


| | | |
|---|------------------------------------|--|
|  | (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A) | (11) 공개번호 10-2012-0102777 (43) 공개일자 2012년09월18일 |
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 6/00 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2012-7018514 (22) 출원일자(국제) 2010년12월10일 심사청구일자 없음 (85) 번역문제출일자 2012년07월16일 (86) 국제출원번호 PCT/JP2010/072732 (87) 국제공개번호 WO 2011/074657 국제공개일자 2011년06월23일 (30) 우선권주장 JP-P-2009-285763 2009년12월16일 일본(JP) | | (71) 출원인 캐논 가부시끼가이샤 일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 (72) 발명자 미야모토 히데아키 일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루쵸 3쵸메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 나이 (74) 대리인 권태복 |

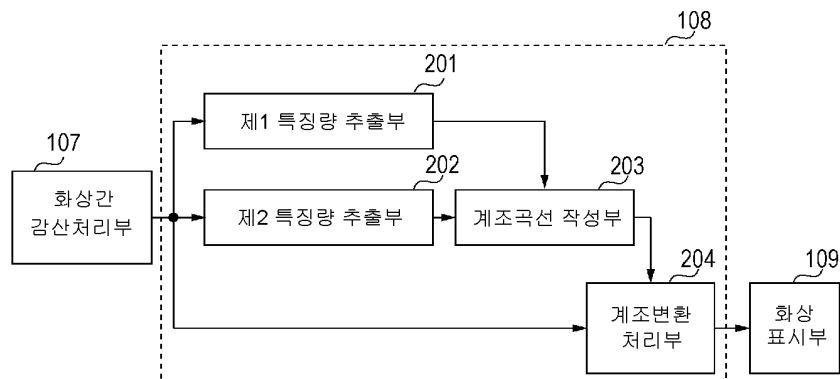
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 X선 화상처리장치, X선 화상처리방법, 및 컴퓨터 프로그램의 기억매체

(57) 요약

서브트랙션 화상에서 조영제 주입 영역과 배경영역과의 사이에 위치한 경계영역으로부터 특징량을 추출하고, 그 특징량에 따른 계조곡선을 작성하여, 그 계조곡선을 서브트랙션 화상에 적용해서 계조처리를 행한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

다른 시간에 피사체를 촬상하는 경우에 얻어진 복수의 X선 화상의 사이에서 감산 처리를 행함으로써 서브트랙션(subtraction) 화상을 취득하는 화상간 감산부;

상기 서브트랙션 화상에 있어서의 조영제 주입 영역으로부터 제1 특징량을 추출하는 제1 특징량 추출부; 및

상기 제1 특징량에 근거한 계조곡선을 사용하여 상기 서브트랙션 화상에 대한 계조변환 처리를 행하는 계조변환 처리부를 구비한, X선 화상처리장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계인 영역으로부터 제1 특징량을 추출하는, X선 화상처리장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 서브트랙션 화상의 콘트라스트를 나타내는 값에 의거하여, 상기 제1 특징량을 추출하는 영역을 취득하는, X선 화상처리장치.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 서브트랙션 화상에 있어서의 화소들의 화소값간의 차이로부터 1차 미분값을 산출하고, 상기 1차 미분값에 의거하여 제1 특징량을 추출하는 영역을 취득하는, X선 화상처리장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 조영제 주입 영역의 화소값의 절대치에 근거하여, 상기 1차 미분값을 산출하는 화소간의 간격을 변경하는, X선 화상처리장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 서브트랙션 화상에 엣지 검출 처리를 실시해서 상기 서브트랙션 화상의 엣지를 검출하는 엣지 검출부를 구비하고, 상기 엣지에 속하는 화소로부터 상기 제1 특징량을 취득하는, X선 화상처리장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 캐니(Canny) 엣지 검출 방법을 사용하는, X선 화상처리장치.

청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 복수의 엣지 검출 오퍼레이터를 갖고, 조영제의 주입 상황에 따라 상기 오퍼레이터 중 하나를 선택하는, X선 화상처리장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 피사체의 X선 화상의 촬영시에 있어서의 프레임 레이트에 따라 처리를 변경하는, X선 화상처리장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 특징량 추출부는, 상기 서브트랙션 화상으로부터 추출된 영역의 평균 화소값을 상기 제1 특징량으로서 산출하는, X선 화상처리장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 서브트랙션 화상의 배경영역인 영역으로부터 제2 특징량을 추출하는 제2 특징량 추출부를 더 구비하고, 상기 계조변환 처리에서 사용된 계조곡선은, 상기 제1 및 제2 특징량에 근거하는, X선 화상처리장치.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제2 특징량 추출부는, 상기 서브트랙션 화상에 있어서 상기 엣지에 속하는 화소의 히스토그램을 작성하고, 상기 히스토그램에 의거하여 상기 제2 특징량을 산출하는, X선 화상처리장치.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 제2 특징량 추출부는, 상기 조영제 주입전후의 피사체의 X선 화상에 있어서의 촬영 조건이 동일하면 상기 제2 특징량으로서 0을 출력하는, X선 화상처리장치.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

다른 시간에 피사체를 촬상하는 경우에 얻어진 X선 화상은, 조영제 주입의 전후의 화상인, X선 화상처리장치.

청구항 15

다른 시간에 피사체를 촬상하는 경우에 얻어진 복수의 X선 화상의 사이에서 감산 처리를 행함으로써 서브트랙션 화상을 취득하는 화상간 감산단계;

상기 서브트랙션 화상에 있어서의 조영제 주입 영역으로부터 제1 특징량을 추출하는 제1 특징량 추출단계; 및

상기 제1 특징량에 근거한 계조곡선을 사용하여 상기 서브트랙션 화상에 대한 계조변환 처리를 행하는 계조변환 처리단계를 포함한, X선 화상처리방법.

