



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년01월28일
(11) 등록번호 10-0798536
(24) 등록일자 2008년01월21일

- (51) Int. Cl.
H03M 1/12 (2006.01) *H03F 3/45* (2006.01)
H04L 29/02 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2006-7017936
 (22) 출원일자 2006년09월04일
 심사청구일자 2006년09월05일
 번역문제출일자 2006년09월04일
 (65) 공개번호 10-2006-0116031
 (43) 공개일자 2006년11월13일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2005/003625
 국제출원일자 2005년03월03일
 (87) 국제공개번호 WO 2005/086356
 국제공개일자 2005년09월15일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2004-00058704 2004년03월03일 일본(JP)
 (뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP 2001-051979 A
 (뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
 도꾸리쯔교세이호칭 가가꾸 기쥬쯔 신히 기꼬
 일본 사이따마켄 가와구찌시 혼쵸 4쵸메 1방 8고
- (72) 발명자
 도라이찌, 가즈오
 일본 305-0031 이바라끼켄 쓰꾸바시 아즈마 3-1-1
 다이아파레스쯔꾸바가꾸엔또시 1214
 가따기시, 가즈끼
 일본 305-0005 이바라끼켄 쓰꾸바시 아즈마
 4-204-104
 (뒷면에 계속)
- (74) 대리인
 구영창, 이중희, 장수길

전체 청구항 수 : 총 19 항

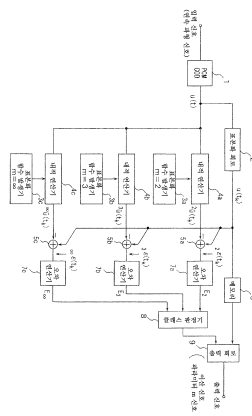
심사관 : 김자영

(54) 신호 처리 장치 및 방법과 신호 처리 프로그램 및 그프로그램을 기록한 기록 매체

(57) 요약

신호의 성질에 맞춘 함수를 이용함으로써 고품질의 신호를 얻는 신규의 신호 처리 장치가 제공된다. 신호 처리 장치는, 입력 신호를 표본화하여 표본값을 출력하는 표본화 회로(2)와, 서로 다른 파라미터 m의 복수의 표본화 함수를 발생하는 복수의 함수 발생기(3)와, 입력 신호와 복수의 표본화 함수의 각각과의 내적 연산을 행하여 내적 연산값을 출력하는 파라미터 m마다의 복수의 내적 연산기(4)와, 표본값과 복수의 내적 연산기가 출력하는 내적 연산값과의 차분으로 이루어지는 복수의 오차 중, 최소의 오차를 부여하는 파라미터 m을 판정하고, 그 파라미터 m 신호를 출력하는 판정기(8)를 구비한다. 그리고, 상기 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호를 출력한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

나카무라, 고우지

일본 305-0031 이바라끼켄 쓰꾸바시 아즈마
1-401-221

모로오까, 야스오

일본 316-0011 이바라끼켄 히타저시 하나야마쵸
2-2-9

(56) 선행기술조사문헌

EP 586219 A2

JP 06-083952 A

US 5,572,605 A

KR 1019940007735A

(30) 우선권주장

JP-P-2004-00058712 2004년03월03일 일본(JP)

JP-P-2004-00132535 2004년04월28일 일본(JP)

특허청구의 범위

청구항 1

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 AD 함수를 구비하고,
 연속한 입력 신호를 표본화하여 표본값을 얻고,
 상기 연속한 입력 신호와 상기 복수의 폴루언시 AD 함수 중에서 선택된 폴루언시 AD 함수와의 내적 연산값을 구하고,
 상기 표본값과 상기 내적 연산값과의 차를 판정하고,
 상기 차의 값이 최소로 되는 파라미터 m , 및 상기 표본값 혹은 상기 내적 연산값을 출력하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 차의 값이 미리 주어진 허용값보다도 큰 경우에는, 표본화가 행해지는 표본점의 전후에서, 파라미터 m 이 절환되는 절환점 또는 상기 입력 신호에 대한 미분이 불가능한 특이점 중 적어도 한쪽을 포함하는 변화점이 있다고 판정하고,
 상기 변화점을 나타내는 변화점 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
 상기 차의 값은, 미리 정해진 구간에서의 표본값과 내적 연산값과의 차의 제곱합 혹은 절대값의 합, 혹은 절대값의 최대값인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 파라미터 m 은, 상기 폴루언시 AD 함수가 $(m-2)$ 회만 연속 미분 가능한 것을 나타내는 파라미터이며, 적어도 $m=2, 3, \infty$ 의 3종인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
 상기 차의 값이 최소로 되는 파라미터 m , 및 상기 표본값 혹은 상기 내적 연산값의 출력처는, 기억 매체 혹은 통신 수단인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 6

제1항, 제2항, 제4항 또는 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 연속한 입력 신호는, 상기 표본값을 얻는 표본 간격보다도 짧은 표본 간격으로 표본화되어, 부호화된 이산 신호인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 7

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 DA 함수를 구비하고,
 미리 정해진 파라미터 m 과 이산 신호값을 입력받고,
 상기 미리 정해진 파라미터 m 에 의해 상기 복수의 폴루언시 DA 함수 중에서 폴루언시 DA 함수를 선택하고,
 상기 선택된 폴루언시 DA 함수와 상기 입력된 이산 신호값과의 컨볼루션 연산에 의해 연속 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 파라미터 m 은, 상기 폴루언시 DA 함수가 $(m-2)$ 회만 연속 미분 가능한 것을 나타내는 파라미터이며, 적어도 $m=2, 3, \infty$ 의 3종인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 미리 정해진 파라미터 m 과 상기 이산 신호값은, 기억 매체 혹은 통신 수단을 거쳐 입력되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연속 신호는, 디지털 신호 처리에 의해 얻어지는 신호인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 11

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 AD 함수를 구비하고,

연속한 입력 신호를 표본화하여 표본값을 얻고,

상기 연속한 입력 신호와 상기 복수의 폴루언시 AD 함수 중에서 선택된 폴루언시 AD 함수와의 내적 연산값을 구하고,

상기 표본값과 상기 내적 연산값과의 차를 판정하고,

상기 차의 값이 최소로 되는 파라미터 m , 및 상기 표본값 혹은 상기 내적 연산값을 출력 신호로서 출력하고,

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 DA 함수를 구비하고,

상기 출력 신호를 입력받고,

입력된 상기 출력 신호에서의 파라미터 m 에 의해 상기 복수의 폴루언시 DA함수 중에서 폴루언시 DA 함수를 선택하고,

상기 선택된 폴루언시 DA 함수와 입력된 상기 출력 신호에서의 상기 표본값 혹은 상기 내적 연산값과의 컨볼루션 연산에 의해 연속 신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 파라미터 m 은, 상기 폴루언시 AD 함수 및 폴루언시 DA 함수가 $(m-2)$ 회만 연속 미분 가능한 것을 나타내는 파라미터이며, 적어도 $m=2, 3, \infty$ 의 3종인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 폴루언시 AD 함수와 상기 폴루언시 DA 함수는, 파라미터 m 마다 직교 관계에 있는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 연속한 입력 신호는, 상기 표본값을 얻는 표본 간격보다도 짧은 표본 간격으로 표본화되어, 부호화된 이산 신호이며,

상기 연속 신호는, 디지털 신호에 의해 얻어지는 신호인 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 15

제11항에 있어서,
 상기 출력 신호는, 기억 매체 혹은 통신 수단을 거쳐 입력되는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 16

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 AD 함수를 구비한 함수 발생기와,
 연속한 입력 신호를 표본화하여 표본값을 출력하는 표본화 회로와,
 상기 연속한 입력 신호와 상기 복수의 폴루언시 AD 함수 중에서 선택된 폴루언시 AD 함수와의 내적 연산을 행하여 내적 연산값을 출력하는 연산기와,
 상기 연산기가 출력하는 상기 내적 연산값과 상기 표본값과의 차를 판정하고, 그 값이 최소로 되는 파라미터 m 을 정하는 판정기와,
 상기 정해진 파라미터 m 및 상기 표본값 혹은 상기 내적 연산값을 출력하는 출력 장치를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 17

파라미터 m 으로 분류된 복수의 폴루언시 DA 함수를 구비한 폴루언시 DA 함수 발생기와,
 미리 정해진 파라미터 m 과 이산 신호값을 입력받는 입력 장치와,
 상기 복수의 폴루언시 DA 함수 중에서 선택된 폴루언시 DA 함수와 입력된 상기 이산 신호값과의 컨볼루션 연산을 행하여 연속 신호를 출력하는 연산기를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 신호 처리 장치.

청구항 18

연속한 입력 신호를 표본화하여 표본값을 생성하고,
 상기 입력 신호의 폴루언시 신호 공간에서의 파라미터 m 을 판정하고,
 상기 표본값과 상기 파라미터 m 을 나타내는 신호를 합하여 출력하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 19

이산 신호와 파라미터 m 을 나타내는 신호를 입력받고, 파라미터 m 에 의한 폴루언시 신호 공간에서, 상기 이산 신호를 연속 신호로 변환하는 것을 특징으로 하는 신호 처리 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

- 청구항 25
- 삭제
- 청구항 26
- 삭제
- 청구항 27
- 삭제
- 청구항 28
- 삭제
- 청구항 29
- 삭제
- 청구항 30
- 삭제
- 청구항 31
- 삭제
- 청구항 32
- 삭제
- 청구항 33
- 삭제
- 청구항 34
- 삭제
- 청구항 35
- 삭제
- 청구항 36
- 삭제
- 청구항 37
- 삭제
- 청구항 38
- 삭제
- 청구항 39
- 삭제
- 청구항 40
- 삭제

- 청구항 41
- 삭제
- 청구항 42
- 삭제
- 청구항 43
- 삭제
- 청구항 44
- 삭제
- 청구항 45
- 삭제
- 청구항 46
- 삭제
- 청구항 47
- 삭제
- 청구항 48
- 삭제
- 청구항 49
- 삭제
- 청구항 50
- 삭제
- 청구항 51
- 삭제
- 청구항 52
- 삭제
- 청구항 53
- 삭제
- 청구항 54
- 삭제
- 청구항 55
- 삭제
- 청구항 56
- 삭제

청구항 57

삭제

청구항 58

삭제

명세서

기술분야

<1> 본 발명은, 영상(동화상), 화상 또는 음성 등의 시간적으로 변화되는 신호, 혹은 계측이나 제어에서 이용되는 시간적으로 변화되는 신호로부터 표본화에 의해 이산 신호를 생성하는 신호 처리 장치 및 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은, 문자 도형이나 사진, 인쇄 등의 화상, 동화상을 포함하는 영상, 음성, 혹은 계측 결과 등으로부터 신호를 생성하여 재생하는 기술에 관한 것으로, 특히 신호의 상태가 변화되는 변화점을 추출하는 신호 처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 최근, 디지털 신호 기술의 진전에 수반하여, 영상(동화상), 화상 또는 음성을 대상으로 한, 통신, 방송, 기록 매체[CD(Compact Disc), DVD(Digital Versatile Disc)], 의료용 화상, 인쇄 등의 분야가 멀티미디어 산업 혹은 IT(Information Technology)로서 현저한 발전을 이루고 있다. 영상이나 화상, 음성에 대한 디지털 신호 기술의 일익을 담당하는 것이 정보량을 저장하는 압축 부호화이지만, 그 신호이론으로서, 대표적으로는 샤논의 표본화 정리가 있고, 또한 새롭게는 웨이브렛 변환 이론 등이 있다(비특허 문헌1 참조). 또한, 예를 들면 음악의 CD에서는, 압축을 수반하지 않은 리니어 PCM(Pulse Code Modulation)이 이용되지만, 신호 이론은 마찬가지로 샤논의 표본화 정리이다.

<3> 또한, 예를 들면 A4판 정도의 크기에 그려진 문자 도형 등의 원화상을 데이터화해 놓고, 그 원화상 데이터를 프린터나 커팅 플로터 등에 출력함으로써 간판이나 포스터, 현수막 등의 대형의 표시물을 작성하는 장치가 개시되어 있다(예를 들면 특허 문헌1 참조).

<4> 또한, 미분 가능 횡수에 따라 분류한 복수의 함수에 기초하여 발생시킨 복수의 이산적인 데이터 열을 생성하고, 입력 데이터에 대하여 병행하여 상술한 복수의 이산적인 데이터 열과의 사이의 상관 연산을 행한 후에, 그 상관 연산의 결과에 기초하여 입력 데이터에 포함되는 특이점을 구함으로써, 대칭 신호가 속하는 클래스(m)를 특정하는 데이터 처리 방법이 특허 문헌2에 개시되어 있다.

<5> 비특허 문헌 1 : 음사 발행 전기 통신 정보 학회 편집 「전자 정보 통신 핸드북」 제4군, 제394페이지~제396페이지 및 제415페이지

<6> 특허 문헌1 : 일본 특개평7-239679호 공보

<7> 특허 문헌2 : 일본 특개평2001-51979호공보

<8> <발명의 개시>

<9> <발명이 해결하고자 하는 과제>

<10> 상기의 압축 부호화, 혹은 압축을 수반하지 않은 부호화와 같이, 입력 신호를 디지털 신호로 변환하고 나서 원래의 아날로그 신호를 재생하는 계는, 일반화하면 A-D 변환/D-A 변환계로 된다. 종래의 샤논의 표본화 정리에 기초하는 A-D 변환/D-A 변환계에서는, 나이퀴스트 주파수에 의해 대역 제한된 신호를 취급한다. 이 때, D-A 변환에서, 표본화에 의해 이산적으로 된 신호의 연속파에의 재생에, 제한된 대역 내의 신호를 재현하는 함수(정칙 함수)가 이용되었다.

<11> 본원 발명자의 한 사람은, 영상(동화상), 문자 도형이나 자연 화상 등의 화상 또는 음성 등의 신호가 갖는 다양한 성질을 폴루언시 함수를 이용하여 분류 가능한 것을 알아내었다. 이 이론에 따르면, 샤논의 표본화 정리에 기초하는 상기 정칙 함수는, 폴루언시 함수의 하나로서, 신호가 갖는 다양한 성질 중의 하나의 성질에 적합한 것에 머문다. 따라서, 다양한 성질을 갖는 신호를 샤논의 표본화 정리에 기초하는 상기 정칙 함수만으로 처리하는 것에서는, D-A 변환 후의 재생 신호의 품질에 한계를 줄 우려가 있게 된다.

- <12> 상기 웨이브렛 변환 이론은, 대상을 해상도로 분해하는 머더 웨이브렛을 이용하여 신호를 나타내는 것이지만, 신호에 최적인 머더 웨이브렛이 제공된다고는 할 수 없으며, 역시 D-A 변환 후의 재생 신호의 품질에 한계를 줄 우려가 있게 된다.
- <13> 여기서, 폴루언시 함수는, 파라미터 m (m 은 $1 \sim \infty$ 의 플러스의 정수)에 의해 유별되는 함수이다. m 은, 그 함수가 $(m-2)$ 회만 연속 미분 가능한 것을 나타낸다. 또한, 상기 정칙 함수는 몇회라도 미분 가능하기 때문에, m 이 ∞ 이다. 또한, 폴루언시 함수는, $(m-1)$ 차의 함수로 구성되며, 특히 폴루언시 함수 중의 폴루언시 DA 함수는, 표본 간격을 τ 로 하여, 주목하는 k 번째의 표본점 $k\tau$ 에서 수치가 주어지지만, 그 밖의 표본점에서는 0으로 되는 함수이다.
- <14> 신호의 성질은, 파라미터 m 을 갖는 폴루언시 함수에 의해 모두가 분류 가능하게 되며, 파라미터 m 에 의해 클래스 분류된다. 그 때문에, 폴루언시 함수를 이용한 폴루언시 정보 이론은, 종래의 신호의 성질의 일부를 나타내는 것에 머무르고 있었던 샤논의 표본화 정리나 웨이브렛 변환 이론 등을 포함하여, 신호 전체를 나타내는 이론 체계라고 볼 수 있다. 그와 같은 함수를 이용함으로써, D-A 변환 후에, 샤논의 표본화 정리에 의해 대역 제한되지 않은 고품질의 재생 신호를, 신호 전체에 걸쳐 얻는 것이 기대된다.
- <15> 특히 문헌2의 데이터 처리 방법에서는, 상관 연산의 결과로부터 특이점을 구하여, 클래스 m 을 특정하고 있지만, 상관 연산에는 시간이 걸려, 고속성에 과제가 있었다. 따라서, 폴루언시 정보 이론에 기초하여 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 효율적으로 생성하는 신호 처리 장치는, 종래에는 실현되어 있지 않았다. 또한, 연속 파형 신호가 아날로그 신호이며, 이산 신호가 디지털 신호로서 출력되는 경우, 신호 처리 장치는 A-D 변환 장치로서 기능한다.
- <16> 계속해서, 특히 문헌1에 개시된 원화상을 데이터화하는 장치는, 크게 나누면, 문자 도형의 윤곽선을 추출하는 기구와, 곡률의 데이터로부터 접합점과 그 위치를 추출하는 기구와, 상기 윤곽선을 함수(직선, 원호, 구분적 다항식)로 근사하는 기구와, 접합점의 좌표의 데이터와 근사하는 함수의 데이터를 기억하는 장치와, 기억한 데이터로부터 윤곽선을 재생하는 기구로 이루어진다.
- <17> 윤곽이 변화되는 변화점 중, 직선이나 곡선의 이음매인 접합점의 근방은, 윤곽이 크게 변화되는 부분이므로, 직선이나 원호로는 표현되지 않고 자유 곡선 즉 구분적 다항식으로 표현되며, 접합점은 구분적 다항식이 제공하는 곡률이 큰 점으로서 구해진다. 접합점은 미소 부분에서 각도가 크게 변화되는 부분 즉 미소 계수가 크게 변화되는 부분이며, 곡률이 큰 점으로서 구하는 접합점의 추출은, 미분 처리에 의한 것으로 된다.
- <18> 화상의 재생은, 접합점을 포함하는 변화점 사이를 상기의 근사한 함수로 직선 또는 곡선을 그림으로써 행해진다. 따라서, 변화점을 정확하게 추출하는 것이 정밀도가 양호한 재생을 행하기 위해 중요하다.
- <19> 그런데, 문자 도형의 원도면이 예를 들면 스캐너에 의해 판독되는 경우, 센서가 갖는 잡음이나 스캐너의 해상도 등에 의해 윤곽에, 정도는 다양하지만, 들쭉날쭉함이나 거칠거칠함이 발생하는 것을 피할 수 없다. 이 들쭉날쭉함이나 거칠거칠함은, 원래의 원도면에 대하여 미세하고, 높은 주파수의 성분이 많은 잡음이 중첩하여 발생한 것이다. 접합점을 포함하는 변화점을 미분 처리에 의해 구하면 이들 들쭉날쭉함이나 거칠거칠함에 의해 변화점의 추출 위치가 어긋나거나, 혹은, 들쭉날쭉함이나 거칠거칠함의 부분을 변화점으로 잘못 추출하는 등, 정확한 변화점이 얻어지지 않을 우려가 있는 것으로 된다.
- <20> 이 문제를 문자 도형, 화상, 영상 등(이하 화상으로 총칭함)으로 확대하여 이하에 설명한다. 연속적으로 변화되는 신호가 센카쿠적으로 변화되거나, 스텝적으로 변화되는 경우가 많다. 이러한 신호 변화점은 신호의 성질이나 특징이 변화되는 정보의 변화점(절환점이나 특이점)이다.
- <21> 화상 정보의 경우, 하나의 화면이나 에리어 중에는 다수의 작은 화상이 포함된다. 이러한 화상에 대한 처리에서는, 수평 방향, 수직 방향으로 소정의 간격으로 구획된 미소 에리어를 단위로 하고(이것을 화소라고 칭함), 이 화소 단위로 동일정보로 이루어지는 에리어(소화상 영역)의 인식, 확대, 변환, 합성 등의 처리가 행해진다. 그러나, 소화상 영역의 인식에서는, 영역의 단부(엣지부)의 검출이 과제이며, 종래에는 색이나 휘도의 정보가 급격하게 변화되는 점(차분이나 미분값이 크게 변화되는 점)을 변화점으로서 인식하는 방법이 취해지고 있으며, 이 변화점이 후술하는 정보의 절환점, 특이점으로 된다. 그러나, 이 변화점의 검출을 데이터의 차분이나 미분값으로 행하면, 잡음에 의한 화상 정보의 변화로 오인식을 행하는 약점이 있었다. 또한, 화상의 확대에서는, 화소 단위로 확대하기 위해, 예를 들면, 수평 방향, 수직 방향으로 각각 n 배로 확대할 때에는, n^2 의 에리어의 화소 정보가 동일 정보로 되어, 소에리어의 윤곽, 내부의 색 정보 모두, 계단 형상으로 변화되는 화상으로

된다.

