

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-176365

(P2017-176365A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-66537(P2016-66537)  
 (22) 出願日 平成28年3月29日(2016.3.29)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 110001210  
 特許業務法人YK I 国際特許事務所  
 (72) 発明者 宇野 隆也  
 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立  
 アロカメディカル株式会社内  
 Fターム(参考) 4C601 EE11 KK02 KK39 KK42 KK46  
 KK48

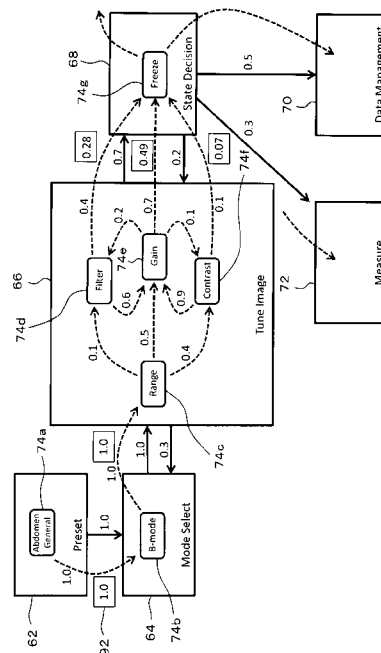
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波診断装置においてユーザー操作を支援する。

【解決手段】現操作項目の次に操作可能な複数の操作項目(次操作候補)について複数の遷移確率が判定される。その中の最大遷移確率に対応する次操作候補として推奨候補が選定される。遷移確率の判定に際しては、次操作候補への遷移が操作類型内遷移である場合には項目間遷移テーブルに従って遷移確率が判定される。一方、現操作項目から次操作候補への遷移が操作類型間遷移である場合には項目間遷移確率テーブル及び類型間遷移確率テーブルに従って遷移確率が判定される。

【選択図】図6



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

超音波診断のための複数の操作項目について複数の項目間遷移確率が登録された項目間遷移確率テーブルと、前記複数の操作項目の上位概念に相当する複数の操作類型について複数の類型間遷移確率が登録された類型間遷移確率テーブルと、を格納した記憶手段と、

前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて、現操作項目の次に操作され得る複数の操作項目としての複数の次操作候補の中から、ユーザーに対して操作を推奨する推奨候補を選定する演算手段と、

を含み、

前記演算手段は、

前記次操作候補ごとに遷移確率を演算する手段であって、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型内遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定し、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定する遷移確率判定手段と、

前記複数の次操作候補に対応する複数の遷移確率に基づいて前記推奨候補を選定する推奨候補選定手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 記載の装置において、

前記遷移確率判定手段は、前記操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルによって定まる遷移確率と前記類型間遷移確率テーブルによって定まる遷移確率とを乗算することにより前記次操作候補に対応する遷移確率を求める、

ことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 記載の装置において、

前記類型間遷移確率テーブルは、前記複数の操作類型の上位概念に相当する複数の診断目的に対して共用されるテーブルであり、

前記記憶手段は、前記複数の診断目的に対応する複数の項目間遷移確率テーブルを格納し、

前記遷移確率判定手段は、前記複数の項目間遷移確率テーブルの中で、前記複数の診断目的の中から選択された特定の診断目的に対応する特定の項目間遷移確率テーブルを参照する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 4】**

請求項 1 記載の装置において、

前記推奨候補に対応する操作資源を強調表示する表示制御手段を含む、

ことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 記載の装置において、

前記記憶手段は、更に、操作項目ごとの選択回数を実績データとして格納し、

前記実績データに基づいて前記項目間遷移確率テーブルの内容を更新する更新手段が設けられた、

ことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 6】**

請求項 5 記載の装置において、

前記更新手段は並列競合関係にある複数の遷移確率の並び換えにより前記項目間遷移確率テーブルの内容を更新する、

ことを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 7】**

超音波診断のための複数の操作項目について複数の項目間遷移確率が登録された項目間遷移確率テーブルと、前記複数の操作項目の上位概念に相当する複数の操作類型について複数の類型間遷移確率が登録された類型間遷移確率テーブルと、に基づいて、現操作項目の次に操作され得る複数の操作項目としての複数の次操作候補の中から推奨候補を選定する選定工程と、

前記推奨候補に対応する操作資源を他の操作資源から識別するための制御を実行する工程と、

を含み、

前記選定工程は、

前記次操作候補ごとに遷移確率を演算する工程であって、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型内遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定し、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定する工程と、

前記複数の次操作候補に対応する複数の遷移確率に基づいて前記推奨候補を選定する工程と、

を含むことを特徴とする、超音波診断装置における操作支援方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は超音波診断装置に関し、特にユーザーの操作を支援するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波検査においては、ユーザー（医師、検査技師等）によって、超音波診断装置に備わっている複数の操作資源が順次操作される。各操作資源は、ユーザーによって操作することが可能な物理的な操作資源であり、例えば、操作パネル内のスイッチ、ボタン、スライダ、ポインティングデバイス、キーボード等であり、また、メインディスプレイやサブディスプレイに表示されるアイコン、カーソル等である。なお、単一の操作資源が複数の状態を切り換えるスイッチとして機能する場合や、状況に応じて機能が変化するボタン等もある。

【0003】

ユーザーは、プローブを片手で保持しながら、もう一方の手で操作パネル等を操作する必要がある。ルーチン化されていない超音波検査を行う場合や、熟練していない者が超音波診断総装置を取り扱う場合、操作上の戸惑いや誤操作等を含め、ユーザー負担が大きくなる。熟練者においても、通常行っていない超音波検査を行う場合や緊急時対応の場合には操作時に戸惑いや混乱が生じることもある。そのような問題が生じない場合であっても、ユーザーにおいて画像観察やプローブ操作に専念させるためにも、操作上の負担を軽減することが求められる。このような背景から、超音波診断装置の分野において、操作支援技術つまり操作ナビゲーション技術の実現が望まれている。

【0004】

特許文献1には、未設定の必須入力ボタンを識別表示する超音波診断装置が開示されている。特許文献2には、操作手順を表す情報を画面上に表示する医療装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2004-129882号公報

【特許文献2】特開2007-330374号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

超音波診断装置において、実行済みの現在の操作を起点とし、次に行われる可能性がある複数の操作について、それぞれ遷移確率を求めておき、その中で最大の遷移確率に対応する操作を推奨操作としてユーザーに提示することが考えられる。そのような操作支援を行う場合、超音波診断装置の特有の事情に適合した遷移確率データベースを構築することが要望される。