청구항 16

청구항 15에 기재된 X선 화상처리방법을 컴퓨터에 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램을 기억한 기억매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 디지털 서브트랙션 안기오그래피(angiography)로 얻어진 화상의 계조처리에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근에 디지털 기술이 진보하고 있으므로, 의료 분야에서도 화상에 대해 디지털 처리를 실시하는 경우가 많다. 종래의 X선 진단용의 필름을 사용한 방사선 촬영 대신에, X선 화상을 디지털 화상으로서 출력하는 2차원 X선 센서가 보급되고 있다. 2차원 X선 센서가 출력하는 디지털 화상에 대한 계조처리 등의 디지털 화상처리가 보다 중요해지고 있다.

[0003] 이 디지털 화상처리의 예는, 디지털 서브트랙션 안기오그래피(이하, "DSA"라고 부른다)가 있다. DSA에서는 조영제를 주입하기 전과 후의 X선 화상을 컴퓨터로 해석하고, 조영제를 주입한 혈관의 화상만을 구성한다. 이 방법은, 종래의 특별한 처리가 필요하지 않다. 정맥으로부터 조영제를 주입하는 것만으로, 전신의 혈관의 선명한 화상을 얻을 수 있다. 따라서, 상기 방법은 외래라도 행할 수 있다. 이 방법은, 임상현장에서 보다 중요해지고 있다. DSA에 의해 얻어진 화상인 DSA상은, 피사체에 조영제를 주입하기 전후에 화상을 취득하고, 조영제 주입후의 화상(이하, "라이브 상"이라고 부른다)으로부터 조영제 주입전의 화상(이하 "마스크 상"이라고 부른다)을 감산해서 얻어진 화상이다. 상기 라이브 상으로부터 마스크 상의 감산 처리에서는, 진단상의 관심 영역인 혈관영역을 조영제 주입에 의한 화상간의 변화 영역으로서 유지하고, 그 이외의 불필요한 영역을 배경영역으로서 제거하여, 균일한 영역을 얻는다. 이에 따라, 상기 생성된 DSA상은 진단상 유용하다.

[0004] 그런데, 이 DSA상에 있어서의 화소값 분포는, 원래의 라이브 상 또는 마스크 상과는 크게 다르다. 보다 구체적으로는, 화상 전체의 화소값 영역에 대하여 대단히 좁은 영역에 화상정보가 집중하는 한편, 그 좁은 영역이외의 화소값 영역에 있어서 정보량이 적은 노이즈 등이 분산되어 있다. 이 때문에, 콘트라스트를 증가시키기 위해서 일반적인 X선상에 적용된 처리와 같은 계조처리를 DSA상에 적용했을 경우, 정보량이 적은 노이즈 등의 영역에 넓은 계조 범위를 할당하지만, 진단상 유용한 영역에는 계조 범위를 불충분하게 할당되어, 콘트라스트가 부적절해진다. DSA상에 대해 행해진 계조처리는, 일반적인 X선 화상에 대해 행해진 계조처리와는 달라져야 하고, DSA상의 화소값 분포를 고려해야 한다.

[0005] 종래, X선 투시 촬영 장치는, 조작자가 모니터를 확인하면서 조작패널을 사용하여 계조폭(Window Width) 및 계조 레벨(Window Level)을 조정하는 윈도우 처리 등에 의한 계조처리를 행하였다. 그러나, 이러한 조작자의 수동조작에 의한 윈도우 처리는, 일반적으로 번잡한 작업이다. 그것을 재빠르고 적절하게 조정하는 것이 곤란하다. 또한, 조작자에 따라 그 처리 결과가 다르기도 하다. 이 문제를 해결하기 위해서, 라이브 상으로부터 마스크 상을 감산하여 얻어진 서브트랙션 화상을 해석해서 특징량을 구하고, 이 특징량에 근거하여 계조처리를 행하는 수법도 널리 행해지고 있다.

[0006] 일본국 공개특허공보 특개평 01-017631호에는, 서브트랙션 화상을 히스토그램 해석해서 얻어진 최대 계

조값 및 피크값 또는 보텀 값에 근거하는 화상 강조 특성정보를 구하여, 윈도우 처리에 사용하는 방법이 개시되어 있다. 또한, 일본국 공개특허 특개소 61-058639호에는, 히스토그램 해석에 의해 피크값을 취득하고, 이 피크값을 소정의 기준값에 일치시킴으로써, 서브트랙션 화상의 베이스 화소값을 보정하는 처리가 개시되어 있다.

[0007] 이들의 방법에서는, 서브트랙션 화상을 해석해서 계조처리의 특징량을 구하므로, D S A 상 특유의 화소값 분포에 적합한 계조처리를 행할 수 있다. 특히, 이들의 방법은, 화상 전체의 계조를 진단에 적합한 일정 범위내에 포함되도록 자동으로 조정하는데 효과적이다.

[0008] D S A 상의 광범위한 영역은, 균일한 화소값을 갖는 배경영역이다. 화상 전체의 인상은, 이 배경영역의 화소값이 포함되는 화소값 범위에 좌우된다. D S A 상의 진단상의 이용 목적은 혈관영역의 관찰에 있다. 따라서, 서, 조영제가 주입된 영역의 시인성을 높이는 것이 바람직하다.

[0009] 종래, 일반적으로 이용되고 있는 히스토그램 해석에 근거하는 방법에서는, 화상전체의 계조를 일정한 범위에 포함하고 있는 안정한 화상을 얻을 수 있지만, 상기 종래의 방법들은 진단상 특히 중요한 조영제를 갖는 영역의 시인성을 높이는 사상은 포함하지 않는다.