- <22> 이상과 같은 문제점을 해결하기 위해, 신호열을 함수 근사하여 처리하는 방법이 제안되어 있지만, 그 경우에도, 동일 성질의 정보 범위, 즉 연속 신호의 길이, 소에리어의 영역(화상의 윤곽)을 정확하게 인식하는 것이 중요하게 된다. 이 신호 길이의 단점이나 영역의 윤곽선의 추출 방법으로서, 기억된 정보에 대해서는, 종래의 데이터 차분, 미분 신호, 색차, 휘도차를 이용한 방법, 즉 미분 처리에 포함되는 방법이 채용되고 있다.
- <23> 그런데, 상기한 바와 같이, 문자 도형이나 자연 화상 등의 화상이나 동화상, 혹은 음성 등으로부터 전기적으로 얻을 수 있는 신호가 갖는 다양한 성질을 플루언시 함수를 이용하여 분류 가능한 것이 설명되었다. 또한, 상기 발명자의 한 사람은, 이 분류를 위한 처리를 이용함으로써, 변화점을 미분 처리에 의하지 않고 구하는 것이 가능한 것을 알아내었다. 예를 들면, 플루언시 정보 이론에 기초하여 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 생성할 때, 나중에 상세히 설명하는 바와 같이, 그 과정에서 상기의 변화점을 미분을 수반하지 않고 얻는 것이 가능하게 된다. 그러나, 그와 같은 변화점을 생성 가능한 신호 처리 장치는, 종래에는 실현되어 있지 않았다.
- <24> <과제를 해결하기 위한 수단>
- <25> 플루언시 정보 이론에 기초하여 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 얻기 위한 함수는, 나중에 상세히 설명하는 바와 같이, 상세하게 이론 전개되어 본 명세서에서는 표본화 함수로서 정의된다. 표본화 함수는, 플루언시 AD 함수로 칭해도 된다. 또한, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻기 위한 함수는 본 명세서에서는 역표본화 함수로서 정의된다. 역표본화 함수는, 플루언시 DA 함수로 칭해도 된다. 이와 같이 정의되는 표본화 함수와 역표본화 함수는 상호 직교 관계를 이룸과 함께, 파라미터 m 을 이용하여 표현된다.
- <26> 플루언시 정보 이론에 기초하여 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 얻고, 계속해서 얻어진 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 신호 시스템이 기능하기 위해서는, 연속 파형 신호를 얻는 측에서 파라미터 m 이 인식될 필요가 있다(예를 들면, 플루언시 정보 이론에 기초하여 아날로그 신호를 AD 변환하고, 얻어진 디지털 신호를 DA 변환하는 A-D 변환/D-A 변환계가 기능하기 위해서는, D-A 변환측에서 파라미터 m 이 인식될 필요가 있다).
- <27> 이 파라미터 m 은 다음과 같이 하여 구해진다. 이산 신호를 얻는 신호 처리(예를 들면 A-D 변환)에서, 후에 설명하는 바와 같이, 연속 파형의 입력 신호와 표본화 함수에서 내적을 취함으로써 표본값 열인 이산 신호를 얻을 수 있다. 이 때, 입력 신호의 성질을 나타내는 파라미터 m 을 1(엘)로 하고, 파라미터 1이 표본화 함수의 파라미터 $m(m_0$ 으로 함)과 일치하지 않으면, 내적에 의해 얻을 수 있는 내적 연산값은 표본점에서의 입력 신호의 표본값과 일치하지 않아, 양자간에 오차가 발생한다. 이 오차가 0으로 되는(실제상은 최소로 되는) m 을 선택하면, $1=m$ 으로 되어, 1이 미지의 신호로부터 파라미터 m 을 결정하는 것이 가능하게 된다.
- <28> 따라서, 표본값 열인 이산 신호(또는, 파라미터 m 이 결정된 내적 연산값의 열로 이루어지는 이산 신호)와 함께 이 m 의 값을, 연속 파형 신호를 얻는 신호 처리측(예를 들면 D-A 변환측)에 보내면, 파라미터 m 의 역표본화 함수를 사용한 신호 처리(예를 들면 D-A 변환)가 행해져, 입력 신호와 거의 동일한, 즉 고품질의 연속 파형 신호가 용이하게 재생되게 된다.
- <29> 이상으로부터, 본원에서 개시되는 발명 중, 대표적인 실시 형태의 개요를 설명하면, 하기와 같다.
- <30> 신호 처리 장치는, 입력 신호를 표본화하여 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호를 출력하는 표본화 회로와, 서로 다른 파라미터 m 의 표본화 함수를 발생하는 복수의 함수 발생기와, 상기 입력 신호와 상기 표본화 함수의 각각의 내적 연산을 행하여 내적 연산값을 출력하는 파라미터 m 마다의 복수의 내적 연산기와, 상기 표본값과 상기 복수의 내적 연산기가 출력하는 내적 연산값의 차분으로 이루어지는 복수의 오차의 중, 최소의 오차를 부여하는 파라미터 m 을 판정하고, 그 파라미터 m 신호를 출력하는 판정기를 구비하고, 상기 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.
- <31> 본 발명의 신호 처리 장치에 의해 얻어진 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 생성하는 신호 처리에서, 상기 파라미터 m 신호를 이용하여 그 파라미터 m 의 역표본화 함수를 선택하면, 상기 이산 신호가 속하는 파라미터 m 에 합치한 파라미터 m 의 역표본화 함수에 의해 연속 파형 신호를 생성하는 것이 가능하게 된다. 즉, 본 발명에 의해, 사논의 표본화 정리에 의해 대역 제한되지 않은 고품질의 연속 파형 신호를 재생하기 위한 신호를 용이하게 얻는 것이 가능하게 된다.
- <32> 다음으로, 본원에서 개시되는 발명 중, 다른 대표적인 실시 형태의 개요를 설명하면, 하기와 같다.
- <33> 신호 처리 장치는, 서로 다른 파라미터 m 의 역표본화 함수를 발생하는 복수의 함수 발생기와, 상기 파라미터 m

중의 파라미터 m_0 에 속하는 원신호의 이산 신호와 상기 파라미터 m_0 을 나타내는 파라미터 m 신호를 포함하는 입력 신호 중의 상기 파라미터 m 신호를 이용하여, 상기 역표본화 함수 중으로부터 상기 파라미터 m_0 의 역표본화 함수를 선택하는 함수 선택기와, 상기 이산 신호와 선택한 상기 파라미터 m_0 의 역표본화 함수의 컨볼루션 적분에 의해 연속 파형 신호를 얻는 컨볼루션 적분 연산기를 구비하는 것을 특징으로 한다.

<34> 본 발명의 신호 처리 장치는, 이산 신호가 속하는 파라미터 m_0 이 파라미터 m 신호에 의해 알려지게 되므로, 이산 신호가 속하는 폴루언시 신호 공간(나중에 상세히 설명함)에 합치한 역표본화 함수에 의해 연속 파형 신호를 얻는 것이 가능하게 된다. 즉, 본 발명에 의해, 사논의 표본화 정리에 의해 대역 제한되지 않은 고품질의 연속 파형 신호를 재생하는 것이 용이하게 된다.

<35> 다음으로, 상기의 파라미터 m 을 결정하는 과정에서, 변화점은, 파라미터 m 을 특정할 수 없는 점으로 된다. 파라미터 m 을 특정할 수 없는 점은, 크게 나누면, 그 점에서 미분 불가능으로 되는 점(신호가 불연속으로 되는 점을 포함함)과, 연속하고 있으며 또한 미분 가능하지만 그 점의 전후에서 파라미터 m 이 변화되는 점이 있다. 전자에는, 그 점의 전후에서 파라미터 m 이 변화되지 않은 점도 포함되고, 그와 같은 점으로서, 예를 들면 $m=2$ 인 꺾은선의 이음매가 있다. 또한, 그 점의 전후에서 파라미터 m 이 변화되는 점을 총칭하여 클래스 절환점이라고 부르고, 미분 불가능으로 되는 점을 총칭하여 특이점이라고 부르기로 한다(클래스 절환점이며 또한 특이점인 점은 초특이점으로 된다).

<36> 그런데, 화상이 예를 들면 XY 좌표 상의 문자 도형으로서 윤곽선이 구해져 있는 경우, 윤곽선을 소구간으로 구획한 윤곽선 상의 각 점의 x좌표, y좌표를 구하면, 소구간을 매개 변수로 하여, 종축 X, 횡축 소구간의 좌표 상의 각 점의 x좌표를 포함하는 윤곽선의 궤적이 얻어지고, 종축 Y, 횡축 소구간의 좌표 상에 각 점의 y좌표를 포함하는 윤곽선의 궤적이 얻어진다.

<37> 이들 2개의 궤적도 상기 폴루언시 정보 이론에 기초하여 취급된다. 즉, 궤적을 연속 파형 신호, 복수의 소구간으로 이루어지는 구간으로 구획한 각 점을 표본점으로 하여 각 표본점의 x 좌표 및 y 좌표를 표본값으로 함으로써, 표본화 함수를 이용하여 파라미터 m 을 특정할 수 없는 점 즉 변화점이 검출된다. 또한, 복수의 소구간으로 이루어지는 구간은, 표본 간격으로 된다. 이 검출에 의해 목적으로 하는 변화점이 얻어지게 되며, 윤곽선을 나타내는 근사 함수가 주어질 때, 검출된 변화점의 사이를 상기의 근사 함수로 직선 또는 곡선을 그림으로써 고정밀도의 화상 재생이 행해진다.

<38> 이상에 기초하여, 본 발명은, 윤곽선을 나타내는 근사 함수가 주어질 때, 변화점을 나타내는 신호를 출력하는 신호 처리 장치 및 방법에 적용되며, 또한, 역표본화 함수를 이용하여 재생하는 것을 전제로 하여, 변화점 및 파라미터 m 을 나타내는 신호 및 이산 신호를 출력하는 신호 처리 장치 및 방법에 적용된다.

<39> 따라서, 본원에 개시되는 발명 중, 또 다른 대표적인 실시 형태의 개요를 설명하면, 하기와 같다. 즉, 신호 처리 장치는, 입력 신호를 표본화하여 표본값을 얻는 표본화 회로와, 서로 다른 파라미터 m 의 표본화 함수를 발생하는 복수의 함수 발생기와, 상기 입력 신호와 상기 표본화 함수의 각각과의 내적 연산을 행하여 내적 연산값을 출력하는 파라미터 m 마다의 복수의 내적 연산기를 구비하고, 상기 표본값과 상기 복수의 내적 연산기가 출력하는 내적 연산값과의 차분이 어느 파라미터 m 에 대해서도 소정의 임계값을 초과하는 점이 있는 경우, 그 점을 변화점으로 판정하고, 해당 변화점을 나타내는 변화점 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.

<40> 또 다른 신호 처리 장치는, 입력 신호를 표본화하여 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호를 출력하는 표본화 회로와, 서로 다른 파라미터 m 의 표본화 함수를 발생하는 복수의 함수 발생기와, 상기 입력 신호와 상기 표본화 함수의 각각과의 내적 연산을 행하여 내적 연산값을 출력하는 파라미터 m 마다의 복수의 내적 연산기와, 상기 표본값과 상기 복수의 내적 연산기가 출력하는 내적 연산값과의 차분으로 이루어지는 복수의 오차 중, 최소의 오차를 부여하는 파라미터 m 을 판정하고, 그 파라미터 m 신호를 출력하는 클래스 판정기와, 어느 파라미터 m 에 대해서도 상기 차분이 소정의 임계값을 초과하는 점이 있는 경우, 그 점을 변화점으로 판정하고, 해당 변화점을 나타내는 변화점 신호를 출력하는 변화점 판정기를 구비하고, 상기 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호와 상기 변화점 신호를 합하여 출력하는 것을 특징으로 한다.

<41> 상술한 바와 같이 변화점 신호는, 내적 연산에 기초하여 구해진다. 내적 연산에서는 적분 동작에 의해 신호 처리가 행해지고, 따라서 변화점을 미분을 수반하지 않고 얻는 것이 가능하게 된다. 그에 의해, 변화점의 잡음에 의한 오인식이나 동화상에서의 대응 불가의 문제를 해결할 수 있다. 즉, 적분 동작에 의한 신호 처리를 행하기

위해, 잡음 신호에 의한 영향을 경감할 수 있어, 고정밀도로 신호 변화를 파악하는 것이 가능하게 된다. 따라서, 종래 기술의 과제를 해결할 수 있어, 보다 확실한 신호의 변화점, 정보의 특징이 전환되는 점의 검출을 실시할 수 있다.

<42> <발명을 실시하기 위한 최량의 형태>

<43> 이하, 본 발명에 따른 신호 처리 장치 및 방법 및 신호 처리 프로그램 및 동프로그램을 저장한 기록 매체를 도면에 도시한 실시 형태를 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 또한, 실시 형태의 설명에 이용하는 모든 도면에서, 동일한 부호는, 동일물 또는 유사물을 표시하는 것으로 한다.

<44> 도 1에 본 발명의 신호 처리 장치의 제1 실시 형태를 도시한다. 플루언시 정보 이론에 기초하여, 표본화 함수를 이용하여 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 얻는 신호 처리 장치이다. 본 실시 형태에서는, 영상, 화상을 대상으로 하고, 파라미터 m 이 $m=2, 3, \infty$ 의 3종류로 설정된다. 이것은, 영상 및 화상에 의해 얻어지는 신호의 성질이, $m=2, 3, \infty$ 의 3종류의 파라미터에 의해 그 대부분이 커버되는 것이 분석 결과로부터 확인되었기 때문이다. 또한, 본 발명은, 물론 이들 3종류에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 도형을 포함하는 경우에 $m=1, 2, 3, \infty$ 의 4종류를 선택하는 등, 대상에 따라 종류가 선택되는 것은 물론이다.

<45> 본 실시 형태에서는, 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 생성하는 신호 처리가 디지털 신호 처리에 의해 행해진다. 그 때문에, 아날로그의 입력 신호는, 일단, 표본 간격 τ 에 비해 충분히 짧은 간격으로 표본화되어, PCM 부호화된다. 또한, $m=2, 3$ 의 표본화 함수는, 유한 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ (표본 점수가 J , 길이가 $(J-1)\tau$)에서 확정하는 함수이므로, 내적도 표본점마다 이 범위에서 행해진다. $m=2, 3$ 의 표본화 함수의 일례를 각각 도 2, 도 3에 도시한다. 모두 함수의 구간은 $J=13$ 이다.

<46> 한편, $m=\infty$ 의 표본화 함수는, 무한으로 진동이 계속되는 함수이다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 동 함수의 구간을 $m=2, 3$ 의 경우와 동일한 구간에서 중단하는 것으로 하여 그것에 의해 발생하는 약간의 오차를 허용하는 것으로 하였다. 또한, $m=\infty$ 의 처리 정밀도를 올리기 위해, 내적의 범위를 상기보다 넓히는 것이 가능하다.

<47> 도 1에서, 참조 부호 1은, 아날로그의 입력 신호를 표본 간격 τ 에 비해 충분히 짧은 간격으로 표본화하여 부호화하는 PCM 부호기(PCMCOD), 참조 부호 2는, PCM 부호기(1)로부터 출력되는 부호화된 입력 신호를 표본 간격 τ 로 표본화하고, 그 표본점 $k\tau=t_k$ 의 표본값을 출력하는 표본화 회로, 참조 부호 3은, 위로부터 순서대로 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수를 발생하는 표본화 함수 발생기, 참조 부호 4는, 입력 신호와 표본화 함수와의 내적을 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 에서 연산하여 내적 연산값을 출력하는 내적 연산기, 참조 부호 5는, 표본화 회로(2)가 출력하는 표본값으로부터 내적 연산기(4)가 출력하는 내적 연산값을 감산하여 그 차분을 출력하는 감산기이다. 표본화 함수 발생기(3)가 출력하는 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수는 파일 장치(도시 생략)에 미리 저장되어 있고, 내적 연산 시마다 읽어내어진다.

<48> 다음으로, 상기 차분은 오차 연산이 행해지고 나서 파라미터 m 결정의 비교가 행해진다. 오차 연산은, 입력 신호의 성질에 따라 차분의 절대값의 제곱합 또는 산술합이 이용되며, 합연산이 구간 $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점($t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(N-2)}$)의 오차에 대하여 행해진다. 오차 연산은, 그 외에, 연산 구간에서 최대의 차분의 절대값을 선택하는 연산으로 해도 된다. 연산 구간을 나타내는 N 은, 입력 신호가 정지 화상이고 처리가 오프라인에서 행해지는 경우에는, 비교적 큰 값이 선택되고, 입력 신호가 동화상이고 리얼타임으로 처리가 행해지는 경우에는, 빠른 m 의 결정이 필요로 되기 때문에 $N=1$ 을 포함하는 작은 값이 선택된다. 이와 같이, N 은 신호의 성질에 따라 임의로 선택된다. 또한, $N=1$ 의 경우에는, 합은 행해지지 않고, 표본점마다 파라미터 m 결정의 비교가 행해진다.

<49> 계속해서, 도 1에서, 참조 부호 7은, 구간 $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점의 차분에 대하여 상술한 오차 연산을 행하는 오차 연산기, 참조 부호 8은, 비교기를 갖고, 오차 연산기(7)로부터의 $m=2, 3, \infty$ 의 오차 연산 결과를 비교하여 최소의 것을 검출하고, 그 파라미터 m 을 나타내는 파라미터 m 신호를 출력하는 클래스 판정기이다. 또한, 참조 부호 6은, 표본화 회로(2)가 출력하는 표본값에 대한, 오차 연산기(7) 및 클래스 판정기(8)의 처리에 의한 시간 지연을 조정하기 위한 메모리이다.

<50> 다음으로, 표본화 회로(2)의 표본값은 표본 간격 τ 마다 출력되어 표본값의 열을 이루어, 이산 신호로 된다. 도 1에서, 참조 부호 9는, 상기 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호를 조합하여 디지털의 출력 신호로 하고, 그 신호를 출력하는 출력 회로이다. 조합은, 예를 들면, 이산 신호를 패킷화하고, 그 헤더에 파라미터 m 신호를 탑재함으로써 행해진다. 파라미터 m 신호는, $m=2, 3, \infty$ 의 3자가 구별되면 되므로, 예를 들면 2비트의 부호를

이용하여 나타낸다. 또한, 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호는 조합되지 않고, 각각이 따로 출력되어도 된다.

<51> 도 1의 각 접속점에서의 신호는, 하기와 같이 표현된다.

<52> 내적 연산기(4)에 입력되는 입력 신호 : $u(t)$

<53> 입력 신호의 표본값 : $u(t_k)$

<54> 내적 연산에 의해 얻어지는 표본값(내적 연산값) :

수학식 1

<55> $\hat{m}(t_k)$

<56> 감산기(5) 출력의 오차 : $m_e(t_k)$

<57> 오차 연산값 : E_m

<58> 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 각 부의 각각에 디지털 회로나 메모리를 이용하여, 하드웨어 구성으로 하는 것이 가능하지만, 프로그램에 의해 컴퓨터가 실행하는 소프트웨어 구성으로 하는 것도 가능하다. 이 경우, 신호 처리 장치는, 주로 중앙 처리 장치(CPU)와, 연산 도중의 데이터 등을 일시 기억하는 메모리와, 신호 처리 프로그램이나 표본화 함수 등을 저장하는 파일 장치로 구성된다. 신호 처리 프로그램에는, 도 1에 도시하는 각 처리를 컴퓨터가 실행하는 수순이 나타내어진다. 또한, 신호 처리 프로그램은, CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory) 등의 기록 매체에 저장하고, 독립된 프로그램으로 하는 것이 가능하다.

