

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6102122号
(P6102122)

(45) 発行日 平成29年3月29日(2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日(2017.3.10)

(51) Int.Cl. F 1
G06T 7/13 (2017.01) G06T 7/60 250C

請求項の数 6 (全 31 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2012-184852 (P2012-184852) | (73) 特許権者 | 000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号 |
| (22) 出願日 | 平成24年8月24日(2012.8.24) | (74) 代理人 | 100082131 弁理士 稲本 義雄 |
| (65) 公開番号 | 特開2014-44461 (P2014-44461A) | (74) 代理人 | 100121131 弁理士 西川 孝 |
| (43) 公開日 | 平成26年3月13日(2014.3.13) | (72) 発明者 | 藤井 康隆 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成27年1月15日(2015.1.15) | (72) 発明者 | 八角 学 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法、並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力する入力部と、

前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出部とを含み、

前記入力部は、

前記オブジェクト画像抽出部により抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、

前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、

前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、

前記オブジェクト画像抽出部は、

前記入力部が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、グラフィックカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

10

20

前記入力部が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、

10

前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、

前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比 を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである

画像処理装置。

【請求項2】

前記入力部は、前記オブジェクトの境界を特定するマーク線により、前記入力画像における、前記オブジェクトの全体を特定するラフキャプチャモードがあり、

20

前記オブジェクト画像抽出部は、前記ラフキャプチャモードの場合、前記マーク線が閉曲線ではないとき、先端部および終端部を結んで前記閉曲線を構成し、前記入力画像の前記閉曲線内の領域を、前記オブジェクトを含む前景とし、前記閉曲線外の領域を背景としてオブジェクト画像を抽出する

請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記オブジェクト画像抽出部は、前記マーク線により構成される閉曲線内であって、かつ、前記入力部により入力されたマーク線を構成する各画素において、第2の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記前景を示す画像の領域、および前記背景を示す画素の領域からなる3領域の情報に基づいて、グラフカットにより前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、前記オブジェクト画像を前記入力画像、または前記オブジェクト画像より抽出する

30

請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】

前記背景モードおよび前記前景モードにおける未処理領域は、前記局所的なマーク線を構成する各画素より第2の所定の半径からなる領域を内接する矩形領域である

請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項5】

入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線の入力をする入力処理と、

40

前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出処理とからなるステップを含み、

前記入力処理は、

前記オブジェクト画像抽出処理により抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、

前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、

前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、

50

前記オブジェクト画像抽出処理は、

前記入力処理が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

前記入力処理が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、

前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、

前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比 を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである

画像処理方法。

【請求項6】

入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力する入力ステップと、

前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出ステップとを含む処理をコンピュータに実行させ、

前記入力ステップの処理は、

前記オブジェクト画像抽出ステップの処理により抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、

前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、

前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、

前記オブジェクト画像抽出ステップの処理は、

前記入力処理が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

前記入力処理が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、

10

20

30

40

50

前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、

前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、

前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比 を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである

10

プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本技術は、画像処理装置および方法、並びにプログラムに関し、特に、画像の中からユーザが所望とするオブジェクトを含むオブジェクト画像を容易に切り出せるようなGUI (Graphical User Interface) を実現できるようにした画像処理装置および方法、並びにプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

画像よりオブジェクトを抽出する技術として、例えば、グラフカット法と称される手法が提案され実用化されている(非特許文献1参照)。

20

【0003】

グラフカット法は、まず、ユーザにより入力された情報から切り出したいオブジェクトを含む前景オブジェクト画像と、背景画像とからなる2種類の画像の色分布や画素カラーの勾配から切り出すべき前景オブジェクト画像を構成する領域の境界を計算する。そして、計算された境界に沿って画像が切り出されることにより、切り出したい前景オブジェクト画像が抽出されるというものである。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】C. Rother, V. Kolmogorov, A. Blake. GrabCut: Interactive Foreground Extraction using Iterated Graph Cuts. ACM Transactions on Graphics (SIGGRAPH '04), 2004.

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、非特許文献1で示されるグラフカットを用いた手法において、画像上に切り出したいオブジェクトを含む領域を指定するための操作は、画像処理に関する技術に詳しくない一般のユーザには困難な場合が多く、正確にオブジェクトを含む領域を指定することができなかった。

40

【0006】

また、オブジェクトを含む領域を指定するGUI (Graphical User Interface) は、これまでマウスで操作されるポインタを利用することを前提としたものが多く、ペン型や、タブレットなどで使用されるタッチパネル型の入力装置では、オブジェクトを含む領域の正確な指定が困難であった。

【0007】

いずれにおいても、結果として、オブジェクトを含む領域を正確に指定することができないので、オブジェクトを含む前景オブジェクト画像を容易には適切に抽出できないことがあった。

50

【 0 0 0 8 】

本技術はこのような状況に鑑みてなされたものであり、特に、直感的な操作手法で切り抜きたいオブジェクトを正確で、かつ、容易に指定できるようにして、正確にオブジェクトを含む前景オブジェクト画像を、入力画像から切り抜けるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の一側面の画像処理装置は、入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力する入力部と、前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出部とを含み、前記入力部は、前記オブジェクト画像抽出部により抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、前記オブジェクト画像抽出部は、前記入力部が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記入力部が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比 を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである。

【 0 0 1 2 】

前記オブジェクト画像抽出部には、前記マーク線により構成される閉曲線内であって、かつ、前記入力部により入力されたマーク線を構成する各画素において、第2の所定の半径からなる未処理領域を設定させ、前記未処理領域、前記前景を示す画像の領域、および前記背景を示す画素の領域からなる3領域の情報に基づいて、グラフカットにより前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、前記オブジェクト画像を前記入力画像、または前記オブジェクト画像より抽出させるようにすることができる。

【 0 0 1 5 】

前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものとすることができる。

【 0 0 1 7 】

本技術の一側面の画像処理方法は、入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線の入力をする入力処理と、前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出処理とからなるステップを含み、前記入力処理は、前記オブジェクト画像抽出処理に

10

20

30

40

50

より抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、前記オブジェクト画像抽出処理は、前記入力処理が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記入力処理が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比 を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである。

【0018】

本技術の一側面のプログラムは、入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力する入力ステップと、前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像を、前記入力画像より抽出するオブジェクト画像抽出ステップとを含む処理をコンピュータに実行させ、前記入力ステップの処理は、前記オブジェクト画像抽出ステップの処理により抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線を入力し、前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとがあり、前記オブジェクト画像抽出ステップの処理は、前記入力処理が背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記背景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記入力処理が前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素を、前記前景を特定する画素値であるものとし、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域を設定し、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素を、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てることで、オブジェクト画像を抽出し、前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなる マット画像とを求め、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記 マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出し、前記 マット画像における各画素の前景成分の混合比 は、前景最短距離の、前記前景最短距離と

10

20

30

40

50

背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、前景色は、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである。

【0019】

本技術の一側面においては、入力画像に対して切り出したいオブジェクトとの境界を特定するマーク線が入力され、前記マーク線に基づいて特定される前記オブジェクトからなるオブジェクト画像が、前記入力画像より抽出され、抽出されたオブジェクト画像に対して、さらに、前記オブジェクトとの境界を特定するマーク線が入力され、前記オブジェクト画像に対して、前記オブジェクトの境界を特定する局所的なマーク線を、前記オブジェクトを前景としたときの背景を特定する背景マークとして入力する背景モードと、前記前景を特定する前景マークとして入力する前景モードとが設けられており、背景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素が、前記背景を特定する画素値であるものとされ、前記マーク線を構成する各画素において、第1の所定の半径からなる未処理領域が設定され、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素が、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てられることで、オブジェクト画像が抽出され、前景モードである場合、前記マーク線を構成する各画素が、前記前景を特定する画素値であるものとされ、前記マーク線を構成する各画素において、前記第1の所定の半径からなる未処理領域が設定され、前記未処理領域、前記背景を示す領域、および前記前景を示す領域の3領域の情報に基づいて、前記グラフカットにより、前記未処理領域の画素が、前記前景を示す領域、または前記背景を示す領域のいずれかに割り当てられることで、オブジェクト画像が抽出され、前記オブジェクト画像に対応するオブジェクト領域の情報と、前記オブジェクト領域の周辺部において、前記オブジェクト領域外の領域の画素値の前景成分の混合比を示す画素値からなるマット画像とが求められ、前記オブジェクト領域の情報により特定される画素値に、前記マット画像に基づいた前景成分となる混合比を乗じた画像をオブジェクト画像として抽出され、前記マット画像における各画素の前景成分の混合比が、前景最短距離の、前記前景最短距離と背景最短距離との和に対する比率を1より減算したものであり、前景色が、画像色と前記未処理領域の各画素について平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理されたベースレイア色との減算結果に混合比を乗算した値に、最近傍前景色を加算したものである。

【0020】

本技術の一側面の画像処理装置は、独立した装置であっても良いし、画像処理を行うブロックであっても良い。

【発明の効果】

【0021】

本技術の一側面によれば、入力画像から切り抜きたいオブジェクトを含む領域を正確で、かつ、容易に指定できるようにすることで、入力画像から切り抜きたい前景オブジェクト画像を容易な手法で適切に抽出することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本技術を適用した画像処理システムの実施の形態の構成例を示す図である。

【図2】図1の画像処理システムにおける入力部の外観構成を説明する図である。

【図3】画像切出処理を説明するフローチャートである。

【図4】ラフキャプチャモードの処理を説明する図である。

【図5】ラフキャプチャモードの処理を説明するフローチャートである。

【図6】ラフキャプチャモードの処理を説明する図である。

【図7】切抜画像生成処理を説明するフローチャートである。

【図8】グラフカットを説明する図である。

10

20

30

40

50

【図 9】 マット処理を説明するフローチャートである。
 【図 10】 B Gモード修正処理を説明するフローチャートである。
 【図 11】 B Gモード修正処理を説明する図である。
 【図 12】 B Gモード修正処理における更新領域を説明する図である。
 【図 13】 例外処理を説明する図である。
 【図 14】 F Gモード修正処理を説明するフローチャートである。
 【図 15】 所定距離 r をマーク線の任意の 2 点間の距離に応じて設定する例を説明する図である。

【図 16】 画像切出処理を説明するその他のフローチャートである。

【図 17】 汎用のパーソナルコンピュータの構成例を説明する図である。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

[画像処理システムの構成例]

図 1 は、本技術を適用した画像処理システムの一実施の形態の構成例を示している。図 1 の画像処理システムは、入力画像のうち、ユーザが入力する情報により、オブジェクトを特定し、特定したオブジェクトを含むオブジェクト画像を切り抜くものである。