[0010] [인용목록]

[0011] [특허문헌]

[0012] PTL 1 일본국 공개특허공보 특개평 01-017631호

[0013] 일본국 공개특허 특개소 61-058639호

발명의 내용

[0014] 본 발명은, 이러한 상황을 감안하여 이루어진 것이다. 본 발명의 일 국면에 따른 X선 화상처리장치는, 다른 시간에 피사체를 촬상하는 경우에 얻어진 복수의 X선 화상의 사이에서 감산 처리를 행함으로써 서브트랙션 화상을 취득하는 화상간 감산부; 상기 서브트랙션 화상에 있어서의 조영제 주입 영역으로부터 제1 특징량을 추출하는 제1 특징량 추출부; 및 상기 제1 특징량에 근거한 계조곡선을 사용하여 상기 서브트랙션 화상에 대한 계조변환 처리를 행하는 계조변환 처리부를 구비한다.

[0015] 본 발명의 다른 특징들 및 이점들은 첨부도면과 함께 이하의 설명으로부터 명백해질 것이고, 여기서 동일한 참조문자는 상기 도면 전체에 걸쳐 동일 또는 유사한 부분을 가리킨다.

도면의 간단한 설명

[0016] 본 명세서에 포함되고 그 일부를 구성하는 첨부도면들은, 본 발명의 예시적 실시예들, 특징들 및 국면들을 나타내고, 이 설명과 함께, 본 발명의 원리를 설명하는 역할을 한다.

도 1은 제1실시예에 따른 X선 화상처리장치의 구성을 설명하는 도면이다.

도 2는 계조처리부의 상세한 구성을 설명하는 도면이다.

도 3은 상기 계조처리부의 처리 흐름을 설명하는 도면이다.

도 4는 제1 특징량 추출부의 상세한 구성을 설명하는 도면이다.

도 5는 제1 특징량 추출부의 처리 흐름을 설명하는 도면이다.

도 6은 엣지검출처리의 흐름을 설명하는 도면이다.

도 7은 본 발명을 실현 가능한 예시적 컴퓨터 시스템을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 첨부 도면에 따라 본 발명의 바람직한 실시예(들)를 상세하게 설명한다.

[0018] 실시예(들)에 기재된 구성요소는 어디까지나 예시다. 본 발명의 기술범위는, 특허청구범위에 의해 결정되는 것이며, 이하에 기재된 개개의 실시예(들)에 의해 한정되는 것은 아니다.

- [0019] (실시예)
- [0020] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 X선 화상처리장치를 도 1을 참조하여 설명한다. X선 화상처리장치(100)는, 매초 3730펄스의 X선 펄스를 발생하는 것이 가능한 X선발생부(101)와, 피사체(102)를 투과한 X선(103)을 받아서 X선 펄스에 동기된 동화상을 촬상하는 2차원 X선 센서(104)를 구비한다. 2차원 X선 센서(104)는, X선이 조사된 피사체(102)의 동화상을 촬상하는 촬상부로서 기능한다.
- [0021] X선 화상처리장치(100)는, 사전처리부(105)가 출력하는 조영제 주입후의 X선 화상(이하, "라이브 상")으로부터, 화상기억부(106)에 기억된 마스크 상을 감산하고, 그 결과를 서브트랙션 화상으로서 출력하는 화상간 감산 처리부(107)를 구비한다. X선 화상처리장치(100)는, 화상간 감산 처리부(107)가 출력하는 서브트랙션 화상의 각 프레임에 대하여, 계조처리를 행하는 계조처리부(108)와, 계조처리 후의 화상을 D S A 상으로서 표시하는 화상표시부(109)를 구비한다.
- [0022] 계조처리부(108)의 구성은, 본 실시예에서 가장 특징적인 구성이며, 도 2의 블록도를 참조하여 자세하게 설명한다.
- [0023] 계조처리부(108)는, 서브트랙션 화상의 각 프레임으로부터 제1 특징량을 추출하는 제1 특징량 추출부(201)와, 제2 특징량을 추출하는 제2 특징량 추출부(202)를 구비한다. 계조처리부(108)는, 제1 특징량 및 제2 특징량에 근거하여 계조곡선을 작성하는 계조곡선 작성부(203)와, 작성된 계조곡선을 사용해서 서브트랙션 화상의 각 프레임에 대하여 계조변환 처리를 실시하는 계조변환 처리부(204)를 구비한다.
- [0024] 이하, 이상의 구성을 갖는 계조처리부(108)의 동작을 한층 더 도 3에 나타내는 흐름도를 참조하여 설명한다.
- [0025] 단계S301에 있어서, 계조처리부(108)는, 화상간 감산 처리부(107)가 출력하는 서브트랙션 화상을 제1 특징량 추출부(201)에 입력한다. 제1 특징량 추출부(201)는, 그 제1 특징량을 출력한다.
- [0026] 단계S302에 있어서, 계조처리부(108)는, 화상간 감산 처리부(107)가 출력하는 서브트랙션 화상을 제2 특징량 추출부(202)에 입력한다. 제2 특징량 추출부(202)는, 제2 특징량을 출력한다.
- [0027] 단계S303에 있어서, 계조처리부(108)는, 제1 특징량 추출부(201)가 출력하는 제1 특징량 및 제2 특징량 추출부(202)가 출력하는 제2 특징량을 계조곡선 작성부(203)에 입력한다. 계조곡선 작성부(203)는, 계조곡선을 출력한다.
- [0028] 단계S304에 있어서, 계조처리부(108)는, 화상간 감산 처리부(107)가 출력하는 서브트랙션 화상 및 계조곡선 작성부(203)가 출력하는 계조곡선을 계조변환 처리부(204)에 입력한다. 계조변환 처리부(204)는, 계조처리 후의 표시용 D S A 상을 출력한다. 그 계조처리부(108)는, 본 흐름을 종료한다.
- [0029] 제1 특징량 추출부(201)는 제1 특징량을 산출하기 위해서 영역을 추출한다. 이 영역의 콘트라스트는, 서브트랙션 화상에 대해 계조처리를 행할 때 강조되어야 한다. 이 영역은, 조영제 주입 영역에 근거해서 얻어진다. 특히, 서브트랙션 화상으로부터 콘트랙의 변화가 큰 영역을 추출하는 것은, 조영제 주입 영역중의 콘트라스트 변화가 큰 영역의 시인성이 향상하면, 이 영역이 진단에 유용하기 때문에, 효과적이다. 또한, 많은 경우에 있어서, 상기 콘트라스트 변화가 큰 영역은, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계로부터 연장되는 조영제 주입 영역의 소정의 범위에 속할 가능성이 높다. 이렇게 하여, 이 영역을 추출한다. 그리고, 제1 특징량 추출부(201)는, 추출된 영역에 있어서의 화소군의 대표 화소값인 제1 특징량을 산출한다.
- [0030] 이 제1 특징량을 추출하는 방법으로서, 여러 가지의 방법을 적용할 수 있다. 도 4는, 서브트랙션 화상의 입력의 결과로서 상기 제1 특징량을 출력하고, 화상축소 처리부(401), 엣지검출부(402), 및 대표 화소값 산출부(403)를 구비하는, 제1 특징량 추출부(201)의 일례를 나타낸 블록도다. 이 구성에 있어서의 제1 특징량 추출부(201)의 동작을 도 5에 나타낸 흐름도를 참조하여 설명한다.
- [0031] 단계S501에 있어서, 제1 특징량 추출부(201)는, 화상간 감산 처리부(107)가 출력하는 서브트랙션 화상 I_s 를 화상축소 처리부(401)에 입력한다. 화상축소 처리부(401)는, 축소 화상 I_R 을 출력한다. 축소 화상 I_R 은, 상기 입력된 서브트랙션 화상 I_s 를 소정 사이즈의 블록으로 분할하고, 블록마다의 평균치를 1화소의 값으로서 결정된다. 이후의 처리에서는, 이 축소 화상 I_R 을 처리 대상으로 삼고, 처리 속도의 향상 및 서브트랙션 화상 I_s 에 존재하는 노이즈의 영향의 저감을 꾀한다.

