(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3839092号
(P3839092)
(45)発行日　平成18年11月1日(2006.11.1)　(24)登録日　平成18年8月11日(2006.8.11)

(51)Int.Cl.		F I		
G06T 17/40	(2006.01)	G06T	17/40	B
G06T 1/00	(2006.01)	G06T	1/00	290B
A61B 6/03	(2006.01)	A61B	6/03	360G

請求項の数 2　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平8-99674
(22)出願日　平成8年3月29日(1996.3.29)
(65)公開番号　特開平9-270029
(43)公開日　平成9年10月14日(1997.10.14)
審査請求日　平成15年3月17日(2003.3.17)

(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　後藤　良洋
東京都千代田区内神田一丁目１番１４号　株式会社　日立メディコ内
(72)発明者　中村　尚子
東京都千代田区内神田一丁目１番１４号　株式会社　日立メディコ内
(72)発明者　永尾　朋洋
東京都千代田区内神田一丁目１番１４号　株式会社　日立メディコ内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元画像表示のための視点位置の更新装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

複数の断層像のうちの所望の断層像に血管を含む関心臓器の内側に視点を設定するマウス（606）と、

前記設定された視点と投影面に挟まれる前記複数の断層像の少なくとも一部の断層像を前記視点から前記投影面へ中心投影法にて投影して三次元画像を形成する手段と、

該形成された三次元画像をＣＲＴ（604）に表示する手段と、を備えたＣＰＵ（600）と、

前記表示された三次元画像の視点の位置を更新する前記マウス（606）と、

を備えた三次元画像表示のための視点位置の更新装置において、

前記マウス（606）は、前記投影面に対して垂直方向又は水平方向に前記視点位置の移動方向を選択すると共に、前記視点位置の移動量を設定する手段を備え、

前記ＣＰＵ（600）は、該選択された移動方向へのみ前記設定された移動量だけ前記視点の位置を移動する手段を備えたことを特徴とする三次元画像表示のための視点位置の更新装置。

【請求項２】

前記ＣＰＵ（600）は、前記視点が前記選択された方向において前記視点位置が移動可能な最大移動量を計算する手段と、該計算された最大移動量と前記マウス（606）によって設定された前記視点位置の移動量（設定移動量）とを比較し、該設定移動量が最大移動量を超えた場合、その最大移動量に設定移動量を補正する手段と、

を備えたことを特徴とする請求項１に記載の三次元画像表示のための視点位置の更新装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は複数の断層像に含まれる画素点を二次元平面上に投影し、陰影づけすることにより得られる三次元画像の構成技術に関し、特に、視点位置を更新する装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

三次元画像の構成方法のひとつである、中心投影法を用いた方法を図７に示す。図７は視点、断層像および投影面が複雑な位置関係を持った場合の中心投影による座標変換を説明するための図である。視点位置eを指定して、断層像23の各画素点を投影面20に投影する。すなわち、断層像23上のS点（x0、y0、z0）の投影結果が投影平面上のP点（x、y、z）になる。

このような投影方法を用いることにより、血管内面の三次元画像を構成することが可能となる。この結果、たとえば図２(b)のような血管内部の三次元画像が構成される。血管内部に視点を設定し、視点位置を更新しつつ三次元画像を構成すれば、血管内部を移動しているような連続画像が得られる。このような処理方法は、特開平8-16813号、特願平7-231496号に詳述されている。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

視点位置を更新するときに、血管などが複雑に曲がりくねっていたり細くなっていたりするところでは、操作が煩雑なものとなっていた。

本発明は、簡単な操作で血管内部をスムーズに視点位置の更新ができる方法を提供することを目的とする。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために本発明は、複数の断層像のうちの所望の断層像に血管を含む関心臓器の内側に視点を設定するマウス（606）と、前記設定された視点と投影面に挟まれる前記複数の断層像の少なくとも一部の断層像を前記視点から前記投影面へ中心投影法にて投影して三次元画像を形成する手段と、該形成された三次元画像をＣＲＴ（604）に表示する手段と、を備えたＣＰＵ（600）と、前記表示された三次元画像の視点の位置を更新する前記マウス（606）と、を備えた三次元画像表示のための視点位置の更新装置において、前記マウス（606）は、前記投影面に対して垂直方向又は水平方向に前記視点位置の移動方向を選択すると共に、前記視点位置の移動量を設定する手段を備え、前記ＣＰＵ（600）は、該選択された移動方向へのみ前記設定された移動量だけ前記視点の位置を移動する手段を備える。