【0024】

より具体的には、図 1 の画像処理システムは、入力部 11、画像処理部 12、表示部 13、および記憶部 14 より構成されている。画像処理部 12 は、記憶部 14 に予め記憶されている画像、または、図示せぬネットワークなどより取得可能な画像を表示部 13 に表示し、このうちユーザが入力部 11 を操作することで指定された入力画像を選択する。さらに、画像処理部 12 は、ユーザが入力部 11 を操作することにより指定される、入力画像内の所定のオブジェクトを含む領域からなるオブジェクト画像を抽出し、表示部 13 に表示すると共に、切り出したオブジェクト画像を記憶部 14 に記憶させる。

20

【0025】

入力部 11 は、例えば、図 2 で示されるようなペン型の入力装置であり、タッチパネルなどよりなる表示部 13 に表示される画像や表示ボタンを、先端部 B13 で直接接触することで押下する、選択する、または書き込むといった操作を実行する。入力部 11 は、このような動作に基づいて、各種の操作信号を発生して画像処理部 12 に供給する。画像処理部 12 は、この操作信号に基づいて、入力部 11 の操作を受け付けて、各種の動作を実行する。

30

【0026】

より詳細には、ペン型の入力部 11 は、ボタン B11、B12、および先端部 B13 を備えている。ボタン B11 は、残しておきたいオブジェクトを含む前景領域を特定する場合、または、背景領域を特定する場合を切り替えるとき操作されるものである。したがって、例えば、ボタン B11 を押下しながら入力するときは、背景領域を特定する際の入力モードである背景モード (B Gモード) とし、逆に、ボタン B11 を押下しないで入力するときは、オブジェクトである前景領域を特定する際の入力モードである前景モード (F Gモード) であるものとしてもよい。当然に、それぞれのモードが逆になるように設定してもよい。

40

【0027】

ボタン B12 は、押下されると、一般にマウスと称されるポインタにおいて、右クリック操作に対応する操作の実行を指示するボタンである。すなわち、この右クリック操作により、選択可能なコマンドのドロップダウンリストが表示され、さらに、このドロップダウンリストから所望とするコマンド上に先端部 B13 を接触させることで、コマンドを選択することが可能となる。尚、ボタン B11、B12 の機能を入れ替えて使用するようによい。

【0028】

先端部 B13 は、タッチパネルからなる表示部 13 に対して押下する、選択する、または書き込むといった操作をする際、表示部 13 に接触する部位であり、タッチパネルから

50

なる表示部 1 3 は、この先端部 B 1 3 の接触の有無により各種の操作入力の有無を判定する。また、先端部 B 1 3 は、タッチパネルからなる表示部 1 3 に対する筆圧を測定する筆圧センサ 3 1 (図 1) を備えており、測定した筆圧の情報を操作信号とともに画像処理部 1 2 に供給する。

【 0 0 2 9 】

ペン型の入力部 1 1 を実現する機能として、入力部 1 1 は、筆圧センサ 3 1、操作信号発生部 3 2、および通信部 3 3 を備えている。筆圧センサ 3 1 は、上述したように表示部 1 3 に接触する部位である先端部 B 1 3 の筆圧を測定し、通信部 3 3 より画像処理部 1 2 に供給する。操作信号発生部 3 2 は、ボタン B 1 1、B 1 2 の操作に対応する操作信号を発生し、通信部 3 3 より画像処理部 1 2 に供給する。通信部 3 3 は、例えば、ブルートウ 10
ースといった無線通信により画像処理部 1 2 の通信部 4 4 と各種のデータ、またはコマンドを送受信する。また、表示部 1 3 は、画像処理部 1 2 の各種処理結果やデータなどを表示すると共に、タッチパネルとして機能し、ペン型の入力部 1 1 の先端部 B 1 3 による入力を受け付けると共に、入力座標検出部 9 1 を制御して、入力された画像上の入力座標を検出して画像処理部 1 2 に供給する。表示部 1 3 を構成するタッチパネルは、例えば、抵抗幕方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、表面型静電容量方式、または投影型静電容量方式などであり、当然のことながら入力は、図 2 で示されるようなペン型の入力部 1 1 以外に、人間の指先などで入力することもできる。また、図示しないがマウスに代表されるようなポインティングデバイスを利用するようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

画像処理部 1 2 は、記憶部 1 4 より読み出され、入力部 1 1 により指定された画像のうち、入力部 1 1 の操作信号に基づいて、オブジェクトのみを含む領域を抽出し、オブジェクトを含む領域のみからなるオブジェクト画像を抽出して、表示部 1 3 に表示させる。より詳細には、画像処理部 1 2 は、モード判定部 4 1、前処理部 4 2、切抜部 4 3、および通信部 4 4 を備えている。 20

【 0 0 3 1 】

モード判定部 4 1 は、入力部 1 1 より供給されてくる操作信号および表示部 1 3 より供給されてくる入力部 1 1 が表示部 1 3 のいずれの位置に接触したかを示す検出情報に基づいて、B G (背景画像) モード、または F G (前景画像) モードのいずれであるかを判定する。尚、以降において、画像処理部 1 2 に供給される情報のうち、入力部 1 1 より供給されてくる信号を操作信号と称し、表示部 1 3 より供給されてくる情報を検出情報と称するものとする。 30

【 0 0 3 2 】

前処理部 4 2 は、入力画像として指定された画像に対して、入力部 1 1 により入力された情報に基づいて、オブジェクト画像を抽出するに当たり必要とされる前処理を実行する。ここでいう、前処理とは、処理対象とされた入力画像に対してではなく、入力画像上で、入力部 1 1 により入力された情報のみからなるマーク画像に対してなされる処理である。マーク画像は、入力部 1 1 により前景として指定された前景マークを示す画素値、後述するグラフカット処理により前回までの処理で前景とされた画素値、前景にも背景にも指定されていない未処理マークを示す画素値、グラフカット処理により前回までの処理で背景とされた画素値、および入力部 1 1 により背景として指定された背景マークを示す画素値の合計 5 画素値からなる画像である。後述するグラフカット処理は、前景マーク、および前景の画素値からなる画素を前景画素とし、背景マークおよび背景の画素値からなる画素を背景画素とし、この前景画素と背景画素との情報から未処理マークの画素を前景または背景のいずれかに割り当てる。前処理部 4 2 は、入力画像、および前回までのマーク画像に基づいて、これらの 5 画素を割り当てることにより、新たなマーク画像を生成する。そして、このように新たに生成されたマーク画像が、後述するグラフカット処理に利用される。 40

【 0 0 3 3 】

切抜部 4 3 は、入力部 1 1 により入力された情報に基づいて、前処理部 4 2 により前処 50

理された入力画像、およびマーク画像より、オブジェクト画像を切り抜く処理を実行して、オブジェクト画像を抽出する。

【0034】

より詳細には、切抜部43は、更新領域抽出部51、エネルギー計算部52、グラフカット最適化処理部53、小領域除去部54、およびマット処理部55を備えている。

【0035】

更新領域抽出部51は、入力部11より供給される操作情報、および表示部13の入力座標検出部91より供給される検出情報に応じて、更新領域を設定する。より詳細には、更新領域抽出部51は、ラフキャプチャモードの場合、入力画像の全体を更新領域として抽出する。

10

【0036】

一方、BGモード、およびFGモードの場合、更新領域抽出部51は、入力された各点について所定距離 r ($R > r$: R については詳細を後述する)を半径とする範囲内を含む矩形形状の範囲に、さらに、上下左右にマージン幅 d を加えた矩形形状の範囲を更新領域として抽出する。

【0037】

尚、ラフキャプチャモードの場合、入力部11により入力されたマーク線で囲まれた領域内が前景領域に設定され、マーク線と、マーク線で囲まれた領域外が背景領域として設定される。また、BGモード、またはFGモードの場合、入力部11により入力されたマーク線そのものが背景領域、または前景領域であり、マーク線に基づいて設定された更新領域より外側の領域が前景領域、または背景領域に設定されることになる。

20

【0038】

エネルギー計算部52は、グラフカットに必要とされるエネルギーを計算する。尚、グラフカット、およびグラフカットに必要とされるエネルギーについては、詳細を後述するものとする。

【0039】

グラフカット最適化処理部53は、エネルギー計算部52により計算されたエネルギーの計算結果に基づいてグラフカットにより前景画像を抽出する。

【0040】

小領域除去部54は、前景領域内に残る小さな背景領域や、背景領域内に残る小さな前景領域である小領域を除去する。

30

【0041】

マット処理部55は、画像内全体における前景画像および背景画像のそれぞれの混合比の値からなる(混合比 : 値とも称され、前景画像に属する画素が1、背景画像に属する画素が0) マット画像を生成する。したがって、マット画像における、前景画像および背景画像の境界領域における画素の画素値の混合比は、0より大きく1より小さな値となる。一方、マット画像では、境界領域以外の範囲の画素は、前景画像、および背景画像のいずれかであるので、それぞれの混合比は1、または0となる。

【0042】

より詳細には、マット処理部55は、境界拡張処理部81、平滑化処理部82、最近傍前景色計算部83、背景距離計算部84、値計算部85、および前景色計算部86を備えている。

40

【0043】

境界拡張処理部81は、マット画像における前景領域、および背景領域が接する境界から所定の距離内における各画素からなる、混合比が未知となる未知領域 u を生成する。より詳細には、境界拡張処理部81は、前景領域、および背景領域をダイレーション処理により縮退させて、間に残った領域を未知領域 u に設定する。

【0044】

平滑化処理部82は、例えば、バイラテラルフィルタなどであり、未知領域 u の各画素について平滑化処理を施し、境界となる未知領域 u 内における画素値の変化を緩やかにす

50

る。

【 0 0 4 5 】

最近傍前景色計算部 8 3 は、未知領域 u の各画素について、縮退した前景領域への距離を計算する。距離はユークリッド距離や画素差分値の最短測地線距離などが用いられる。そして、最近傍前景色計算部 8 3 は、縮退した前景領域への最短距離にある前景画素の色を最近傍前景色にするとともに、最短距離の情報を保持する。

【 0 0 4 6 】

背景距離計算部 8 4 は、未知領域 u の各画素について、縮退した背景領域への距離を計算する。距離はユークリッド距離や画素差分値の最短測地線距離などが用いられる。背景距離計算部 8 4 は、縮退した背景領域への最短距離の情報を保持する。

10

【 0 0 4 7 】

値計算部 8 5 は、未知領域 u の各画素について、前景領域および背景領域への最短距離の割合で混合比 を計算する。

【 0 0 4 8 】

前景色計算部 8 6 は、原則として最近傍前景色を前景色として採用するが、この際、元の色と大きく外れてぼやけた画像となってしまうことがあるため、最近傍前景色を補正して前景色を計算する。

【 0 0 4 9 】

[画像切出処理]

