

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4137453号
(P4137453)

(45) 発行日 平成20年8月20日(2008.8.20)

(24) 登録日 平成20年6月13日(2008.6.13)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 6/00 (2006.01)

H 0 5 G 1/64 (2006.01)

A 6 1 B 6/00 3 5 0 S

A 6 1 B 6/00 3 3 1 A

A 6 1 B 6/00 3 0 3 C

H 0 5 G 1/64 E

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-7433 (P2002-7433)
 (22) 出願日 平成14年1月16日(2002.1.16)
 (65) 公開番号 特開2003-209747 (P2003-209747A)
 (43) 公開日 平成15年7月25日(2003.7.25)
 審査請求日 平成16年11月5日(2004.11.5)

(73) 特許権者 000153498
 株式会社日立メディコ
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号
 (72) 発明者 谷口 昭仁
 東京都千代田区内神田1丁目1番14号
 株式会社日立メディコ内

審査官 長井 真一

(56) 参考文献 実開平02-124700 (JP, U)
 特開昭63-130047 (JP, A)
 特開平04-366598 (JP, A)
 実開昭64-000300 (JP, U)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 血管造影X線検査装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検者に照射するX線を発生するX線管と、

前記X線管に対向する位置に配置され前記被検体を透過したX線を検出し電気信号に変換するX線検出手段と、前記電気信号に基づいた画像を表示するモニタとを備えた血管造影X線検査装置において、

前記X線検出手段で検出した信号を積分する積分手段と、

前記積分手段の出力が所定の値になるまでの時間を計測するX線照射時間計測手段と、

前記X線のパルス幅を可変でき、前記積分手段の出力が前記所定の値になった時点でX線照射を遮断するX線制御手段と、

前記X線照射時間計測手段によるX線照射時間の計測が造影剤注入前のマスク像の画像データと造影剤注入後のコントラスト像の画像データの各撮影フレームについて行なわれ、該X線照射時間を記憶するメモリと、

前記メモリに記憶した前記各撮影フレームの前記X線照射時間に基づいて、前記マスク像と同一のX線照射時間で撮影された画像濃度を持つように、各前記コントラスト像の画像データを階調変換し、階調変換された前記コントラスト像の画像データから前記マスク像の画像データを減算する画像処理手段と、を備えたことを特徴とする血管造影X線検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は血管造影X線検査装置に関し、特にDSA(Digital Subtraction Angiography)撮影を用いてアーチファクトのない高画質の静脈及び動脈の血管画像を得るに好適な血管造影X線検査装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

循環器系疾患のX線検査及びIVR(Interventional Radiology)では、関心対象物である静脈または動脈の血管像を抽出するため、DSA撮影が多用される。

DSA撮影とは、造影剤注入前の撮影画像(マスク像)と注入後の撮影画像(コントラスト像)との減算処理(サブトラクション処理)により、造影剤が満たされた静脈または動脈血管を抽出したサブトラクション像を得る手法である。このDSA撮影は、造影剤のX線吸収率が高く、マスク像とコントラスト像とで造影剤で満たされた領域に濃度差が生じることを利用している。

10

【0003】

このDSA撮影において、撮影画像の各フレームの関心領域が所望の濃度の画像となるようにするためにX線自動露出制御を行うと、サブトラクション処理を行う際、マスク像と各コントラスト像とで造影剤注入による濃度差以外に、X線照射時間の相違による濃度差が生じ、サブトラクション像においてアーチファクトが生じ、血管の抽出が行えない場合が生じることがある。

そのため、従来のDSA撮影ではX線自動露出制御は行わないで、マスク像撮影に最適なX線照射時間により、マスク像及び各コントラスト像の撮影を行っている。

20

【0004】

なお、X線自動露出制御とは、フィルムなどのX線画像受像器に入射するX線の線量率または線量を測定し、撮影条件のうちX線照射時間の制御を行い、関心領域を所望の濃度とするものである。(コロナ社：放射線機器工学(I)、第1編の8の自動露出機構に記載)