<59> 다음으로, 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 생성하는 신호 처리를 아날로그 신호 처리에 의해 행하는 것도 가능하다. 그와 같은 아날로그 신호 처리에 의한 신호 처리 장치의 제2 실시 형태를 도 4에 도시한다. 장치의 각 부가 아날로그 회로에 의해 구성되지만, 그들의 기능 및 동작은, 대응하는 도 1에 도시한 각 부와 마찬가지로이다. 단, 출력 회로(9)로부터는, 아날로그의 출력 신호가 출력된다. 이 경우의 신호의 조합은, 예를 들면, 영상 또는 화상의 주사의 귀선 기간에 파라미터 m 신호를 삽입함으로써 행해진다. 또한, 출력 회로(9)에 입력되는 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호를 미리 PCM 부호기를 이용하여 부호화하여 디지털화하는 것이 가능하다. 그 경우, 출력 회로(9)에 도 1에 도시한 것이 이용되어, 디지털의 출력 신호가 출력된다.

<60> 또한, 제1 실시 형태에서, 클래스 판정기(8)에 의해 결정된 파라미터 m 의 내적 연산기(4)가 출력하는 내적 연산값은, 그 파라미터 m 이 입력 신호의 파라미터 m 과 합치하고 있으므로, 표본화 회로(2)의 표본값과 거의 일치한다. 따라서, 출력 회로(9)에 공급하는 표본값을 상기 내적 연산값으로 대체하는 것이 가능하다. 그 경우에는, 결정된 파라미터 m 의 내적 연산값을 클래스 판정기(8)가 출력하는 파라미터 m 신호를 사용하여 선택하고, 선택된 내적 연산값을 출력 회로(9)에 공급하는 선택기가 설치된다. 그와 같은 선택기를 설치한 제3 실시 형태를 도 5에 도시한다. 도 5에서, 참조 부호 10은 상기 선택기이다. 이와 같이, 도 5에 도시한 신호 처리 장치로부터 내적 연산값의 열로 이루어지는 이산 신호가 출력된다. 또한, 상술한 바와 같이, 도 1에 도시한 신호 처리 장치로부터 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호가 출력된다. 이 내적 연산값 및 표본값은, 모두 표본 간격마다 얻어지는 이산값이며, 따라서, 이산 신호는, 이산값 열이라고 할 수 있다.

<61> 또한, 제1 실시 형태에서, 입력 신호에 따라서는, 파라미터 m 이 급변하는 부분을 포함하는 경우가 있다. 그와 같은 입력 신호를 처리하는 경우, 파라미터 m 이 급변하는 클래스 전환점을 판정하는 회로를 신호 처리 장치에 설치하는 것이 유효하게 된다. 파라미터 m 의 전환점을 확실하게 확정함으로써 신호 처리 정밀도를 높일 수 있다.

<62> 도 6에, 도 1의 장치에 클래스 전환점 판정기를 부가한 신호 처리 장치의 제4 실시 형태를 도시한다. 도 6에서, 참조 부호 11은, 감산기(5)로부터의 $m=2, 3, \dots$ 의 오차를 미리 설정한 임계값과 비교하여, 어느 것의 오차도 임계값을 초과하고, 또한, 그 표본점의 근방에서 클래스 판정기(8)로부터의 파라미터 m 신호에 변화가 있는 경우에 그 표본점을 클래스 전환점으로 판정하여 전환점 신호를 출력하는 클래스 전환점 판정기이다. 출력 회로(9)는, 이산 신호 및 파라미터 m 신호 외에 전환점 신호를 입력받아, 이들을 조합하여 디지털의 출력 신호로 한다. 조합은, 예를 들면, 이산 신호를 패킷화하고, 그 헤더에 파라미터 m 신호와 전환점 신호를 탑재함으로써 행해진다. 전환점 신호는 그 유무를 나타낼 수 있으면 되므로, 예를 들면 1비트의 부호로 나타낸다. 또한, 이

산 신호, 파라미터 m 신호 및 절환점 신호는 조합되지 않고, 각각이 따로 출력되어도 된다. 클래스 절환점 판정기(11)와 출력 회로(9) 이외의 회로는 도 1에 도시한 것과 동일하다.

<63> 다음으로, 제1~제4 실시 형태의 신호 처리 장치의 동작 원리 및 처리의 흐름을 이하에 이론적으로 설명한다. 설명에서는, 파라미터 m 은 $m=2, 3, \infty$ 에 한정되지 않고, 일반화하여 복수 있는 것으로 한다.

<64> <I> 미지 신호에 대하여 폴루언시 신호 공간에서의 부분 공간의 최적의 결정

<65> 신호가 길이와 위상을 갖고 폴루언시 함수에 의해 나타내어지기 때문에, 이하의 폴루언시 신호 공간이 정의되며, 클래스 미지의 신호가 그 폴루언시 신호 공간에서의 어느 클래스의 부분 신호 공간에 속해 있는지는 것이 최초로 명확화된다. 구체적으로는, 표본화 함수계와 원신호와의 내적 연산에 의해 얻어지는 값과 입력 신호(원신호)의 표본값과의 오차에 기초하여 그 신호가 속하는 클래스가 특정된다.

<66> (1) 폴루언시 신호 공간의 정의

<67> 여기서 취급하는 신호 공간은, 내적이 수학식 2

수학식 2

<68>
$$\langle u, v \rangle_{L_2} \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} u(t) \overline{v(t)} dt$$

<69> 로 정의된 대표적인 힐베르트 공간의 수학식 3

수학식 3

<70>
$$L_2(\mathbb{R}) \triangleq \left\{ u \mid \int_{-\infty}^{\infty} |u(t)|^2 dt < +\infty \right\}$$

<71> 의 부분 공간으로서의 폴루언시 신호 공간 ${}^m S(\tau)$, ($m=1, 2, \dots, \infty$)으로 한다.

<72> 폴루언시 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 은 수학식 4

수학식 4

<73>
$${}^m \phi(t) \triangleq \int_{-\infty}^{\infty} \left(\frac{\sin \pi f \tau}{\pi f \tau} \right)^m e^{j2\pi f t} df$$

<74> 로 정의되는 ($m-2$)회만 연속 미분 가능한 ($m-1$)차의 구분적 다항식으로 이루어지는 함수계(함수의 집합)

수학식 5

<75>
$$\{ {}^m \phi(t - k\tau) \}_{k=-\infty}^{\infty}$$

<76> 를 기저로 하는 신호 공간으로서 수학식 6

수학식 6

<77>
$${}^m S(\tau) \triangleq \left[{}^m \phi(t - k\tau) \right]_{k=-\infty}^{\infty}$$

<78> 과 같이 정의된다. 상술한 바와 같이, τ 는 연속 신호로부터 이산 신호(표본값)를 얻을 때의 표본 간격을 나타낸다. 또한, 시간축 상에서의 각 표본점을 $\tau_k (=k\tau)$ 로서 나타내는 것으로 한다.

<79> 폴루언시 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 은, 특히 파라미터 m 이 1인 경우에는 월쉬(Walsh) 함수계로 이루어지는 신호 공간으로서, 파라미터 m 이 2인 경우에는 깎은선 함수(폴리곤)로 이루어지는 신호 공간으로서, 그리고 파라미터 m 이 무한대의 극한에서는 무한회 연속 미분 가능한 Sinc 함수계(정칙 함수계)로 이루어지는 대역 제한 신호 공간으로서 유별된다. 이러한 폴루언시 신호 공간의 개념도를 도 7에 도시한다. 폴루언시 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 의 신호가 연속 미분 가능성에 의해 유별된다.

<80> (2) 표본화 함수의 의미

<81> 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 에서, ${}^m S(\tau)$ 에 속하는 임의의 신호 $u(t)$ 와 ${}^m S(\tau)$ 에 속하는 표본화 함수계의 내적을 취하면 신호의 표본값 열

수학식 7

<82> $\{u(t_k)\}_{k=-\infty}^{+\infty}$

<83> 이 얻어지는 기능을 갖는다. 이러한 기능을 갖는 함수를 표본화 함수라고 하고, 이것을

수학식 8

<84> ${}_{[AD]}^m \Psi(t)$

<85> 로 나타내는 것으로 한다. 상기의 것을 식으로 나타내면, 그것은 이하의 수학식 9와 같이 표현된다.

수학식 9

<86> $\exists 1 \quad {}_{[AD]}^m \Psi(t) \in {}^m S, \quad \forall u(t) \in {}^m S, \quad \forall k \in Z,$
 $\langle u(t), {}_{[AD]}^m \Psi(t-t_k) \rangle = u(t_k)$

<87> 수학식 9에서, 기호

수학식 10

<88> “ $\exists 1$ ”

<89> 은 유일하게 존재한다는 의미,

수학식 11

<90> “ \forall ”

<91> 은 임의의 근원이라는 의미,

수학식 12

<92> “Z”

<93> 는 정수 전체의 집합을 각각 나타내고 있다.

<94> (3) 표본화 함수에 의한 미지의 신호가 속하는 부분 신호 공간의 클래스의 특정

<95> 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 에 속하는 신호를 ${}^m u(t)$ 로 나타내기로 한다. 클래스가 미지의 신호 $u(t)$ 이 폴루언시 신호 공간 ${}^m S(\tau)$ 의 어느 클래스의 신호에 속하는지는, 아래와 같이 하여 결정된다.

<96> 복수개의 신호 ${}^1 u(t), {}^2 u(t), \dots, {}^1 u(t), \dots, {}^\infty u(t)$ 에 대하여, 복수개의 $m=1, 2, \dots, m_0, \dots, \infty$ 내의 m 의 폴루언시 신호 공간

수학식 13

<97> ${}^{m_0} S(\tau)$

<98> 에 속하는 표본화 함수계

수학식 14

$${}_{[AD]}^{m_0} \Psi (t-t_k)$$

<99>

<100> 의 내적을 취하면,

<101> (i) $l=m_0$ 의 경우에는, 수학식 15

수학식 15

$$\forall k \in Z, \quad \langle u(t), {}_{[AD]}^{m_0} \Psi (t-t_k) \rangle = u(t_k)$$

<102>

<103> (ii) $l \neq m$ 의 경우에는, 수학식 16

수학식 16

$$\exists k \in Z, \quad \langle u(t), {}_{[AD]}^{m_0} \Psi (t-t_k) \rangle \neq u(t_k)$$

<104>

<105> 로 되는 관계식이 성립하는 m_0 이 존재한다. 이 관계를 이용함으로써, 임의의 클래스 미지의 신호 $u(t)$ 의 클래스를

수학식 17

$${}_{m_0} S (\tau)$$

<106>

<107> 의 근원으로서 특정할 수 있다.

<108> 상기의 원리에 기초하는 클래스 판정의 처리 수순을 도 8을 이용하여 이하에 설명한다.

<109> 신호를 입력하여(스텝 S1), 우선 m_0 을 1개 정하고(스텝 S2), 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 내의 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(J-2)}$ 의 표본점의 각각에서 표본화 함수

수학식 18

$${}_{[AD]}^{m_0} \Psi (t-t_k)$$

<110>

<111> 단, $k=k, k+1, \dots, k+(J-2)$

<112> 와 입력 신호 $u(t)$ 와의 내적을 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 에 걸쳐 계산한다(스텝 S3). 이 연산에 의해 얻어지는 값을 수학식 19로

수학식 19

$${}_{m_0} \hat{u} (t_k) = \langle u(t), {}_{[AD]}^{m_0} \Psi (t-t_k) \rangle$$

<113>

<114> 로 나타내고, 이것을 내적 연산값으로 부르기로 한다.

<115> 다음으로, 스텝 S3에서 얻어진 이 내적 연산값의 입력 신호와 표본값 $u(t_k)$ 의 차분의 절대값을 계산한다(스텝 S4). 이것을 수학식 20과 같이

수학식 20

$${}_{m_0} \varepsilon (t_k) = | u(t_k) - {}_{m_0} \hat{u} (t_k) |$$

<116>

<117> 으로 나타내기로 한다. 스텝 S2~S4의 처리를 m_0 을 변화시켜(스텝 S5) 반복하고, 각 m_0 에서의 차분을 계산한다.

<118> 각 m_0 에 대하여, 스텝 S4에서 구한 차분의 제곱합을 계산한다(스텝 S6). 이것을 수학식 21로

수학식 21

<119>
$$E_{m_0} = \sum_{p=0}^{N-1} m_0 \varepsilon^2(t_{k+p})$$

<120> 로 나타내는 것으로 한다. 또한, 이 오차 연산은, 신호의 성질에 따라서는 차분의 절대값의 산술합이어도 되고, 그 경우에는, 수학식 22로 나타내는

수학식 22

<121>
$$E_{m_0} = \sum_{p=0}^{N-1} m_0 \varepsilon(t_{k+p})$$

<122> 로 된다. 혹은, 오차 연산은, 차분의 절대값의 최대의 것을 선택하는 연산이어도 되고, 그 경우에는, 수학식 23으로 나타내는

수학식 23

<123>
$$E_{m_0} = \text{MAX}_{p=0}^{N-1} m_0 \varepsilon(t_{k+p})$$

<124> 으로 된다.

<125> 수학식 21에서 구한 제곱합 중, 가장 적은 경우

수학식 24

<126>
$$\min_{m_0} E_{m_0}$$

<127> 의 m_0 을 신호 $u(t)$ 가 속하는 클래스로서 특정한다(스텝 S7).

<128> 여기서 도 1로 되돌아가서, 상기의 이론에 기초하여 구성되는 내적 연산기(4)의 예를 도 9를 이용하여 설명한다. 내적은, $t=t_k$ 의 표본점에서는, 입력 신호와 표본화 함수와의 곱을 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 에 걸쳐 적분하는 것이다. 표본화 함수의 발생 개시 시점을 원점으로 선택하면, 입력 신호를 $(J-1)\tau/2$ 만큼 지연시킴으로써, 지연 후의 입력 신호와 표본화 함수의 시간을 일치시킬 수 있다. 계속해서, 표본화 함수를 τ 만큼 지연시키면서 지연 후의 입력 신호와의 내적을 연산함으로써, τ 간격으로 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(J-2)}$ 의 표본점의 각각의 내적 연산값

수학식 25

<129>
$$m_0 \hat{u}(t_k)$$

<130> 단, $k=k, k+1, \dots, k+(J-2)$

<131> 가 얻어진다. 다음 표본점 $t_{k+(J-1)}$ 로부터는 다시 표본화 함수를 발생 개시시켜 마찬가지로의 연산을 행하게 된다.

<132> 따라서, 파라미터 m 의 내적 연산기(4)는, 도 9에 도시한 바와 같이, 입력 신호 $u(t)$ 를 $0 \sim (J-1)\tau/2$ 만큼 지연시키는 지연 회로(41)와, 표본화 함수를 τ 만큼 지연시키는 $(J-2)$ 개의 지연 회로(42-1)~지연 회로(42-(J-2))와, 지연 후의 입력 신호와 표본화 함수와의 곱을 취하는 $(J-1)$ 개의 승산기(43-0)~승산기(43-(J-2))와, 승산기(43)의 출력 신호의 적분 연산을 행하는 $(J-1)$ 개의 적분기(44-0)~적분기(44-(J-2))와, 적분기(44)의 출력 신호를 $0 \sim (J-2)$ 의 순으로 절환하여 출력하는 절환기(45)로 구성된다.

<133> <II> 클래스 절환점의 검출

<134> 임의의 하나의 신호가 클래스의 서로 다른 신호의 연결에 의해 표현되어 있는 것으로 한다. 이러한 신호에 대하여, 상이한 클래스의 신호의 사이의 경계 부분으로 되는 점(클래스 절환점)을, 표본화 함수계와 원신호(입력

신호)와의 내적 연산에 의해 얻어지는 내적 연산값과 입력 신호의 표본값과의 오차에 기초하여 검출한다.

<135> (1) 클래스 절환점의 정의와 그 분류

<136> 하나의 신호 상에서의 임의의 점을 기준으로, 그 점의 전후의 영역에서 클래스가 서로 다른 신호에 의해 원래의 신호가 표현되어 있는 경우(A라고 하는 영역에서는 클래스 m 즉

수학식 26

<137> $m_A S$

<138> 의 신호로서 표현되어 있고, 또한 B라는 영역에서는 클래스 m 즉

수학식 27

<139> $m_B S$

<140> 의 신호로서 표현되어 있는 경우), 클래스가 서로 다른 신호에 의해 연결되는 경계 부분으로 되는 점을 클래스 절환점으로 부르기로 하고, 그것을 $P(m_A, m_B)$ 로 나타내는 것으로 한다. 클래스 절환점 내에서, 특이점(미분 불가능한 점)인 점을 초특이점으로 부르기로 한다.

<141> 클래스 절환점 $P(m_A, m_B)$ 은, 그 점에서의 성질에 의해 이하와 같이 2개로 분류된다.

<142> (i) 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 연속이지만 미분은 불가능하고, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 도 10에 예시하는, 이와 같은 클래스 절환점이 초특이점이다.

<143> (ii) 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 연속 미분 가능하며, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 그와 같은 클래스 절환점의 예를 도 11에 도시한다.

<144> 또한, 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 m 의 변화는 없지만 미분 불가능하며, 또한 $m_A = m_B \geq 3$ 인 경우가 존재한다. 도 12에 예시하는 이와 같은 점은, 특이점으로 불리는 것이지만, 클래스 절환점은 아니다. 또한, 미지의 신호가 $m=1$ 클래스(계단) 또는 $m=2$ 클래스(꺾은선) 중 어느 한쪽의 신호로서 표현되는 경우, 그것에 포함되는 불연속점 및, 연속이기는 하지만 미분 불가능한 점(꺾은선의 이음매)은, 본 발명에서의 검출 대상은 아니다.

<145> (2) 클래스 절환점의 검출

<146> 절환점의 검출에 대해서, 도 13(특히, 초특이점의 검출)을 예로 들어 설명한다. 도 13과 같이, 신호 $u(t)$ 는 임의의 구간(영역 A)에서는 $m=2$ 클래스의 신호(폴리곤 : 꺾은선)로서 표현되어 있는 것으로 한다. 한편, $u(t)$ 는 또한 $t=t_{sp}$ 를 경계로 하여 그 이후의 구간(영역 B)에서는 $m=\infty$ 클래스의 신호로서 표현되어 있는 것으로 한다. 신호에는, 그 밖의 클래스로서 $m=3$ 이 있는 것으로 한다. 이와 같은 경우,

<147> (i) 영역 A에서, 임의의 클래스 m 의 표본화 함수

수학식 28

<148> $m_0 \int_{[AD]} \psi(t)$

<149> 과 신호 $u(t)$ 와의 내적에 의해 얻어지는 내적 연산값과 입력 신호의 표본값과의 오차(영역 A에 한정된 것을

수학식 29

<150> $m_0 \varepsilon(A)$

<151> 로 나타내는 것으로 함)를 $m=2, 3, \infty$ 에 대하여 계산하면, 오차 ${}_2\varepsilon(A), {}_3\varepsilon(A), \infty\varepsilon(A)$ 중, ${}_2\varepsilon(A)$ 가 최소로 된다.

<152> (ii) 영역 B에서, 마찬가지로 ${}_2\varepsilon(B), {}_3\varepsilon(B), \infty\varepsilon(B)$ 를 구하면, 이 구간에서는 $\infty\varepsilon(B)$ 가 최소로 된다.