次に、図 3 のフローチャートを参照して、図 1 の画像処理システムにより画像切出処理について説明する。

20

【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 1 において、画像処理部 1 2 は、記憶部 1 4 に記憶されている画像のうち、入力部 1 1 により選択された画像を表示部 1 3 に表示する。この処理に当たっては、詳細には、画像処理部 1 2 が、選択可能な全画像を表示部 1 3 に表示し、表示された画像のうち、入力部 1 1 により選択された画像を表示するようにしても良い。さらには、画像処理部 1 2 は、入力部 1 1 により画像が格納されている記憶部 1 4 以外の、例えば、ネットワーク上の位置を指定する情報に基づいて、通信部 4 4 を制御して読み出させて表示し、この中から指定されたいずれかの画像を表示するようにしても良い。尚、この際、指定された画像が、対応するマーク画像（マーク画像については詳細を後述する）を記憶している場合、画像処理部 1 2 は、併せてマーク画像も読み出す。

30

【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 2 において、画像処理部 1 2 は、ラフキャプチャモード処理を実行し、例えば、図 4 の左部で示されるような画像 P 1 が選択された場合、図 4 の右部の画像 P 2 における一点鎖線で囲まれて示されるようなオブジェクト画像を切り出し、表示部 1 3 に表示する。そして、処理は、ステップ S 1 3 に進む。

【 0 0 5 2 】

ここで、ラフキャプチャモードについて説明する。ラフキャプチャモードとは、例えば、図 4 の左部で示されるような画像 P 1 が選択された場合、オブジェクトとしてノート型パーソナルコンピュータ画像を抽出したいとき、その全体を囲む曲線 L 1 1 のようなマーク線を入力するモードである。

40

【 0 0 5 3 】

すなわち、ラフキャプチャモード処理により、入力画像から取り出したいオブジェクト画像を取り囲むようなマーク線が入力されることにより、オブジェクトであるノート型のパーソナルコンピュータを含む画像が切り出される。尚、ラフキャプチャモード処理については、図 5 のフローチャートを参照して、詳細を後述する。

【 0 0 5 4 】

ただし、図 4 の右部で示される画像 P 2 においては、点線内にパーソナルコンピュータの画像とは異なる、すなわち、オブジェクト以外の画像が含まれている。すなわち、図 4 に右部の画像 P 2 においては、点線で囲まれる白抜き範囲となる画像が、前景のオブジ

50

ェクト画像であるノート型のパーソナルコンピュータの画像の一部として取り残されている。これは、後述するグラフカット処理による画像を切り出す処理において発生するエラーである。すなわち、ラフキャプチャモード処理においては、オブジェクト画像を指定する情報が、比較的大雑把であることから、図4の右部で示されるように、グラフカット処理では、オブジェクト画像のみを正確に抽出することができないことがある。尚、図4の右部においては、方形状の一点鎖線で囲まれた、背景に格子状の模様が付されている、ノート型パーソナルコンピュータの画像がグラフカット処理により切り出された画像である。

【0055】

ステップS13において、画像処理部12は、入力部11により発生される操作信号、および表示部13により構成されるタッチパネルにより検出される検出信号に基づいて、入力部11が操作されて何らかの情報が入力されたか、または、表示部13が指などで直接操作されて何らかの情報が入力されたか否かを判定する。ステップS13において、何らかの操作が認められた場合、処理は、ステップS14に進む。

10

【0056】

ステップS14において、画像処理部12は、モード判定部41を制御して、入力部11より供給される操作信号、および表示部13より供給される検出信号に基づいて、動作モードを分析させる。

【0057】

ステップS15において、モード判定部41は、操作信号、および検出信号による分析結果に基づいて、処理の終了が指示されているか否かを判定する。ステップS15において、処理の終了が指示されている場合、処理を終了する。

20

【0058】

一方、ステップS15において、処理の終了が指示されていないと見なされた場合、処理は、ステップS16に進む。

【0059】

ステップS16において、モード判定部41は、操作モードがBGモードであるか否かを判定する。

【0060】

ここで、BGモードについて説明する。BGモードとは、例えば、図4の右部で示される画像P2で示されるように、一旦、オブジェクト画像を抽出してみたが、その一部に本来ならば抽出されることのない前景が含まれてしまったときに、その一部の前景部分を背景に指定して、削除するように修正するための入力モードである。

30

【0061】

より詳細には、BGモードにおいては、図2を参照して説明したボタンB11が押下された状態で、前景のオブジェクト画像として抽出されている領域のうち、背景に指定したい領域にマーク線を入力する。この際、背景に指定したい領域は、あまり大きな領域ではないことが想定されているため、その入力は、入力速度が比較的ゆっくりであり、かつ、凹凸が多く、さらに、筆圧が高いことが想定される。そこで、モード判定部41は、操作信号に基づいて、ボタンB11が押下されていて、かつ、検出信号に基づいて、入力速度が所定の速度よりも低く、かつ、形状に凹凸が多く、さらに、筆圧が高いとき、BGモードであるものとみなす。また、この場合、背景に指定される領域は、小さい領域であることが想定されるので、上述したラフキャプチャモードでの入力のように、入力される線により領域が囲まれることがないことが前提となっている。

40

【0062】

ステップS16において、例えば、操作信号に基づいて、ボタンB11が押下されていて、かつ、検出信号に基づいて、入力速度が所定の速度よりも低く、かつ、形状に凹凸が多く、さらに、筆圧が高いとき、BGモードであるものとみなし、処理は、ステップS17に進む。

【0063】

50

ステップS 17において、画像処理部12は、BGモード修正処理を実行し、BGモード処理により背景として指定された領域の情報に基づいて、背景領域を設定し、オブジェクト画像を修正し、修正結果を適宜表示部13に表示する。尚、BGモード修正処理については、図10のフローチャートを参照して、詳細を後述するものとする。

【0064】

さらに、ステップS 16において、BGモードではないと見なされた場合、ステップS 18において、モード判定部41は、操作モードがFGモードであるか否かを判定する。

【0065】

ここで、FGモードについて説明する。FGモードとは、BGモードが背景を指定する入力モードであるのに対して、背景に代えて前景を指定する入力モードであり、例えば、一旦、オブジェクト画像を抽出してみたが、その一部に本来ならば抽出されるべきはずの前景が含まれていないときに、その一部を前景に指定するための入力モードである。

【0066】

より詳細には、FGモードにおいては、図2を参照して説明したボタンB 11が押下されていない状態で、背景領域のうち、前景に指定したい領域を入力する。この際、前景に指定したい領域は、あまり大きな領域ではないことが想定されているため、その入力は、入力速度が比較的ゆっくりであり、かつ、凹凸が多く、さらに、筆圧が高いことが想定される。そこで、モード判定部41は、操作信号に基づいて、ボタンB 11が押下されておらず、かつ、検出信号に基づいて、入力速度が所定の速度よりも低く、かつ、形状に凹凸が多く、さらに、筆圧が高いとき、FGモードであるものとみなす。また、この場合、前景に指定される領域は、小さい領域であることが想定されるので、上述したラフキャプチャモードでの入力のように、入力される線により領域が囲まれないことが前提となっている。

【0067】

ステップS 18において、例えば、操作信号に基づいて、ボタンB 11が押下されておらず、かつ、検出信号に基づいて、入力速度が所定の速度よりも低く、かつ、形状に凹凸が多く、さらに、筆圧が高いとき、FGモードであるものとみなし、処理は、ステップS 19に進む。

【0068】

ステップS 19において、画像処理部12は、FGモード修正処理を実行し、FGモード処理により前景として指定された領域の情報に基づいて、前景領域を設定し、オブジェクト画像を修正し、修正結果を適宜表示部13に表示する。尚、FGモード修正処理については、図14のフローチャートを参照して、詳細を後述するものとする。

【0069】

さらに、ステップS 18において、FGモードではないと見なされた場合、処理は、ステップS 13に戻り、それ以降の処理が繰り返される。

【0070】

以上の処理により、画像切出処理が実行されると、ラフキャプチャモード処理が実行されることにより、前景画像であるオブジェクトを含む画像が切り出して表示された後、BGモード、またはFGモードのいずれかの入力モードが検出されて、対応する処理により切り出された画像を修正することが可能となる。

【0071】

[ラフキャプチャモード処理]

次に、図5のフローチャートを参照して、ラフキャプチャモード処理について説明する。

【0072】

ステップS 51において、前処理部42は、マーク画像の各画素の画素値を、前景を表す196に設定する。尚、マーク画像とは、入力部11、または表示部13のタッチパネルが操作されて入力された、例えば、図4における曲線L 11で示されるマーク線のみの画像を示す。従って、マーク画像は、入力が認められた表示部13上の座標に対応する数

10

20

30

40

50

画素（例えば、5画素）程度の幅からなる曲線L11からなるマーク線のみが描かれた画像であり、図4の場合、ノート型のパーソナルコンピュータが含まれた処理対象となっている画像とは異なる画像である。また、マーク画像上に設定される画素値は、0乃至255の画素値とした場合、そのうち、入力操作により背景として指定される画素（背景マークMB）を示す画素値0、グラフカット処理により背景として指定される画素（背景画素B）を示す画素値64、未処理の画素（未処理マークU）を示す画素値128、グラフカット処理により前景として指定される画素（前景画素F）を示す画素値192、および入力操作により前景として指定される画素（前景マークMF）を表す画素値255が使用される。従って、画素値は、5値が指定できれば、0乃至255以外の画素値であってもよい。

10

【0073】

ステップS52において、前処理部42は、マーク線として入力された曲線L11が閉曲線となっているか否かを判定する。すなわち、ラフキャプチャモードにおいては、画像内において、大雑把にオブジェクトの位置を指定する入力操作であるため、入力されたマーク線は、閉曲線を構成していることが望ましい。ステップS52において、例えば、図4の左部で示されるような曲線L11の場合、閉曲線となっていないので、この場合、処理は、ステップS53に進む。

【0074】

ステップS53において、前処理部42は、曲線L11からなるマーク線の始点および終点を直線、または曲線により接続することにより、曲線L11を閉曲線に再設定する。

20

【0075】

尚、ステップS52において、閉曲線であると見なされた場合、ステップS53の処理はスキップされる。

【0076】

ステップS54において、前処理部42は、マーク画像における各画素のうち、閉曲線からなる曲線L11であるマーク線の外側の画素については、背景マークを示す0という画素値に設定する。

【0077】

ステップS55において、前処理部42は、マーク画像における各画素のうち、曲線L11の内側であって、曲線L11を構成する各画素を中心として、所定の距離Rを半径とする距離内の画素の画素値を、未処理マークを表す128に設定する。すなわち、この処理により、マーク画像の各画素は、図6のマーク画像P3で示されるように、領域MB（曲線L11）で示される背景マークを表す0、領域Fで示される前景を表す192、および領域U（格子状の範囲）で示される未処理マークを表す128の3値のいずれかに設定されることになる。尚、図6において、領域MBで示される曲線L11は、図4の曲線L11に対応するものである。