- [0032] 단계S502에 있어서, 제1 특징량 추출부(201)는, 축소 화상 I_R 를 엣지검출부(402)에 입력한다. 엣지검출부(402)는, 엣지 화상 I_E 를 생성한다. 엣지 화상 I_E 는, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계에 속하는 화소를 나타낸 1, 그 이외의 화소를 나타낸 0으로 이루어진 2값 화상이다. 예를 들면, 엣지 화상 I_E 는, (후술하는) 캐니(Canny)엣지 검출 방법으로 생성된다.
- [0033] 단계S503에 있어서, 제1 특징량 추출부(201)는, 축소 화상 I_R 및 엣지 화상 I_E 를 대표 화소값 산출부(403)에 입력한다. 대표 화소값 산출부(403)는, 그 대표 화소값을 출력한다. 이 대표 화소값은, 예를 들면 엣지 화상 I_E 의 화소값이 1인 화소로부터 연장되는 소정범위에 있는 화소에 대응하는 축소 화상 I_R 상의 화소군에 관해서 소정의 화소값이상의 화소군의 평균치다.
- [0034] 이 경우, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계로부터 소정범위내의 영역을, 조영제 주입 영역으로부터 추출하고, 그 영역의 평균치를 얻을 수 있다. 소정의 화소값은 서브트랙션 화상의 배경화상의 값으로부터 결정된다. 촬영 조건이 동일하면, 서브트랙션 화상의 배경화상의 값은 거의 0이다. 소정범위를 콘트라스트의 변화에 따라 변경함으로써, 콘트라스트의 변화의 정도에 따라 영역을 추출할 수 있다.
- [0035] 대표 화소값은, 예를 들면 엣지 화상 I_E 의 화소값이 1인 화소에 대응하는 축소 화상 I_R 상의 화소군에 관해서 화소값 히스토그램을 생성했을 경우의, 히스토그램 피크와 같은 화소값이다. 또는, 화소값이 1인 화소에 대응하는 축소 화상 I_R 상의 화소군의 평균 화소값을 사용해도 된다. 제1 특징량 추출부(201)는, 이 대표값을 제1 특징량으로서 출력하고, 처리를 종료한다. 이 경우에는, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계에서 대표값을 산출하므로, 상기 대표값은 콘트라스트 변화가 큰 영역에 사용될 수 있다. 이 대표값은, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계영역이 콘트라스트의 변화가 커지는 경향에 있기 때문에 유용하다.
- [0036] 다음에, 엣지검출부(402)가 실행하는 엣지검출처리의 일례로서, 캐니엣지 검출 방법을 도 6에 나타낸 흐름도를 참조하여 설명한다.
- [0037] 단계S601에 있어서, 엣지검출부(402)는, 입력되는 축소 화상 I_R 에 가우시안 필터에 의한 노이즈 저감 처리를 행하고, 노이즈 저감 화상 I_N 을 생성한다.
- [0038] 단계S602에 있어서, 엣지검출부(402)는, 노이즈 저감 화상 I_N 에 예를 들면 Roberts, Prewitt, 또는 Sobel 오퍼레이터 등의 엣지검출 오퍼레이터를 사용한 1차 미분처리를 수평방향과 수직방향으로 행하여, 수평방향 미분화상 G_x 와 수직방향 미분화상 G_y 를 생성한다. 수평방향 미분화상 G_x 와 수직방향 미분화상 G_y 는, 화소의 값이 수평방향 및 수직방향으로 경사의 강도와 경사 방향에 관한 정보를 갖는 화상이다.
- [0039] 1차 미분값은, 화소간의 화소값의 차이로부터 산출된다. 조영제 주입 영역의 콘트라스트는 조영제의 주입 초기, 중기 및 종기로 변화된다. 이를 다루기 위해서, 조영제의 주입시부터의 경과 시간에 따라 1차 미분값을 산출하는 화소간격을 변화시켜도 된다. 초기 및 종기에서는 콘트라스트가 내려가기 때문에 화소 간격을 넓혀도 된다.
- [0040] 또한, 혈관의 지름과 정도에 따라 조영제 주입 영역의 콘트라스트도 변화된다. 이 때문에, 피사체의 속성에 따라 1차 미분값을 산출하는 화소간격을 변경하여도 된다.
- [0041] 1차 미분값을 산출하는 화소 간격을 자동적으로 변경하기 위해서, 조영제 주입 영역의 화소의 절대치의 가산 값을 구하여도 된다. 가산 값의 크기와 조영제 주입 영역의 콘트라스트는 상관이 높다. 상기 가산 값이 높을수록, 콘트라스트가 높아진다. 그러므로, 1차 미분값을 산출하는 화소간격을 짧게 한다.
- [0042] 단계S603에 있어서, 엣지검출부(402)는, 수평방향 미분화상 G_x 와 수직방향 미분화상 G_y 를 사용하여 다음식에 의해 경사 강도화상 G 와 경사 방향화상 θ 를 산출한다.