<153> (iii) 클래스가 절환되는 초특이점 $t=t_{sp}$ 근방에서의 오차 ${}_2\varepsilon(t_{sp}), {}_3\varepsilon(t_{sp}), \infty\varepsilon(t_{sp})$ 를 구하면, ${}_2\varepsilon, {}_3\varepsilon, \infty\varepsilon$ 모두 값이 커지게 되어, 확실하게 클래스를 특정할 수 없게 된다. 이 정보를 단서로 하여 클래스 절환점의 위치가 특정된다.

<154> 상기의 원리에 기초하는 클래스 판정의 처리 수순을 도 14를 이용하여 이하에 설명한다. 본 설명에서는, 상기한 바와 같이, 표본화 함수가 $m=2, 3, \infty$ 클래스인 경우를 예로서 들고 있다.

<155> 표본점 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(J-2)}$ 의 각각에서, 입력 신호 $u(t)$ 와 표본화 함수

수학식 30

$${}_{[AD]}^{m_0} \Psi(t)$$

<156>

<157> 과의 내적을 계산하고, 내적 연산값

수학식 31

$${}_{m_0\hat{u}}(t_k)$$

<158>

<159> 단, $k=k, k+1, \dots, k+(J-2)$

<160> 를 구한다. 계속해서, 구한 내적 연산값과 입력 신호의 표본값 $u_k(t)$ 와의 오차

수학식 32

$${}_{m_0}\varepsilon(t_k)$$

<161>

<162> 를 계산한다(스텝 S8). 여기까지는, 도 8의 스텝 S1~스텝 S5에서, $m_0=2, 3, \infty$ 로 하였을 때의 처리와 동일하다.

<163> 다음으로, 각 m_0 에 대응하는 오차 ${}_2\varepsilon(t_k), {}_3\varepsilon(t_k), \infty\varepsilon(t_k)$ 를 미리 구한 임계값 ε 와 비교한다(스텝 S9). 모든 오차가 임계값 ε_{th} 이상인 경우(스텝 S10), 또한 $t=t_k$ 의 전후 K점의 오차를 계산한다(스텝 S11). $k-K \leq n < k$ 의 범위에서, 임의의 m 에 대응하는 오차

수학식 33

$${}_{m_1}\varepsilon(t_n)$$

<164>

<165> 이 다른 클래스의 것보다도 작고, 따라서 최소이며, 또한, 다른 $k-K \leq n < k+K$ 의 범위에서는, 임의의 $m_2 \neq m_1$ 에 대응하는 오차

수학식 34

$${}_{m_2}\varepsilon(t_n)$$

<166>

<167> 가 다른 클래스의 것보다도 작고, 따라서 최소로 되어 있는 경우(스텝 S12), $t=t_k$ 의 점을 초특이점으로서 판정하고, 클래스 절환점으로 판정한다(스텝 S13).

<168> 또한, 스텝 S10에서, 모든 오차가 임계값 ε_{th} 이상이 아니라, 적어도 하나의 오차가 임계값 ε_{th} 이하인 경우에는, 임의의 점에서 최소의 오차를 부여하는 파라미터 m_0 에 변화가 검출되면(스텝 S14), 그 변화점을 클래스 절환점으로 판정한다. 파라미터 m_0 에 변화가 검출되지 않으면, 클래스 절환점은 없다고 판정한다(스텝 S15). 또한, 스텝 S12에서, 최소의 오차를 부여하는 파라미터 m_0 에 변화가 없고, $m_2=m_1$ 인 경우에는, 클래스 절환점은 없다고 판정한다(스텝 S15).

<169> 이상, 제1~제3 실시 형태에 의해, 연속 파형 신호인 입력 신호로부터 이산 신호를 얻는 신호 처리에서, 신호

처리되는 입력 신호가 속하는 클래스가 명확화되어, 이산 신호(이산값 열)와 함께, 클래스를 나타내는 파라미터 m 신호를 취득하는 것이 가능하게 되었다. 또한, 제4 실시 형태에 의해, 입력 신호에 따라서 클래스 전환점을 나타내는 전환점 신호를 취득하는 것이 가능하게 되었다.

- <170> 따라서, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 생성하는 신호 처리에서, 상기 파라미터 m 신호를 이용하여 그 파라미터 m의 역표본화 함수를 선택하면, 상기 이산 신호가 속하는 파라미터 m에 합치한 파라미터 m의 역표본화 함수에 의해 연속 파형 신호를 생성하는 것이 가능하게 된다. 그에 의해, 샤논의 표본화 정리에 의해 대역 제한되지 않은 고품질의 연속 파형 신호를 재생하는 것이 가능하게 된다.
- <171> 상기한 바와 같이, 폴루언시 정보 이론에 기초하여 연속 파형 신호로부터 얻은 이산 신호를 입력받고, 역표본화 함수를 이용하여 그 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 생성하는 본 발명의 신호 처리 장치에 대해서 이하에 설명한다.
- <172> 도 15에 본 발명의 신호 처리 장치의 제5 실시 형태를 도시한다. 본 실시 형태의 신호 처리 장치에 입력하는 신호는, 예를 들면 도 1에 도시한 제1 실시 형태의 신호 처리 장치로부터 출력되는 디지털의 출력 신호이다. 그리고, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 신호 처리가 디지털 신호 처리에 의해 행해진다.
- <173> 신호 처리에 이용하는 역표본화 함수는, 제1 실시 형태의 신호 처리 장치에서 이용된 상기의 표본화 함수와 쌍직교를 이루는 함수이다. 그 함수의 예를 m=2, 3에 대하여 각각 도 17 및 도 18에 도시한다. m=2, 3의 역표본화 함수는, 유한의 구간 0~(P-1)τ에서 확정하는 함수이므로, 컨볼루션 적분이 표본점마다 이 범위에서 행해진다. 또한, m=3에서는 대표적으로는 P=5이다. 한편, m=∞의 역표본화 함수는, 무한하게 진동이 계속되는 함수이다. 따라서, 본 장치에서는, 동 함수의 구간을 m=2, 3의 경우와 동일한 구간에서 중단하는 것으로 하고, 그것에 의해 발생하는 약간의 오차를 허용하는 것으로 하였다. 또한, m=∞의 처리 정밀도를 올리기 위해, 컨볼루션 적분의 범위를 상기보다도 넓히는 것이 가능하다.
- <174> 도 15에서, 참조 부호 21은, 파라미터 m에 속하는 원신호의 이산 신호와 상기 파라미터 m을 나타내는 파라미터 m 신호가 조합된 디지털 신호를 입력받아, 각각을 분리하여 출력하는 신호 입력 회로, 참조 부호 22는, 파라미터 m마다의 역표본화 함수를 발생하는 역표본화 함수 발생기, 참조 부호 23은, 역표본화 함수 발생기(22)가 출력하는 파라미터 m마다의 역표본화 함수 중으로부터 상기 이산 신호가 속하는 파라미터 m의 역표본화 함수를 선택하는 역표본화 함수 선택기, 참조 부호 24는, 신호 입력 회로(21)로부터의 이산 신호와 역표본화 함수 선택기(23)가 선택한 역표본화 함수와의 컨볼루션 적분에 의해 연속 파형 신호를 얻는 컨볼루션 적분 연산기, 참조 부호 25는, 컨볼루션 적분 연산기(24)가 출력하는 연속 파형 신호를 아날로그 신호로서 출력하는 PCM 복호기(PCMDEC)이다. 역표본화 함수 발생기(22)가 출력하는 m=2, 3, ∞의 역표본화 함수는 기억 장치의 데이터 파일(도시 생략)에 미리 저장되어 있고, 함수 선택 시마다 읽어내어진다.
- <175> 여기서, 파라미터 m의 역표본화 함수를

수학식 35

$${}_{[DA]}^m \Psi(t)$$

- <176>
- <177> 로 나타내는 것으로 한다. 상술한 바와 같이, 역표본화 함수와 표본화 함수는, 쌍직교를 이루도록 서로 관계지어진다. 특히, 역표본화 함수는, 대상으로 하는 표본점에서 값을 갖지만, 그 밖의 표본점에서 0으로 되는 특성을 갖고 있다.
- <178> DA 연산을 행하는 컨볼루션 적분은, 수학식 36

수학식 36

$$\sum_{k=-\infty}^{k=\infty} u(t_k) {}_{[DA]}^m \Psi(t-t_k)$$

- <179>
- <180> 으로 표현된다. 수학식 36의 연산에 의해, 원신호를 재생한 연속 파형 신호u(t)가 얻어진다. 따라서, 표본점 t_k의 표본값을 t=t_k로부터 (P-1)τ 동안을 유지하고, 그 유지 신호와 t=t_k로부터 발생 개시된 역표본화 함수와의 곱을 취하며, 계속해서 표본 간격의 시간 τ 어긋나게 하면서 그 연산을 (P-2)회 행하여, 얻어진 곱을 순차적으로 누적 가산한다. 그리고, 다음 표본점 t_{k+(P-1)τ}로부터 다시 동일한 연산을 행하여 그것을 반복함으로써, 컨볼루

선 적분의 연산이 행해져, 연속 파형 신호 $u(t)$ 가 얻어지게 된다. 이러한 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 처리는, 파라미터 m 의 DA 함수(역표본화 함수)을 이용하여 각 이산 값의 사이를 매끄럽게 연결하여, 연속 신호를 얻는 보간, 가공 처리라고 할 수 있다.

- <181> 이것으로부터, 도 15의 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 예를 들면 도 16에 도시한 바와 같이 구성된다. 즉, 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 역표본화 함수를 τ 만큼 지연시키는 (P-2)개의 지연 회로(51-1)~지연 회로(51-(P-2))와, 간격 τ 의 표본점 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(P-2)}$ 의 표본값을 각각 시간 (P-1) τ 동안 유지하는 (P-1)개의 유지 회로(52-0)~유지 회로(52-(P-2))와, 유지 회로(52)가 출력하는 유지 신호와 역표본화 함수와의 곱을 취하는 (P-1)개의 승산기(53-0)~승산기(53-(P-2))와, 승산기(53)의 출력 신호를 출력순으로 누적 가산하는 누적 가산기(54)로 구성된다.
- <182> 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 제1 실시 형태의 경우와 마찬가지로, 각 부의 각각에 디지털 회로나 메모리를 이용하여, 하드웨어 구성으로 하는 것이 가능하지만, 프로그램에 의해 컴퓨터가 실행하는 소프트웨어 구성으로 하는 것도 가능하다. 이 경우, 신호 처리 장치는, 주로 중앙 처리 장치(CPU)와, 연산 도중의 데이터 등을 일시 기억하는 메모리와, 신호 처리 프로그램이나 표본화 함수 등을 저장하는 파일 장치로 구성된다. 신호 처리 프로그램에는, 도 15에 도시하는 각 처리를 컴퓨터가 실행하는 수순이 나타내어진다. 또한, 신호 처리 프로그램은, CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory) 등의 기록 매체에 저장하고, 독립된 프로그램으로 하는 것이 가능하다.
- <183> 이상, 본 실시 형태에 의해, 클래스에 적합한 역표본화 함수를 이용하여 신호 처리를 행하는 것이 가능해지므로, 고품질의 재생 신호를 얻는 것이 가능하게 되었다.
- <184> 또한, 본 실시 형태의 입력 신호는, 도 5에 도시한 제3 실시 형태의 신호 처리 장치로부터 출력되는 디지털의 출력 신호이어도 된다. 동일한 연속 파형 신호(재생 신호)를 얻을 수 있다.
- <185> 다음으로, 본 실시 형태에서는, PCM 복호기(25)를 출력측에 배치했지만, 이것을 입력측에 배치하는 것이 가능하다. 그와 같이 구성한 본 발명의 제6 실시 형태를 도 19에 도시한다. 도 19에서의 PCM 복호기(26)는, 디지털의 이산 신호를 아날로그의 이산 신호로 변환하는 복호기이다. 또한, 도 19에서의 역표본화 함수(22), 역표본화 함수 선택기(23) 및 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 기능은 도 15에 도시한 것과 마찬가지이지만, 모두 아날로그 회로에 의해 구성된다.
- <186> 계속해서, 아날로그 신호를 입력받는 본 발명의 제7 실시 형태를 도 20에 도시한다. 입력 신호는, 예를 들면 도 4에 도시한 제2 실시 형태의 신호 처리 장치로부터 출력되는 아날로그의 출력 신호로서, 이산 신호와 파라미터 m 신호가 조합되어 있다. 도 20에서의 신호 입력 회로(27)는, 조합되어 있는 이산 신호와 파라미터 m 신호를 각각 분리한다. 역표본화 함수(22), 역표본화 함수 선택기(23) 및 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 모두 제6 실시 형태의 경우와 마찬가지로 아날로그 회로에 의해 구성된다.
- <187> 또한, 이산 신호 및 파라미터 m 신호에 절환점 신호를 가한 신호를 입력받는 본 발명의 제8 실시 형태를 도 21에 도시한다. 입력 신호는, 예를 들면 도 6에 도시한 제4 실시 형태의 신호 처리 장치로부터 출력되는 디지털의 출력 신호이다. 도 21에서의 신호 입력 회로는, 조합되어 있는 이산 신호, 파라미터 m 신호 및 절점 신호를 각각 분리한다. 역표본화 함수 선택기(23)는, 선택의 제어 신호로서 파라미터 m 신호 및 절환점 신호를 이용하여, 절환점 신호가 도래한 시점에서 클래스를 절환하고, 절환하는 클래스의 파라미터 m 을 파라미터 m 신호에 의해 정한다. 그에 의해, 역표본화 함수 선택기(23)는, 정한 파라미터 m 의 역표본화 함수를 선택한다. 역표본화 함수(22), 컨볼루션 적분 연산기(24) 및 PCM 복호기(25)는, 제5 실시 형태의 경우와 동일한 것이 이용된다.
- <188> 또한, PCM 복호기(25)를 입력 신호 회로(21)와 컨볼루션 적분 연산기(24) 사이에 배치하고, 역표본화 함수(22), 역표본화 함수 선택기(23) 및 컨볼루션 적분 연산기(24)를 모두 제6 실시 형태의 경우와 마찬가지로 아날로그 회로에 의해 구성하는 것은 물론 가능하다.
- <189> 그런데, 제1, 제3 및 제4 실시 형태(도 1, 도 5, 도 6)의 신호 처리 장치, 및 제2 실시 형태(도 4)에서 출력측에 PCM 부호기를 설치한 신호 처리 장치는, 아날로그의 연속 파형 신호를 입력받아 디지털의 이산 신호(이산값열)를 출력한다. 이것으로부터, 제1, 제3 및 제4 실시 형태의 신호 처리 장치는, AD 변환 장치라고 할 수 있다. 마찬가지로, 제5, 제6 및 제8 실시 형태의 신호 처리 장치는 디지털의 이산 신호를 입력받아 아날로그의 연속 파형 신호를 출력하는 DA 변환 장치라고 할 수 있다. 그리고, 양 장치에 의해 A-D 변환/D-A 변환계를 구성할 때, 양 장치는 직접 접속되어도 되고, 혹은 전송계 또는 기록계를 거쳐 접속되어도 된다. 전송계 또는 기록계를 거칠 때, 데이터량을 저감하기 위한 정보 압축 부호화나 전송로 부호화가 행해져도 된다. 이 경우에는,

전송계 또는 기록계를 거친 후에 복호가 행해지고, 그러한 후 D-A 변환이 행해진다.

- <190> 전송계가 통신 시스템인 경우, 통신 시스템으로서, 예를 들면, 인터넷이나 휴대 전화망, 케이블 텔레비전, 혹은 전파를 이용하는 지상파 방송이나 위성 방송이 있다. 또한, 기록계에서는, 기록 매체로서 CD(Compact Disc)나 DVD(Digital Versatile Disc) 등이 있다. 이들 응용에서는, 종래보다도 고정밀의 영상을 얻는 것이 기대된다. 따라서, 재생 품질이 종래와 동일하게 좋으면, 통신 시스템의 전송 대역을 좁게 하는 것이 가능하게 됨과 함께, CD나 DVD에서는, 수록 시간을 길게 할 수 있다.
- <191> A-D 변환/D-A 변환계가 인쇄 시스템에 응용되는 경우, 종래보다도 매우 고정밀의 화상을 얻는 것이 가능하게 되기 때문에, 화상의 확대, 축소에 대하여 고품질을 유지하는 것이 기대되는, 즉 높은 스케일러빌리티를 얻는 것이 기대된다.
- <192> 계속해서, 도 22에 본 발명의 신호 처리 장치의 제9 실시 형태를 도시한다. 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 폴루언시 정보 이론에 기초하여, 표본화 함수를 이용하여 파라미터 m 의 변화점을 판정하고, 해당 변화점을 나타내는 변화점 신호를 출력한다. 본 실시 형태에서는, 문자 도형 등에 의한 화상을 대상으로 하고, 파라미터 m 이 $m=2, 3, \infty$ 의 3종류로 설정된다. 또한, 본 발명은, 물론 이들 3종류에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 $m=1, 2, 3, \infty$ 의 4종류를 선택하거나, 혹은 예를 들면 $m=2$ 만으로 하는 등, 대상에 따라서 종류가 선택되는 것은 물론이다. $m=2$ 만은, 도형이 꺾은선만으로 구성되는 경우에 상당한다.
- <193> 본 실시 형태는, 윤곽선을 나타내는 근사 함수가 주어져 있는 것을 전제로 하고 있으며, 변화점을 나타내는 신호를 출력하는 신호 처리가 디지털 신호 처리에 의해 행해진다. 입력 신호는, 윤곽선을 소구간으로 구획하여 얻어지는 디지털 연속 파형 신호이다. 또한, $m=2, 3$ 의 표본화 함수는, 유한의 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ (표본점수가 J , 길이가 $(J-1)\tau$)에서 확정하는 함수이므로, 내적도 표본점마다 이 범위에서 행해진다. 구간의 중심을 원점으로 취했을 때의 $m=2, 3$ 의 표본화 함수의 일례는, 앞서 도시한 각각 도 2, 3이며, 모두 함수의 구간은 $J=13$ 이다.
- <194> 한편, 상술한 바와 같이, $m=\infty$ 의 표본화 함수는, 무한하게 진동이 계속되는 함수이며, 그 함수의 구간이 $m=2, 3$ 인 경우와 동일한 구간에서 중단되며, 그것에 의해 발생하는 약간의 오차는 허용된다. 또한, $m=\infty$ 의 처리 정밀도를 올리기 위해, 내적의 범위를 상기보다도 넓히는 것이 가능하다.
- <195> 도 22에서, 참조 부호 2는, 복수의 소구간으로 이루어지는 구간마다 구획한 각 점을 표본점으로 하고, 그 표본간격 τ 로 입력 신호를 표본화하여, 그 표본점 $\tau=t_k$ 의 표본값을 출력하는 표본화 회로, 참조 부호 3은, 위로부터 순서대로 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수를 발생하는 표본화 함수 발생기, 참조 부호 4는, 입력 신호와 표본화 함수와의 내적을 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 에서 연산하여 내적 연산값을 출력하는 내적 연산기, 참조 부호 5는, 표본화 회로(2)가 출력하는 표본값으로부터 내적 연산기(4)가 출력하는 내적 연산값을 감산하여 그 차분을 출력하는 감산기이다. 또한, 표본화 함수 발생기(3)가 출력하는 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수는 파일 장치(도시 생략)에 미리 저장되고 있고, 내적 연산 시마다 읽어내어진다. 또한, 하나의 표본 간격을 이루는 소구간의 수는, 입력 신호가 연속 파형 신호로 간주될 정도의 크기의 수로 된다.
- <196> 다음으로, 상기 차분이 미리 정한 임계값과 비교되어, 모든 파라미터 m 의 차분이 그 임계값을 초과한 것이 발생한 경우에 그 점은 변화점으로 판정된다. 도 22에서, 참조 부호 12는, 각 파라미터 m 의 차분을 상기 임계값과 비교하여 변화점을 판정하는 변화점 판정기이다. 변화점은, 화상의 XY 좌표에서의 좌표점, 또는 최초의 표본점으로부터 계산한 표본점의 순서 k 로 나타내어진다.
- <197> 화상의 재생은, 이 변화점의 정보를 이용하여 행해진다. 또한, 화상의 성질에 따라서는, 재생 시에 파라미터 m 의 정보를 병용하는 것이 효과적으로 되는 경우가 있다. 그와 같은 경우를 위해, 도 22에서 클래스 판정기(8)이 추가된다. 클래스 판정 즉 파라미터 m 의 결정은, 상기 차분에 대한 오차 연산 후에 행해진다. 오차 연산은, 입력 신호의 성질에 따라서 차분의 절대값의 제곱합 또는 산술합이 이용되고, 합 연산이 구간 $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점($t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(N-2)}$)의 오차에 대하여 행해진다. 오차 연산은, 그 외에, 연산 구간에서 최대의 차분의 절대값을 선택하는 연산으로 해도 된다. 연산 구간을 나타내는 N 은, 입력 신호가 정지 화상 이고 처리가 오프라인에서 행해지는 경우에는, 비교적 큰 값이 선택된다. 도 22에서, 참조 부호 7은, 구간 $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점의 차분에 대하여 상술한 오차 연산을 행하는 오차 연산기이다. 또한, 도 22에서, 참조 부호 13은, 상기 변화점을 나타내는 변화점 신호와 파라미터 m 을 나타내는 파라미터 m 신호를 디지털의 출력 신호로서 출력하는 출력 회로이다. 파라미터 m 신호는, $m=2, 3, \infty$ 의 3자가 구별되면 되므로, 예를 들면 2비트의 부호를 이용하여 나타낸다.