## 【0007】

本発明の目的は、超音波診断装置の操作を支援することにある。あるいは、超音波診断装置における操作に適合した遷移確率データベースを構築することにある。あるいは、細かい具体的な操作の流れ及び操作カテゴリレベルの大きな操作の流れの両方を考慮して推奨候補を選定できるようにすることにある。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

本発明に係る超音波診断装置は、超音波診断のための複数の操作項目について複数の項目間遷移確率が登録された項目間遷移確率テーブルと、前記複数の操作項目の上位概念に相当する複数の操作類型について複数の類型間遷移確率が登録された類型間遷移確率テーブルと、を格納した記憶手段と、前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて、現操作項目の次に操作され得る複数の操作項目としての複数の次操作候補の中から、ユーザーに対して操作を推奨する推奨候補を選定する演算手段と、を含むものである。

20

## 【0009】

前記演算手段は、前記次操作候補ごとに遷移確率を演算する手段であって、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型内遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定し、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定する遷移確率判定手段と、前記複数の次操作候補に対応する複数の遷移確率に基づいて前記推奨候補を選定する推奨候補選定手段と、を含むものである。

## 【0010】

超音波診断装置の操作を階層的に考察した場合、「目的レイヤ」、「手段レイヤ」及び「操作レイヤ」の3つのレイヤを観念し得る。「目的レイヤ」は、超音波診断装置において実現したい複数の内容（目的）に相応する上位層である。通常、超音波診断に先だって、複数の内容の中から特定の内容がユーザーにより選択される。「手段レイヤ」は、複数の操作類型に相応する中位層である。診断開始から診断終了までの間において、ユーザーによる一連の操作項目の選択は、同時に、一連の操作類型の選択でもある。「操作レイヤ」は、ユーザーにより選択され得る具体的な複数の操作項目（例えば、Bモード、ゲイン、計測アイコン）に相応する下位層である。もっとも、個々の操作項目は、操作支援上あるいはテーブル構成上の論理的な操作要素あるいは状態遷移先として観念されるものであり、個々の操作項目が物理的な操作資源と一対一の関係に立つことまでは求められない。

30

40

## 【0011】

以上のように、超音波診断装置の操作を階層的に捉え直して見ると、操作レイヤにおける操作項目間遷移とは別に手段レイヤにおける操作類型間遷移が観念される。よって、遷移確率を利用した操作ナビゲーションを実現するに際しては、操作レイヤというフェイズでの遷移確率、及び、手段レイヤというフェイズでの遷移確率、を利用するのが実態に即して合理的であると考えられる。例えば、一般に、手段レイヤにおいて一連の操作類型の流れや操作類型間ごとの遷移確率については、診断目的に依らない性質（普遍的性質）が認められ、一方、操作レイヤにおいて一連の操作項目の流れや操作項目間ごとの遷移確率については、診断目的に大きく依存する性質が認められる。よって、手段レイヤと操作レイヤとで遷移確率テーブルを別々に用意しておくのは合理的である。なお、操作レイヤ（

50

下位層)における操作項目間遷移は細かい状態遷移であり、これに対して、手段レイヤにおける操作類型遷移は大まかな状態遷移であるから、前者によって後者が必ず生じるものではなく、つまり、操作項目間遷移には、操作類型間遷移を伴わないもの(操作類型内遷移)と、操作類型間遷移を伴うものと、がある。

【0012】

以上のような理解の下、本発明においては、項目間遷移確率テーブル及び類型間遷移確率テーブルを利用して、ユーザーに操作を推奨する操作項目(つまり操作資源)の選定を行うものである。詳しくは、遷移確率判定手段が、現操作項目を起点とし、次に操作される可能性がある複数の操作項目(複数の次操作候補)について複数の遷移確率を求める。その際、現操作項目から特定の次操作候補(以下「注目次操作候補」という。)への遷移(以下「注目遷移」という。)が2つの操作類型を跨がない「操作類型内遷移」である場合には、遷移確率判定手段が、項目間遷移確率テーブルに従って注目次操作候補についての遷移確率を判定する。その遷移確率は項目間遷移確率に基づくものである。一方、現操作項目から注目候補への注目遷移が2つの操作類型を跨ぐ「操作類型間遷移」である場合には、遷移確率判定手段が、項目間遷移確率テーブル及び類型間遷移確率テーブルに従って注目候補についての遷移確率を判定する。その遷移確率は項目間遷移確率及び類型間遷移確率に基づくものである。

10

【0013】

推奨候補選定手段は、複数の次操作候補について判定された複数の遷移確率に基づいて、複数の次操作候補の中から「推奨候補」(つまりユーザーに対して操作を推奨する操作項目)を選定する。例えば、最も大きな遷移確率に対応する次操作候補が推奨候補として選定される。推奨候補に対応する操作資源(実際に操作される操作資源)を他の操作資源から識別表示する制御が実行されるのが望ましい。

20

【0014】

推奨候補選定手段において、ある閾値以上の遷移確率に対応する1又は複数の次操作候補が推奨候補として選定されてもよい。あるいは、遷移確率の大きさ順で上位n個の次操作候補が推奨候補として選定されてもよい。ここで、nは1以上の整数である。ユーザーによってnを指定できるように構成してもよく、あるいは、状況に応じて自動的にnが可変設定されてもよい。遷移確率の大きさ順で強調態様を変化させてもよい。

30

【0015】

望ましくは、前記遷移確率判定手段は、前記操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルによって定まる遷移確率と前記類型間遷移確率テーブルによって定まる遷移確率とを乗算することにより前記次操作候補に対応する遷移確率を求める。この乗算により、操作項目という観点からの遷移確率に加えて操作類型という観点からの遷移確率までを考慮することが可能となる。乗算に代えて加算等の手法を利用することも考えられる。

【0016】

望ましくは、前記類型間遷移確率テーブルは、前記複数の操作類型の上位概念に相当する複数の診断目的に対して共用されるテーブルであり、前記記憶手段は、前記複数の診断目的に対応する複数の項目間遷移確率テーブルを格納し、前記遷移確率判定手段は、前記複数の項目間遷移確率テーブルの中で、前記複数の診断目的の中から選択された特定の診断目的に対応する特定の項目間遷移確率テーブルを参照する。この構成によれば、類型間遷移確率テーブルの内容を変更すると、その影響が複数の診断目的に対して共通に及ぶことになる。一方、診断目的ごとに項目間遷移確率テーブルが用意されているので、個々の診断目的に適合した操作支援を行える。例えば、複数の項目間遷移確率テーブルを標準仕様として用意しておき、医療機関ごとの大きな手順の違いを類型間遷移確率テーブルに反映させてもよい。逆に、類型間遷移確率テーブルを標準仕様として用意しておき、医療機関ごとの細かい手順の違いを複数の項目間遷移確率テーブルに反映させてもよい。