【０００５】

また、前記ＣＰＵ（600）は、前記視点が前記選択された方向において前記視点位置が移動可能な最大移動量を計算する手段と、該計算された最大移動量と前記マウス（606）によって設定された前記視点位置の移動量（設定移動量）とを比較し、該設定移動量が最大移動量を超えた場合、その最大移動量に設定移動量を補正する手段と、を備える。

【０００９】

【発明の実施の形態】

まず、中心投影法を用いた三次元画像の構成方法を説明する。

【００１０】

図７において、中心投影による投影平面20への断層像23の投影に当たっての、断層像23の画素座標から投影平面20上に投影されるxyz座標への変換は次のように行われる。

【００１１】

aはx軸と投影平面20の交わる点、bはy軸と投影平面20の交わる点、cはz軸と投影平面20の

交わる点である。また、αは原点から投影平面20に下ろした垂線をz-x面に投影した線がx軸となす角、βは前記垂線がx-z面となす角、e（x1、y1、z1）は視点位置、P（x、y、z）は投影平面（画面に相当）20への投影点、S（x0、y0、z0）は視点位置e（x1、y1、z1）と投影点P（x、y、z）を通る直線と断層像23の交わる画素点とすると、次の式が成り立つ。

【００１２】

まず、投影平面20は、

(x/a)+(y/b)+(z/c)=1…(1)

で表される。

また、視点位置e（x1、y1、z1）と投影点P（x、y、z）を通る直線22は、

(x0-x)/(x1-x)=(y0-y)/(y1-y)=(z0-z)/(z1-z)…(2)

で与えられる。

視点位置e（x1、y1、z1）から投影平面20に下ろした垂線と投影平面20との交点C1（xc1、yc1、zc1）を通る場合は、

z=[X・k1-Y・k2-yc1・k3-{ci・k3・zc1/bi}+{ai・k3・X/(bi・cosα)}-ai・k3・xc1/bi]/[1-ci・k3/bi+(ai・k3・sinα)/(bi・cosα)]…(3)

x=(X-z・sinα)/cosα…(4)

y=[yc1+{-ci・(z-zc1)-ai・(x-xc1)}]/bi…(5)

で表される。但し、

k1=sinα

k2=cosα/sinβ

k3=cosα・cosβ/sinβ

ai=1/a

bi=1/b

ci=1/c

(X、Y)を投影平面20(表示画像)上の座標

ここで、交点C（xc1、yc1、zc1）と視点位置eとの距離をhとして、

zc1=z1±[h/sqrt{1+(c・c)/(a・a)+(c・c)/(b・b)}]

（z1±の－はz0<zc1のとき）

xc1=x1+c・(z1-zc1)/a

yc1=y1+c・(z1-zc1)/b

を使ってもよい。

【００１３】

投影された画像を投影平面20に相当する表示画面上に、縦512画素×横512画素で表示するとき、投影平面上の座標（X、Y）はそれぞれ-256から256までの値を取る(画像中央をX=0,Y=0)。それぞれのX、Yに対して式(3)、(4)、(5)によりx、y、zが決まる。視点位置eのx1、y1、z1は任意に与えるので、式(6)、(7)によりy0＝d0の断層像上で画素点Sの座標x0、z0が決まる。

x0={(d0-y)/(y1-y)}・(x1-x)+x…(6)

z0={(d0-y)/(y1-y)}・(z1-z)+z…(7)

【００１４】

以上は１枚の断層像の場合であるが、実際は断層像は複数であり、d0も複数個あるので、１組の投影平面X、Yに対して複数の画素点の座標x0、z0が決まる。

【００１５】

ただし、三次元画像を構成する場合、すべての画素点の座標x0、z0を投影するわけではなく、視点に最も近い画素点だけを投影したり(しきい値処理）、反射率の大きな画素点を主体に複数個を投影する（ボリュームレンダリング処理）。例えば、しきい値処理の場合は、視点と投影平面（画面）の（X、Y）を結ぶ投影線上の複数個の画素点の中で、実際に投影される点は、しきい値の条件を満たし（例えば、断層像のCT値が、ある二つの一定値の間に入るかどうか）、視点に最も近い画素点となる。つまり、視点位置eから複数の断層像の画素点を順次しきい値と比較し、最初に条件を満たした画素点の断層像が投影され