수학적식 1

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

[0043]

수학식 2

$$\theta = \arctan\left(\frac{Gy}{Gx}\right)$$

[0044]

[0045]

경사 강도화상 G 는, 화소의 값들이 경사의 강도를 의미하는 화상이다. 경사 방향화상 θ 는, 화소의 값들이, 예를 들면 노이즈 저감 화상 I_N 에 있어서 수평방향으로 화소값이 커지는 화소를 나타내는 0, 수직방향으로 화소값이 커지는 화소를 나타내는 $\pi/2$ 로서 $-\pi/2$ 이상 $\pi/2$ 미만의 범위 내의 값으로 경사의 방향을 나타내는 화상이다.

[0046]

단계S604에 있어서, 엣지검출부(402)는, 경사 강도화상 G 와 경사방향화상 θ 에 근거하는 비극대점 억제 처리를 행하고, 엣지 후보화상 E 를 출력한다. 엣지 후보화상 E 는, 노이즈 저감 화상의 국소적인 극대 엣지 화소를 나타내는 1과, 그 이외의 화소를 나타내는 0으로 이루어진 2값 화상이다. 비극대점 억제 처리에서는, 주목 화소 (x, y) 에 대한 2개의 인접화소를 경사 방향화상 $\theta(x, y)$ 에 의거하여 선택한다. 주목 화소 (x, y) 의 경사 강도화상 $G(x, y)$ 가 2개의 인접화소의 값보다도 크면, 주목 화소 (x, y) 를 국소적인 극대 엣지 화소로서 간주해서, $E(x, y)=1$ 로서 표현한다. 구체적인 예는 다음과 같이 나타낸다.

[0047]

경사 방향화상 $\theta(x, y)$ 이 $-\pi/8$ 이상 $\pi/8$ 미만의 범위내일 경우, 수평방향의 2개의 화소를 인접화소로서 다음 식에 의해 $E(x, y)$ 를 결정한다.

수학식 3

$$E(x, y) = \begin{cases} 1 & (G(x-1, y) < G(x, y) \text{ 및 } G(x, y) < G(x+1, y)) \\ 0 & (\text{상기 이외}) \end{cases}$$

[0048]

[0049]

경사 방향화상 $\theta(x, y)$ 이 $\pi/8$ 이상 $3\pi/8$ 미만의 범위내일 경우, 경사 방향의 2개의 화소를 인접화소로서 다음 식에 의해 $E(x, y)$ 를 결정한다.

수학식 4

$$E(x, y) = \begin{cases} 1 & (G(x, y) > G(x-1, y-1) \text{ 및 } G(x, y) > G(x+1, y+1)) \\ 0 & (\text{상기 이외}) \end{cases}$$

[0050]

[0051]

경사 방향화상 $\theta(x, y)$ 이 $3\pi/8$ 이상 $\pi/2$ 미만 또는 $-\pi/2$ 이상 $-3\pi/8$ 미만의 범위내일 경우, 수직방향의 2개의 화소를 인접화소로서 다음 식에 의해 $E(x, y)$ 를 결정한다.

수학식 5

$$E(x, y) = \begin{cases} 1 & (G(x, y) > G(x, y-1) \text{ 및 } G(x, y) > G(x, y+1)) \\ 0 & (\text{상기 이외}) \end{cases}$$

[0052]

[0053]

경사 방향화상 $\theta(x, y)$ 이 $-3\pi/8$ 이상 $-\pi/8$ 미만의 범위내일 경우, 경사 방향의 2개의 화소를 인접화소로서 다음 식에 의해 $E(x, y)$ 를 결정한다.

수학식 6

$$E(x, y) = \begin{cases} 1 & (G(x, y) > G(x-1, y+1) \text{ 및 } G(x, y) > G(x+1, y-1)) \\ 0 & (\text{상기 이외}) \end{cases}$$

[0054]

[0055]

단계S605에 있어서, 엣지검출부(402)는, 엣지 후보화상E에 대하여, 경사 강도화상G와 2개의 역치 T_{low} , T_{high} ($T_{low} < T_{high}$)에 근거하여 역치 처리를 행하고, 약(low) 엣지 화상 E_{low} 와 강(high) 엣지 화상 E_{high} 를 출력한다. 약 엣지 화상 E_{low} 는, 엣지 후보화상 $E(x, y)=1$ 을 충족하는 모든 화소(x, y)에 대해서 경사 강도화상 $G(x, y)$ 와 T_{low} 의 값을 각각 비교하는 경우, $G(x, y) > T_{low}$ 를 충족하는 화소의 값을 나타낸 1, 그 이외의 화소를 나타낸 0으로 이루어진 2값 화상이다. 강 엣지 화상 E_{high} 는, 엣지 후보화상 $E(x, y)=1$ 을 충족하는 모든 화소(x, y)에 대해서 경사 강도화상 $G(x, y)$ 와 T_{high} 의 값을 각각 비교하는 경우, $G(x, y) > T_{high}$ 를 충족하는 화소의 값을 나타낸 1, 그 이외의 화소를 나타낸 0으로 이루어진 2값 화상이다.