30

【0078】

ステップS56において、切抜部43は、3値の画素値のいずれかに設定された画素からなるマーク画像、および入力画像に基づいて、切抜画像処理を実行してグラフカットにより前景を構成するオブジェクト画像を抽出する。より詳細には、切抜部43は、切抜画像生成処理を実行することで、ラフキャプチャモードで入力されたマーク線に基づいて、処理対象となる画像より、グラフカットによりオブジェクトを含む前景画像を切り抜くと共に、各画素について前景画像と背景画像との混合比（前景画像のみの場合 = 1、背景画像のみの場合 = 0）からなるマット画像を生成する。尚、切抜画像生成処理については、図7のフローチャートを参照して詳細を後述する。

40

【0079】

ステップS57において、画像処理部12は、生成された前景画像に対してマット画像における各画素の混合比を乗じた切出画像を表示部13に表示すると共に、切出画像およびマーク画像を記憶部14に記憶する。すなわち、例えば、図4の左部で示されるような曲線L11が入力される場合、曲線L11により取り囲まれた、ユーザが切り出した

50

い領域として指定された範囲内に存在するオブジェクトであるノート型のパーソナルコンピュータの切出画像が、図4の右部で示される一点鎖線内の画像として表示されることになる。

【0080】

結果として、ラフキャプチャモードの簡単な入力操作で、入力画像に切出したいオブジェクトを含む範囲を大雑把に入力することで、前景となるオブジェクト画像を切出して表示することが可能となる。

【0081】

[切抜画像生成処理]

次に、図7のフローチャートを参照して、切抜画像生成処理について説明する。

10

【0082】

ステップS71において、切抜部43は、更新領域抽出部51を制御して、入力画像のうち、更新領域Uとなる処理対象となる矩形領域を設定させる。尚、ラフキャプチャモードにおいては、入力画像全体が処理対象となる矩形領域となる。すなわち、入力画像全体が更新領域Uに設定される。

【0083】

ステップS72において、切抜部43は、エネルギー計算部52を制御して、グラフカットに必要なエネルギーを計算させる。ここで、グラフカットについて説明する。グラフカットとは、画像をグラフで表現し、グラフにより表現された画像を利用して所望とする領域からなる画像を切り抜く処理である。このグラフは、図8で示されるように、ノード（丸印で示される点）およびエッジ（各丸印で表される点を結ぶ線）で構成される。尚、図8において、マス目状の形状であって、様々な色で示されるものが画素である。エネルギーは、ノード、およびエッジのそれぞれに付与されるものである。すなわち、グラフカット処理とは、グラフに付与されたエネルギーが最小となるように切断するノードの経路を効率的に計算し、計算結果に基づいて切断された領域毎に前景、または背景を識別する1または0のラベルを付与する処理であると言える。

20

【0084】

ここで、グラフカットを考えると、入力画像において、ノードは画像の各画素であり、エッジは各画素の隣接関係に相当する。グラフカット処理においては、以下の式(1)で設定されるエネルギーE(X)が最小となるように、各ノードである画素に、背景または前景を表す0または1のラベルXが割り当てられる。

30

【0085】

【数1】

$$E(X) = \sum_p E_d(x_p) + \lambda \sum_{p,q} E_c(x_p, x_q) \quad \dots (1)$$

【0086】

ここで、式(1)においては、 $E_d(x_p)$ は、データ項であり、 $E_c(x_p, x_q)$ はエッジ項であり、エネルギーE(X)は、これらの総和である。

【0087】

40

色が似ている画素同士は同じラベルにする必要があるので、色が似ているほど大きなエネルギー値をエッジに与えておくものとする。そこで、エッジ項 $E_c(x_p, x_q)$ は、以下の式(2)で示されるように定義されるものとする。

【0088】

【数2】

$$E_c(x_p, x_q) = |x_p - x_q| \cdot \exp(-\beta \cdot \|I_p - I_q\|^2)$$

$$\beta = 1/2 \langle \langle \|I_p - I_q\|^2 \rangle \rangle \dots (2)$$

【0089】

ここで、 β はエネルギーの正規化項であり、平均が0.5になるようにする。また、 $|x_p - x_q|$ は、エッジ両側のノードのラベル(x_p, x_q)間の差分であり、ラベルが同じ(x_p, x_q) (= (1,1) または (0,0)) である場合、0となり、異なれば1となる。仮に、このエッジの両側のラベルが異なる($x_p \neq x_q$) 場合、すなわち、オブジェクトの境界になると、エネルギー $E(X)$ が大きくなるので、グラフカット処理では、このエッジをできるだけエッジにしないようにする。

10

【0090】

さらに、 I_p, I_q は、それぞれ色を示しており、 $|I_p - I_q|$ は、色の変化量を示している。従って、エネルギー $E(X)$ を小さくするには、できるだけ $|I_p - I_q|$ の大きい、すなわち、色が異なるところでラベルを切り替えればよい。エッジは8近傍の画素間の連結、すなわち上下左右と左上右上左下右下に隣接する画素間との連結が用いられる。尚、エッジの定義はそれ以外の定義を用いるようにしてもよく、例えば、上下左右に隣接する4近傍の画素間との連結を用いるようにしてもよい。

20

【0091】

一方、データ項 $E_d(x_p)$ は、この画素 p がラベル x_p であったときのエネルギーを表しており、以下の式(3)で示されるように定義される。

【0092】

【数3】

$$E_d(x_p) = x_p \cdot L_b(I_p) + (1 - x_p) \cdot L_f(I_p) \dots (3)$$

【0093】

ここで、 $L_f(I_p), L_b(I_p)$ は、それぞれ色 I_p の、前景および背景における色分布モデルに適用する際の前景の尤度、および背景の尤度を表している。すなわち、式(3)で表されるデータ項 $E_d(x_p)$ は、前景と背景のそれぞれの尤度 $L_f(I_p), L_b(I_p)$ が用いられて、ガウス混合モデル(GMM: Gaussian Mixture Model)の関係を表現したものである。すなわち、式(3)は、画素の色(I_p)が前景 $L_f(I_p)$ と背景 $L_b(I_p)$ のどちらにより高い確率で現れるかを示す尤度をエネルギーとして表現したものとされている。

30

【0094】

背景マークMBで指定されている色に近い色を持つ画素は、背景Bになり易くする必要があるので、背景マークMBで指定されている色に近い色を持つ画素 p については、エネルギーのデータ項 $E_d(x_p)$ は小さくなる。

【0095】

また、ラベル x_p は、0か1であるので、式(3)においては、原則的に、右辺の第1項および第2項のうちのいずれかのみが残る。このため、画素が前景によくある色であれば、 $L_b(I_p) < L_f(I_p)$ になるはずなのでラベル x_p は1になり易くなる。

40

【0096】

前景マークMFのある画素はデータ項に、上述した計算よりも大きな値が付与されるようにして、前景マークMFで指定されたラベルが割り当てられ易くする。

【0097】

さらに、 β は、グラフカットパラメータであり、データ項とエッジ項のトレードオフを調整するものである。グラフカットパラメータが大きいほどエッジ項の値が大きくなり、最小化計算においてエッジ項のエネルギーによる寄与の影響度を高めることができる

50

。そこで、入力画像がモノクロ画像であるような場合には、 を大きくしてエッジを強調できるようにしてもよい。

【0098】

エネルギー計算部52は、上述した式(3)で示されるデータ項 $E_d(x_p)$ より、前景用の色分布モデルへ画素の色 I_p を代入して前景の尤度 $L_f(I_p)$ を求め、さらに、背景用の色分布モデルへ画素の色 I_p を代入して背景の尤度 $L_b(I_p)$ を求める。

【0099】

より詳細には、エネルギー計算部52は、前景用の色分布モデルを、入力画像のピクセルのうち、マーク画像で前景マークMPとして画素値を255に設定した画素、および未処理マークUとして画素値を128に設定した画素、並びに、曲線L11により囲まれた範囲内であって、更新領域以外の前景の画素値として192が設定された画素をサンプリングして計算する。尚、エネルギー計算については、著書「パターン識別」のP625 多変量の正規密度、リチャード・O・デュダ(著)、ピーター・E・ハート(著)、デイヴィット・G・ストーク(著)、尾上 守夫(監訳)、アドコム・メディアに開示されているので、その詳細については、この著書を参照されたい。

10

【0100】

また、エネルギー計算部52は、背景用の色分布モデルを、入力画像の画素のうち、マーク画像で背景マークMBとして画素値を0に設定した画素、および、曲線L11により囲まれた範囲外の背景の画素値として64が設定された画素をサンプリングして計算する。

【0101】

そして、エネルギー計算部52は、このようにして求められた背景の尤度 $L_b(I_p)$ および前景の尤度 $L_f(I_p)$ に基づいて、データ項 $E_d(x_p)$ を算出する。

20

【0102】

そして、ステップS73において、グラフカット最適化処理部53は、エネルギー計算部52により算出されたエネルギー $E(X)$ に基づいて、各ノードのラベルを0または1に設定する。尚、グラフカット最適化処理部53におけるグラフカット最適化処理については、著書コンピュータビジョン最先端ガイド1[CVIMチュートリアルシリーズ]倉爪 亮(著)、石川 博(著)、加藤 丈和(著)、佐藤 淳(著)、三田 雄志(著)、八木 康史(編集)、斎藤 英雄(編集)に開示されているので、その詳細については、この著書を参照されたい。

30

【0103】

ステップS74において、小領域除去部54は、前景領域の集合群、および背景領域の集合群のそれぞれ毎に、割り当てられた画素数(面積)を計算し、閾値以下に割り当てられているラベルを削除して、反対のラベルを割り当てる。すなわち、現実の画像ではグラフカット処理で求めた結果の2値のマスク画像にはノイズが含まれる。すなわち、小さな前景領域、および背景領域は、そのうちの一つであり、パラメータ調整で、これらを綺麗に取り除くことは難しい。そこで、小領域除去部54は、前景領域の集合群、および背景領域の集合群のうち、所定の面積よりも小さな小領域を除去することにより、このノイズを低減させる。尚、閾値の決め方は、様々な方法が考えられるが、例えば、画像サイズに所定の割合を掛けた画素数、全前景面積若しくは全背景面積に所定の割合を掛けた画素数、または任意に設定する固定画素数などにしてもよい。以上の一連の処理により、2値のマスク画像、すなわち、前景または背景のフラグからなる画像が生成される。

40

【0104】

ステップS75において、 マット処理部55は、入力画像、および2値のマスク画像に基づいて、 マット処理を実行し、各画素について、前景領域および背景領域の混合比からなる マット画像を生成する。

【0105】

[マット処理]