る。この視点に最も近い画素点の座標x0、z0及び視点位置eから画素点Sまでの距離Dを、次のような配列としてメモリに保存しておく。

【００１６】

画像サイズが512×512の場合は、

xaddr[256+Y][256+X]=x0

zaddr[256+Y][256+X]=z0

yaddr[256+Y][256+X]=D

dist[256+Y][256+X]=視点と画素点間の距離

となり、これにより、画面（X、Y）に投影された、断層像23上の画素点の座標は、 x=xaddr[256+Y][256+X]…(8)

z=zaddr[256+Y][256+X]…(9)

y=yaddr[256+Y][256+X]…(10)

距離＝dist[256+Y][256+X]…(11)

として参照できる。

【００１７】

なお、この距離Dは投影点Pの画素値（輝度）を求める際のパラメータとなる。投影点Pの画素値は、設定された最大距離Dmaxと上記距離Dとの差に比例する。この距離Dで陰影づけした三次元画像がデプス画像である。

【００１８】

次に、視点位置の更新及び補正を図１乃至図４により説明する。説明を簡単にするため、投影平面20とCT画像23とは平行に設定してあるものとする。また、画面中央が視点位置eとなるように画像を表示してある。

【００１９】

まず、投影平面20に垂直方向の座標移動量及び投影平面20に平行方向の座標移動量を、操作者が入力装置により排他的に入力するようにする。例えば、マウスボタン203を押して、投影面20に対して垂直方向に最初の視点位置e1から視点位置e2に更新（視点のy座標方向に変更）し、次にマウスボタン201で画面上のP点をクリックして、投影平面20に対して平行方向に視点位置が視点位置e2から視点位置e3に更新（y座標方向は固定し、x及びz座標方向に変更）する。さらに、マウスボタン203を再度押して、視点位置e3から視点位置e4に更新する。このような処理を行うことにより、視点位置の更新が行われる。

【００２０】

投影平面20に対して垂直方向に視点位置eを移動するための方法としては、上記しきい値処理を用い(11)式より最大移動距離eC1（＝dist[0][0])を求め、例えば図４に示すように最大移動距離eC1の範囲内でいくつかに分割設定された距離を画面上に表示し、操作者が画面上の距離表示から選択するような方法がある。図４では、最大移動距離は5.8mmでその間の距離を適宜分割し、距離選択表200を表示している。この最大移動距離は、前後進の両方に適用でき、前進する場合は、視点位置から前方にしきい値処理を進めていき、血管等の壁に突き当たる（条件を満たす）ところまでの距離を、前進最大移動距離としており、逆に後進する場合は、視点位置から後方にしきい値処理を進めていき、血管等の壁に突き当たる（条件を満たす）ところまでの距離を、後進最大移動距離としている。

【００２１】

次に、マウスボタン201で図２(b)の画面上のP点をクリックした時は投影平面20に対して平行方向に更新されるが、図１の移転位置e2→視点位置e3のような血管内部での更新に関しては新しい視点位置での画像を得られるが、視点位置e2→視点位置e5のような更新では、視点位置が血管から外れて壁のなかに入ってしまう。つまり、視点位置e5から上述の最大移動距離を求めようとした場合、視点位置から最初の画素点で条件を満たしてしまい、画像が得られなくなってしまう。

【００２２】

そこで、本発明では、図２(a)に示すように血管内部にある視点位置e(x1,y1,z1)から平行方向（dx）に視点位置e1を更新して、視点位置e1が血管内部から外れて壁の中に入った場

合、投影平面方向に距離y_jump進み、新しい視点位置e2に移動して、自動的に視点位置を補正する。この視点位置の補正をフローチャートにて説明する。

【００２３】

マウスで更新したい視点位置（P点）を指定し、画像中央からP点までの距離dX,dYを求める（ステップ300）。

(11)式を参照して、P点に対応する断層像上のS点までの距離eS（＝dist[256+dY][256+dX])を求め、S点の座標（x0、y0、z0）を(8),(9),(10)式で求める（ステップ301）。