[0056]

단계S606에 있어서, 엣지검출부(402)는, 약 엣지 화상 E_{low} 와 강 엣지 화상 E_{high} 에 근거하여 엣지 추적 처리를 행하고, 엣지 화상 I_E 를 출력한다. 엣지 추적 처리에서는, 약 엣지 화상 $E_{low}(x, y)=1$ 을 충족하는 화소(x, y)의 연결 성분이, 강 엣지 화상 $E_{high}(x, y)=1$ 을 충족하는 화소(x, y)를 포함하는 경우, 그 연결 성분을 구성하는 모든 화소(x, y)를 엣지 화소라고 간주하고, $I_E(x, y)=1$ 로 나타낸다. 그 이외의 화소(x, y)는 비엣지 화소이며, $I_E(x, y)=0$ 으로 나타낸다. 이상의 처리에서 취득한 엣지 화상 I_E 를 캐니 엣지 검출방법의 결과로서 출력하고, 캐니 엣지 검출 처리를 종료한다.

[0057]

본 실시예에 따른 엣지 검출대상인 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계는, 조영제의 주입 상황에 따라 변동하는 엣지 특성을 갖는다. 따라서, 상기의 엣지 검출처리에 있어서, 조영제 주입 시작으로부터의 시간에 의해 상기의 노이즈 저감 처리나 1차 미분처리에 사용된 오퍼레이터를 적절하게 변경하여도 좋다. 촬영시의 프레임 레이트(frame rate)가 높은 경우에는, 처리 속도의 향상을 위해, 노이즈 저감 처리, 역치 처리 또는 엣지 추적 처리의 일부를 생략, 또는 비교적 간단한 처리로 대체되어도 된다. 엣지 검출처리의 다른 예는, 2차 미분 처리에 근거하여 제로 교차를 검출하는 방법이어도 된다.

[0058]

제2 특징량 추출부(202)가 추출하는 제2 특징량은, 계조처리에서 프레임간 또는 다른 촬영 화상에 있어서 소정의 화소값 범위내에 거두는 서브트랙션 화상의 광범위한 영역을 차지하는 배경영역의 화소값이다.

[0059]

이 제2 특징량은, 화상의 광범위한 영역을 차지한다고 하는 성질을 이용하고, 예를 들면 서브트랙션 화상의 히스토그램을 작성해서 그 피크 화소값을 구하도록 취득된다. 조영제 주입 전후에 사전처리부(105)가 출력하는 화상이 안정된 경우에는, 히스토그램 해석을 행하지 않고 서브트랙션 화상에 있어서의 배경영역의 화소값을 0으로 해도 된다. 소정의 빈도수보다도 큰 극대 빈도수를 갖는 화소값이 복수 존재하는 경우, 복수의 화소값으로부터 최대의 화소값을 제2 특징량으로서 선택하여도 된다.

[0060]

상기의 서브트랙션 화상으로부터 히스토그램을 작성할 때, 서브트랙션 화상을 소정의 사이즈로 축소하여도 된다. 또는, 소정의 화소값 범위를 하나의 화소값으로서 정리하고나서 히스토그램을 작성해도 좋다.

[0061]

계조곡선 작성부(112)는, 상기의 방법으로 얻은 제1, 제2 특징량을 사용해서 계조곡선을 작성한다. 여기에서 작성된 계조곡선은, 예를 들면 x, y가 계조변환 처리전후의 화상의 화소값일 때, 다음식에 나타낸 시그모이드(sigmoid) 함수로 나타내어진다.

수학식 7

$$y = \frac{1}{1 + \exp(-a(x-b))}$$

[0062]

[0063] 상기 식의 a , b 값은, 상기 시그모이드 함수를 계조곡선으로서 사용했을 경우의 계조변환 처리의 파라미터다. a 값은 콘트라스트 강조의 정도이고, b 값은 계조변환 처리에서 가장 강한 콘트라스트 강조가 이루어진 화소값이다. 본 실시예에서는, 이것들의 값을 제1, 제2 특징량에 의거하여 구하여서 계조곡선을 작성한다.

[0064] 제1 특징량이 나타난 화소값을 x_1 , 제2 특징량이 나타난 화소값을 x_2 로 할 때와, 제2 특징량이 나타내는 화소값의 계조변환후의 화소값을 소정의 화소값 y_2 로서 수학식 1에 대입하면, 다음과 같이 수학식 8,9에 의해 파라미터 a , b 를 구할 수 있다.

수학식 8

[0065]
$$b = x_1$$

수학식 9

[0066]
$$a = -\frac{\log(1/y_2 - 1)}{x_2 - x_1}$$

[0067] 계조변환 처리부(113)는, 수학식 8,9로 구한 파라미터 a , b 를 수학식 1에 대입해서 얻어진 시그모이드 함수(수학식 4)를 계조곡선으로서 서브트랙션 화상에 적용하고, 계조변환 처리를 실시한다. 이때, 서브트랙션 화상의 화소값을 x 라고 하면, 계조변환후의 표시용 DSA상의 화소값 y 는 이하의 식으로 구해질 수 있다.

수학식 10

[0068]
$$y = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{\log(1/y_2 - 1)}{x_2 - x_1}(x - x_1)\right)}$$

[0069] 수학식 10의 y 의 값은 0~1의 범위내이다. 따라서, y 의 값에 소정값(예를 들면, 255)을 곱하여, 그 값은 표시 계조에 해당한다. 수학식 8에 의해, 화소값 x_1 의 계조변환 처리후의 값은 0.5가 된다. 일반적으로, 제1 특징량이 나타난 화소값 x_1 은, 제2 특징량이 나타난 화소값 x_2 보다도 작다. 따라서, y_2 의 값이 0.5보다도 큰 경우, 배경영역이 밝고, 조영제 주입영역이 어두운 화상을 취득할 수 있다. 반대로, 배경영역이 어둡고, 조영제 주입영역이 밝은 화상을 취득하기 위해서, y_2 의 값을 0.5보다도 작아도 된다.

