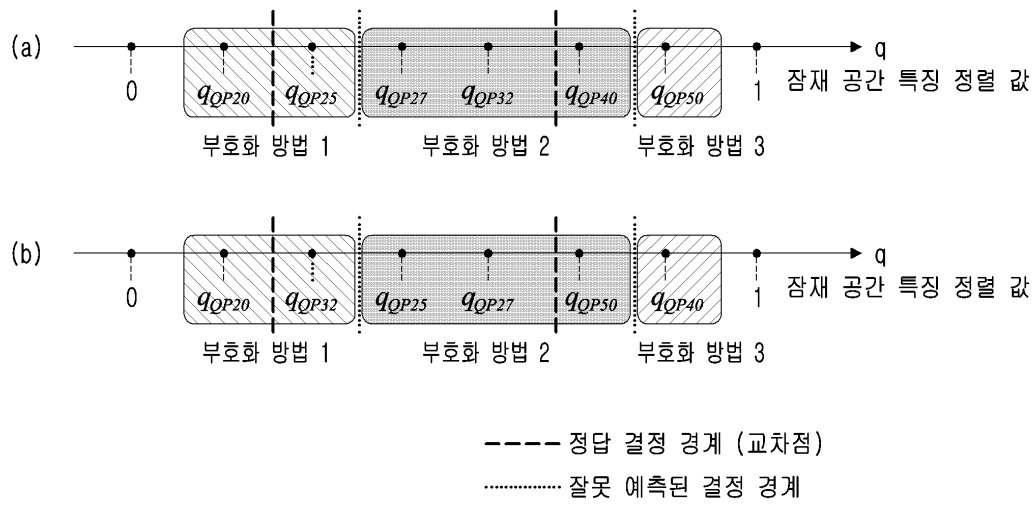
도면10



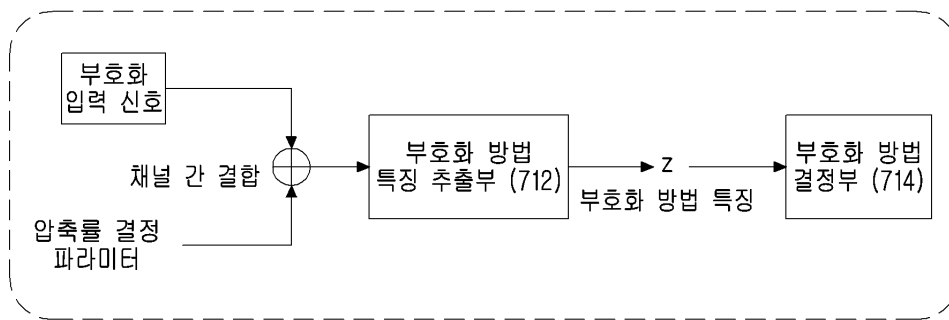
도면11



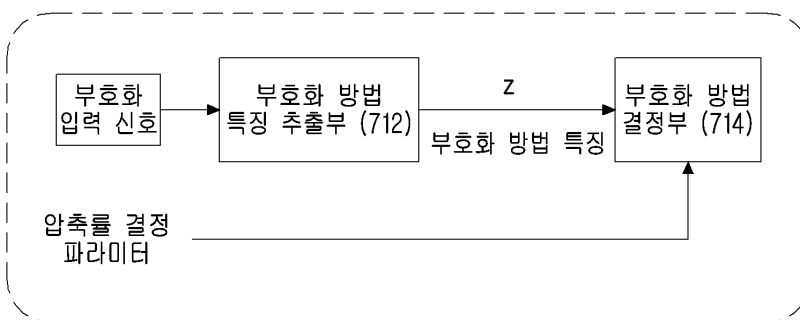
도면12



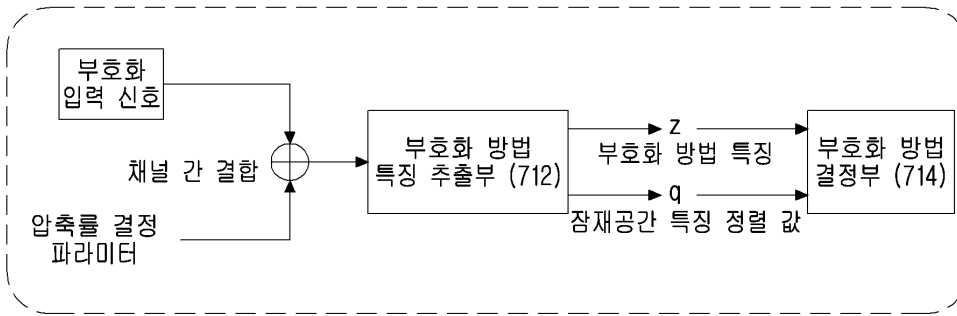