視点位置を投影平面20に対して平行移動し、新しい視点位置をe1(x,y1,z)とする（ステップ302）。

視点位置e1に更新されたら、投影平面20に対して垂直方向であるy座標の点（y1）を補正の対象とする（ステップ303）。

座標点y1におけるCT値と予め設定したしきい値とを比較する（ステップ304）。　ステップ304において条件を満たす（視点位置e1が血管内部から外れている）場合、座標点y1に一定値を加え（視点位置e1から投影平面20方向にずらしたい距離を加え）、再度ステップ304に戻し、しきい値と比較する（ステップ305）。

座標点y1のCT値がしきい値の条件を満たさなくなるまで（視点位置e1が血管内部に移動するまで）、座標点y1を更新し、しきい値の条件を満たさなくなったら、（y1）更新後－y1（更新前）から移動距離y_jumpを求める（ステップ306）。

視点位置e1からy_jumpだけ移動した視点位置e2に変更する（ステップ307）。

【００２４】

このようにして、最初の視点位置eからP点に平行移動させると、平行移動した視点位置e1では画像が得られないため、視点位置e2まで自動的に移動して、三次元画像を構成し表示する。

【００２５】

ここで、視点位置を後進させる場合も同様に補正移動を行うことができる。本実施形態では、補正移動を投影平面20方向に向かって移動させていたが、後進の場合は投影平面20方向から離れるように移動させればよい。

【００２６】

以上のように、本実施形態では視点位置を平行移動した際に新しい視点位置が血管の壁であったりした場合でも、自動的に視点位置を血管内部へ補正移動できるため、複雑な血管の内部も簡単な操作でスムーズに視点移動を行うことができる。

【００２７】

ここで、本実施形態では視点位置を自動的に投影平面20方向（y方向）に補正移動（図１の視点位置e5からe6へ移動）させているが、平行移動させた方向（x方向）に戻るように補正移動（図１の視点位置e5からe'へ移動）させてもよいし、補正移動距離が最短の方向を検出して補正移動するようにしてもよい。また、平行移動後の視点位置がしきい値の条件を満たしている場合、座標点y1に一定値を加えてしきい値との比較を繰り返しているが、この一定値を細かく設定すれば視点位置を少しずつ前に移動させているのと同じことであるので、自動的に視点位置が血管の壁際近傍に補正移動（図１の視点位置5からe'あるいはe"へ移動）でき、補正移動した視点位置の画像でも所望の視点位置の画像との位置ずれが少なく違和感のあまりない画像が得られる。

【００２８】

また、以上のような方法は、図５に示すようなハードウエアで構成される。画像データは磁気デイスク602に格納されており、必要に応じて主メモリ601に読み出され、中央処理装置600で演算される。演算結果は表示メモリ603に転送され表示装置604で表示される。また、操作者による視点位置はマウス606やキーボード607により入力される。

【００２９】

さらに、以上のような方法により更新した一連の視点位置を、図６に示すような直交座標系にプロットし、表示装置604等に表示する。つまり、更新した一連の視点位置e(x1、y1、z1)を画像データと共に磁気ディスク602に記憶し、一連の視点位置を直交座標で表し、

これを表示装置604に表示する。このとき、一連の視点位置は線でつないで表示してもよい。これにより、血管の外形や進んだ軌跡の把握が容易になる。

【００３０】

本実施形態では、投影面とCT画像が平行の場合についての説明であったが、平行でなくても本発明は適用可能である。また、血管内部における視点位置の更新及び補正について説明したが、本発明はこれに限定されない。さらに、本実施形態では、CT値を用いていたが、他の断層像、例えば核磁気共鳴による画像、超音波画像などでもよい。

【００３１】

【発明の効果】

本発明によれば、投影画に対して垂直方向、水平方向の視点座標移動量を入力することで視点位置を更新できるので、操作を簡単に行うことができる。また、更新により移動した視点位置が有効な視点位置となりえるかを判定し、有効な視点位置でない場合は有効な視点位置まで自動的に移動させるため、簡単な操作でスムーズな視点位置更新ができる。さらに、一連の更新視点位置を直交座標系に表示させるため、更新の経路の把握が容易に行える。