40

【0017】

なお、操作類型間遷移を伴わない(同じ操作類型内の)操作項目間遷移と、操作類型間遷移を伴う操作項目間遷移と、の間で遷移確率を相互比較できるように各テーブルを構成

50

するのが望ましい。例えば、項目間遷移確率テーブルを作成する際に、類型間遷移確率テーブルの内容を考慮してもよい。あるいは、類型間遷移確率テーブルにおける個々の類型間遷移確率を微調整用の値としてもよい。

【0018】

望ましくは、前記推奨候補に対応する操作資源を強調表示する表示制御手段を含む。複数の操作資源が強調表示されてもよい。その場合に色相、輝度その他によって序列が表現されてもよい。

【0019】

望ましくは、前記記憶手段は、更に、操作項目ごとの選択回数を実績データとして格納し、前記実績データに基づいて前記項目間遷移確率テーブルの内容を更新する更新手段が設けられる。この構成によれば学習によって項目間遷移確率テーブルの内容を優良化できる。

10

【0020】

望ましくは、前記更新手段は並列競合関係にある複数の遷移確率の並び換えにより前記項目間遷移確率テーブルの内容を更新する。この構成によれば、実績の過大評価や過小評価の問題を回避できる。

【0021】

本発明に係る操作支援方法は、超音波診断のための複数の操作項目についての複数の項目間遷移確率が登録された項目間遷移確率テーブルと、前記複数の操作項目の上位概念に相当する複数の操作類型についての複数の類型間遷移確率が登録された類型間遷移確率テーブルと、に基づいて、現操作項目の次に操作され得る複数の操作項目としての複数の次操作候補の中から推奨候補を選定する選定工程と、前記推奨候補に対応する操作資源を他の操作資源から識別するための制御を実行する工程と、を含み、前記選定工程は、前記次操作候補ごとに遷移確率を演算する工程であって、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型内遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定し、前記現操作項目から当該次操作候補への遷移が操作類型間遷移の場合には前記項目間遷移確率テーブル及び前記類型間遷移確率テーブルに基づいて当該次操作候補についての遷移確率を判定する工程と、前記複数の次操作候補に対応する複数の遷移確率に基づいて前記推奨候補を選定する工程と、を含むことを特徴とする。この操作支援方法は、望ましくは、プログラムの機能によって実現され得る。そのプログラムは、可搬型記憶媒体又はネットワークを介して、超音波診断装置へインストールされる。超音波診断装置がタブレット端末等の情報処理装置によって構成されてもよい。

20

30

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、超音波診断装置の操作を支援できる。あるいは、細かな操作項目単位での遷移確率に加えて、大きな操作類型単位での遷移確率までを考慮して、推奨候補を選定できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態を示すブロック図である。

40

【図2】超音波診断装置の操作を階層的に分解した場合において観念される階層構造を示す図である。

【図3】遷移確率データベースの構成例を示す図である。

【図4】類型間遷移確率テーブルを構成する複数の類型間遷移確率の一例を示す図である。

【図5】項目間遷移確率テーブルを構成する複数の項目間遷移確率の一例を示す図である。

【図6】複数の乗算結果の一例を示す図である。

【図7】学習による遷移確率の更新（並び換え）を説明するための図である。

【図8】操作支援のための動作の一例を示すフローチャートである。

50

【図 9】操作支援状態にある操作パネルを示す図である。

【図 10】操作支援のための第 1 表示例を示す図である

【図 11】操作支援のための第 2 表示例を示す図である。

【図 12】操作支援のための第 3 表示例を示す図である。

【図 13】操作支援のための第 4 表示例を示す図である。

【図 14】操作支援のための第 5 表示例を示す図である。

【図 15】操作項目と操作資源との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

10

【0025】

図 1 には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されている。この超音波診断装置は、病院等の医療機関において設置され、生体に対する超音波の送受波により超音波画像を形成する装置である。本実施形態に係る超音波診断装置は、操作支援機能あるいは操作ナビゲーション機能を備えている。超音波診断装置がフロントエンドユニットとバックエンドユニットとによって構成されてもよい。その場合、バックエンドユニットがタブレット型情報処理端末によって構成されてもよい。超音波診断装置がカート式の装置本体を備えていてもよい。

【0026】

図 1 において、プローブ 10 は超音波を送受波する送受波器である。プローブ 10 には複数の振動素子からなるアレイ振動子が設けられており、そのアレイ振動子によって超音波ビームが形成される。超音波ビームは電子的に走査される。電子走査方式として電子リニア走査方式、電子セクタ走査方式、等が知られている。プローブ 10 内に 2D アレイ振動子が設けられてもよい。

20

【0027】

送受信回路 12 は、受信ビームフォーマー及び送信ビームフォーマーとして機能する電子回路である。受信時において、送受信回路 12 は、アレイ振動子に対して複数の送信信号を並列的に供給する。これによって送信ビームが構成される。受信時において、生体内からの反射波がアレイ振動子で受波されると、アレイ振動子から送受信回路 12 へ複数の受信信号が並列的に出力される。送受信回路 12 は、複数の受信信号に対して整相加算処理（受信ビーム形成処理）を施し、これによって受信ビームに相当するビームデータを出力する。

30

【0028】

なお、超音波ビームの 1 回の電子走査によって 1 つのビーム走査面が構成される。1 つのビーム走査面ごとに 1 つの受信フレームデータが構成される。1 つの受信フレームデータは電子走査方向に並ぶ複数のビームデータによって構成され、各ビームデータは深さ方向に並ぶ複数のエコーデータにより構成される。

【0029】

ビームデータ処理回路 14 は、入力される個々のビームデータに対して、検波処理、対数圧縮処理、相関処理等の各種の信号処理を適用する電子回路である。ビームデータ処理回路 14 から出力された各ビームデータが画像形成回路としての DSC（デジタルスキャンコンバータ）16 へ出力される。DSC 16 は、受信フレームデータに基づいて表示フレームデータを形成する。具体的には、DSC 16 は、座標変換機能、補間機能、レート変換機能等を有する電子回路である。生成される画像は、例えば、二次元断層画像としての B モード画像である。他の超音波画像として、カラーフローマッピング画像、M モード画像、ドプラ画像、等が知られている。表示処理回路 18 は、画像合成機能、カラー処理機能等を有する電子回路である。主表示器 20 には静止画像又は動画像としての超音波画像が表示される。