도면13



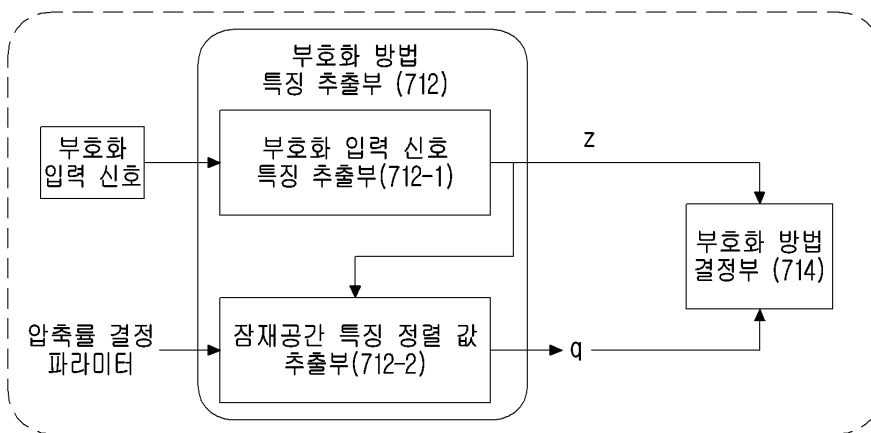
도면14



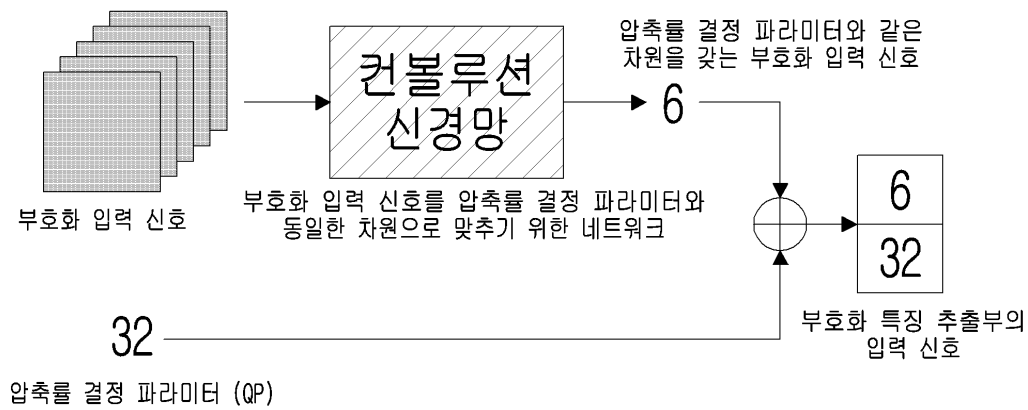
도면15



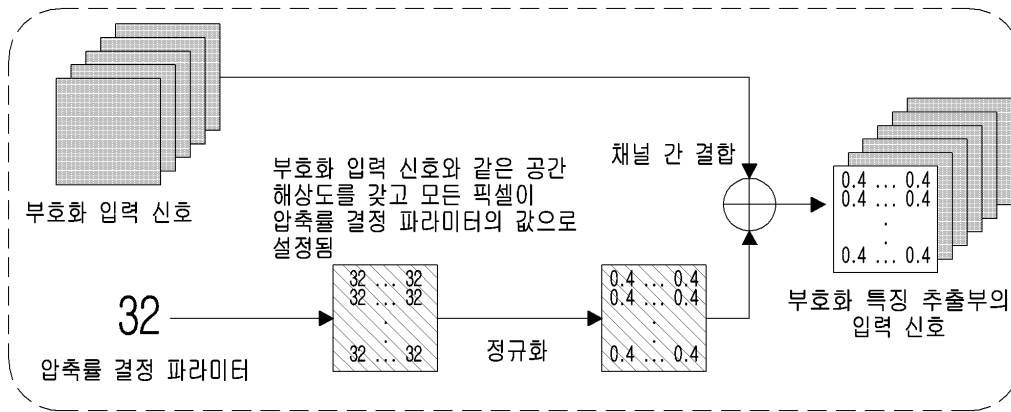
도면16