【図面の簡単な説明】

【図１】視点位置の更新を説明する図。

【図２】視点位置の補正を説明する図。

【図３】視点位置の補正を示すフローチャート。

【図４】垂直方向の視点更新を選択する画面を示す図。

【図５】本発明のハードウエア構成例を示すブロック図。

【図６】視点位置の更新の軌跡を直交座標上にプロットした図。

【図７】投影面と断層像および座標軸の関係を示す図。

【符号の説明】

20　投影平面

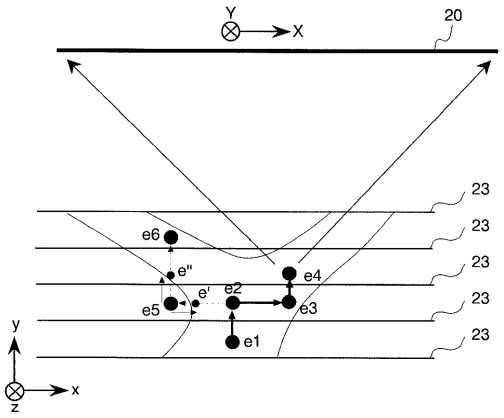
23　断層像

e　視点位置

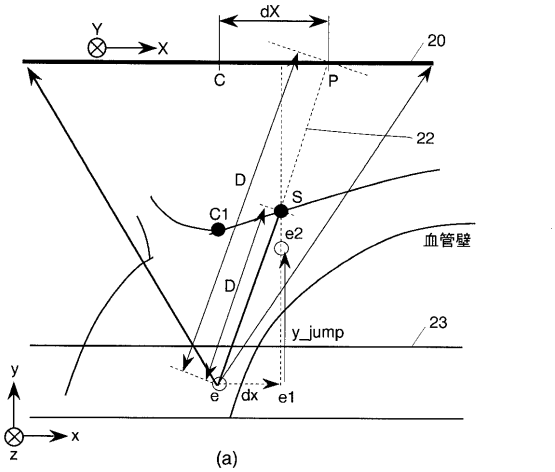
P　投影点

S　画素点

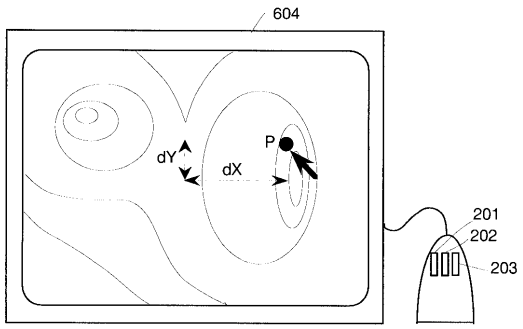
【図１】


Y
X
20
23
23
23
23
23
e6
e"
e4
e'
e2
e5
e3
e1
y
x
z

【図２】

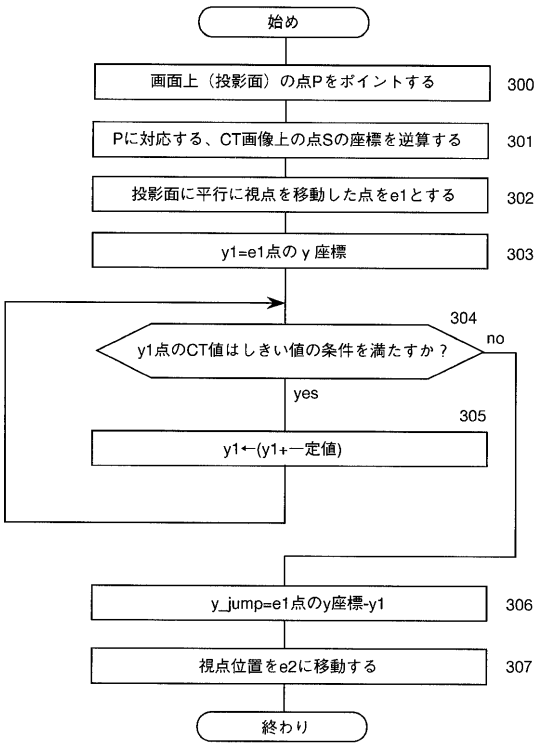

dX
Y
X
20
C
P
22
D
S
C1
e2
血管壁
D
y_jump
23
y
e'
dx
e1
x
z

(a)