- <198> 도 22의 각 접속점에서의 신호, 즉, 내적 연산기(4)에 입력되는 입력 신호, 입력 신호의 표본값, 내적 연산에 의해 얻어지는 표본값, 감산기(5) 출력의 오차, 및 오차 연산값은, 제1 실시 형태의 경우와 마찬가지로 나타내어진다.
- <199> 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 각 부의 각각에 디지털 회로나 메모리를 이용하여, 하드웨어 구성으로 하는 것이 가능하지만, 프로그램에 의해 컴퓨터가 실행하는 소프트웨어 구성으로 하는 것도 가능하다. 이 경우, 신호 처리 장치는, 주로 중앙 처리 장치(CPU)와, 연산 도중의 데이터 등을 일시 기억하는 메모리와, 신호 처리 프로그램이나 표본화 함수 등을 저장하는 파일 장치로 구성된다. 신호 처리 프로그램에는, 도 22에 도시하는 각 처리를 컴퓨터가 실행하는 수순이 나타내어진다. 또한, 신호 처리 프로그램은, CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory) 등의 기록 매체에 저장하여, 독립된 프로그램으로 하는 것이 가능하다.
- <200> 다음으로, 파라미터 m 이 1종류로 되는 경우에는, 도 22에서, 내적 연산기(4) 및 표본화 함수 발생기(3)는 각각 1개로 되고, 오차 연산기(7) 및 클래스 판정기(8)가 생략된다.
- <201> 또한, 본 실시 형태의 입력 신호가 아날로그 신호인 경우에는, 아날로그 입력 신호는, 일단, 상기 소구간의 간격으로 표본화되어, PCM 부호화된다. 이것과는 별도로, 입력 신호가 아날로그 신호인 경우, 변화점 신호를 얻는 신호 처리를 아날로그 신호 처리에 의해 행하는 것도 가능하다. 그 경우에는, 도 22에 도시한 장치의 각 부가 아날로그 회로에 의해 구성된다.
- <202> 도 23에 본 발명의 신호 처리 장치의 제10 실시 형태를 도시한다. 본 실시 형태에서는, 문자 도형 등에 의한 화상을 대상으로 하고, 파라미터 m 이 $m=2, 3, \infty$ 의 3종류로 설정된다. 또한, 본 발명은, 물론 이들 3종류에 한정되는 것은 아니며, 예를 들면 $m=1, 2, 3, \infty$ 의 4종류를 선택하거나, 혹은 예를 들면 $m=2$ 만으로 하는 등, 대상에 따라서 종류가 선택되는 것은 물론이다.
- <203> 본 실시 형태는, 역표본화 함수를 이용하여 화상을 재생하는 것을 전제로 하고 있으며, 변화점을 나타내는 신호 및 파라미터 m 을 나타내는 신호 및 이산 신호를 출력하는 신호 처리가 디지털 신호 처리에 의해 행해진다. 입력 신호는, 윤곽선을 소구간으로 구획하여 얻어지는 디지털 연속 파형 신호이다. 또한, $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수는, 제9 실시 형태에서 이용한 것과 동일하다.
- <204> 도 23에서, 참조 부호 2는, 복수의 소구간으로 이루어지는 구간마다 구획한 각 점을 표본점으로 하고, 그 표본 간격 τ 로 입력 신호를 표본화하여, 그 표본점 $k\tau=t_k$ 의 표본값을 출력하는 표본화 회로, 참조 부호 3은, 위로 부터 순서대로 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수를 발생하는 표본화 함수 발생기, 참조 부호 4는, 입력 신호와 표본화 함수와의 내적을 구간 $0 \sim (J-1)\tau$ 에서 연산하여 내적 연산값을 출력하는 내적 연산기, 참조 부호 5는, 표본화 회로(2)가 출력하는 표본값으로부터 내적 연산기(4)가 출력하는 내적 연산값을 감산하여 그 차분을 출력하는 감산기이다. 또한, 표본화 함수 발생기(3)가 출력하는 $m=2, 3, \infty$ 의 표본화 함수는 파일 장치(도시 생략)에 미리 저장되고 있고, 내적 연산 때마다 읽어내어진다. 또한, 하나의 표본 간격을 이루는 소구간의 수는, 입력 신호가 연속 파형 신호로 간주될 정도의 크기의 수로 된다.
- <205> 다음으로, 상기 차분은 오차 연산이 행해지고 나서 파라미터 m 결정의 비교가 행해진다. 오차 연산은, 입력 신호의 성질에 따라서 차분의 절대값의 제곱합 또는 산술합이 이용되고, 합 연산이 구간 $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점 ($t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(N-2)}$)의 오차에 대하여 행해진다. 오차 연산은, 그 외에, 연산 구간에서 최대의 차분의 절대값을 선택하는 연산으로 해도 된다. 연산 구간을 나타내는 N 은, 입력 신호가 정지 화상이고 처리가 오프라인에서 행해지는 경우에는, 비교적 큰 값이 선택된다.
- <206> 계속해서, 도 23에서, 참조 부호 7은, $0 \sim (N-1)\tau$ 의 각 표본점의 차분에 대하여 상술한 오차 연산을 행하는 오차 연산기, 참조 부호 8은, 비교기를 갖고, 오차 연산기(7)로부터의 $m=2, 3, \infty$ 의 오차 연산 결과를 비교하여 최소의 것을 검출하며, 그 파라미터 m 을 나타내는 파라미터 m 신호를 출력하는 클래스 판정기이다. 또한, 참조 부호 6은, 표본화 회로(2)가 출력하는 표본값에 대한, 오차 연산기(7) 및 클래스 판정기(8)의 처리에 의한 시간 지연을 조정하기 위한 메모리이다.
- <207> 또한, 도 23에서, 참조 부호 11은, 감산기(5)로부터의 $m=2, 3, \infty$ 의 오차를 미리 설정한 임계값과 비교하여, 어느 쪽의 오차도 임계값을 초과한 경우에 그 표본점을 변화점으로 판정하여 변화점 신호를 출력하는 변화점 판정기이다.
- <208> 다음으로, 표본화 회로(2)의 표본값은 표본 간격 τ 마다 출력되어 표본값의 열을 이루어, 이산 신호로 된다. 도 23에서, 참조 부호 9는, 상기 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호와 상기 변화점 신호를 조합하여 디지털의

출력 신호로 하고, 그 신호를 출력하는 출력 회로이다. 조합은, 예를 들면, 이산 신호를 패킷화하고, 그 헤더에 파라미터 m 신호 및 절환점 신호를 탑재함으로써 행해진다. 파라미터 m 신호는, $m=2, 3, \infty$ 의 3자가 구별되면 되므로, 예를 들면 2비트의 부호를 이용하여 나타낸다. 또한, 절환점 신호는 그 유무를 나타낼 수 있으면 되므로, 예를 들면 1비트의 부호로 나타내어진다. 또한, 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호와 절환점 신호는 조합되지 않고, 각각이 따로 출력되어도 된다.

<209> 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 각 부의 각각에 디지털 회로나 메모리를 이용하여, 하드웨어 구성으로 하는 것이 가능하지만, 프로그램에 의해 컴퓨터가 실행하는 소프트웨어 구성으로 하는 것도 가능하다. 이 경우, 신호 처리 장치는, 주로 중앙 처리 장치(CPU)와, 연산 도중의 데이터 등을 일시 기억하는 메모리와, 신호 처리 프로그램이나 표본화 함수 등을 저장하는 파일 장치로 구성된다. 신호 처리 프로그램에는, 도 23에 도시하는 각 처리를 컴퓨터가 실행하는 순서가 나타내어진다. 또한, 신호 처리 프로그램은, CD-ROM 등의 기록 매체에 저장하고, 독립된 프로그램으로 하는 것이 가능하다.

<210> 다음으로, 파라미터 m 이 1종류로 되는 경우에는, 도 23에서, 내적 연산기(4) 및 표본화 함수 발생기(3)는 각각 1개로 되며, 오차 연산기(7)가 생략되고, 클래스 판정기(8)로부터는 해당하는 고정 파라미터 m 신호가 출력된다.

<211> 본 실시 형태의 신호 처리 장치는, 연속 파형 신호로부터 이산 신호를 생성하는 신호 처리를 아날로그 신호 처리에 의해 행하는 것도 가능하다. 그와 같은 아날로그 신호 처리에 의한 신호 처리 장치의 구성을 도 24에 도시한다. 장치의 각 부가 아날로그 회로에 의해 구성되지만, 그들의 기능 및 동작은, 대응하는 도 23에 도시한 각 부와 마찬가지로이다. 단, 출력 회로(9)로부터는, 아날로그의 출력 신호가 출력된다. 이 경우의 신호의 조합은, 예를 들면, 영상 또는 화상의 주사의 귀선 기간에 파라미터 m 신호를 삽입함으로써 행해도 된다. 또한, 출력 회로(9)에 입력되는 이산 신호와 상기 파라미터 m 신호를 미리 PCM 부호기를 이용하여 부호화하여 디지털화하는 것이 가능하다. 그 경우, 출력 회로(9)에 도 23에 도시한 것이 이용되어, 디지털의 출력 신호가 출력된다.

<212> 또한, 본 실시 형태에서, 클래스 판정기(8)에 의해 결정된 파라미터 m 의 내적 연산기(4)가 출력하는 내적 연산값은, 그 파라미터 m 이 입력 신호의 파라미터 m 과 합치하고 있으므로, 표본화 회로(2)의 표본값과 거의 일치한다. 따라서, 출력 회로(9)에 공급하는 표본값을 상기 내적 연산값으로 대체하는 것이 가능하다. 그 경우에는, 결정된 파라미터 m 의 내적 연산값을 클래스 판정기(8)가 출력하는 파라미터 m 신호를 사용하여 선택하고, 선택한 내적 연산값을 출력 회로(9)에 공급하는 선택기가 설치된다. 그와 같은 선택기를 설치한 신호 처리 장치의 구성을 도 25에 도시한다. 도 25에서, 참조 부호 10은 상기 선택기이다. 이와 같이, 도 25에 도시한 신호 처리 장치로부터 내적 연산값의 열로 이루어지는 이산 신호가 출력된다. 또한, 상술한 바와 같이, 도 23에 도시한 신호 처리 장치로부터 표본값의 열로 이루어지는 이산 신호가 출력된다. 이 내적 연산값 및 표본값은, 모두 표본 간격마다 얻어지는 이산값이며, 따라서, 이산 신호는, 이산값 열이라고 할 수 있다.

<213> 다음으로, 제9 및 제10 실시 형태의 신호 처리 장치의 동작 원리 및 처리의 흐름인,

<214> <I> 미지 신호에 대하여 폴루언시 신호 공간에서의 부분 공간의 최적의 클래스 결정

<215> (1) 폴루언시 신호 공간의 정의

<216> (2) 표본화 함수의 의미

<217> (3) 표본화 함수에 의한 미지의 신호가 속하는 부분 신호 공간의 클래스의 특정

<218> 에 관해서는, 제1~제4 실시 형태의 경우와 마찬가지로, 설명을 생략한다.

<219> 여기서 도 22 및 도 23으로 되돌아가서, 상기의 이론에 기초하여 구성되는 내적 연산기(4)의 예가 상술한 도 9에 도시되므로, 설명을 생략한다.

<220> <II> 변화점의 검출

<221> 상술한 바와 같이, 변화점은, 클래스 절환점과 특이점을 포함하고 있다.

<222> (1) 클래스 절환점

<223> 임의의 하나의 신호가 클래스가 서로 다른 신호의 관계에 의해 표현되어 있는 것으로 한다. 이러한 신호에 대하여, 서로 다른 클래스의 신호간의 경계 부분으로 되는 점(클래스 절환점)이, 표본화 함수계와 원신호(입력 신호)

호)와의 내적 연산에 의해 얻어지는 내적 연산값과 입력 신호의 표본값과의 오차에 기초하여 검출된다.

<224> 하나의 신호 상에서의 임의의 점을 기준으로, 그 점의 전후의 영역에서 클래스가 서로 다른 신호에 의해 원래의 신호가 표현되어 있는 경우(A라는 영역에서는 클래스 m_A 즉

수학식 37

<225> $m_A S$
 <226> 의 신호로서 표현되어 있고, 또한 B라는 영역에서는 클래스 m_B 즉

수학식 38

<227> $m_B S$
 <228> 의 신호로서 표현되어 있는 경우), 클래스가 서로 다른 신호에 의해 영역이 나누어지는 점을 클래스 전환점으로 부르기로 하고, 그것을 $P(m_A, m_B)$ 로 나타내는 것으로 한다.

<229> 클래스 전환점 $P(m_A, m_B)$ 는, 그 점에서의 성질에 따라 이하와 같이 분류된다.

<230> (i) 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 연속이기는 하지만 미분은 불가능하고, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 그와 같은 클래스 전환점의 예를 도 26에 예시한다.

<231> (ii) 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 불연속이며, 따라서 미분은 불가능하고, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 그와 같은 클래스 전환점의 예를 도 27에 예시한다.

<232> (iii) 점 $P(m_A, m_B)$ 에서 연속이며 미분 가능이고, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 그와 같은 클래스 전환점의 예를 도 28에 예시한다.

<233> (2) 특이점

<234> 미분 불가능에 의해 영역이 영역 A, B로 나누어지는 점을 특이점으로 부르기로 한다. 특이점은, 그 점에서의 성질에 따라 이하와 같이 분류된다.

<235> (i) 그 점에서 연속이기는 하지만 미분은 불가능하며, 또한 $m_A = m_B$ 이다. 그와 같은 특이점의 예를 도 29에 예시한다. 특히, 예를 들면 $m_A = m_B = 2$ 의 경우에는, 도 30에 도시한 바와 같이 꺾은선의 이음매로 된다.

<236> (ii) 그 점에서 불연속이며, 따라서 미분은 불가능하고, 또한 $m_A = m_B$ 이다. 그와 같은 특이점의 예를 도 31에 예시한다.

<237> (iii) 그 점에서 연속 또는 불연속이며 미분은 불가능하고, 또한 $m_A \neq m_B$ 이다. 그와 같은 특이점은, 클래스 전환점의 (i) 및 (ii)와 동일하다. 클래스 전환점 중에서, 이러한 특이점으로 되는 점을 초특이점으로 부르기로 한다.

<238> (3) 변화점의 검출

<239> 제9 및 제10 실시 형태에서 구해지는 표본값과 내적 연산값과의 차분은, 상기의 클래스 전환점과 특이점을 포함하는 변화점의 바로 앞에서는, 파라미터 m_A 에 대해서는 m 이 일치하기 때문에 작은 값(거의 0)으로 되고, 그 밖의 파라미터 m 에 대해서는 m 이 일치하지 않기 때문에, 큰 값으로 된다. 변화점에서는, 미분 불가능이거나 또는 파라미터 m 이 급변하는 경계로 되기 때문에, 차분은 파라미터 m_A 에 대해서도 큰 값으로 된다. 따라서, 소정의 임계값 ϵ_{th} 를 설정해 놓고, 모든 파라미터 m 의 차분이 임계값 ϵ_{th} 를 초과한 점을 변화점으로서 결정할 수 있다.

<240> 이러한 변화점의 검출에 대해서, 도 32를 예로 들어 설명한다. 도 32와 같이, 신호 $u(t)$ 는 임의의 구간(영역 A)에서는 $m=2$ 클래스의 신호(폴리곤 : 꺾은선)로서 표현되어 있는 것으로 한다. 한편, $u(t)$ 는 또한 $t=t_{sp}$ 를 경계로 하여 그 이후의 구간(영역 B)에서는 $m=\infty$ 클래스의 신호로서 표현되어 있는 것으로 한다. 신호에는, 그 밖의 클래스로서 $m=3$ 이 있는 것으로 한다. 이와 같은 경우,

<241> (i) 영역 A에서, 임의의 클래스 m 의 표본화 함수

수학식 39

<242> ${}_{[AD]}^{m_0} \Psi(t)$

<243> 와 신호 $u(t)$ 와의 내적에 의해 얻어지는 내적 연산값과 입력 신호의 표본값과의 오차(영역 A에 한정된 것을

수학식 40

<244> $m_0 \varepsilon(A)$

<245> 으로 나타내기로 함)를 $m_0=2, 3, \infty$ 에 대하여 계산하면, 오차 ${}_2\varepsilon(A), {}_3\varepsilon(A), \infty\varepsilon(A)$ 중, ${}_2\varepsilon(A)$ 가 최소로 된다.

<246> (ii) 영역 B에서, 마찬가지로 ${}_2\varepsilon(B), {}_3\varepsilon(B), \infty\varepsilon(B)$ 를 구하면, 이 구간에서는 $\infty\varepsilon(B)$ 가 최소로 된다.

<247> (iii) 클래스가 절환되는 초특이점 $t=t_{sp}$ 근방에서의 오차 ${}_2\varepsilon(t_{sp}), {}_3\varepsilon(t_{sp}), \infty\varepsilon(t_{sp})$ 를 구하면, ${}_2\varepsilon, {}_3\varepsilon, \infty\varepsilon$ 모두 값이 커지게 되어, 확실하게 클래스를 특정할 수 없게 된다. 이 정보를 단서로 하여 클래스 절환점의 위치가 특정된다.

<248> 상기의 원리에 기초하는 클래스 판정의 처리 수순을 도 33을 이용하여 이하에 설명한다. 본 설명에서는, 상기한 바와 같이, 표본화 함수가 $m=2, 3, \infty$ 클래스인 경우를 예로서 들고 있다.

<249> 표본점 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(J-2)}$ 의 각각에서, 입력 신호 $u(t)$ 와 표본화 함수

수학식 41

<250> ${}_{[AD]}^{m_0} \Psi(t)$

<251> 과의 내적을 계산하고, 내적 연산값

수학식 42

<252> ${}_{m_0} \hat{u}(t_k)$

<253> 단, $k=k, k+1, \dots, k+(J-2)$

<254> 를 구한다. 계속해서, 구한 내적 연산과 입력 신호의 표본값 $u(t_k)$ 과의 오차

수학식 43

<255> $m_0 \varepsilon(t_k)$

<256> 을 계산한다(스텝 S8). 여기까지는, 도8의 스텝 S1~스텝 S5에서, $m=2, 3, \infty$ 으로하였을 때의 처리와 동일하다.