40

【0030】

コントローラ 22 は、本実施形態において、CPU 及び動作プログラムによって構成さ

50

れる。コントローラ 2 2 は、図 1 に示されている個々の構成の動作を制御する機能を有し、当該機能が図 1 において主制御部 4 6 として示されている。また、コントローラ 2 2 は操作支援あるいは操作ナビゲーションのための複数の機能を有する。それらが、図 1 において、DB 管理部 5 0、候補演算部 5 2、発光制御部 4 8 及び表示制御部 5 3 として示されている。それらの具体的な機能については後に詳述する。

#### 【0031】

コントローラ 2 2 には操作パネル 2 4 が接続されている。操作パネル 2 4 は、複数のスイッチ 3 8, 4 0, 4 2、複数のつまみ 3 4, 3 6、トラックボール 4 4 等を有する。それら以外にも操作パネル 2 4 には多様な操作資源が設けられているが、図 1 においてはそれらが図示省略されている。図示の構成例では、個々のスイッチ 3 8, 4 0, 4 2 はそれぞれ発光器としての LED 3 8 a, 4 0 a, 4 2 a を備えている。個々のつまみ 3 4, 3 6 は発光器としての LED 3 4 a, 3 6 a を備えている。トラックボール 4 4 は発光器としての LED 4 4 a を備えている。いずれかの発光器の点灯により、次に操作を推奨する操作資源がユーザーに対して提示される。操作パネル 2 4 の発光制御を行うモジュールが発光制御部 4 8 である。

10

#### 【0032】

記憶部 2 6 は、メモリ等により構成され、記憶部 2 6 に遷移確率 DB (データベース) が構築されている。遷移確率 DB は、操作項目 (具体的には操作項目間) 単位での遷移確率、及び、操作類型 (具体的には操作類型間) 単位での遷移確率、を管理するための DB である。より詳しくは、遷移確率 DB は、中位層としての手段レイヤに対応する類型間遷移確率テーブルと、下位層としての操作レイヤに対応する複数の項目間遷移確率テーブルと、を有している。類型間遷移確率テーブルは、複数の類型間遷移について登録された複数の遷移確率からなるものである。各項目間遷移確率テーブルは、複数の項目間遷移について登録された複数の遷移確率からなるものである。

20

#### 【0033】

記憶部 2 6 には、遷移確率 DB の一部としてあるいはそれとは別に、実績データ 5 4 が格納される。実績データ 5 4 は、操作項目ごとの選択回数 (実績) を表すデータである。DB 管理部 5 0 は、遷移確率 DB の内容、具体的には個々のテーブルの内容を管理するものである。また、本実施形態では、DB 管理部 5 0 が実績データの集計及び保存を行っており、また各テーブルの更新を行っている。

30

#### 【0034】

候補演算部 5 2 は、操作項目の選択 (具体的には操作資源の操作) の都度、次に操作を推奨する操作項目を選定する機能を有する。候補演算部 5 2 は、後に説明するように、現操作項目から次操作項目 (次操作候補) への遷移が「操作類型内遷移」である場合には項目間遷移確率テーブルを参照して当該次操作項目についての遷移確率を判定する。一方、現操作項目から次操作項目 (次操作候補) への遷移が「操作類型間遷移」である場合には項目間遷移確率テーブルに加えて類型間遷移確率テーブルを参照して当該次操作項目についての遷移確率を判定する。ここで、操作類型内遷移は 2 つの操作類型に跨る遷移を伴わない操作項目間遷移である。操作類型間遷移は 2 つの操作類型に跨る遷移を伴う操作項目間遷移である。それらについては後に詳述する。いずれにしても、候補演算部 5 2 は、複数の次操作候補について複数の遷移確率を求め、複数の遷移確率に基づいて、次に操作を推奨する操作項目を推奨候補として選定する。発光制御部 4 8 及び表示制御部 5 3 は、推奨候補に対応する操作資源が強調表示されるように表示制御を実行する。

40

#### 【0035】

タッチスクリーンパネル 2 8 は入力器 3 0 及びサブ表示器 3 2 とからなるものである。サブ表示器 3 2 には操作画面等が表示される。操作画面は例えば複数のアイコンを有し、個々のアイコンはソフトウェアボタンに相当し、それも操作資源の一態様である。表示制御部 5 3 は、推奨候補に対応する操作資源がアイコンであればそれが強調表現されるように表示内容を制御する。なお、基本的に、次に操作を推奨する 1 つの操作資源が強調表現されるが、次に操作を推奨する複数の操作資源が強調表現されてもよい。次に操作を推奨

50

する操作資源が操作パネル 2 4 内にある場合には発光制御部 4 8 によって当該操作資源が強調表示される。

【 0 0 3 6 】

次に図 2 に基づいて、超音波診断装置の操作について階層的な考察を行った結果として観念し得る階層構造について説明する。

【 0 0 3 7 】

図 2 に示す例においては、3つのレイヤが表されている。具体的には、上位レイヤとしての「目的レイヤ」、中位レイヤとしての「手段レイヤ」及び下位レイヤとしての「操作レイヤ」である。「目的レイヤ」には、択一的に選択される複数の診断部位 5 6 , 5 8 , 6 0 が属している。診断部位は診断目的をなすものである。診断部位の具体例として、腹部、心臓等があげられる。診断目的を診断科目として理解することも可能であるし、診断目的を具体的な診断方法まで特定する概念として理解することも可能である。

10

【 0 0 3 8 】

「手段レイヤ」には、順番に選択可能な複数の操作類型 6 2 , 6 4 , 6 6 , 6 8 , 7 0 , 7 2 が属している。操作類型の具体例として、プリセット選択、動作モード選択、画像調整、状態決定、データマネジメント、計測、といったものがあげられる。操作類型は操作カテゴリとも言い得る。ここで、プリセットとは、超音波診断装置の動作条件を規定するために超音波診断装置へデフォルトとして与えるパラメータ数値集合である。超音波診断装置内には通常、多数のプリセットが格納されており、その中から特定のプリセットが選択される。動作モードの例としては、Bモード、Mモード、カラーフローマッピングモード、ドプラモード等があげられる。画像調整に属する項目としては、ゲイン、フィルタ、コントラスト等があげられる。状態決定に属する項目としてはフリーズ実行、フリーズ解除等があげられる。一般には、計測に先立って動画像を静止画像に切り替える必要からフリーズ操作が実行される。フリーズ状態では超音波送受信も停止される。データマネジメントに属する項目としてはプリント、ストア等があげられる。計測に属する項目としては、距離計測、速度計測等があげられる。以上説明した個々の操作類型及び個々の操作項目はいずれも例示である。