ここで、図9のフローチャートを参照して、 マット処理について説明する。

【0106】

50

ステップS91において、境界拡張処理部81は、前景と背景との境界となる領域の画素における混合比を計算するために、混合比の未知領域uを生成する。より詳細には、境界拡張処理部81は、前景と背景が接する場所から一定距離内の画素位置を未知領域uに設定する。境界拡張処理部81は、例えば、ダイレーション処理により前景領域（混合比 = 1.0）と背景領域（混合比 = 0.0）を縮退させ、間に残った画素を未知領域に設定する。ここで、ダイレーションによる縮退量は境界半径パラメータtで与えるようにしてもよい。

【0107】

ステップS92において、平滑化処理部82は、未知領域uの各画素について、平滑化処理を行って画像の画素値の変化を滑らかにして画素値の変化が平滑化するように処理し、平滑化したベースレイヤ色からなる画像を生成する。平滑化処理部82は、例えば、バイラテラルフィルタより構成されるようにしても良い。尚、バイラテラルフィルタの詳細については、C. Tomasi and R. Manduchi, "Bilateral Filtering for Gray and Color Images", Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Computer Vision, Bombay, India.を参照されたい。

10

【0108】

ステップS93において、最近傍前景色計算部83は、未知領域uの各画素について、縮退した前景領域への距離を計算し、最短距離にある前景画素の色を最近傍前景色として保持する。ここで距離は、ユークリッド距離や画素差分値の最短測地線距離などを利用するようにしても良い。

20

【0109】

ステップS94において、背景処理計算部84は、未知領域uの各画素について、縮退した背景領域への距離を計算し、最短距離を保持する。ここで距離は、ユークリッド距離や画素差分値の最短測地線距離などを利用するようにしても良い。

【0110】

ステップS95において、値計算部85は、以下の式(4)で示されるように、前景および背景への最短距離の割合に基づいて、混合比を計算する。

【0111】

$$\text{混合比} = 1.0 - \text{前景最短距離} / (\text{前景最短距離} + \text{背景最短距離})$$

【0112】

・・・(4)

30

【0113】

値計算部85においては、さらに、急峻な値変化を得るため、シグモイド関数を割り当てるようにしてもよい。

【0114】

ステップS96において、前景色計算部86は、各画素について、最近傍前景色計算部83により保持されている最近傍前景色に基づいて、以下の式(5)を計算することにより前景色を計算する。

【0115】

$$\text{前景色} = \text{最近傍前景色} + (\text{画像色} - \text{ベースレイヤ色}) \times \text{混合比}$$

40

【0116】

・・・(5)

【0117】

すなわち、混合比が0.0に向かうにつれて、最近傍前景色となり、逆に、混合比 = 1.0のとき、元の画素と一致することになる。つまり、前景色は、最近傍前景色を利用するようにしても良いが、元の色と大きく外れてぼやけた絵になってしまう場合もある。このため、前景色計算部86は、式(5)を利用して、平滑化したベースレイヤ色からなる画像の画素値と、平滑化していない入力画像の画素値との差分に、混合比を乗じた色を、最近傍前景色に加算することで前景色を補正している。

【0118】

50

以上の処理により、 マット画像が生成される。

【 0 1 1 9 】

ここで、図 7 のフローチャートの説明に戻る。

【 0 1 2 0 】

すなわち、ステップ S 7 5 の マット処理が実行されることにより、前景画像と マット画像とが生成され、切抜画像処理が終了する。

【 0 1 2 1 】

以上の処理により求められた マット画像とオブジェクト画像とに基づいて、オブジェクト画像の各画素の画素値に マット画像の各画素の混合比 を乗じることにより、大雑把なマーク線を入力するだけで、所望とするオブジェクト画像を抽出することが可能となる。

10

【 0 1 2 2 】

尚、ラフキャプチャモード処理においては、入力部 1 1 が操作されて入力されるマーク線が入力された後、すなわち、図 4 における曲線 L 1 1 が完全に入力された後に処理がなされることになる。このため、入力操作に対してリアルタイムに処理されず、入力操作が完了した後、一括して処理が実行されることになる。

【 0 1 2 3 】

[B G モード修正処理]

次に、図 1 0 のフローチャートを参照して、B G モード修正処理について説明する。B G モード修正処理は、上述したようにラフキャプチャモード処理などで抽出したオブジェクト画像のうち、背景画素にもかかわらず前景画素として抽出された画素を背景画素とするように修正する処理である。

20

【 0 1 2 4 】

ステップ S 1 1 1 において、前処理部 4 2 は、入力部 1 1 より供給されてくる操作信号、および、表示部 1 3 の入力座標検出部 9 1 による検出信号に基づいて、B G モードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されたか、または入力が完了したか否かを判定する。

【 0 1 2 5 】

すなわち、ステップ S 1 1 1 においては、例えば、B G モードと認識された状態で、入力部 1 1 により所定の長さだけ新たにマーク線が入力され、マーク線の入力が続いているが、その途中であるか、または、入力部 1 1 によりマーク線の入力が終了し、先端部 B 1 3 が表示部 1 3 から離れた状態になったか否かが判定される。そして、ステップ S 1 1 1 において、B G モードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されたか、または入力が完了したとみなされた場合、処理は、ステップ S 1 1 2 に進む。

30

【 0 1 2 6 】

尚、ステップ S 1 1 1 において、B G モードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されることもなく、また、入力も完了していないとみなされた場合、ステップ S 1 1 2 乃至 S 1 1 6 の処理がスキップされて、処理は、ステップ S 1 1 7 に進む。

【 0 1 2 7 】

ステップ S 1 1 2 において、前処理部 4 2 は、マーク画像上で、新たに入力されたマーク線における各画素の画素値を、背景マークを示す 0 という画素値に上書きして設定する。そして、前処理部 4 2 は、今回新たに入力されたマーク線からみて所定の距離 r' ($r' : r > r'$ の微少な値) 内に存在する画素で、かつ、前回までの処理による処理結果 (画素値) が 0 でない画素の画素値を未処理マーク表す 1 2 8 という画素値に上書きして設定する。すなわち、図 1 1 の左下部の画像 P 1 2 で示されるように、領域 F で示される前景と、領域 B で示される背景があるときに、図 1 1 の中央上部の画像 P 1 1 で示されるように、背景を指定するマーク線 M B が入力されたものとする。このときのマーク画像は、図 1 1 の右下部で示される画像 P 1 3 となる。ここで、前処理部 4 2 は、図 1 1 の右下部で示される画像 P 1 3 における、マーク線 M B の各画素を、背景マーク M B を示す 0 という画素値に設定する。尚、図 1 1 は、入力されたマーク線 M B の近傍には、前回までにマ

40

50

ーク線が入力されていない例を図示している。また、上述の説明から明らかなように、今回新たに入力されたマーク線からみて r' 内に、前回までに入力された前景マークが存在した場合には、その画素値は強制的に255から128という値となる。これにより、本来、背景であるにもかかわらず間違えて前景マークを入力されてしまった場合に対処できる。つまり、間違えた入力により指定された前景マークFMを上書きにより削除できる。

【0128】

また、図示されていないが、これ以前の処理において、後述するFGモード修正処理がなされ、その処理で前景を表す画素値192に割り当てられていた画素の画素値は、未処理マークUを表す128という画素値に設定される。すなわち、この処理により、背景を指定するマーク線MBを入力するだけで、それ以前の処理でグラフカット処理により前景に割り当てられた画素については、前景に割り当てられたことがリセットされて、再びグラフカット処理がなされることになるので、ユーザによる入力操作を簡単なものとすることができる。

【0129】

ステップS113において、前処理部42は、マーク画像上で、マーク線MBを構成する各画素からみて所定距離 r' よりも大きく、かつ、所定距離 r ($R > r$)内に存在し、かつ、画素値が0および255のいずれでもない画素の画素値を、未処理マークUを表す128という画素値に上書きして設定する。すなわち、図11の画像P13で示されるマーク画像のように、背景マークとして入力されたマーク線を構成する各画素からみて所定の距離 r 内に存在するすべての画素が、未処理マークUを表す128という画素値に設定される。尚、ここで、距離 r が、ラフキャプチャモードにおける距離 R よりも小さいのは、ラフキャプチャモードにおけるオブジェクトが存在する範囲として指定される領域に比べて、FGモード修正処理における更新領域は十分に小さいからである。すなわち、この距離 R 、 r は、いずれもUpdate Region Radius (更新領域半径)として設定されるものであり、入力画像の大きさに対するマーク線の太さの比率に応じて適切に設定すべきである。すなわち、このマーク線の太さは、例えば、5画素などであるので、この5画素を基準として距離 R 、 r を適切に設定する。尚、FGモード修正処理、およびBGモード修正処理における更新領域についての詳細な定義については、図12を参照して詳細を後述する。

【0130】

ステップS114において、画像処理部12は、このようにして生成されたマーク画像、および入力画像に基づいて、切抜画像生成処理を実行し、再度オブジェクト画像を抽出する。尚、切抜画像生成処理については、図7のフローチャートを参照して、上述した処理と同様であるので、その説明は省略するものとする。しかしながら、ラフキャプチャモードにおいて更新領域は画像全体であったが、BGモード修正処理(およびFGモード修正処理)において指定される範囲は、ラフキャプチャモードに比べて小さいため、更新領域の定義が異なる。そこで、BGモード(およびFGモード)における更新領域の定義についてのみ説明を補足する。

【0131】

すなわち、BGモード修正処理において指定されるマーク線は、ラフキャプチャモードにおけるマーク線と比較すれば僅かな距離であることが前提である。このため、図12の画像P21で示されるように、マーク線MBが入力された場合、更新領域は、以下のように定義される。すなわち、BG(およびFG)モード修正処理における更新領域は、マーク線MB(MF)に伴って設定された、点線で示される未処理マークUを包含する実線で示される矩形領域 U' に対して、上下左右に所定のマージン幅 d だけ拡張した矩形範囲とする。このように更新範囲を拡大することで、グラフカットにおいて、より多くの周辺画素の情報を利用することで処理精度を向上させると共に、更新範囲を矩形形状とすることで単純化し、繰り返し処理を簡単なものとしている。

【0132】

ステップS115において、グラフカット最適化処理部53は、マーク画像における例

10

20

30

40

50

外処理部 7 1 を制御して、図 1 3 で示されるような、グラフカット処理における例外処理を実行させる。より詳細には、図 1 3 の上から 2 段目乃至 6 段目に示されるように、B G モード修正処理におけるグラフカット処理結果が、F G、すなわち、前景の画素として割り当てられた場合、例外処理部 7 1 は、未処理マークを示す画素値 1 2 8 の画素については、前景を表す画素値 1 9 2 に変更し、それ以外については、そのままの画素値とする。

【 0 1 3 3 】

すなわち、画素値 2 5 5 , 1 9 2 においては、そもそも前景を示す値であるので、そのままである。しかしながら、B G モード修正処理は、背景となる領域を指定して、背景となる画素を増やす処理であるから、元々背景を表す画素値 6 4 , 0 の画素については、そのまま背景を示す画素のままとされる。