<257> 다음으로, 각 m_0 에 대응하는 오차 ${}_2\varepsilon(t_k), {}_3\varepsilon(t_k), \infty\varepsilon(t_k)$ 를 미리 정한 임계값 ε_{th} 와 비교한다(스텝 S9). 모든 오차가 임계값 ε_{th} 이상인 경우(스텝 S10), $t=t_k$ 의 점을 변화점으로서 판정한다(스텝 S11). 또한, 스텝 S10에서, 모든 오차가 임계값 ε_{th} 이상이 아니라, 적어도 하나의 오차가 임계값 ε_{th} 이하인 경우에는, 스텝 S9로 되돌아간다.

<258> 이상, 제9 및 제10 실시 형태에 의해, 윤곽선의 변화점이 내적 연산에 의해 구해진다. 내적 연산은 적분 동작을 갖고 있으므로, 종래의 미분 동작에 의한 변화점의 검출과 달리, 변화점의 검출에서 잡음의 영향이 경감되어, 고정밀도의 변화점을 확실하게 얻는 것이 기대된다.

<259> 제10 실시 형태에서는, 또한, 연속 파형 신호인 입력 신호로부터 이산 신호를 얻는 신호 처리에서, 신호 처리되

는 입력 신호가 속하는 클래스가 명확화되어, 이산 신호와 함께, 클래스를 나타내는 파라미터 m 신호 및 변화점을 나타내는 변화점 신호를 취득하는 것이 기대된다.

- <260> 따라서, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 생성하는 신호 처리에서, 상기 파라미터 m 신호 및 상기 변화점 신호를 이용하여 그 파라미터 m 의 역표본화 함수를 선택하면, 상기 이산 신호가 속하는 파라미터 m 에 합치한 파라미터 m 의 역표본화 함수에 의해 연속 파형 신호를 생성하는 것이 가능하게 된다. 그에 의해, 샤논의 표본화 정리에 의해 대역 제한되지 않은 고품질의 연속 파형 신호를 재생하는 것이 가능하게 된다.
- <261> 이것을 더 자세하게 설명하기 위해, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 생성하는 신호 처리의 장치에 대해서 설명한다. 도 34에 그 장치의 구성을 도시한다. 본 장치에 입력하는 신호는, 제9 실시 형태의 신호 처리 장치가 출력하는 디지털의 출력 신호이다. 그리고, 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 신호 처리가 디지털 신호 처리에 의해 행해진다.
- <262> 이 신호 처리에 이용하는 역표본화 함수는, 제9 실시 형태의 신호 처리 장치에서 이용된 상기의 표본화 함수와 쌍직교를 이루는 함수이다. $m=2, 3$ 의 역표본화 함수는, 유한 구간 $0 \sim (P-1)\tau$ 에서 확정하는 함수이므로, 컨볼루션 적분이 표본점마다 이 범위에서 행해진다. 또한, $m=3$ 의 경우에는 대표적으로는 $P=5$ 이다. 한편, $m=\infty$ 의 역표본화 함수는, 무한하게 진동이 계속되는 함수이다. 따라서, 본 장치에서는, 동 함수의 구간을 $m=2, 3$ 의 경우와 같은 구간에서 중단하는 것으로 하고, 그것에 의해 발생하는 약간의 오차를 허용하는 것으로 하였다. 또한, $m=\infty$ 의 처리 정밀도를 올리기 위해, 컨볼루션 적분의 범위를 상기보다도 넓히는 것이 가능하다.
- <263> 도 34에서, 참조 부호 21은, 파라미터 m 에 속하는 원신호의 이산 신호와 상기 파라미터 m 을 나타내는 파라미터 m 신호 및 변화점 신호가 조합된 디지털 신호를 입력받아, 각각을 분리하여 출력하는 신호 입력 회로, 참조 부호 22는, 파라미터 m 마다의 역표본화 함수를 발생하는 역표본화 함수 발생기, 참조 부호 23은, 역표본화 함수 발생기(22)가 출력하는 파라미터 m 마다의 역표본화 함수 중으로부터 상기 이산 신호가 속하는 파라미터 m 의 역표본화 함수를 파라미터 m 신호 및 변화점 신호를 이용하여 선택하는 역표본화 함수 선택기, 참조 부호 24는, 신호 입력 회로(21)로부터의 이산 신호와 역표본화 함수 선택기(23)가 선택한 역표본화 함수의 컨볼루션 적분에 의해 연속 파형 신호를 얻는 컨볼루션 적분 연산기, 참조 부호 25는, 컨볼루션 적분 연산기(24)가 출력하는 연속 파형 신호를 아날로그 신호로서 출력하는 PCM 복호기(PCMDEC)이다. 역표본화 함수 발생기(22)가 출력하는 $m=2, 3, \infty$ 의 역표본화 함수는 기억 장치의 데이터 파일(도시 생략)에 미리 저장되어 있고, 함수 선택 시마다 읽어내어진다.
- <264> 또한, 도 34의 신호 처리 장치의 출력 신호를 입력하는 장치(예를 들면, 프린터)가 디지털 입력인 경우에는, PCM 복호기(25)가 불필요하게 된다. 그와 같이 PCM 복호기(25)을 생략하고 디지털의 연속 파형 신호를 출력하도록 한 장치의 구성을 도 35에 도시한다.
- <265> 여기서, 파라미터 m 의 역표본화 함수는, 상술한 바와 같이

수학식 44

$$[DA]^m \Psi(t)$$

- <266> 로 나타내어진다. 또한, 상술한 바와 같이, 역표본화 함수와 표본화 함수는, 쌍직교를 이루도록 서로 관계지어진다. 특히, 역표본화 함수는, 대상으로 하는 표본점에서 값을 갖지만, 그 밖의 표본점에서 0으로 되는 특성을 갖고 있다.
- <267> DA 연산을 행하는 컨볼루션 적분은, 상기의 수학식 36으로 나타내어진다. 수학식 36의 연산에 의해, 원신호를 재생한 연속 파형 신호 $u(t)$ 가 얻어진다. 따라서, 표본점 t_k 의 표본값을 $t=t_k$ 로부터 $(P-1)\tau$ 동안 유지하고, 그 유지 신호와 $t=t_k$ 로부터 발생 개시된 역표본화 함수와의 곱을 취하며, 계속해서 표본 간격의 시간 τ 어긋나게 하면서 그 연산을 $(P-2)$ 회 행하여, 얻어지는 곱을 순차적으로 누적 가산한다. 그리고, 다음 표본점 $t_{k+(P-1)}$ 로부터 다시 동일한 연산을 행하여 그것을 반복함으로써, 컨볼루션 적분의 연산이 행해져, 연속 파형 신호 $u(t)$ 가 얻어지게 된다. 상술한 바와 같이, 이와 같은 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 처리는, 파라미터 m 의 DA 함수(역표본화 함수)를 이용하여 각 이산값의 사이를 매끄럽게 연결하여, 연속 신호를 얻는 보간, 가공 처리라고 할 수 있다.
- <268> 이것으로부터, 도 34의 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 예를 들면 도 16에 도시한 바와 같이 구성된다. 즉, 컨볼루션 적분 연산기(24)는, 역표본화 함수를 τ 만큼 지연시키는 $(P-2)$ 개의 지연 회로(51-1)~지연 회로(51-

(P-2))와, 간격 τ 의 표본점 $t_k, t_{k+1}, \dots, t_{k+(P-2)}$ 의 표본값을 각각 시간 (P-1) τ 동안 유지하는 (P-1)개의 유지 회로(52-0)~유지 회로(52-(P-2))와, 유지 회로(52)가 출력하는 유지 신호와 역표본화 함수와의 곱을 취하는 (P-1)개의 승산기(53-0)~승산기(53-(P-2))와, 승산기(53)의 출력 신호를 출력순으로 누적 가산하는 누적 가산기(54)로 구성된다.

- <270> 이상에 의해, 클래스에 적합한 역표본화 함수를 이용하여 신호 처리를 행하는 것이 가능해지므로, 고품질의 재생 신호를 얻는 것이 가능하게 된다.
- <271> 그런데, 제10 실시 형태의 도 23 및 도 25의 신호 처리 장치, 및 도 24에서 출력측에 PCM 부호기를 설치한 신호 처리 장치는, 아날로그의 연속 파형 신호를 입력받아 디지털의 이산 신호(이산값 열)를 출력한다. 이것으로부터, 상기 신호 처리 장치는, AD 변환 장치라고 할 수 있다. 마찬가지로의 것으로부터, 도 34 및 도 35의 신호 처리 장치는 DA 변환 장치라고 할 수 있다. 그리고, 양 장치에 의해 A-D 변환/D-A 변환계를 구성할 때, 양 장치는 직접 접속되어도 되고, 혹은 전송계 또는 기록계를 거쳐 접속되어도 된다. 전송계 또는 기록계를 거칠 때, 데이터량을 저감하기 위한 정보 압축 부호화나 전송로 부호화가 행해져도 된다. 이 경우에는, 전송계 또는 기록계를 거친 후에 복호가 행해지고, 그러한 후 D-A 변환이 행해진다.
- <272> 전송계가 통신 시스템인 경우, 통신 시스템으로서, 예를 들면, 인터넷이나 휴대 전화망, 케이블 텔레비전, 혹은 전파를 이용하는 지상파 방송이나 위성 방송이 있다. 또한, 기록계에서는, 기록 매체로서 CD(Compact Disc)나 DVD(Digital Versatile Disc) 등이 있다. 이들 응용에서는, 종래보다도 고정밀의 화상을 얻는 것이 기대된다.
- <273> A-D 변환/D-A 변환계가 프린터나 플로터, 그 밖의 장치를 이용한 간판 제작이나 인쇄 시스템 등에 응용되는 경우, 종래보다도 고정밀의 화상을 얻는 것이 가능하게 되기 때문에, 화상의 확대, 축소에 대하여 고품질을 유지하는 것이 기대되는, 즉 높은 스케일러빌리티를 얻는 것이 기대된다.

산업상 이용 가능성

- <274> 본 발명은, 화상, 영상, 데이터, 음성 등을 취급하는 정보 산업의 전반, 즉 통신, 방송, 기록 매체, 인터넷, 컴퓨터, 인쇄, 출판, 광고 등에 널리 응용 가능하다.

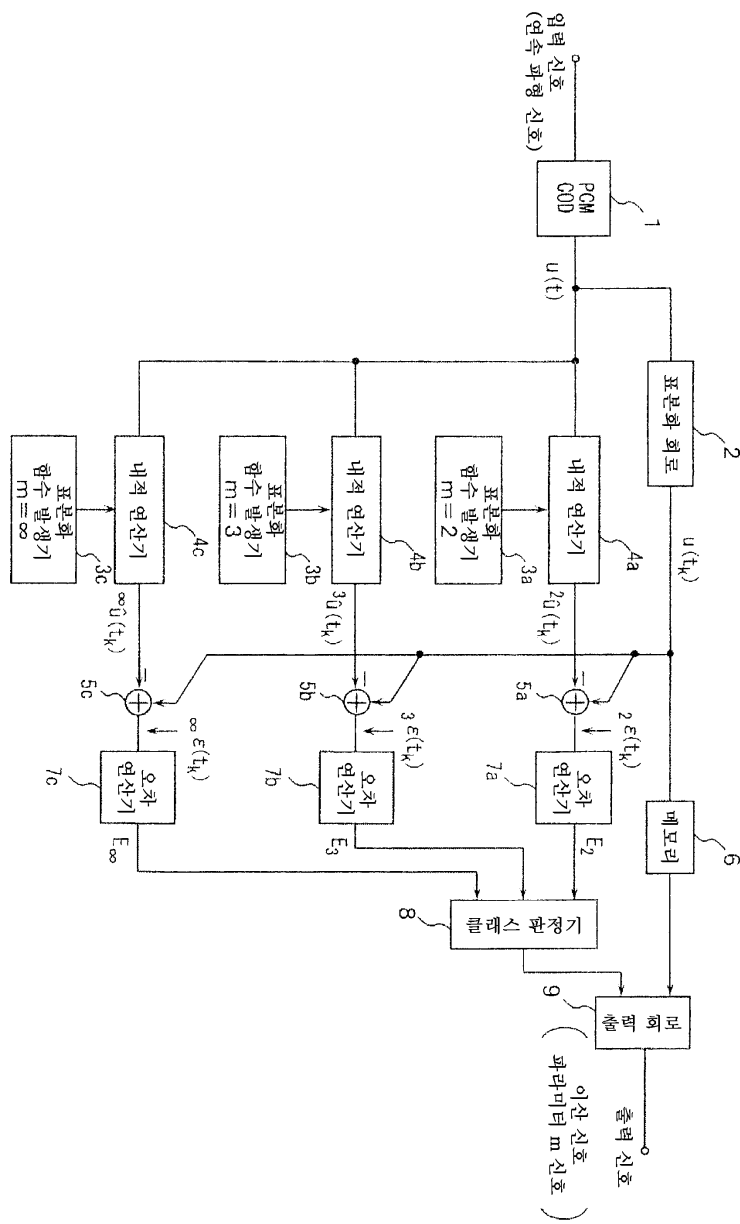
도면의 간단한 설명

- <275> 도 1은 본 발명에 따른 신호 처리 장치의 제1 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <276> 도 2는 $m=2$ 의 표본화 함수의 예를 설명하기 위한 곡선도.
- <277> 도 3은 $m=3$ 의 표본화 함수의 예를 설명하기 위한 곡선도.
- <278> 도 4는 본 발명의 제2 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <279> 도 5는 본 발명의 제3 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <280> 도 6은 본 발명의 제4 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <281> 도 7은 연속 미분 가능성에 의한 신호의 유별을 설명하기 위한 도면.
- <282> 도 8은 신호가 속하는 클래스를 특정하는 처리를 설명하기 위한 플로우차트.
- <283> 도 9는 도 1의 내적 연산기를 설명하기 위한 구성도.
- <284> 도 10은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제1 도면.
- <285> 도 11은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제2 도면.
- <286> 도 12는 클래스 절환점을 설명하기 위한 제3 도면.
- <287> 도 13은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제4 도면.
- <288> 도 14는 클래스 절환점을 검출하는 처리를 설명하기 위한 플로우차트.
- <289> 도 15는 본 발명의 제5 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <290> 도 16은 컨볼루션 적분 연산기의 예를 설명하기 위한 구성도.

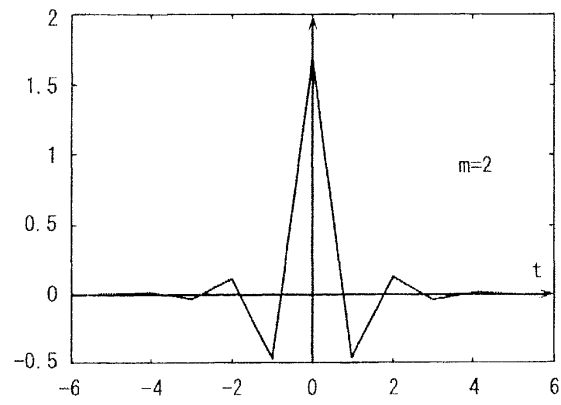
- <291> 도 17은 $m=2$ 의 표본화 함수의 예를 설명하기 위한 곡선도.
- <292> 도 18은 $m=3$ 의 표본화 함수의 예를 설명하기 위한 곡선도.
- <293> 도 19는 본 발명의 제6 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <294> 도 20은 본 발명의 제7 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <295> 도 21은 본 발명의 제8 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <296> 도 22는 본 발명의 제9 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <297> 도 23은 본 발명의 제10 실시 형태를 설명하기 위한 구성도.
- <298> 도 24는 본 발명의 제10 실시 형태를 설명하기 위한 다른 구성도.
- <299> 도 25는 본 발명의 제10 실시 형태를 설명하기 위한 또 다른 구성도.
- <300> 도 26은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제1 도면.
- <301> 도 27은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제2 도면.
- <302> 도 28은 클래스 절환점을 설명하기 위한 제3 도면.
- <303> 도 29는 특이점을 설명하기 위한 제1 도면.
- <304> 도 30은 특이점을 설명하기 위한 제2 도면.
- <305> 도 31은 특이점을 설명하기 위한 제3 도면.
- <306> 도 32는 변화점의 검출을 설명하기 위한 도면.
- <307> 도 33은 변화점을 검출하는 처리를 설명하기 위한 플로우차트.
- <308> 도 34는 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 신호 처리 장치의 예를 설명하기 위한 구성도.
- <309> 도 35는 이산 신호로부터 연속 파형 신호를 얻는 다른 신호 처리 장치의 예를 설명하기 위한 구성도.
- <310> <부호의 설명>
- <311> 1 : PCM 부호기
- <312> 2 : 표본화 회로
- <313> 3 : 표본화 함수 발생기
- <314> 4 : 내적 연산기
- <315> 5 : 감산기
- <316> 6 : 메모리
- <317> 7 : 오차 연산기
- <318> 8 : 클래스 판정기
- <319> 9 : 출력 회로
- <320> 10 : 선택기
- <321> 11 : 클래스 절환점 판정기
- <322> 21 : 신호 입력 회로
- <323> 22 : 역표본화 함수 발생기
- <324> 23 : 역표본화 함수 선택기
- <325> 24 : 컨볼루션 적분 연산기
- <326> 25 : PCM 복호기