20

【 0 0 3 9 】

「操作レイヤ」には、順番に選択可能な複数の操作項目 7 4 が属している。操作レイヤに属する個々の操作項目は、同時に、いずれかの操作類型 6 2 , 6 4 , 6 6 , 6 8 , 7 0 , 7 2 にも属している。この二元的関係から、操作項目間遷移には、操作類型間遷移を伴わない操作項目間遷移と、操作類型間遷移を伴う操作項目間遷移と、がある。

30

【 0 0 4 0 】

図 3 には、以上説明した3つのレイヤ 5 6 A , 5 8 A , 6 0 A と、図 1 に示したデータベースと、の関係が示されている。目的レイヤ 5 6 A を構成する要素は、例えば、腹部、心臓、産科等である。それらの診断目的に共通するテーブルとして、また手段レイヤ 5 8 A に対応するテーブルとして、1つの類型間遷移確率テーブル a 1 が利用される。類型間遷移確率テーブル a 1 は、診断目的によらない普遍的な関係を表現したテーブルであるとも言える。類型間遷移確率テーブル a 1 は個々の操作類型間ごとに登録された遷移確率により構成されるものである。

40

【 0 0 4 1 】

一方、複数の診断目的に対応する複数のテーブルとして、また、操作レイヤ 6 0 A に対応する複数のテーブルとして、複数の項目間遷移確率テーブル b 1 , b 2 , b 3 が利用される。特定の診断目的が選択されると、それに対応した項目間遷移確率テーブルが自動的に選択される。後述するように、注目する操作項目（注目操作項目）への遷移（注目遷移）が操作類型間遷移である場合には、類型間遷移確率テーブル a 1 に基づいて特定される遷移確率（操作類型間遷移確率）と、選択された項目間遷移確率テーブルに基づいて特定される遷移確率（操作項目間遷移確率）と、が乗算され、その乗算結果が注目操作項目についての遷移確率であると判定される。

【 0 0 4 2 】

50

符号 76 はオプションとして格納し得る幾つかの他のテーブルを示している。例えば、類型間遷移確率テーブル a1 とは別に、複数の類型間遷移確率テーブル a2, a3 を用意しておき、それらの中から実際に使用する類型間遷移確率テーブルを選択するようによい。また、複数の診断目的に対応する複数の項目間遷移確率テーブル b1, b2, b3 とは別に、複数の項目間遷移確率テーブル b4, b5, b6 を用意しておき、それらの中から実際に使用する項目間遷移確率テーブルを決定するようによい。

【0043】

図 15 には、操作項目と操作資源との関係が示されている。個々の遷移確率テーブルを構成する際には、状態遷移先として論理的な操作要素が観念され、それが操作項目である。実際に操作対象となる資源は多くの場合に倫理的な操作要素と一対一の関係に立つが、必ずしも論理的な操作要素と一対一の関係に立たないこともある。そこで、図 15 に示すようなテーブルを用意しておき、それを参照することによって、推奨候補として選定された操作項目に対応する（強調表示対象となる）操作資源を特定するのが望ましい。

10

【0044】

次に図 4 ~ 図 6 を用いて遷移確率データベースの内容及びその利用について説明する。

【0045】

図 4 には、複数の類型間遷移確率が示されている。それらは類型間遷移確率テーブルの内容をなすものであり、手段レイヤに属するものである。操作類型 62, 64, 66, 68, 70, 72 における隣接相互間に表された矢印としてのベクタが遷移（類型間遷移）を表現している。ベクタの向きが遷移方向を示している。個々のベクタの近傍に示された数値は遷移確率を示している。例えば、操作類型 64 から操作類型 66 へのベクタ 80 には、符号 84 で示されているように、遷移確率 1.0 が与えられている。1.0 は 100% を意味する。それとは逆向きの矢印で表されたベクタ 82 には、符号 86 で示されているように、遷移確率 0.3 が与えられている。0.3 は 30% を意味する。遷移確率によって重み付けされた個々のベクタをナビゲーションベクタと称することも可能である。この手段レイヤ上においては具体的な個々の操作項目は捨象されている。

20

【0046】

図 5 には、複数の項目間遷移確率が示されている。それらは項目間遷移確率テーブルの内容をなすものであり、操作レイヤに属するものである。操作項目 74a から操作項目 74b へのベクタには遷移確率 1.0 が与えられている。操作項目 74b から操作項目 74c へのベクタには遷移確率 1.0 が与えられている。それらのベクタは、2つの操作類型を跨いでおり、操作類型間遷移に相当する。

30

【0047】

操作項目 74c から操作項目 74d へのベクタには遷移確率 0.1 が与えられており、操作項目 74c から操作項目 74e へのベクタには遷移確率 0.5 が与えられており、操作項目 74c から操作項目 74f へのベクタには遷移確率 0.4 が与えられている。同様に、操作項目 74d, 74e, 74f の相互間を結ぶ各ベクタにもそれぞれ遷移確率が与えられている。それらのベクタはいずれも単一の操作類型内における遷移を表しており、操作類型内遷移に相当する。これに対して、操作項目 74d から操作項目 74g へのベクタ、操作項目 74e から操作項目 74g へのベクタ、及び、操作項目 74f から操作項目 74g へのベクタは、それぞれ類型間遷移に相当する。

40

【0048】

図 6 には、類型間遷移確率テーブル及び項目間遷移確率テーブルに基づいて遷移ごとに判定される遷移確率が示されている。

【0049】

操作類型 62 から操作類型 64 へのベクタ（操作類型間遷移）については、遷移確率 1.0 が与えられており、一方、操作類型 62 内の操作項目 74a から操作類型 64 内の操作項目 74b へのベクタ（操作項目間遷移）については遷移確率 1.0 が与えられている。操作類型間遷移を伴う操作項目間遷移については、操作類型間遷移確率と操作項目間遷移確率とが乗算され、その乗算結果が当該操作項目間遷移についての遷移確率となる。図

50

示の例では、1.0と1.0とが乗算され、符号92で示すように、乗算結果である1.0が当該操作項目間遷移（あるいは遷移先）についての遷移確率として取り扱われる。図1において四角で囲まれた各数値が乗算結果としての遷移確率を示している。

**【0050】**

操作類型64から操作類型66へのベクタ（操作類型間遷移）については遷移確率1.0が与えられており、一方、操作類型64内の操作項目74bから操作類型66内の操作項目74cへのベクタ（操作項目間遷移）については遷移確率1.0が与えられている。それらの乗算結果として遷移確率1.0が求められている。