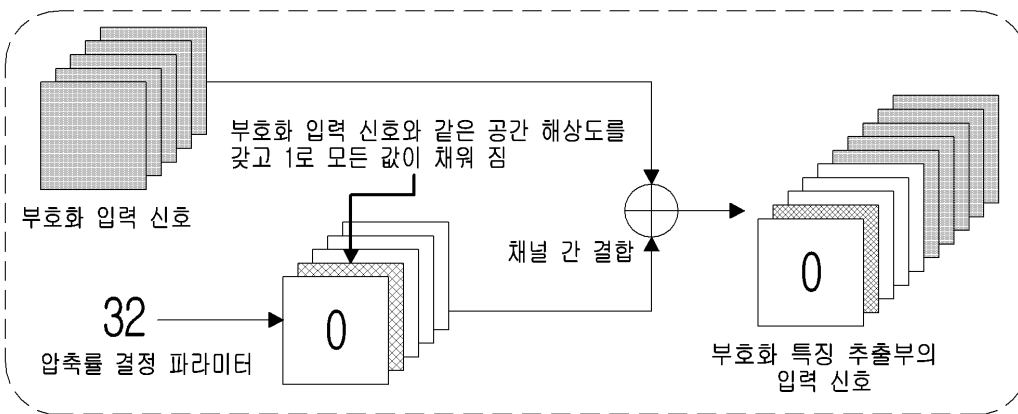
도면17



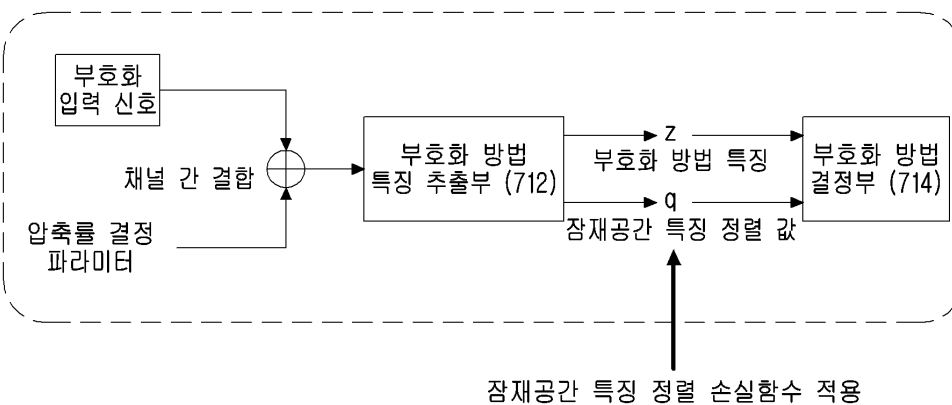
도면18



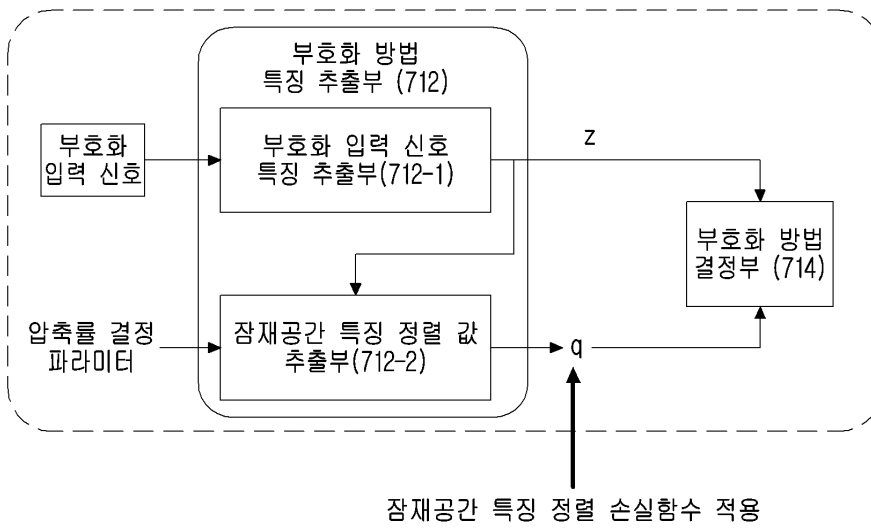
도면19



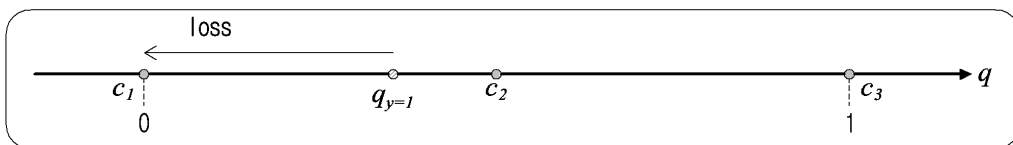
도면20