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

このように、従来のDSA撮影ではX線自動露出制御は行わないで、マスク像とコントラスト像のX線照射時間は同一としていた。

30

しかし、X線照射時間が同一であるため、造影剤が注入された各コントラスト像では、造影剤によるX線減衰により線量不足となり、関心領域が所望の濃度とならず、コントラスト像のみで得られる診断情報が減少することがあった。

【0006】

そこで、本発明の目的は、撮影画像の各フレームの関心領域が所望の濃度である画像となるようするためにX線自動露出制御によりX線照射時間の制御を行い、マスク像と各コントラスト像とのX線照射時間相違による画像濃度差に起因したアーチファクトを除去して、血管識別に有効なサブトラクション像が得られる血管造影X線検査装置を提供することにある。

【0007】

40

【課題を解決するための手段】

上記目的は、被検者に照射するX線を発生するX線管と、

前記X線管に対向する位置に配置され前記被検体を透過したX線を検出し電気信号に変換するX線検出手段と、前記電気信号に基づいた画像を表示するモニタとを備えた血管造影X線検査装置において、前記X線検出手段で検出した信号を積分する積分手段と、前記積分手段の出力が所定の値になるまでの時間を計測するX線照射時間計測手段と、前記X線のパルス幅を可変でき、前記積分手段の出力が前記所定の値になった時点でX線照射を遮断するX線制御手段と、前記X線照射時間計測手段によるX線照射時間の計測が造影剤注入前のマスク像の画像データと造影剤注入後のコントラスト像の画像データの各撮影フレームについて行なわれ、該X線照射時間を記憶するメモリと、前記メモリに記憶した

50

前記各撮影フレームの前記X線照射時間に基づいて、前記マスク像と同一のX線照射時間で撮影された画像濃度を持つように、各前記コントラスト像の画像データを階調変換し、階調変換された前記コントラスト像の画像データから前記マスク像の画像データを減算する画像処理手段と、を備えたことを特徴とする血管造影X線検査装置によって達成される。

【0008】

上記構成によれば、前記X線制御手段に前記X線管から発生するX線のパルス幅が可変可能なパルスX線制御手段と、前記X線検出手段で検出した信号を積分する積分手段と、この積分手段の出力が所定の値になるまでの時間を計測するX線照射時間計測手段とを備えてX線自動露出制御を構成し、これにより各撮影フレームのX線照射時間の測定を行い、これを第二の記憶手段に記憶する。この第二の記憶手段に記憶した各撮影フレームのX線照射時間に対応したコントラスト像の階調変換をコントラスト像データ変換手段で行ってマスク像と各コントラスト像とのX線照射時間相違による画像濃度差を補正して照射時間相違による画像濃度差に起因したアーチファクトを抑制し、造影剤注入による濃度差のみを抽出して血管識別が可能なサブトラクション像を得ることができるものである。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、図1、図2、図3乃至図4を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

図1は本発明による血管造影X線検査装置の全体構成図で、検査目的に応じてX線を発生し、このX線を被検者2に照射するX線管装置1と、X線管装置1に対向し配置された被検者2を透過したX線を光に変換し、増幅するイメージインテンシファイア（以下、I.I.）3と、このI.I.3にて検出した光学像をビデオ信号に変換するテレビカメラ（以下、TVカメラ）4と、前記I.I.3にて検出した光をX線自動露出制御で使用する電流Idに変換する光電子増倍管5と、前記I.I.3の出力を前記TVカメラ4と前記光電子増倍管5へ分配する映像分配装置（以下、ディストリビュータ）6と、前記被検者2を載置し、前記I.I.3と被検者の関心領域が対向すべく移動可能な機構を持つ検診台（以下、カテテーブル）7と、前記X線管装置1にX線を照射するための高電圧を与えるX線高電圧装置7と、前記光電子増倍管5の出力である電流Idを用いX線照射時間の制御を行うX線自動露出制御回路8と、前記TVカメラ4の出力であるビデオ信号に対し、各種の画像処理を施して画像を形成する画像処理部9と、この画像処理部9で形成した画像等を表示するモニター10により構成される。この構成では、上記I.I.3とTVカメラ4はX線検出器として機能し、本発明はこれに限定するものではなく、TVカメラのかわりにCCDカメラを用いることも、あるいは近年普及しつつあるシンチレータと光検出器から成るフラットパネルセンサを用いることも可能である。