[0070] 본 실시예에서는, 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계로부터 및 상기 서브트랙션 영역의 배경영역으로부터 각각 특징량을 추출하고, 이들의 특징량에 근거하여 계조처리를 행한다. 이에 따라, 진단상 중요한 조영제 주입 영역과 배경영역과의 경계에 있어서 콘트라스트를 강조해서 분리 능력을 증가시킨다. 또한, 배경영역 화소값을 진단상 적절한 화소값 범위내에 가져오도록, DSA상에 적합한 계조처리를 자동적으로 행하는 것이 가능해진다.

[0071] 도 1 및 도 2에 나타난 각 부는 전용의 하드웨어로 구성되어도 된다. 이와는 달리, 그 하드웨어 구성의 기능은, 소프트웨어에 의해 실현되어도 된다. 이 경우, 도 1 및 도 2에 나타난 각 부의 기능은, 정보처리장치에 소프트웨어를 인스톨하고, 그 소프트웨어를 실행하여서 화상처리방법을 그 정보처리장치의 연산 기능을 이용해서 실현될 수 있다. 소프트웨어의 실행에 의해, 예를 들면 2차원 X선 센서(104)가 출력하는 동화상의 각 프레임에 대하여 사전처리를 행해서 조영제 주입전후의 마스크 상 및 라이브 상을 취득하고, 화상간 감산 처리단계에서 서브트랙션 화상이 취득된다. 그리고, 계조처리 단계는, 서브트랙션 화상으로부터 제1, 제2 특징량을 추출하고, 계조곡선을 작성하며, 계조변환 처리를 실시하도록 실행된다.

[0072] 도 7은, 정보처리장치의 하드웨어 구성, 및 그 주변기기를 나타내는 블록도다. 정보처리장치(1000)는,

촬상장치(2000)와 접속되어, 서로 데이터통신이 가능하다.

[0073] (정보처리장치)

[0074] C P U(1010)는, R A M(1020)과 R O M(1030)에 격납된 컴퓨터 프로그램과 데이터를 사용해서 정보처리장치(1000) 전체를 제어한다. 또한, C P U(1010)는, 컴퓨터 프로그램의 실행에 의해 미리 정해진 X선 화상처리에 관한 연산 처리를 실행한다.

[0075] R A M(1020)은, 광자기디스크(1060)나 하드 디스크(1050)로부터 로딩된 컴퓨터 프로그램과 데이터를 일시적으로 기억하기 위한 에어리어를 구비한다. 또한, R A M(1020)은, 촬상장치(2000)로부터 취득한 마스크 상, 라이브 상, 및 서브트랙션 화상등의 화상 데이터를 일시적으로 기억하기 위한 에어리어를 구비한다. R A M(1020)은, C P U(1010)가 각종의 처리를 실행할 때에 사용되는 워크 에어리어를 더 구비한다. R O M(1030)은, 정보처리장치(1000)의 설정 데이터와, 부트 컴퓨터 프로그램을 격납하고 있다.

[0076] 하드 디스크(1050)는, 오퍼레이팅 시스템(O S)이나, 도 1 및 도 2에 나타난 각 부의 처리를 C P U(1010)에 실행시키기 위한 컴퓨터 프로그램과 데이터를 유지하고 있다. 그 유지된 콘텐츠는, C P U(1010)에 의한 제어하에 적당하게 R A M(1020)에 로드되고, C P U(1010)에 의한 처리 대상이 된다. 또한, 하드 디스크(1050)는, 마스크 상, 라이브 상, 및 서브트랙션 화상의 데이터를 보존할 수 있다.

[0077] 광자기디스크(1060)는, 정보기억매체의 일레다. 광자기디스크(1060)는, 하드 디스크(1050)에 보존되어 있는 컴퓨터 프로그램과 데이터의 일부 혹은 전부를 격납할 수 있다.

[0078] 정보처리장치(1000)의 조작자가 마우스(1070)나 키보드(1080)를 조작하면, 마우스(1070)나 키보드(1080)는 각종의 지시를 C P U(1010)에 대하여 입력할 수 있다.

[0079] 프린터(1090)는, 화상표시부(109)에 표시된 화상을 기록 매체 상에 인쇄 출력하는 것이 가능하다.

[0080] 표시장치(1100)는, C R T나 액정화면으로 구성된다. 표시장치(1100)는, C P U(1010)에 의한 처리 결과를 화상과 문자로 표시할 수 있다. 예를 들면, 표시장치(1100)는, 도 1 및 도 2에 나타난 각부에 의해 처리되어, 최종적으로 화상표시부(109)로부터 출력된 화상을 표시할 수 있다. 이 경우, 화상표시부(109)는, 표시장치(1100)에 화상을 표시시키기 위한 표시 제어부로서 기능한다. 버스(1040)는, 정보처리장치(1000)내의 각부를 연결하여, 각부가 데이터를 교환 가능하게 한다.