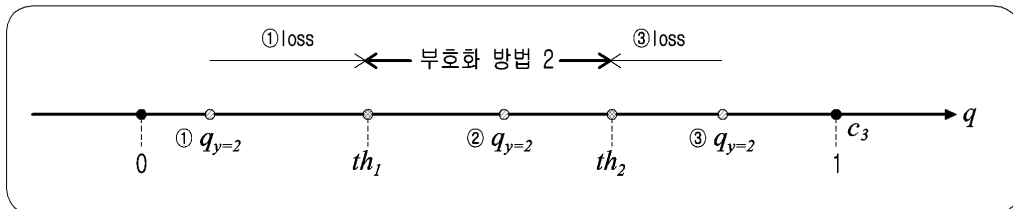
도면21



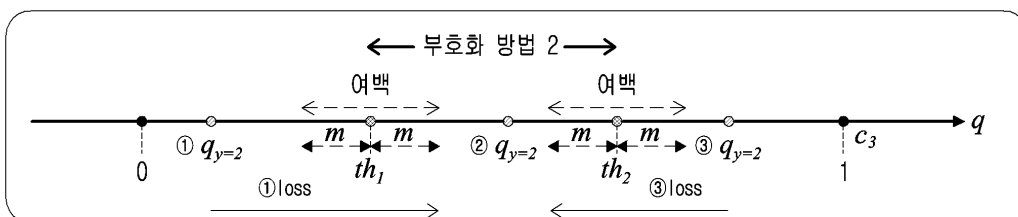
도면22



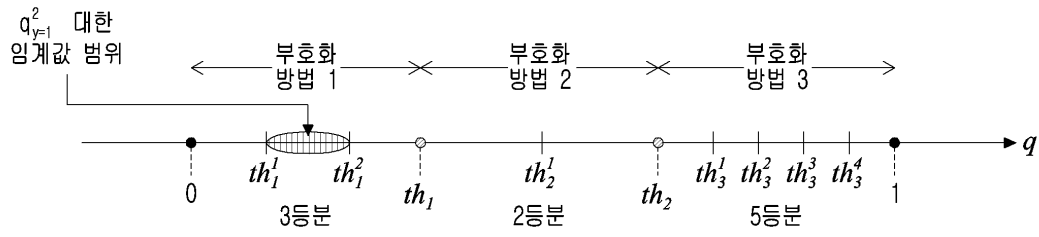
도면23



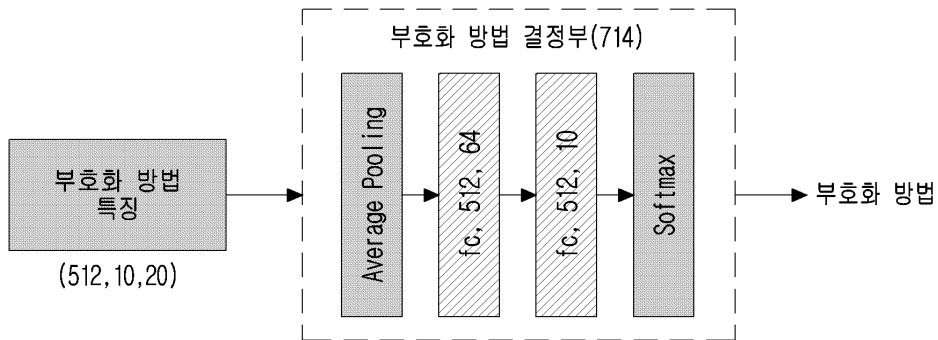