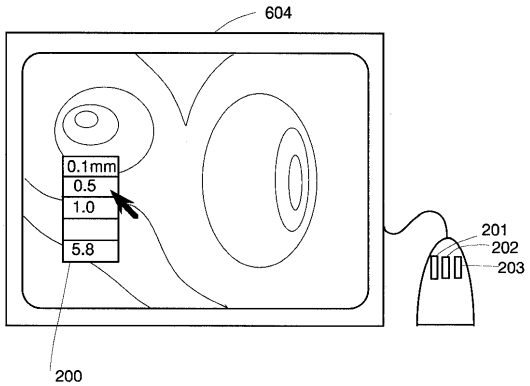

604
dY
dX
P
201
202
203

(b)

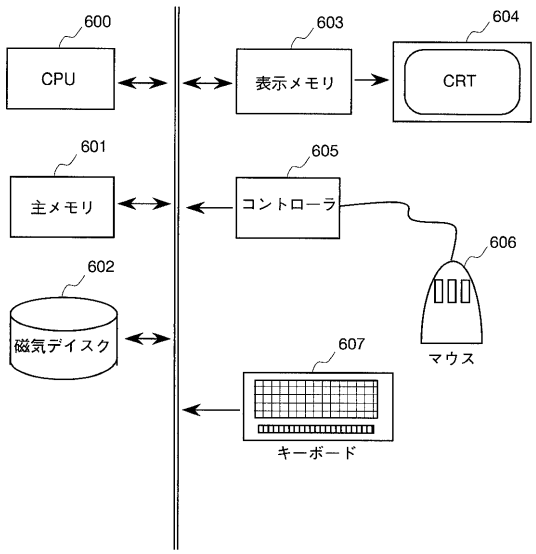
【図３】


始め
画面上（投影面）の点Pをポイントする
300
Pに対応する、CT画像上の点Sの座標を逆算する
301
投影面に平行に視点を移動した点をe1とする
302
y1=e1点のｙ座標
303
304
y1点のCT値はしきい値の条件を満たすか？
no
yes
305
y1←(y1+一定値)
y_jump=e1点のy座標-y1
306
視点位置をe2に移動する
307
終わり

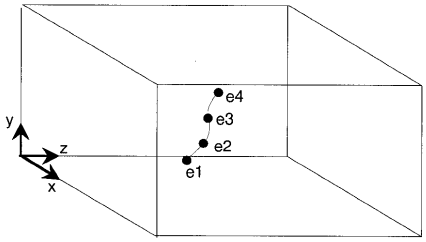
【図４】


604
0.1mm
0.5
1.0
5.8
201
202
203
200

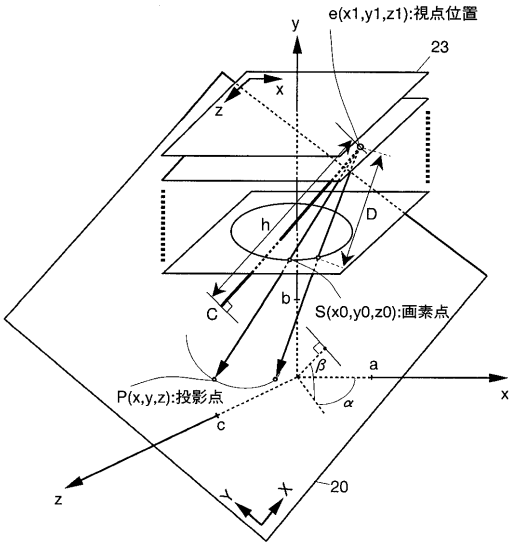
【図５】


600
CPU
603
表示メモリ
604
CRT
601
主メモリ
605
コントローラ
606
マウス
602
磁気デイスク
607
キーボード

【図６】


e4
e3
e2
e1
y
z
x

【図７】


e(x1,y1,z1):視点位置
23
y
x
z
e
h
D
b
C
S(x0,y0,z0):画素点
β
a
α
P(x,y,z):投影点
x
c
z
20

フロントページの続き

審査官　橋爪　正樹

(56)参考文献　特開昭６３－６８１４０（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G06T15/00-17/50