도면

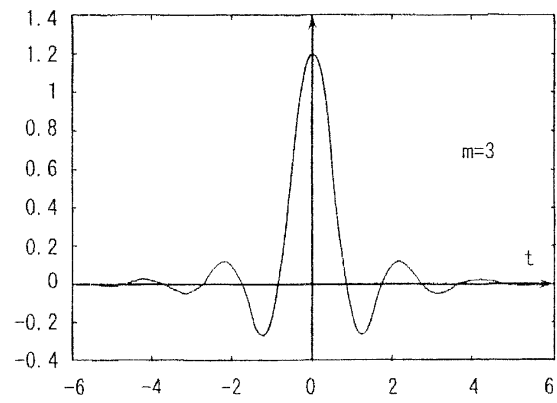
도면1



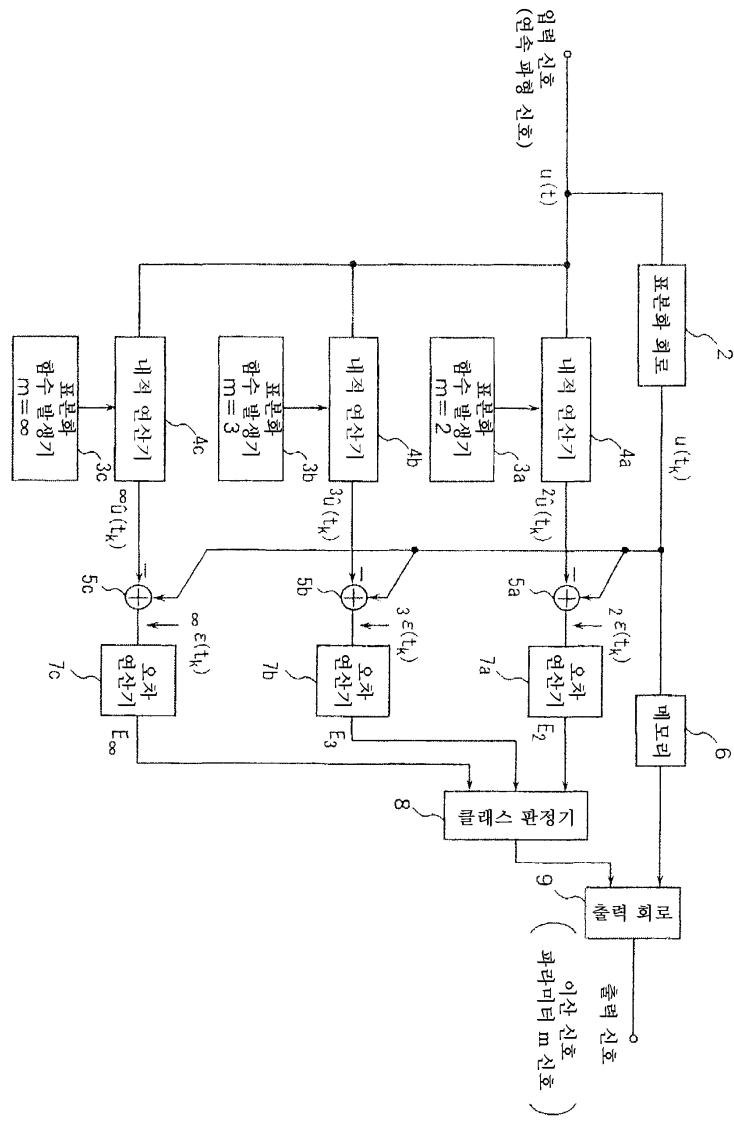
도면2



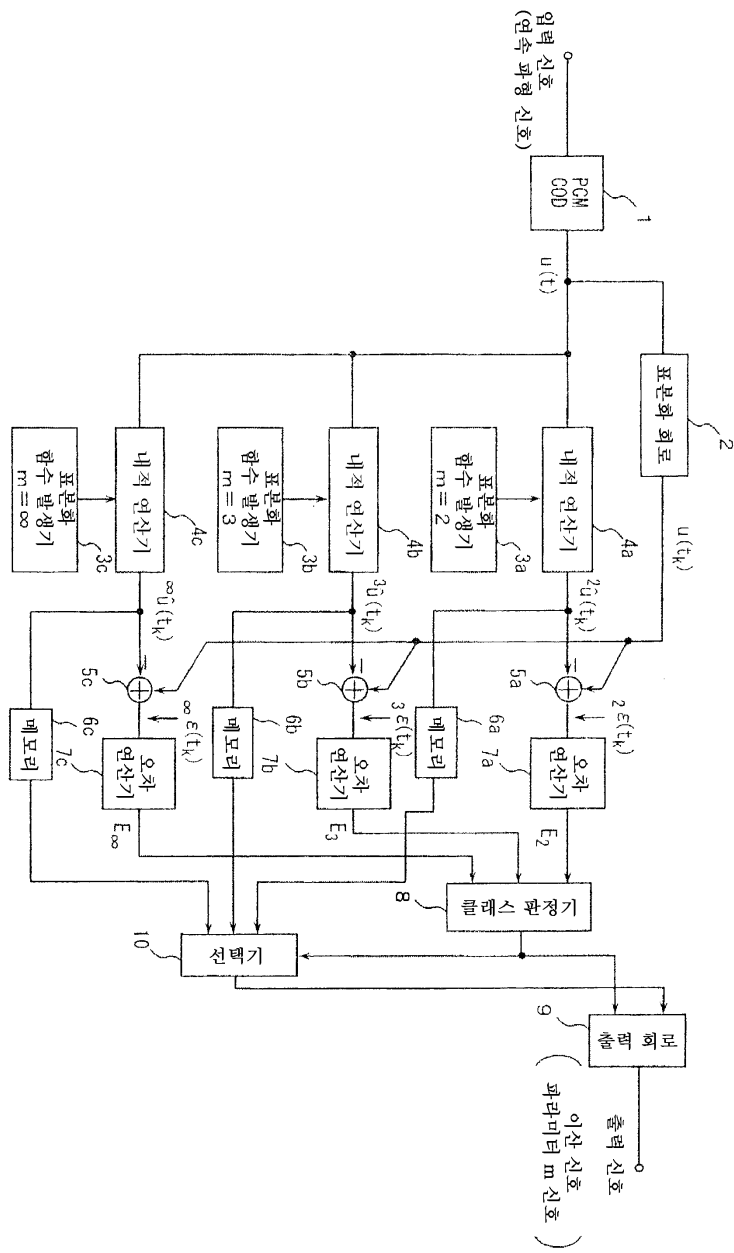
도면3



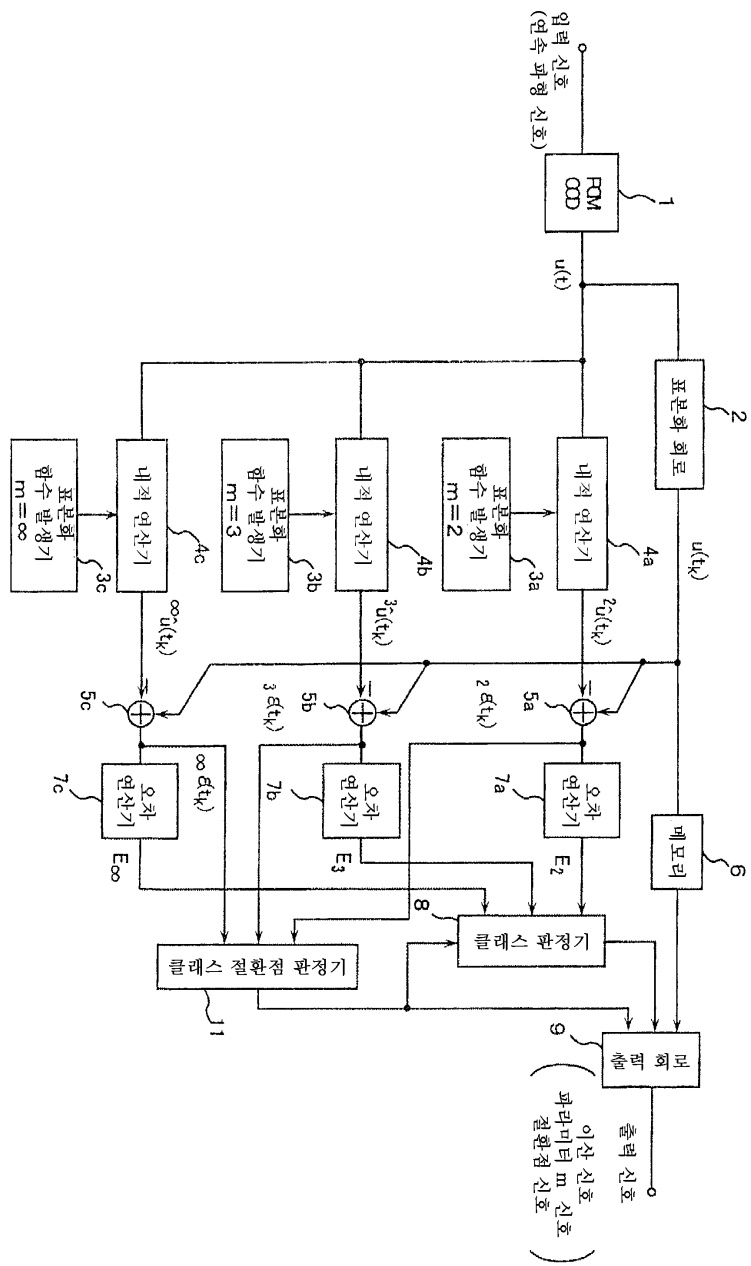
도면4



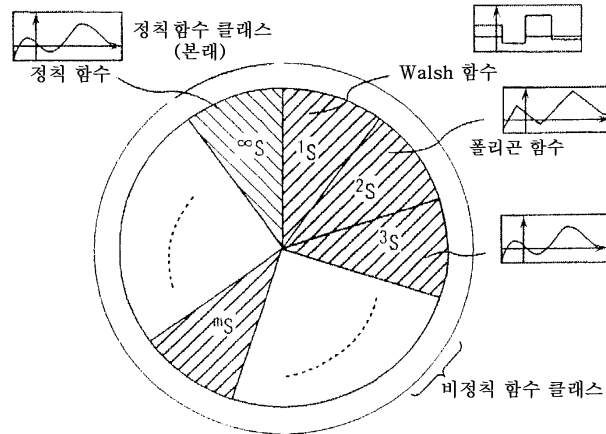
도면5



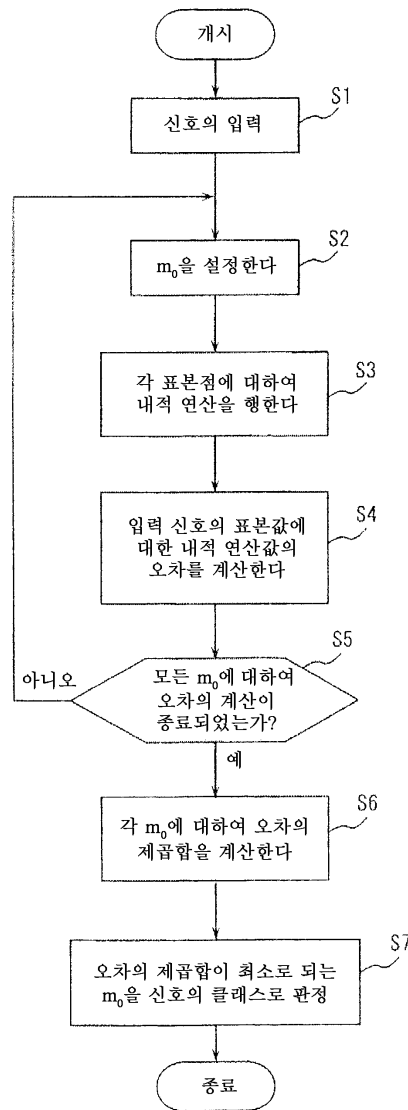
도면6



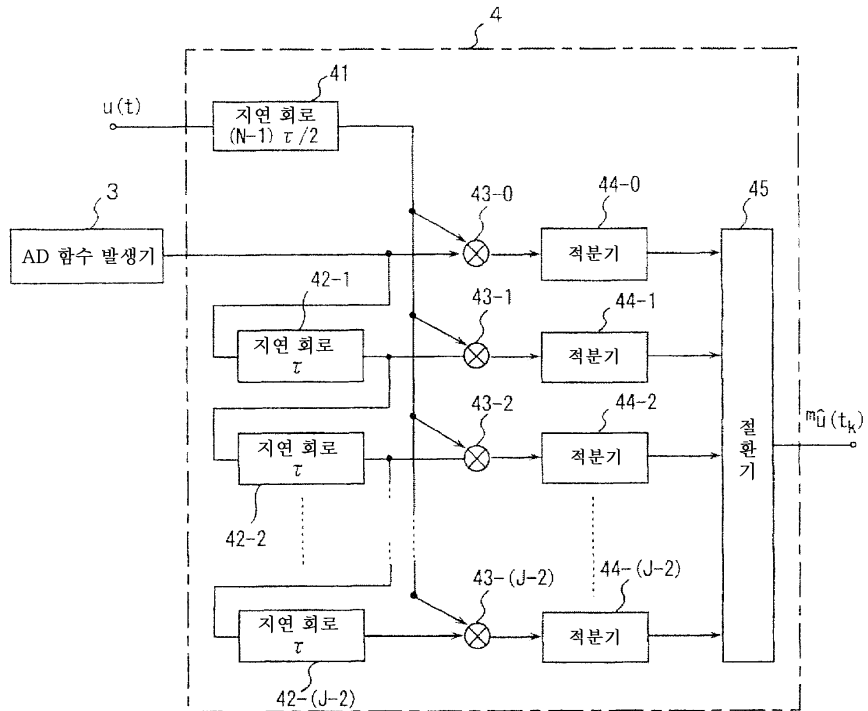
도면7



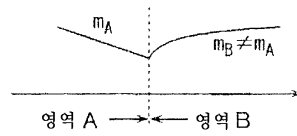
도면8



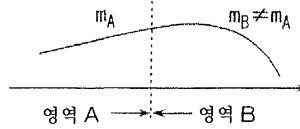
도면9



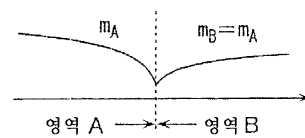
도면10



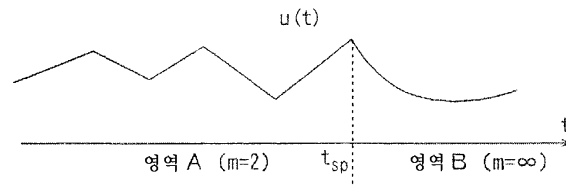
도면11



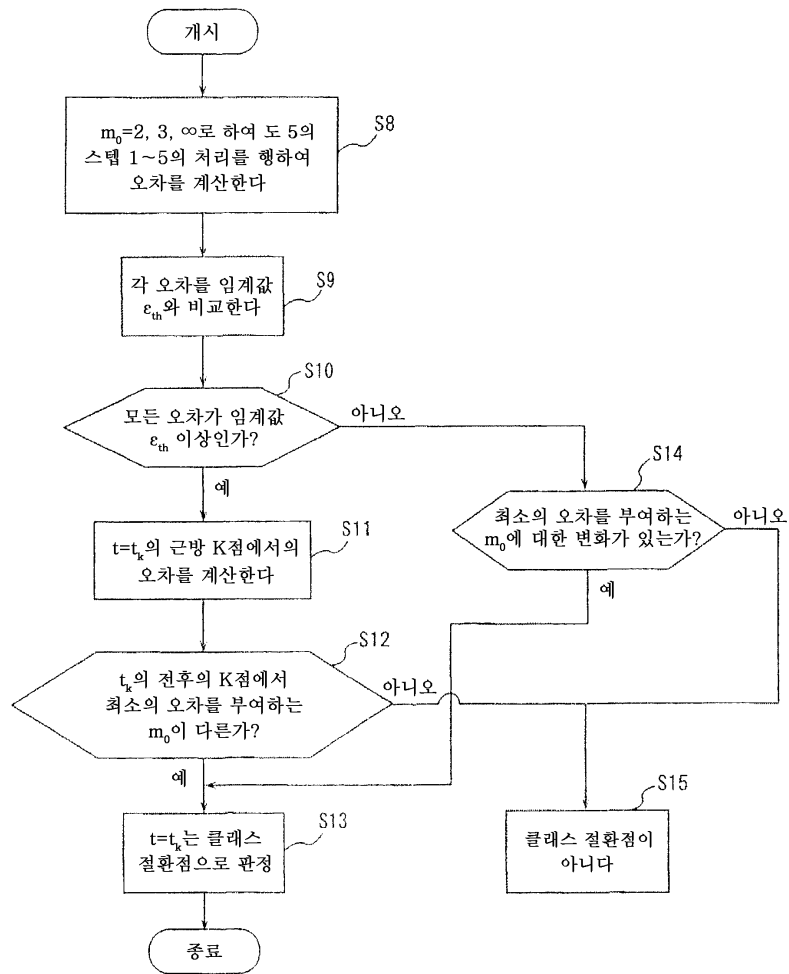
도면12



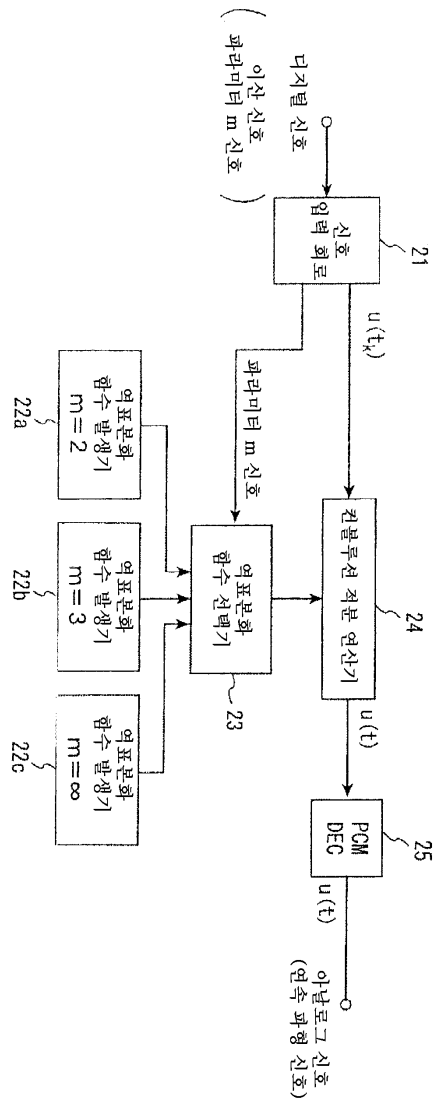
도면13



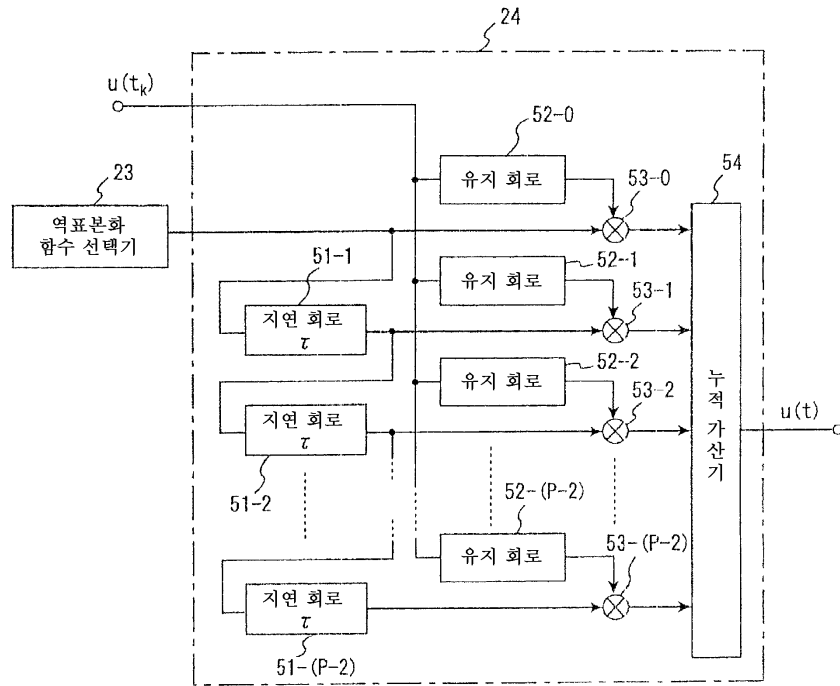
도면14



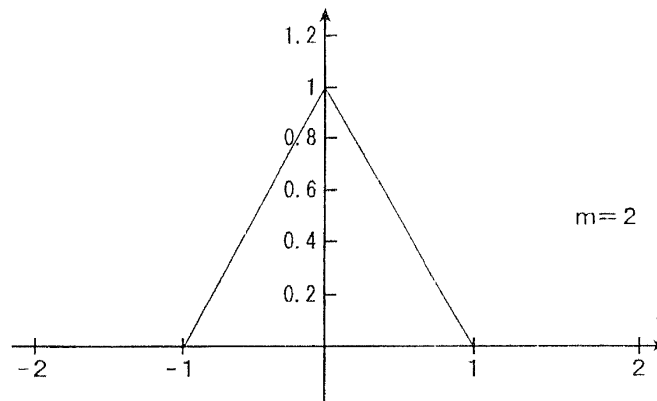
도면15



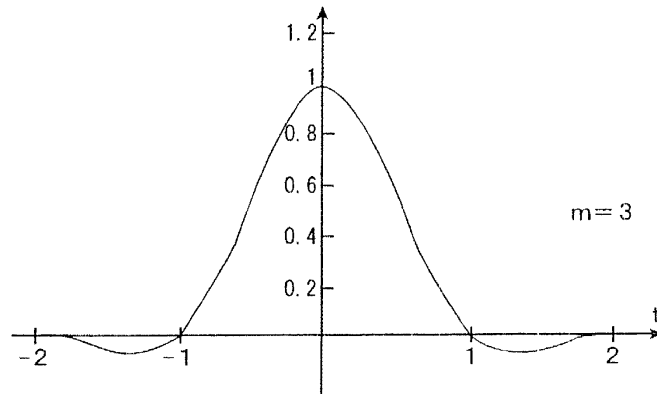
도면16