【0010】

なお、26は上記構成の血管造影X線検査装置に各種の操作指令を与える操作器である。本発明のX線自動露出制御を用いたDSA撮影では、マスク像及び各コントラスト像ともにX線自動露出制御回路8によりX線照射時間が制御され、所望の濃度である画像を得る。操作器26からの撮影指示は、X線自動露出制御回路8のCPU27及び後述するパルス幅制御器14を介し、X線照射指令としてX線高電圧装置7に入力される。この指示を受けてX線高電圧装置7はX線管装置1に対し高電圧を印加し、X線を発生させる。

【0011】

なお、本DSA撮影においては、管電圧、管電流、パルス幅の3つのX線条件のうち、管電圧、管電流については定数として一定値とし、これはX線照射前に設定しておき、パルス幅のみを制御するものとする。

【0012】

被検者2を透過したX線は、I.I.3によりX線強度に比例した光学像へ変換される。光学像の一部はディストリビュータ6により分配され、光電子増倍管5に入射され、電流Idに変換される。X線自動露出制御回路8では、電流Idを積分回路11で積分し、この積分値を電流/電圧変換するとともに増幅し、電圧Vdとして出力する。

上記積分値は被検者を透過したX線量の総和に比例し、画像濃度に対応するので、積分値

が任意の基準値と等しくなるようにX線照射時間を制御することにより、画像濃度を所望のものとする事が可能となる。

【0013】

そこで、本実施例では、比較器12で前記積分値が基準値13と等しくなることを検出し、この検出信号をパルス幅制御器14に伝達してX線照射の遮断を行い、画像濃度を所望のものとする。なお、基準値13は操作器26より任意に設定され、CPU27により決定される値である。

さらに、パルス幅制御器14は、マスク像及び各コントラスト像の各々についてのX線照射時間の測定を行い、画像処理部9へ入力し、これを画像処理部9のメモリ23に記憶する。

【0014】

図2に上記パルス幅制御器14でマスク像及びコントラスト像撮影時のX線照射時間を測定する原理を示す。

図2において、X線照射指令とは、パルス幅制御器14からX線高電圧装置7に対してX線照射を命令する信号であり、この信号の“High”の期間がX線照射中を示す。

【0015】

積分値とは、上記積分回路11の出力であり、これは被検者を透過したX線量の総和に比例し、画像濃度に対応したアナログ信号値である。X線照射指令の立ち上がりの信号により、X線照射は開始され、積分値は時間の経過とともに増加していく。そして、この積分値は比較回路12で基準値13の値と比較され、これらが一致した時点で、X線照射指令はネゲートされ、X線照射は遮断される。パルス幅制御器14では、このX線照射指令がアサートされた時間の計測を行い、その結果を各撮影フレームのX線照射時間として画像処理部9へ伝送し、該X線照射時間をメモリ23に記憶する。

【0016】

画像処理部9では、前記メモリ23に記憶したX線照射時間を用いて、マスク像と各コントラスト像とのX線照射時間の相違による画像濃度差を補正して該画像濃度差に起因して発生するアーチファクトを低減し、造影剤注入による濃度差のみを抽出し、血管識別が可能なサブトラクション像を得るようにする。次に、この動作について説明する。

【0017】

最初に画像処理部9では、ディストリビュータ6により分配され、TVカメラ4によりビデオ信号に変換された光学像を、アナログ/デジタル変換器ADC16によりデジタル信号に変換し、このデジタルデータを対数変換テーブル17により対数変換する。なお、この対数変換は、サブトラクション像における血管像を、血管周辺の被検者の体厚や減弱係数に依存しない差分像として抽出するために行うものである。

【0018】

対数変換されたデータは、サブトラクション処理回路18でサブトラクション処理される。図3にサブトラクション処理回路18における処理手順を示す。この図3と図1とを用いて本発明のサブトラクション処理について説明する。