**【0051】**

操作項目74c、74d、74e、74fの相互間における複数のベクタはいずれも操作類型内遷移に相当しており、それらについては、上記乗算は行われず。それらについては、推奨候補の選定に際して、項目間遷移確率テーブルから求められた遷移確率がそのまま参照されることになる。例えば、現在、操作項目74cが操作された場合、そこからの遷移先つまり次操作候補としては、同じ操作類型66内の操作項目74d、74e、74fがあげられる。それらについての遷移確率として0.1、0.5、0.4が判定される。その3つの遷移確率の中において最大の遷移確率0.5に対応する操作項目74eが推奨候補として選定される。これにより操作項目74eに対応する操作資源が強調表示される。なお、遷移先としての複数の操作項目74d、74e、74fについての相互関係を並列競合関係と表現することが可能である。

**【0052】**

一方、現操作項目が操作項目74eである場合、そこからの遷移先つまり次操作候補として、同じ操作類型66内の操作項目74d、別の操作類型68内の操作項目74g、及び、同じ操作類型66内の操作項目74f、があげられる。それらについての項目間遷移確率はそれぞれ0.2、0.7、0.1である。但し、2番目の操作項目74gへの遷移は操作類型間遷移となるので、操作項目間遷移確率0.7に対して操作類型間遷移確率0.7が乗算され、当該操作項目74gについての遷移確率として乗算結果0.49が判定される。その結果、次操作候補としての操作項目74d、操作項目74g、操作項目74fについての遷移確率はそれぞれ0.2、0.49、0.1となり、その中で最も大きな遷移確率0.49に対応する操作項目74gが推奨候補として選定される。つまり、画像調整の過程において、現在、ゲインを操作している場合、次にフリーズ操作が行われる可能性が最も高く、このためフリーズボタンが強調表示されることになる。

**【0053】**

なお、個々の操作項目を既に経由したか否かを管理し、経由の有無によって遷移確率を動的に変化させてもよい。例えば、経由した操作項目へ向かうベクタについては、それに付された遷移確率を小さくするようにしてもよい。

**【0054】**

以上のように、操作類型間遷移を伴う操作項目間遷移については、項目間遷移確率に加えて、類型間遷移確率まで考慮される。よって、操作類型間遷移を伴う操作項目間遷移については、将来乗算されることになる操作類型間遷移確率までを考慮して、操作項目間遷移確率を決定しておくのが望ましい。

**【0055】**

上記構成においては、類型間遷移確率テーブルと項目間遷移確率テーブルとが独立して構成されているので、例えば、複数の診断目的において共通の重み付け等を行いたい場合には、類型間遷移確率テーブルの内容だけを変更すればよい。診断目的が増加した場合、項目間遷移テーブルを追加するだけでよい。本実施形態においては、遷移確率データベースが、診断目的、手段、操作という3つの階層に対応した多元構造を有しているので、その内容の修正が容易となり、また、その内容の拡張も容易である。例えば、医療機関固有の大きな手順が反映させた操作ナビゲーションを実現するには、複数の診断目的において共用される類型間遷移確率テーブルの内容を書き換えればよい。あるいは、大きな操作手順としては標準仕様に準拠しつつも、医療機関固有の具体的な細かい手順が反映された操

10

20

30

40

50

作ナビゲーションを実現するのは、項目間遷移確率テーブルの内容を書き換えればよい。

【0056】

図7には、項目間遷移確率テーブルの更新方法が例示されている。図示のように、被検者に対する1回の検査単位(超音波診断単位)で、個々の項目間遷移ごとに選択回数(回数)が計数値として管理される。具体的には、操作項目74cから操作項目74d, 74e, 74fへの3つのベクタについて計数値a, b, cが計数されている。検査終了の時点で、符号106, 108, 110で示されるように、それらの計数値a, b, cの総和で個々の計数値a, b, cを割ることにより、それぞれの操作項目74d, 74e, 74fについての評価値Ea, Eb, Ecが求められる。図示の例において、計数値aが51、計数値bが10、計数値cが1である場合、評価値Ea, Eb, Ecはそれぞれ0.82, 0.16, 0.02となる。

10

【0057】

本実施形態では、操作項目74d, 74e, 74fに与えられた3つの遷移確率0.1, 0.5, 0.4(ブロック112中の(1)を参照)をクリアして再計算を行うのではなく、操作項目74d, 74e, 74fについて求められた評価値Ea, Eb, Ec(ブロック112中の(2)を参照)を大きさ順に並び換えた上で(ブロック112中の(3)を参照)、その並び換えに従って元の3つの遷移確率0.1, 0.5, 0.4を並び替える(対応関係だけを変える)ようにしている(ブロック112中の(4)を参照)。つまり、操作項目74d, 74e, 74fには、それぞれ0.5, 0.4, 0.1が新たに付与されている(符号114, 116, 118参照)。

20

【0058】

このように学習によって項目間遷移確率テーブルの内容を優良化すれば、より適切な操作支援を実現できる。本実施形態では、並べ替え方式を採用したので、学習結果の過大評価や過小評価という問題が生じ難い。上記実施形態では、項目間遷移確率テーブルについて更新を行うようにしたが、更に類型間遷移確率テーブルの内容を更新する仕組みを設けるようにしてもよい。

【0059】

図8には操作支援動作の一例がフローチャートとして示されている。S10においては、診断目的が既に選択されていることを前提として、類型間遷移確率テーブル及び項目間遷移確率テーブルを参照し、次に操作可能な複数の操作項目(複数の次操作候補)が特定され、それらについて複数の遷移確率が判定される。その場合、操作類型間遷移を伴わない項目間遷移については、項目間遷移確率をそのまま採用する。一方、操作類型間遷移を伴う項目間遷移については、項目間遷移確率と類型間遷移確率とを乗算し、その乗算結果を遷移確率として採用する。なお、S10において遷移先が1つとなる場合、1つの遷移確率が判定される。

30

【0060】

S12においては、S10で判定された複数の遷移確率の中で最高の遷移確率を特定し、その遷移確率に対応する次操作候補を推奨候補として選定する。そして、推奨候補に対応する操作資源を強調表示する。S14ではユーザー操作が行われる。

【0061】

S16ではユーザー操作された操作資源に対応する操作項目を特定し、S18においては当該操作項目についての実績データを更新する。具体的には選択回数を1つカウントアップさせる。S20において最終操作でないと判定された場合にはS10からの各工程が繰り返し実行され、そうでない場合にはS22において遷移確率DBの中で項目間遷移確率テーブルの内容が更新される。

40

【0062】

図9には強調表示状態にある操作パネル24が示されている。操作パネル24はボタン群120、スライドバー列122、トラックボール128、つまみ群124、フリーズイッチ126、等を有している。個々の操作資源には発光器が付加されている。例えば、推奨操作資源がボタン130である場合、そこに内蔵された発光器130aを点灯させる