10

【 0 1 3 4 】

逆に、図 1 3 の上から 7 段目乃至 1 1 段目に示されるように、B G モード修正処理におけるグラフカット処理結果が、B G、すなわち、背景の画素であるものとみなされた場合、例外処理部 7 1 は、予め背景または前景であることが指定された画素である画素値 2 5 5 または 0 以外は、いずれも背景であることを示す画素値 6 4 に設定する。

【 0 1 3 5 】

すなわち、画素値 2 5 5 , 0 は、そもそもユーザの意思により前景または背景に設定された画素値であるので、そのままである。しかしながら、B G モード修正処理は背景となる領域を指定して、背景となる画素を増やす処理であるから、背景と判定された画素は、背景を表す画素値 6 4 に設定される。

20

【 0 1 3 6 】

ステップ S 1 1 6 において、画像処理部 1 2 は、生成された前景画像である切抜画像に対して マット画像における各画素の混合比 を乗じた切出画像を表示部 1 3 に表示すると共に、切出画像およびマーク画像を記憶部 1 4 に記憶する。すなわち、図 1 1 で示されるようにマーク線が入力された場合、その付近が背景に変換されるようなグラフカット処理がなされた前景であるオブジェクト画像が抽出される。

【 0 1 3 7 】

ステップ S 1 1 7 において、モード判定部 4 1 は、操作信号、および検出信号に基づいて、B G モード修正処理の終了が指示されているか否かを判定し、終了が指示されていない場合、処理は、ステップ S 1 1 1 に戻る。すなわち、終了が指示されるまで、ステップ S 1 1 1 乃至 S 1 1 7 の処理が繰り返される。そして、ステップ S 1 1 7 において、終了が指示されているとみなされると、処理が終了する。

30

【 0 1 3 8 】

以上の処理により背景にしたいと考える領域を直感的になぞるようにマーク線を入力するだけで背景領域を増やすようにオブジェクト画像を修正することが可能となる。すなわち、背景を指定する際、その画素が直前の処理で前景に選択されているようなとき、その前景を指定するマークを削除してから、新たに背景を指定するマークを入力するといった煩雑な処理をすることなく、直感的に修正操作を実現することができる。さらに、修正したい領域がなくなるまで、繰り返し B G モード修正処理を実行し続けることが可能となる。尚、修正処理を繰り返す場合、その時点で表示されている切出画像そのものが入力画像として処理が繰り返され、同様にマーク画像についても、そのとき表示されている切出画像のマーク画像が繰り返し使用される。

40

【 0 1 3 9 】

また、マーク線の入力が入力が所定の距離だけ進むとリアルタイムに修正処理が実行されることになるため、マーク線を入力するときには修正がなされた状態を確認しながら入力することができるので、適切にマーク線を入力しつつ、適切に修正をする操作を繰り返すことが可能となる。

【 0 1 4 0 】

[F G モード修正処理]

次に、図 1 4 のフローチャートを参照して、F G モード修正処理について説明する。F

50

Gモード修正処理は、上述したようにラフキャプチャモード処理やBGモード修正処理などで抽出したオブジェクト画像のうち、前景画素にもかからわず背景画素として抽出されなかった画素を前景画素とするように修正する処理である。尚、FGモード修正処理については、BGモード修正処理においてマーク線が背景マークBMを指定するものであったのに対して、前景マークFMを指定するものである点が異なる以外は同様であるので、その説明は適宜省略するものとする。

【0141】

ステップS131において、前処理部42は、入力部11より供給されてくる操作信号、および、表示部13の入力座標検出部91による検出信号に基づいて、FGモードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されたか、または入力が完了したか否かを判定する。

10

【0142】

すなわち、ステップS131においては、例えば、FGモードと認識された状態で、入力部11により所定の長さだけ新たにマーク線が入力され、マーク線の入力が継続しているが、その途中であるか、または、入力部11によりマーク線の入力が終了し、先端部B13が表示部13から離れた状態になったか否かが判定される。そして、ステップS131において、FGモードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されたか、または入力が完了したとみなされた場合、処理は、ステップS132に進む。

【0143】

尚、ステップS131において、FGモードによる入力操作が所定の距離だけ新たに入力されることもなく、また、入力も完了していないとみなされた場合、ステップS132乃至S136の処理がスキップされて、処理は、ステップS137に進む。

20

【0144】

ステップS132において、前処理部42は、マーク画像上で、新たに入力されたマーク線における各画素の画素値を、前景マークを示す255という画素値に上書きして設定する。そして、前処理部42は、今回新たに入力されたマーク線からみて所定の距離 r' (r' は微小な値)内に存在し、かつ、前回までの処理による結果(画素値)が255でない画素の画素値を未処理マーク表す128という画素値に設定する。

【0145】

ステップS133において、前処理部42は、マーク画像上で、マーク線MFを構成する各画素からみて所定の距離 r' よりも大きく、かつ、所定の距離 r ($R > r$)内に存在し、かつ、画素値が0および255のいずれでもない画素の画素値を、未処理マークUを表す128という画素値に設定する。

30

【0146】

ステップS134において、画像処理部12は、このようにして生成されたマーク画像、および入力画像に基づいて、切抜画像生成処理を実行し、再度オブジェクト画像を抽出する。尚、切抜画像生成処理については、図7のフローチャートを参照して、上述した処理と同様であるので、その説明は省略するものとする。また、更新領域の設定についても、図12を参照して説明したように、BGモード修正処理の場合と同様であるので、その説明は省略する。

40

【0147】

ステップS135において、グラフカット最適化処理部53は、マーク画像における例外処理部71を制御して、図13で示されるように、グラフカット処理における例外処理を実行させる。より詳細には、図13の上から18段目乃至22段目で示されるように、FGモード修正処理におけるグラフカット処理結果が、BG、すなわち、背景の画素であるものとみなされた場合、例外処理部71は、未処理マークを示す画素値128の画素については、前景を表す192に変更し、それ以外については、そのままの値とする。

【0148】

すなわち、画素値0, 64においては、そもそも背景を示す値であるので、そのままである。しかしながら、FGモード修正処理は前景となる領域を指定して、前景となる画素

50

を増やす処理であるから、元々前景を表す画素値 255, 192 の画素については、そのまま前景を示す画素のままとされる。

【0149】

逆に、図13の13段目乃至17段目で示されるように、FGモード修正処理におけるグラフカット処理結果が、FG、すなわち、前景の画素であるものとみなされた場合、例外処理部71は、予め背景または前景であることが指定された画素である画素値255または0以外は、いずれも前景であることを示す画素値192に設定する。

【0150】

すなわち、画素値255, 0においては、そもそもユーザの意思により前景または背景に設定された画素値であるので、そのままである。しかしながら、FGモード修正処理は前景となる領域を指定して、前景となる画素を増やす処理であるから、前景と判定された画素は、前景を表す画素値192に設定される。

10

【0151】

ステップS136において、画像処理部12は、生成された前景画像に対して マット画像における各画素の混合比 を乗じた切出画像を表示部13に表示すると共に、切出画像およびマーク画像を記憶部14に記憶する。

【0152】

ステップS137において、モード判定部41は、操作信号、および検出信号に基づいて、FGモード修正処理の終了が指示されているか否かを判定し、終了が指示されていない場合、処理は、ステップS131に戻る。すなわち、終了が指示されるまで、ステップS131乃至S137の処理が繰り返される。そして、ステップS137において、終了が指示されているとみなされると、処理が終了する。

20

【0153】

以上の処理により前景にしたいと考える領域を直感的になぞるようにマーク線を入力するだけで前景領域を増やすようにオブジェクト画像を修正することが可能となる。すなわち、前景を指定する際、その画素が直前の処理で背景に選択されているようなとき、その背景を指定するマークを削除してから、新たに前景を指定するマークを入力するといった煩雑な処理をすることなく、直感的に修正操作を実現することができる。さらに、修正したい領域がなくなるまで、繰り返しFGモード修正処理を実行し続けることが可能となる。尚、修正処理を繰り返す場合、その時点で表示されている切出画像そのものが入力画像として処理が繰り返され、同様にマーク画像についても、そのとき表示されている切出画像のマーク画像が繰り返し使用される。

30

【0154】

また、マーク線の入力が所定の距離だけ進むと修正処理が実行されることになるため、マーク線を入力しながらリアルタイムに修正がなされた状態を確認しながらマーク線の入力を行うことができるので、適切にマーク線を入力しつつ、適切に修正をする操作を繰り返すことが可能となる。

【0155】

さらに、以上においては、ペン型の入力部11を用いてマーク線を入力する例について説明してきたが、タッチパネルからなる表示部13に指などでなぞるようにして入力するようにしてもよい。その場合、BGモードによる入力処理であるか、またはFGモードによる入力処理であるかを設定する操作ボタンを表示して、そのボタンの押下の有無により区別できるようにしてもよい。また、同様に、マウスなどを用いたポインタデバイスを用いて、同様の処理を実現できるようにしてもよい。

40

【0156】

また、上記説明では、所定距離 r および r' は、所定の値として説明したが、図3におけるS12乃至S19のループ処理の回数をカウントしておき、このカウントの値に反比例するように、所定距離 r および r' の値を小さくしていても良い。なぜなら、FGモードやBGモードを何回もユーザが行う場合、それは、より厳密にオブジェクト画像を抽出したい場合と考えることができるからである。厳密に抽出したい場合、所定距離 r や r

50

' を小さくしていくと良いからである。

【 0 1 5 7 】

さらに、所定距離 r および r' は、マーク線の入力形状によって増減するようにしてもよい。例えば、一連のマーク線上の点について、マーク線を辿って一定距離以上離れている任意の2点間の直線距離を求めて、その距離と所定距離 r の大きさの比を見ることで、細かい入力をしているかどうかを判定する。この結果、例えば、図15の左部で示されるように、マーク線MBが入力されたとき、マーク線上の点T1と点T2間の距離がDであるとき、図15の中央部で示されるように、所定距離 r が r_1 ($r_1 > D/2$) であると、一点鎖線で示されるマーク線MBから所定距離 r_1 内の範囲が交差してしまうため、詳細なマーク線MBの入力形状が詳細に反映されなくなる。そこで、このように、マーク線の10
入力が細かい図形であると考えられるような場合には、図15の右部で示されるように、所定距離 r を r_2 ($r_2 < D/2$) となるように設定することで、細かいマーク線の入力を適切に反映させることが可能となる。尚、図15においては、所定距離 r についての例について説明しているが、所定距離 r' についても同様に対応することができる。