[0081] (촬상장치)

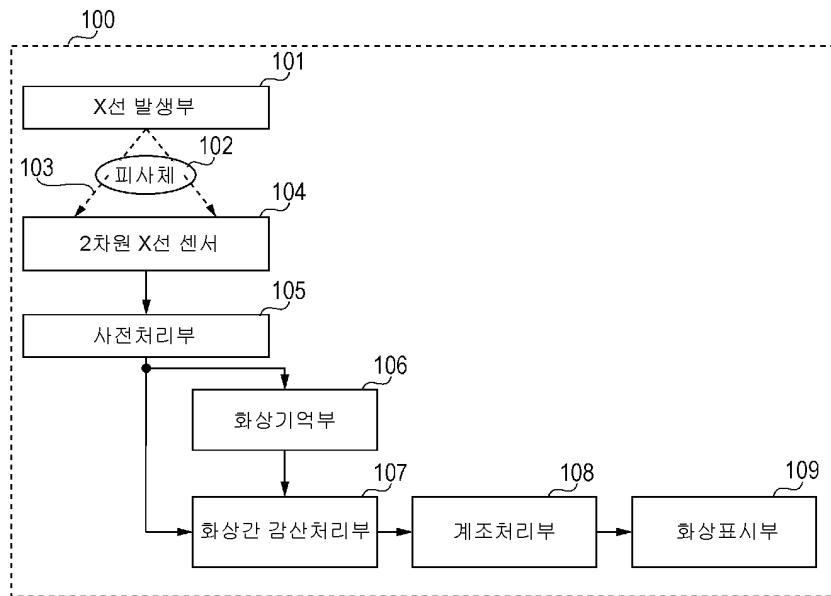
[0082] 다음에, 촬상장치(2000)에 관하여 설명한다. 촬상장치(2000)는, 예를 들면 X선 투시 장치와 같은, 조영제 주입중의 동화상을 촬상할 수 있다. 촬상장치(2000)는, 촬상된 화상 데이터를 정보처리장치(1000)에 송신한다. 복수의 화상 데이터는 일괄적으로 정보처리장치(1000)에 송신되어도 좋다. 또는, 화상 데이터는, 촬상 순으로 연속하여 송신되어도 된다.

[0083] 본 발명을 예시적 실시예들을 참조하여 기재하였지만, 본 발명은 상기 개시된 예시적 실시예들에 한정되지 않는다는 것을 알 것이다. 아래의 청구항의 범위는, 모든 변형, 동등한 구조 및 기능을 포함하도록 아주 넓게 해석해야 한다.

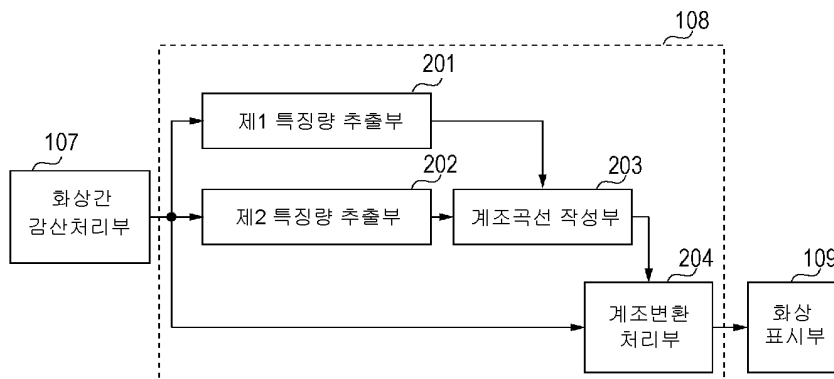
[0084] 본 출원은, 여기서 전체적으로 참고로 포함된, 2009년 12월 16일에 제출된 일본국 특허출원번호 2009-285763의 이점을 청구한다.

도면

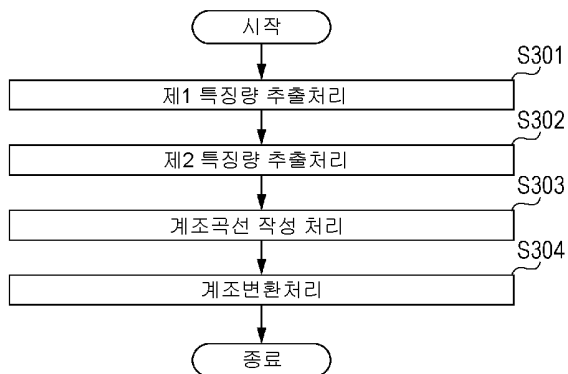
도면1



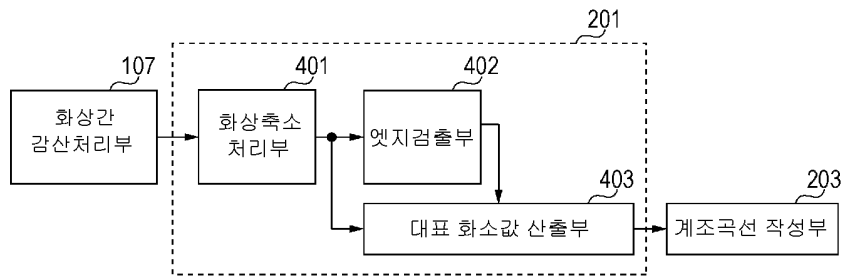
도면2



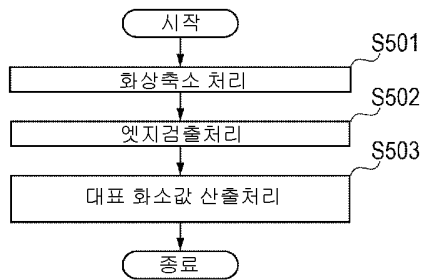
도면3



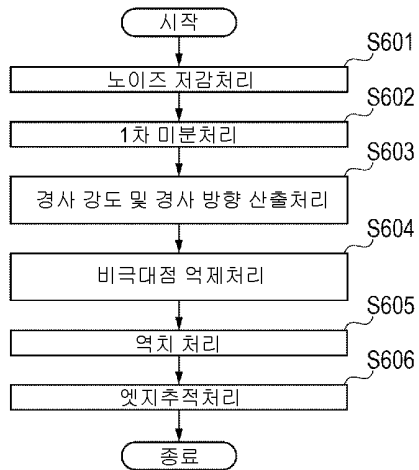
도면4



도면5



도면6



도면7