50

ことにより、それが推奨対象であることがユーザーに報知される。強調表現又は識別表示の態様として、輝度変化、点滅、色相変化等が考えられる。

【0063】

図10には強調表現の第1例が示されている。サブディスプレイ132には複数のアイコン134が表示されており、その内で推奨対象としてのアイコン136については強調表示がなされている。図11には強調表現の第2例が示されている。複数のアイコン134の中で、推奨対象として複数のアイコン136, 138が強調表現されている。但し、最も高い遷移確率に対応するアイコン136は他のアイコン138とは異なる色相で表現されている。図12には強調表現の第3例が示されている。複数のアイコン134に対しては並び換えが行われており、遷移確率順に従って3つのアイコン140, 142, 144が先頭順位から第3順位まで並び替えられている。それらの色相等を異ならせるのが望ましい。図13には強調表現の第4例が示されている。画面146上には断層画像148と共に操作欄150が表示されている。その中で推奨対象となった特定のアイコン152が強調表現されている。図14には強調表現の第5例が示されている。そこにおいては断層画像中に表示されたカーソルマーク154が点滅しており、それが推奨対象であることが強調されている。

10

【0064】

以上のように、本実施形態によれば、超音波診断装置の操作に適合する階層構造をもった遷移確率データベースを構築できる。そのようなデータベースを利用して操作を支援できる。特に、具体的な操作の流れと同時に大きな操作の流れまでを考慮できるので、柔軟性や拡張性に富む操作支援技術を提供できる。