【 0 1 5 8 】

また、以上においては、画像切出処理について、図3のフローチャートを参照して、最初にラフキャプチャモード処理を実行し、以降において、BGモード修正処理、およびFGモード修正処理のいずれかを入力の分析結果に応じて切り替える例について説明してきた。しかしながら、入力画像が、既にラフキャプチャモード処理されているような画像である場合、最初にラフキャプチャモード処理が必ずしも必要でないことも考えられる。そこで、図16のフローチャートで示されるように入力に応じてラフキャプチャモード処理、BGモード修正処理、およびFGモード修正処理のいずれかを選択できるようにしても20
良い。

【 0 1 5 9 】

すなわち、図16におけるステップS215において、モード判定部41は、操作モードがラフキャプチャモードであるか否かを判定する。ラフキャプチャモードにおいては、オブジェクトが存在する比較的広い領域を大雑把に囲むように入力されるものであるので、入力速度が比較的高速で、かつ、凹凸が少なく、かつ、筆圧が低いことが想定される。そこで、モード判定部41は、例えば、マーク線の入力速度が比較的高速で、かつ、凹凸が少なく、かつ、筆圧が低いとき、ラフキャプチャモードであるものと判定し、この場合30
、処理は、ステップS216に進む。

【 0 1 6 0 】

一方、マーク線の入力速度が比較的低速であるか、または、凹凸があるか、または、筆圧が高い場合、ラフキャプチャモードではないものとみなされ、処理は、ステップS217に進む。この処理により、入力画像がラフキャプチャモード処理が終了されているようなものであるときには、ラフキャプチャモード処理をスキップすることが可能となる。尚、図16のフローチャートにおけるステップS215を除く処理は、図3のフローチャートを参照して説明した処理と同様であるので、その説明は省略するものとする。

【 0 1 6 1 】

ところで、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるが、ソフトウェアにより実行させることもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、記録媒体からインストールされる。40

【 0 1 6 2 】

図17は、汎用のパーソナルコンピュータの構成例を示している。このパーソナルコンピュータは、CPU(Central Processing Unit)1001を内蔵している。CPU1001にはバス1004を介して、入出力インタフェース1005が接続されている。バス1004には、ROM(Read Only Memory)1002およびRAM(Random Access Memory)1003が接続50

されている。

【0163】

入出力インタフェース1005には、ユーザが操作コマンドを入力するキーボード、マウスなどの入力デバイスよりなる入力部1006、処理操作画面や処理結果の画像を表示デバイスに出力する出力部1007、プログラムや各種データを格納するハードディスクドライブなどよりなる記憶部1008、LAN(Local Area Network)アダプタなどよりなり、インターネットに代表されるネットワークを介した通信処理を実行する通信部1009が接続されている。また、磁気ディスク(フレキシブルディスクを含む)、光ディスク(CD-ROM(Compact Disc-Read Only Memory)、DVD(Digital Versatile Disc)を含む)、光磁気ディスク(MD(Mini Disc)を含む)、もしくは半導体メモリなどのリムーバブルメディア1011に対してデータを読み書きするドライブ1010が接続されている。

10

【0164】

CPU1001は、ROM1002に記憶されているプログラム、または磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、もしくは半導体メモリ等のリムーバブルメディア1011ら読み出されて記憶部1008にインストールされ、記憶部1008からRAM1003にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM1003にはまた、CPU1001が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

【0165】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU1001が、例えば、記憶部1008に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース1005及びバス1004を介して、RAM1003にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

20

【0166】

コンピュータ(CPU1001)が実行するプログラムは、例えば、パッケージメディア等としてのリムーバブルメディア1011に記録して提供することができる。また、プログラムは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供することができる。

【0167】

コンピュータでは、プログラムは、リムーバブルメディア1011をドライブ1010に装着することにより、入出力インタフェース1005を介して、記憶部1008にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部1009で受信し、記憶部1008にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM1002や記憶部1008に、あらかじめインストールしておくことができる。

30

【0168】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

【0169】

また、本明細書において、システムとは、複数の構成要素(装置、モジュール(部品)等)の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

40

【0170】

なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0171】

例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

【0172】

50

また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

【0173】

さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

【符号の説明】

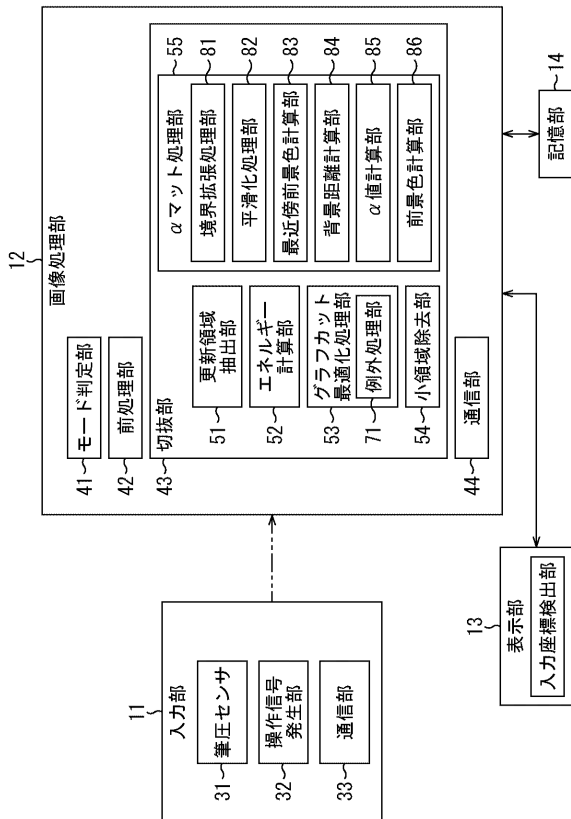
【0175】

11 入力部, 12 画像処理部, 13 表示部, 14 記憶部, 31 筆圧センサ, 32 操作信号部, 33 通信部, 41 モード判定部, 42 前処理部, 43 切抜部, 44 通信部, 51 更新領域抽出部, 52 エネルギー計算部, 53 グラフカット最適化処理部, 54 小領域除去部, 55 マット処理部, 81 境界拡張処理部, 82 平滑化処理部, 83 最近傍前景色計算部, 84 背景距離計算部, 85 α 値計算部, 86 前景色計算部