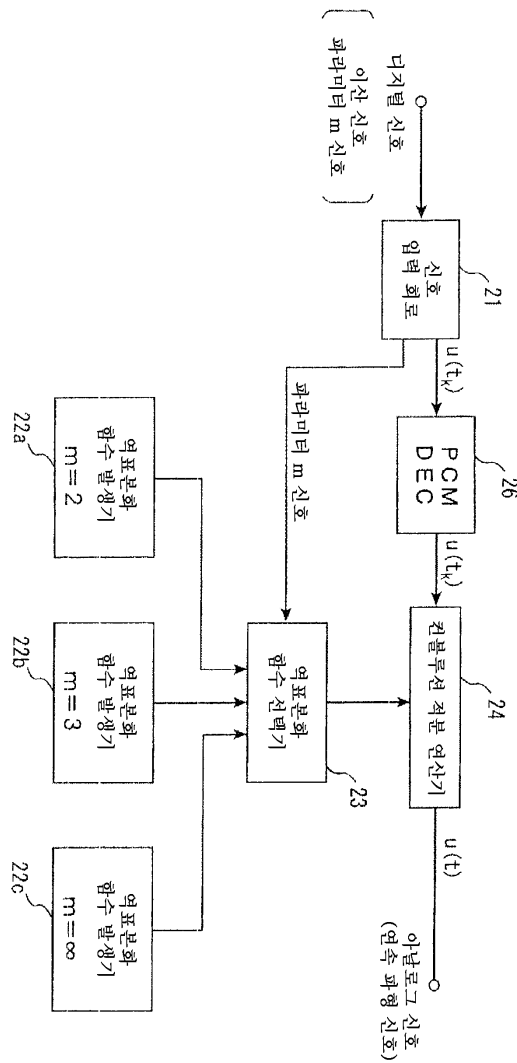
도면17



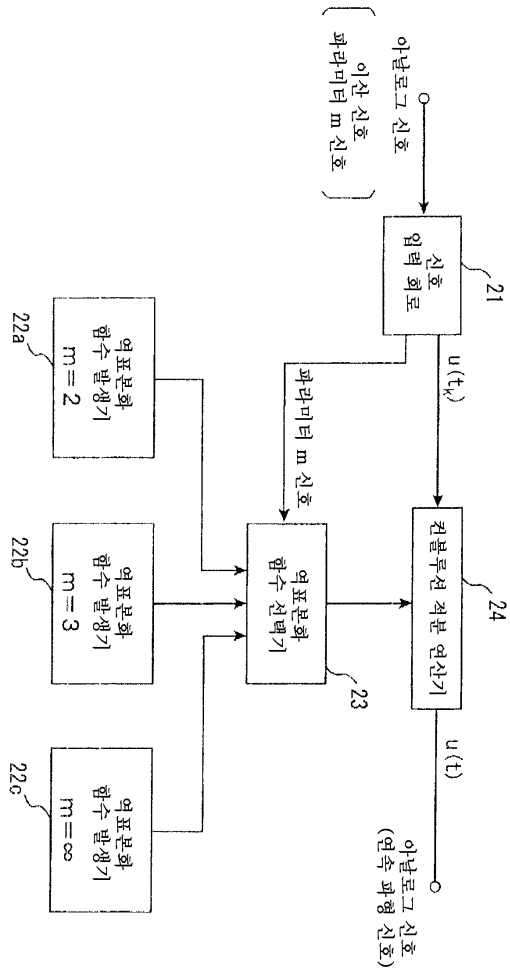
도면18



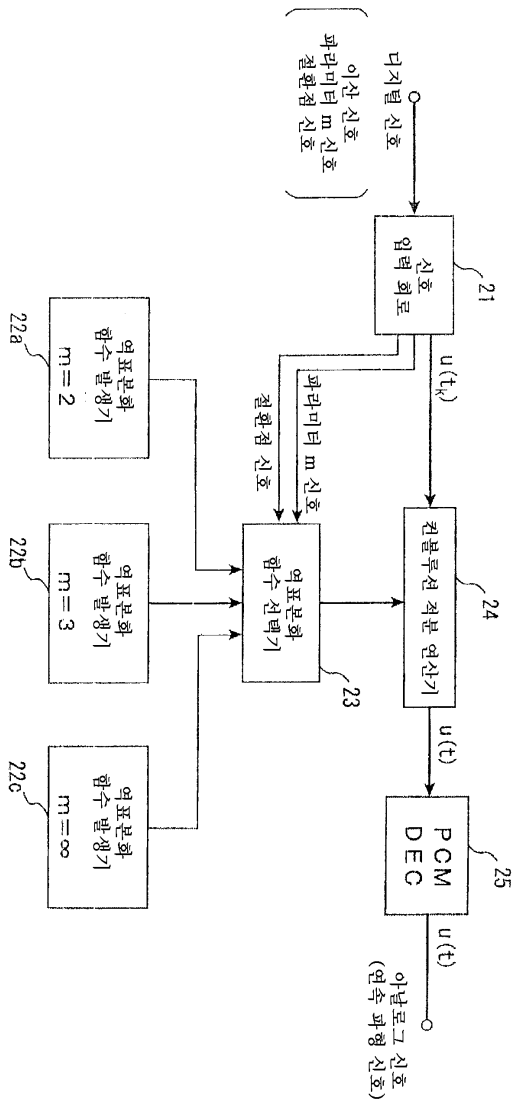
도면19



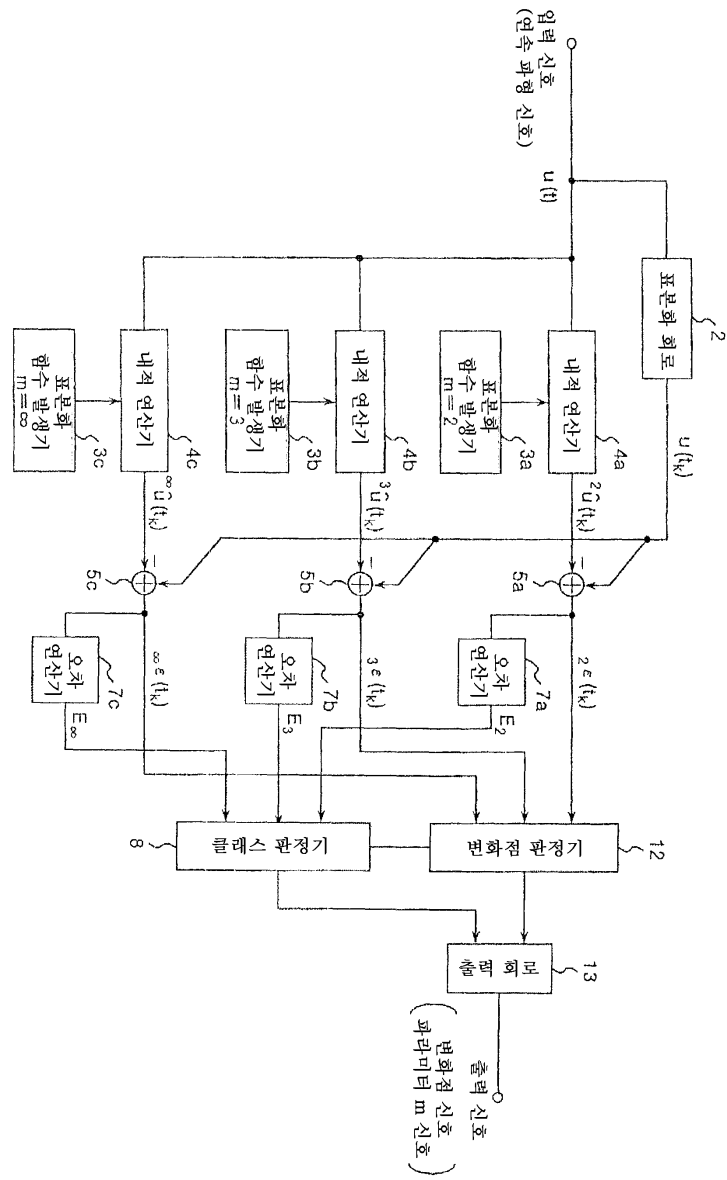
도면20



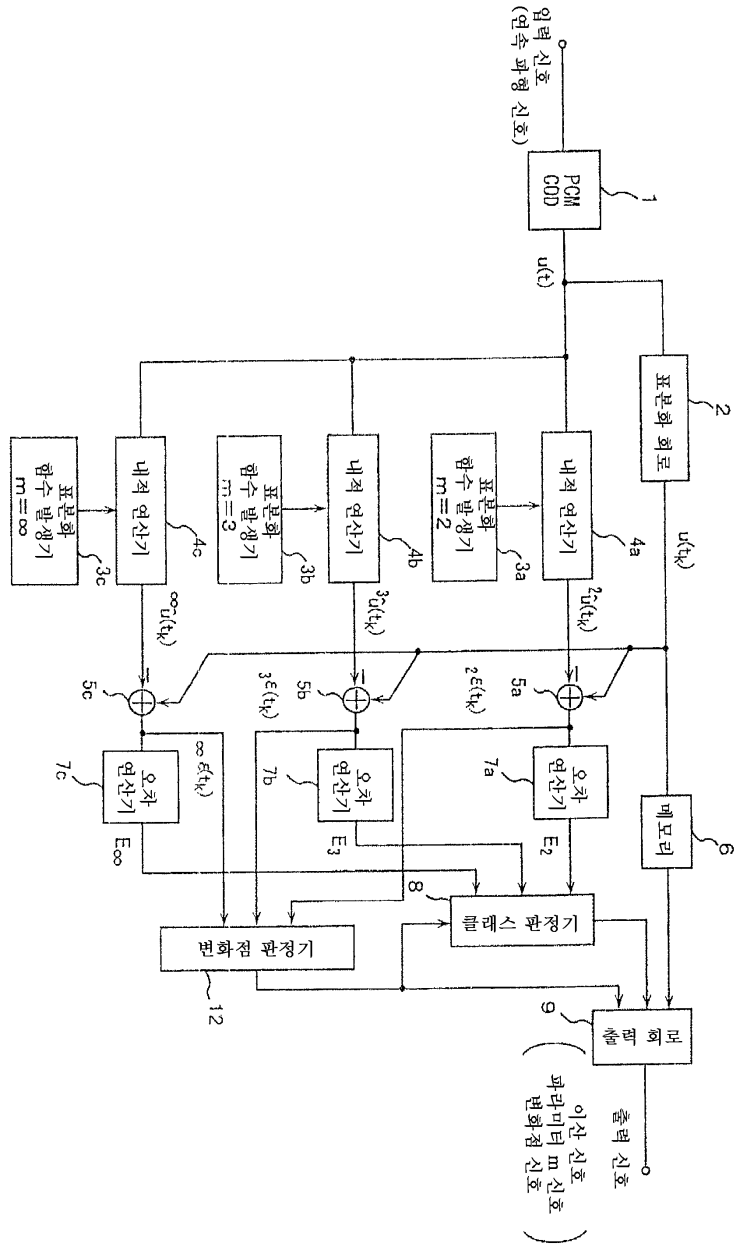
도면21



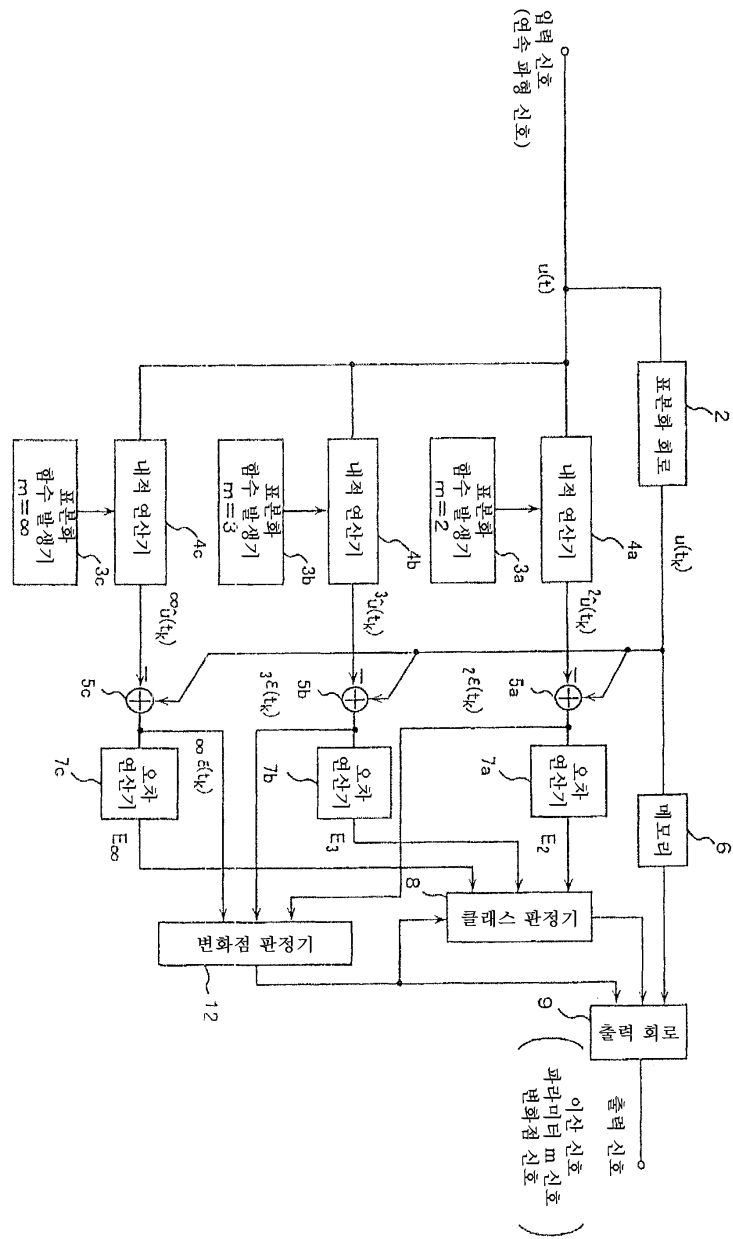
도면22



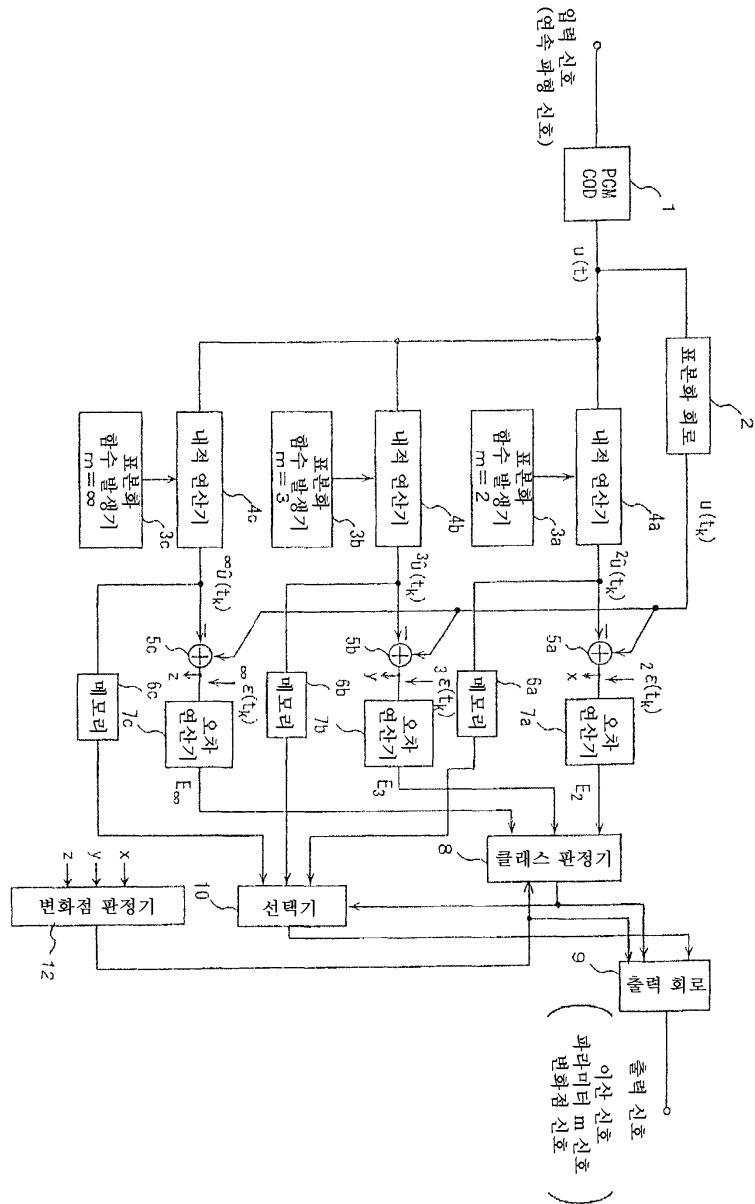
도면23



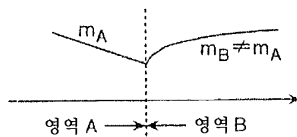
도면24



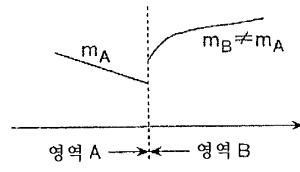
도면25



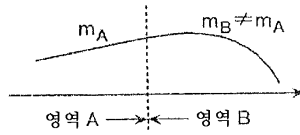
도면26



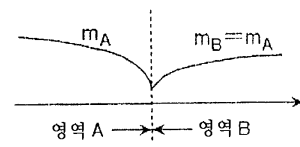
도면27



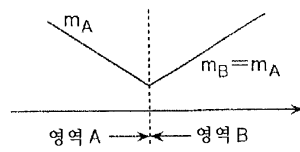
도면28



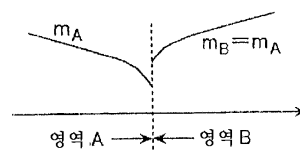
도면29



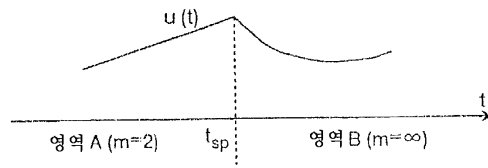
도면30



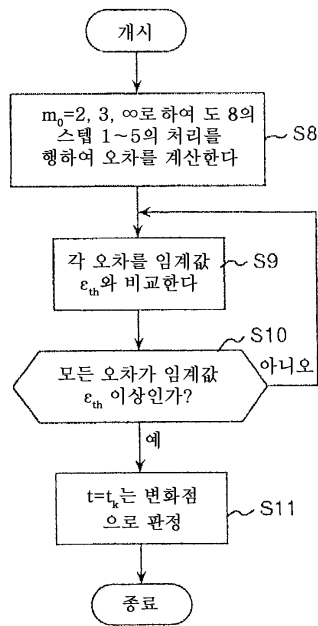
도면31



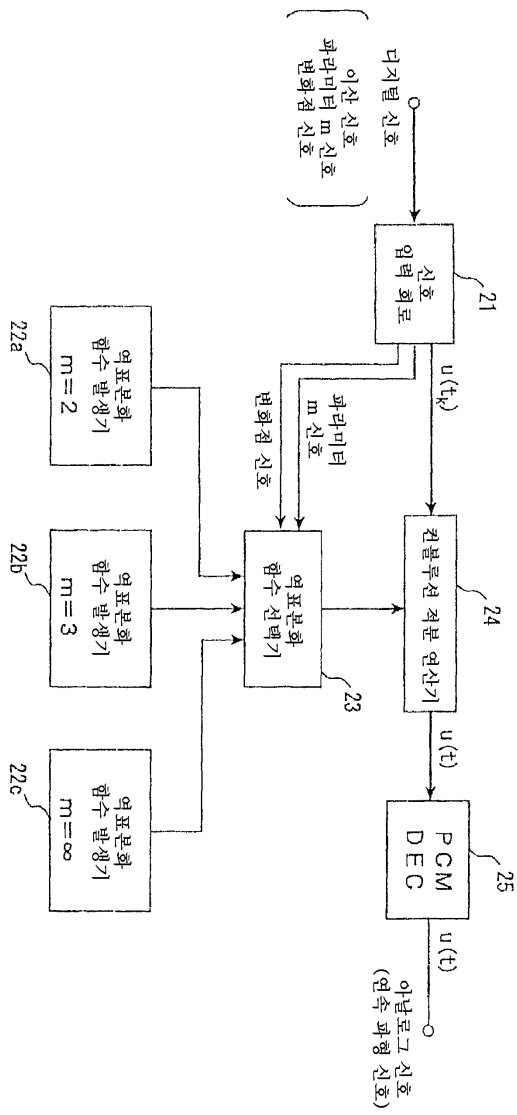
도면32



도면33



도면34



도면35