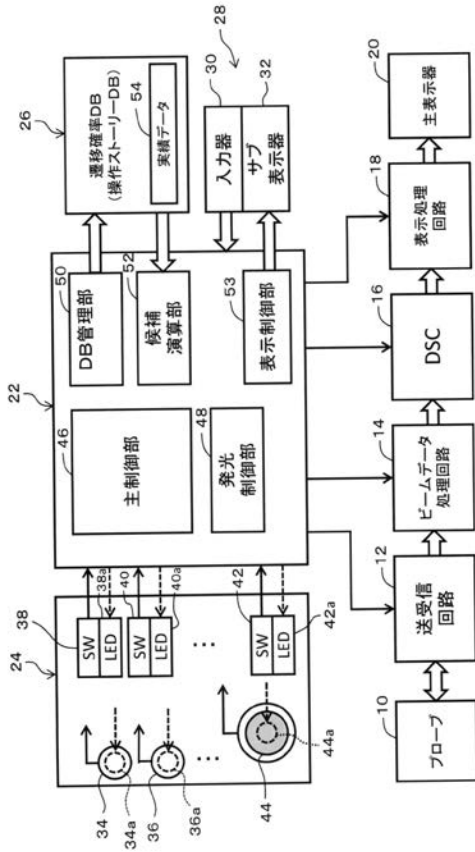
20

【符号の説明】

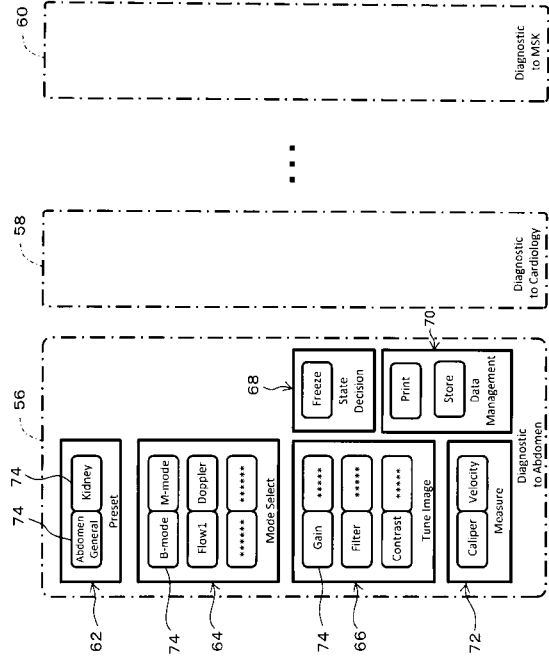
【0065】

24 操作パネル、26 記憶部、48 発光制御部、50 DB管理部、52 候補演算部、53 表示制御部。

【図 1】



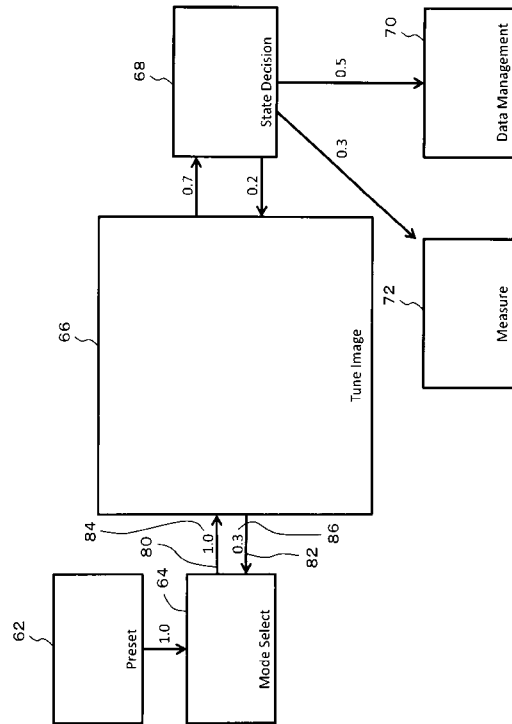
【図 2】



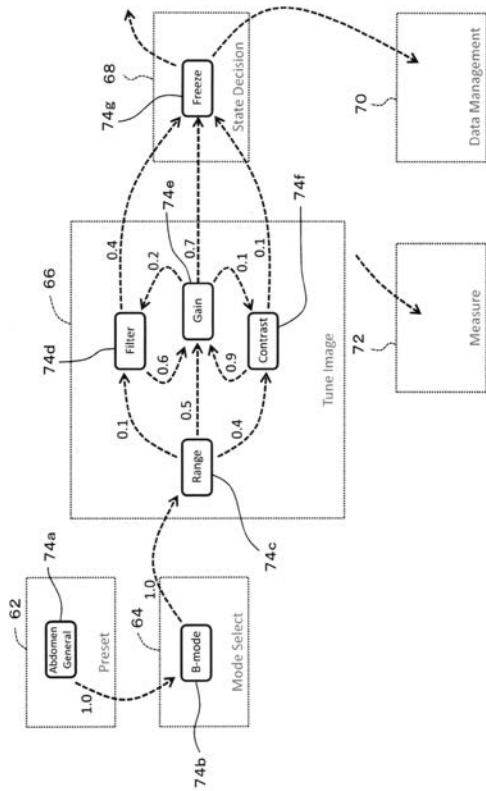
【図 3】

56A		58A		60A	
目的レイヤ (科目、部位)	手段レイヤ	操作レイヤ			
腫部	類似間遷移確率テーブル a1 (共用、普通の関係)	項目間遷移確率テーブル b1	項目間遷移確率テーブル b1		
心臓		項目間遷移確率テーブル b2	項目間遷移確率テーブル b2		
産科		項目間遷移確率テーブル b3	項目間遷移確率テーブル b3		
...	...	...	...		
...	類似間遷移確率テーブル a2	項目間遷移確率テーブル b4	項目間遷移確率テーブル b4		
...	類似間遷移確率テーブル a3	項目間遷移確率テーブル b5	項目間遷移確率テーブル b5		
...	...	項目間遷移確率テーブル b6	項目間遷移確率テーブル b6		

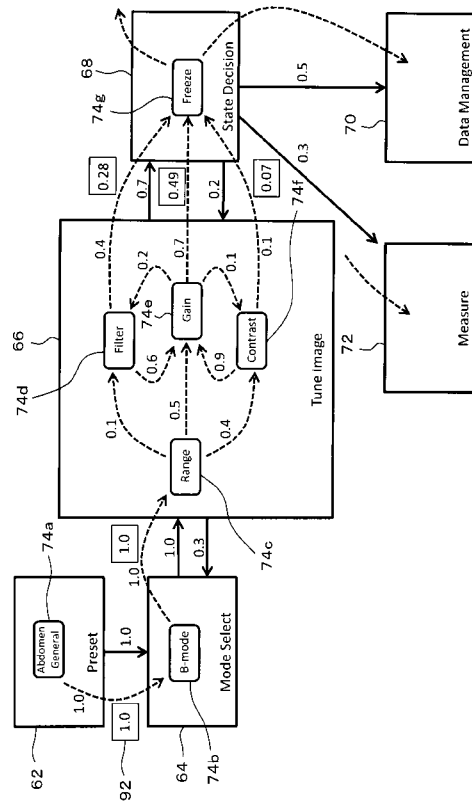
【図 4】



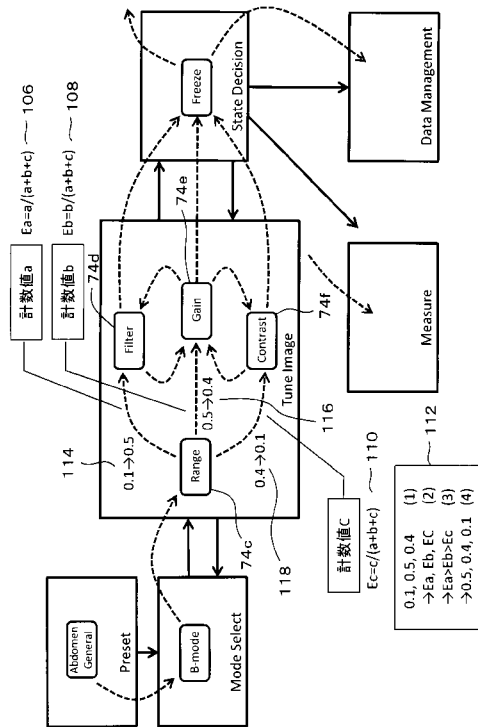
【 図 5 】



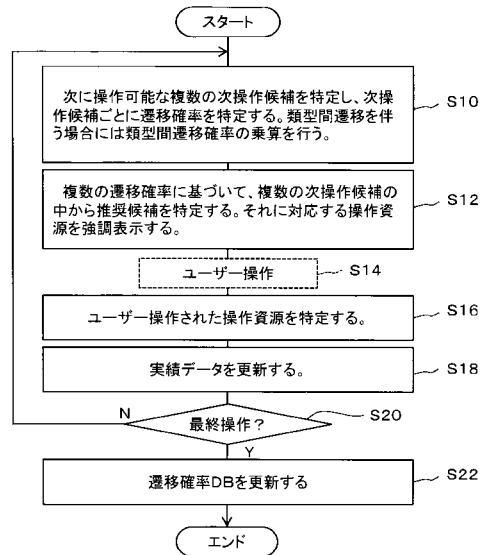
【 図 6 】



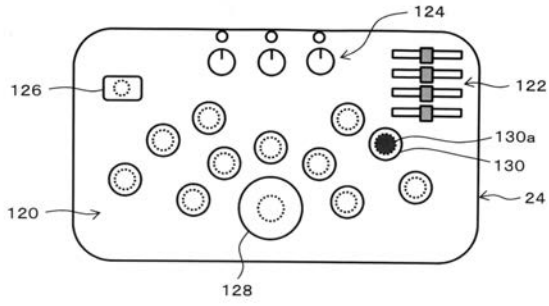
【 図 7 】



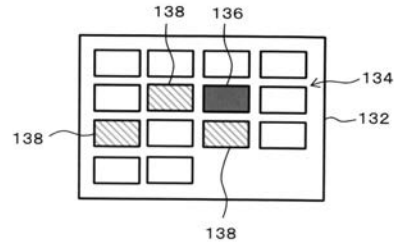
【 図 8 】



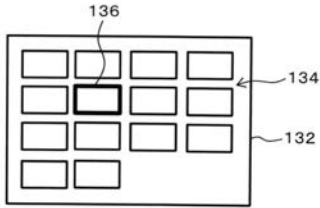
【図 9】



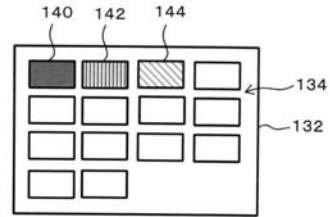
【図 1 1】



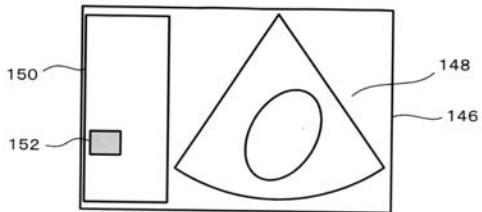
【図 1 0】



【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 5】

156 操作項目 (論理的要素、遷移先状態)	158 物理的な操作資源
...	...
Bモード(選択操作)	Bモードボタン
...	...
ゲイン(調整操作)	ゲインつまみ
...	...
a状態(選択操作)	切替スイッチ
b状態(選択操作)	
...	...
c計測(実行操作)	c計測用アイコン
...	...

【図 1 4】