【0019】

先ず、処理手順Aでは、各撮影フレームL1～L9のデータを対数変換テーブル17により対数変換し、これらのデータを図1に示すフレームメモリFM19に格納する。

【0020】

次に、処理手順Bでは、マスク像及びコントラスト像の各画像データをルックアップテーブルを用いてコントラスト像となる2枚目以降の撮影フレームの画像データについて階調変換処理を行う。

【0021】

マスク像となる撮影フレーム1枚目の画像データ(フレームメモリFM19に格納されているデータL1)に対しては、図1に示すルックアップテーブルLUT20による階調変換は行わず、そのまま図1のフレームメモリFM21に格納する。一方、コントラスト像となる撮影フレーム2枚目以降の画像データ(フレームメモリFM19に格納されているデータL2～L9)に対しては、LUT20により階調変換を行い、これらのデータを図1のフレームメモリFM22に

10

20

30

40

50

格納する。

【 0 0 2 2 】

ルックアップテーブルLUTとは、入力画像濃度に対し階調変換を行ない、出力画像濃度を決定するテーブルであり、例えば図4(a)のようなものがある。図4(a)は、入力画像濃度をX、出力画像濃度をYとすれば、以下の(1)式に従い出力画像濃度が決定されるルックアップテーブルであり、入力画像濃度と出力画像濃度は常に等しくなるように階調変換を行うものである。

$$Y = X \cdots (1)$$

X線照射時間と画像濃度には線形の関係があり、例えばX線照射時間が2倍になれば、画像濃度は2倍となる。

【 0 0 2 3 】

マスク像のX線照射時間を T_m 、各コントラスト像のX線照射時間を T_{LX} とした場合、図4(b)及び(2)式に表されるルックアップテーブルで各コントラスト像を階調変換することにより、各コントラスト像はマスク像と同一のX線照射時間で撮影された画像濃度を持つものとなる。

$$Y = a X \cdots (2)$$

ただし、 $a = T_m / T_{LX}$ ($LX = 1, 2, 3, \cdots$)

【 0 0 2 4 】

そして、処理手順Cでは、処理手順Bで階調変換されフレームメモリ22に格納した各コントラスト画像データからフレームメモリFM21に格納してあるマスク画像データを演算器24で減算する。これによって、照射時間の相違による画像濃度差を抑制し、血管像のみを抽出したサブトラクション像を得る。

【 0 0 2 5 】

なお、マスク像のX線照射時間 T_m 、各コントラスト像のX線照射時間 T_{LX} はX線自動露出制御回路8において計測され、メモリ23に格納されたものである。このようにして求めたサブトラクション画像は、デジタル/アナログ変換器DAC25によりビデオ信号に変換され、モニター10に表示される。

【 0 0 2 6 】

【発明の効果】

以上、本発明によれば、DSA撮影に自動露出制御を用いても、マスク像とコントラスト像撮影のX線照射時間相違による画像濃度差に起因して生じるアーチファクトが低減され、血管識別に有効なサブトラクション画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による血管造影X線検査装置の全体構成図。

【図2】本発明のマスク像及びコントラスト像撮影時のX線照射時間測定の原理説明図。

【図3】本発明のサブトラクションの処理手順の説明図。

【図4】本発明のサブトラクション処理に用いるルックアップテーブルの説明図。

【符号の説明】

1 X線管装置、2 被検者、3 イメージインテンシファイア(I.I.)、4 TVカメラ、5 光電子増倍管、6 ディストリビュータ、7 検診台(カテテーブル)、8 X線自動露出制御回路、9 画像処理部、10 モニター、11 積分回路、12 比較検出器、13 基準値、14 パルス幅制御器、15 CPU、16 アナログ/デジタル変換器ADC、17 対数変換テーブル、18 サブトラクション処理回路、19 フレームメモリFM、20 ルックアップテーブルLUT、21, 22 フレームメモリFM、23 メモリ、24 演算器、25 デジタル/アナログ変換器DAC、26 操作器、27 CPU、T1, T2, T3 X線照射時間、L1 マスク像データ、L2~L9 コントラスト像データ、S1~S8 サブトラクション像データ

10

20

30

40

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 6/00

H05G 1/64