도면24



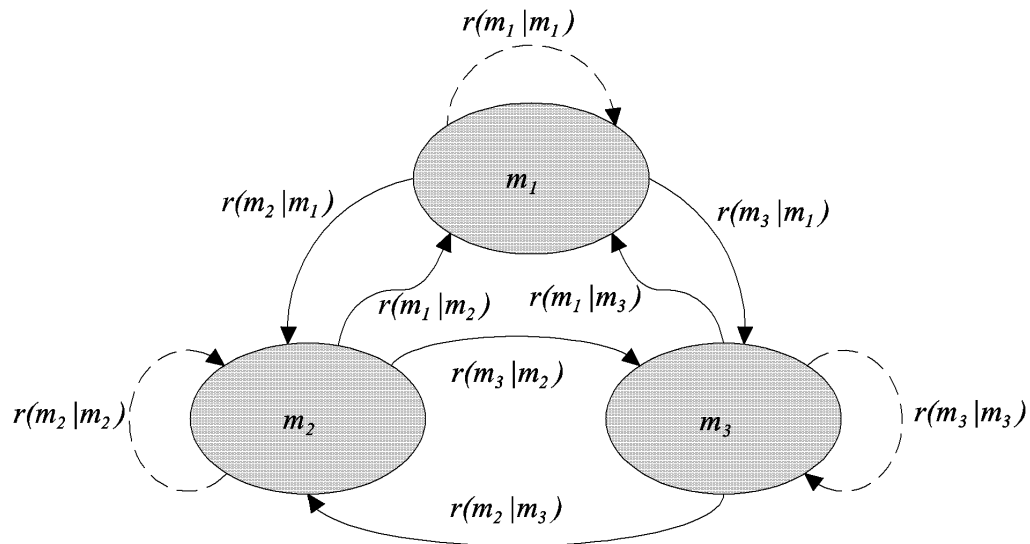
도면25



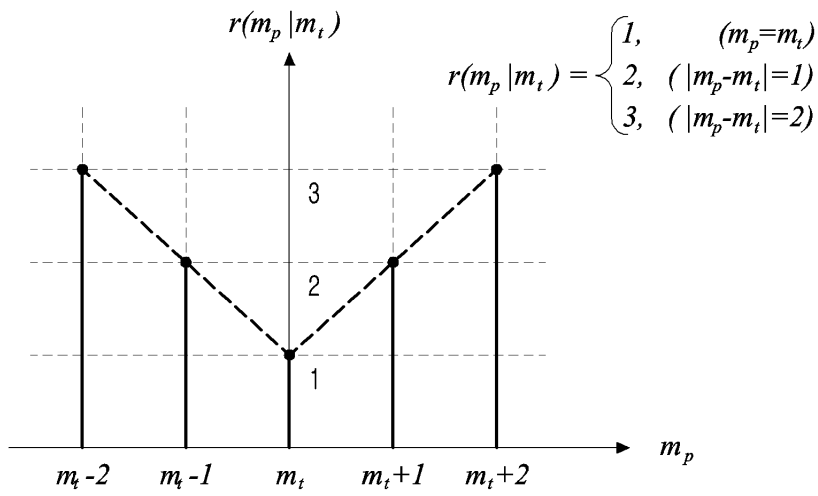
도면26



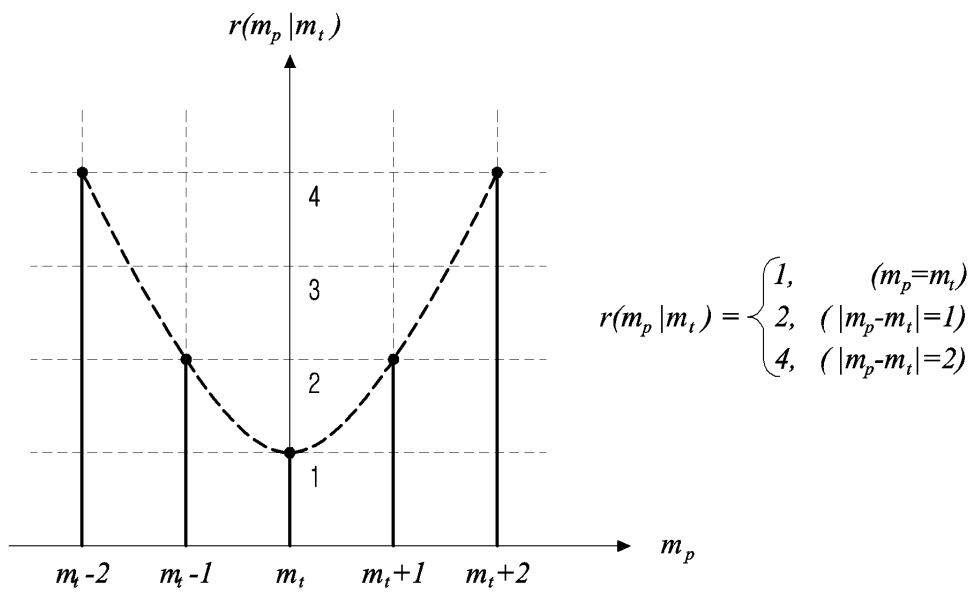
도면27



도면28



도면29



도면30