10

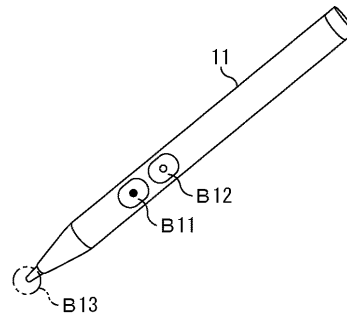
【図1】

図1



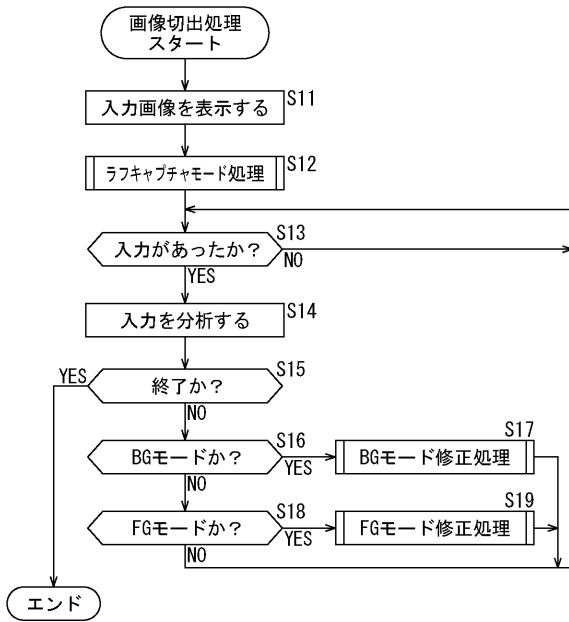
【図2】

図2



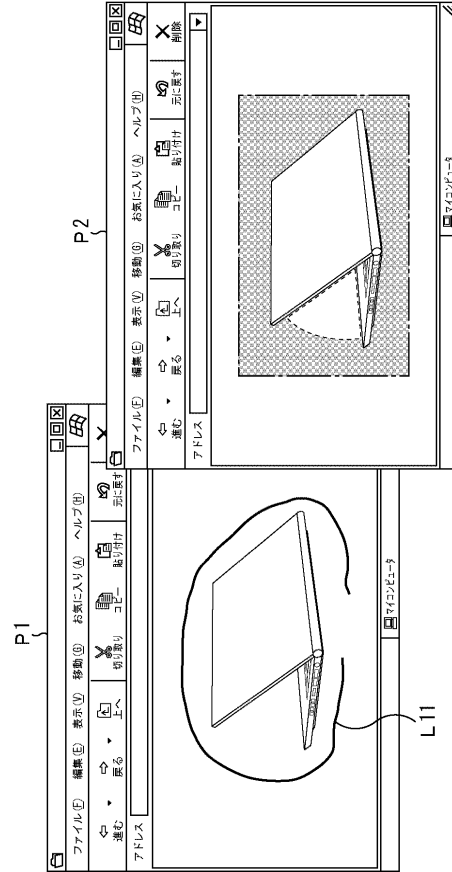
【図3】

図3



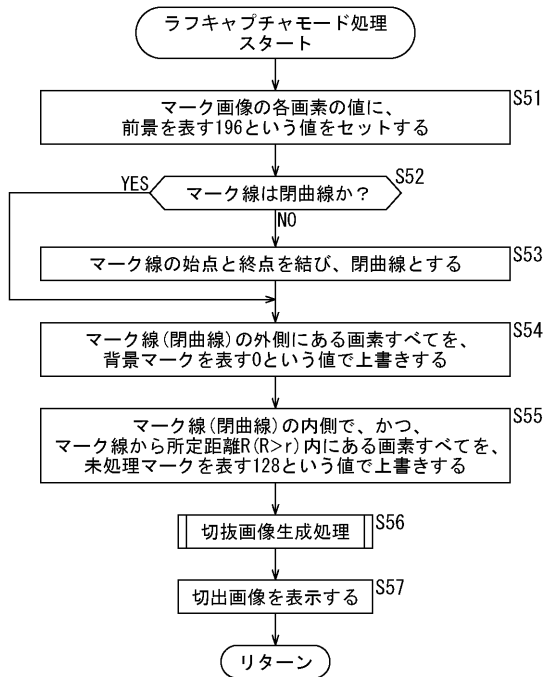
【図4】

図4



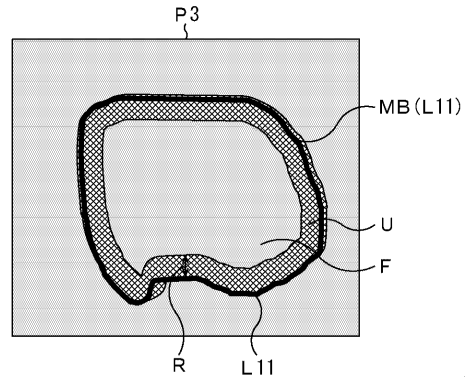
【図5】

図5



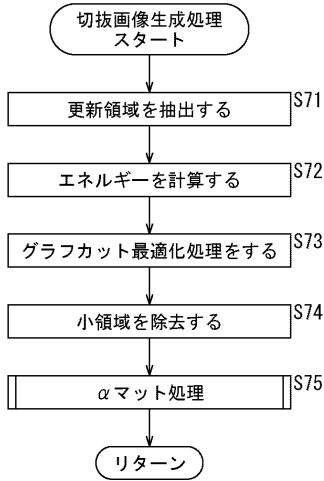
【図6】

図6



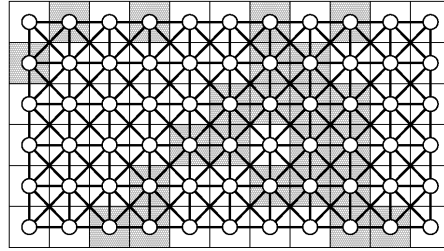
【図7】

図7



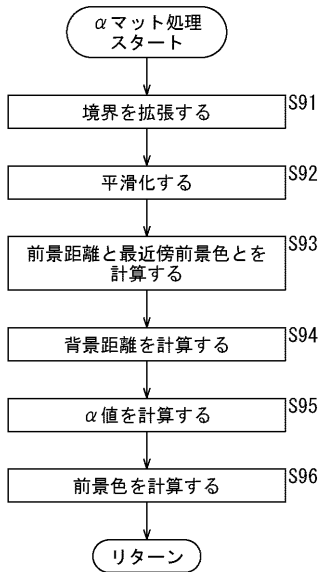
【図8】

図8



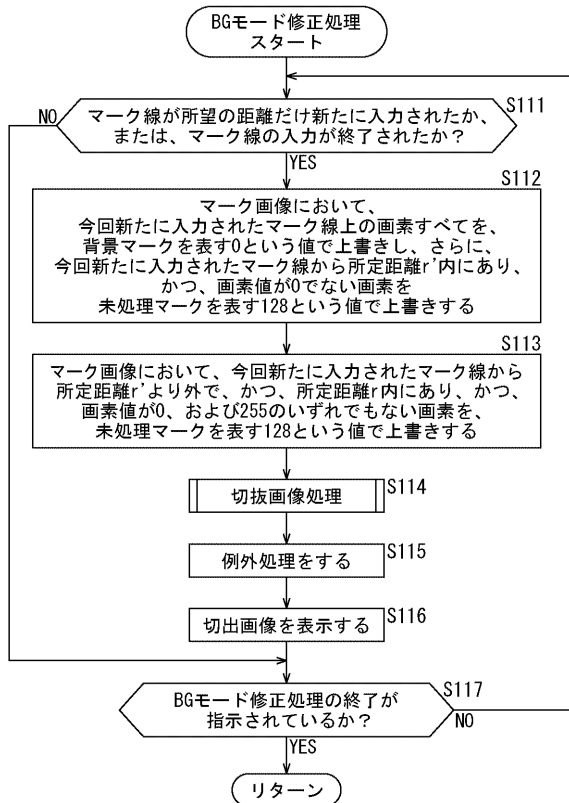
【図9】

図9



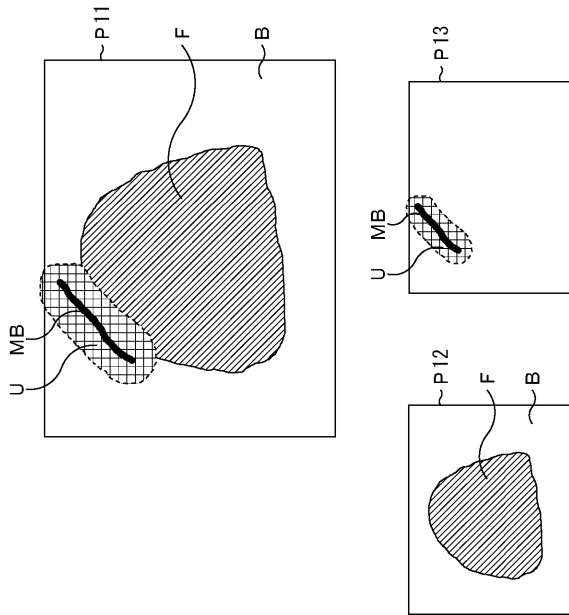
【図10】

図10



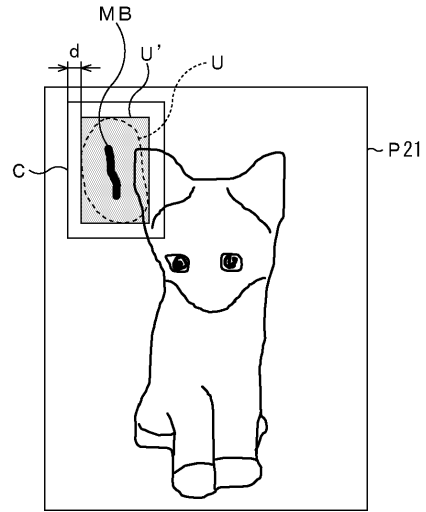
【図 1 1】

図11



【図 1 2】

図12



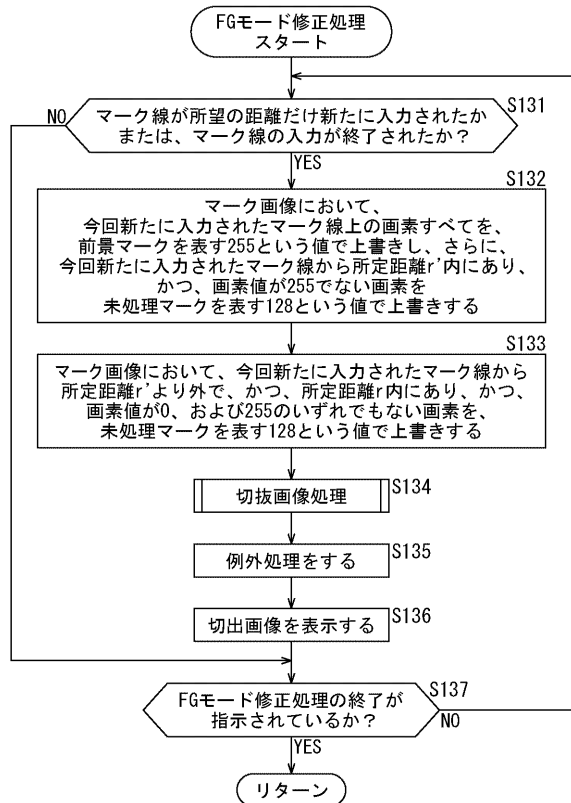
【図 1 3】

図13

| | グラフィカット前 | グラフィカット処理結果 | 置換結果 |
|---------------|----------|-------------|------|
| BGモード 修正処理 | 255 | FG | 255 |
| | 192 | FG | 192 |
| | 128 | FG | 192 |
| | 64 | FG | 64 |
| | 0 | FG | 0 |
| | 255 | BG | 255 |
| FGモード 修正処理 | 192 | BG | 64 |
| | 128 | BG | 64 |
| | 64 | BG | 64 |
| | 0 | BG | 0 |
| | 255 | BG | 255 |
| | 192 | BG | 192 |
| FGモード 修正処理 | 128 | BG | 192 |
| | 64 | BG | 64 |
| | 0 | BG | 0 |
| | 255 | BG | 255 |
| | 192 | BG | 192 |
| | 128 | BG | 192 |
| FGモード 修正処理 | 64 | BG | 64 |
| | 0 | BG | 0 |
| | 255 | BG | 255 |
| | 192 | BG | 192 |
| | 128 | BG | 192 |
| | 64 | BG | 64 |
| FGモード 修正処理 | 0 | BG | 0 |

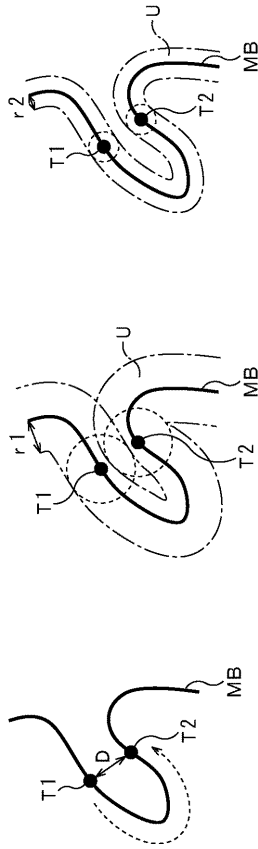
【図 1 4】

図14



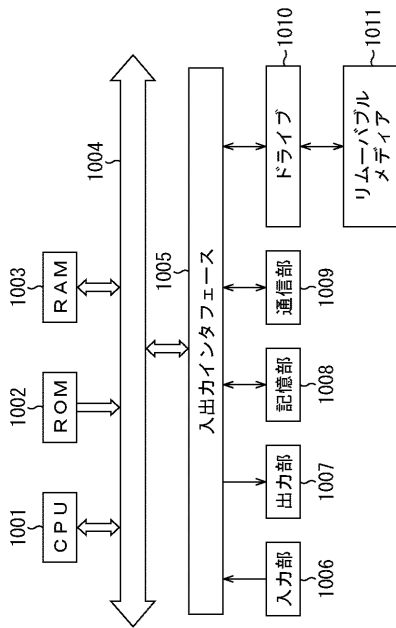
【図15】

図15



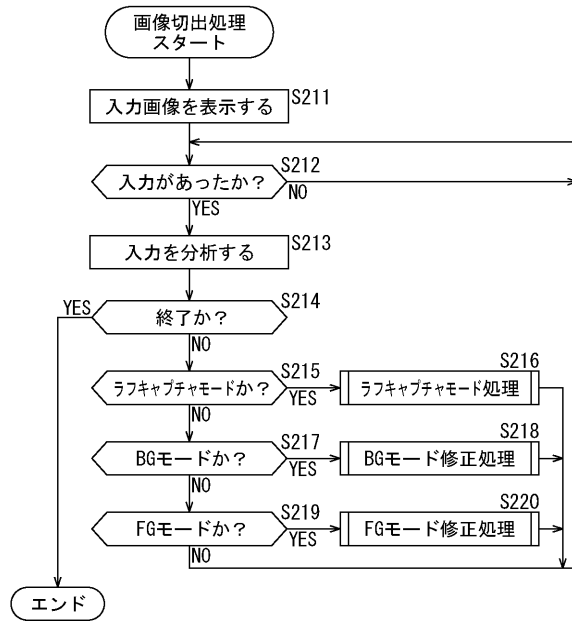
【図17】

図17



【図16】

図16



フロントページの続き

- (72)発明者 山田 英史
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 大木 光晴
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 佐藤 実

- (56)参考文献 特開2006-053921(JP, A)
米国特許出願公開第2010/0278424(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 7/00 - 7/90