(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 9 月 28 日(28.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/163591 A1

(51) 国際特許分類:
G06T 1/00 (2006.01) *G06F 9/50* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002573

(22) 国際出願日: 2017 年 1 月 25 日(25.01.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-060523 2016 年 3 月 24 日(24.03.2016) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布２丁目２６番３０号 Tokyo (JP). 富士ゼロックス株式会社 (FUJI XEROX CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1070052 東京都港区赤坂九丁目７番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 竹本 昂生 (TAKEMOTO, Kosei); 〒2580023 神奈川県足柄上郡開成町宮台７９８番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 板垣和幸 (ITAGAKI, Kazuyuki); 〒2580023 神奈川県足柄上郡開成町宮台７９８番地 富士フイルム株式会社内 Kanagawa (JP). 長尾 隆 (NAGAO, Takashi); 〒2590157 神奈川県足柄上郡中井町境４３０ 富士ゼロックス株式会社内 Kanagawa (JP).

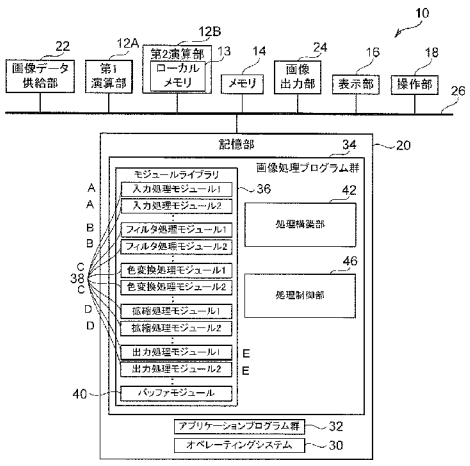
(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称 : 画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラム



12A First computation unit
12B Second computation unit
13 Local memory
14 Memory
16 Display unit
18 Operation unit
20 Storage unit
22 Image data supply unit
24 Image output unit
30 Operating system
32 Application program group
34 Image processing program group
36 Module library
40 Buffer module
42 Processing construction unit
46 Processing control unit
A Input processing module
B Filter processing module
C Color conversion processing module
D Enlarging/shrinking processing module
E Output processing module

(57) **Abstract**: This computer functions as an image processing device including a plurality of processor cores, and: extracts, from an object group in which a plurality of image processing modules for executing image processing are linked in a directed acyclic graph topology, a plurality of image processing modules that are linked in series; and causes the same single processor core, among the plurality of processor cores, to execute image processing by each of the extracted image processing modules.

(57) 要約: 複数のプロセッサ・コアを備えた画像処理装置として機能するコンピュータは、画像処理を実行するための画像処理モジュールが有向非循環グラフ形態で複数連結されたオブジェクト群から直列に連結された複数の画像処理モジュールを抽出し、抽出した複数の画像処理モジュールの各々による画像処理を、複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させる。

WO 2017/163591 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本開示の技術は、画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、画像処理を実行するためのオブジェクトが、ＤＡＧ（Directed Acyclic Graph：有向非循環（非巡回）グラフ）形態で複数連結されたオブジェクト群に従って、画像処理を行う技術が知られている（特開２０１２－１１８９３２号公報参照）。

[0003] また、ＤＡＧ形態のタスクフローグラフに従って、複数のプロセッサを用いて並列処理を行う技術が知られている（特開２０１４－１６４６６４号公報参照）。この技術では、第１タスクと、第１タスクの先行タスクである第２タスクとが異なるプロセッサに割り当てられている場合に、第２タスクによる出力データが第１タスクに割り当てられている第１プロセッサにより参照可能となるまで、第１タスクの実行を待機する。

[0004] また、第１のプロセッサ・コアから第２のプロセッサ・コアへスレッドが移送されることを予測し、スレッドに関連するデータを第１のプロセッサ・コアから第２のプロセッサ・コアへ移送する技術が知られている（特表２０１３－５０１２９６号公報参照）。この技術では、スレッドに関連するデータを第１のプロセッサ・コアから第２のプロセッサ・コアへ移送した後に、スレッドを第１のプロセッサ・コアから第２のプロセッサ・コアへ移送する。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、複数のプロセッサ・コアにより処理を実行する場合に、処理の

実行単位であるスレッドを何れのプロセッサ・コア上で実行するかを決定するスケジュール方針の一例として、貪欲スケジュール（greedy schedule）が知られている。貪欲スケジュールとは、処理の実行を終えたスレッドがアイドル状態とならないようにするスケジュール方針であり、処理を実行していないプロセッサ・コアが存在する場合、プロセッサ・コアは直ちに次の処理を実行することになる。従って、貪欲スケジュールでは、同じメモリ上の領域を参照して連続的に実行される処理の各々が、異なるプロセッサ・コアにより実行されてしまうことがあるという問題点がある。

[0006] 特開２０１２－１１８９３２号公報に記載の技術では、この問題点について考慮されていない。また、特開２０１４－１６４６６４号公報及び特表２０１３－５０１２９６号公報に記載の技術では、異なるプロセッサ・コア間でデータを移送（コピー）する時間がかかってしまい、かつデータを移送している間は、処理の実行が中断される結果、高速に画像処理を行うことができない場合がある。

[0007] 本開示の技術は、複数の画像処理の各々を異なるプロセッサ・コアにより実行する場合に比較して、高速に画像処理を行うことができる画像処理装置、画像処理方法、及び画像処理プログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第１の態様の画像処理装置は、複数のプロセッサ・コアを備えた画像処理装置であって、画像処理を実行するためのオブジェクトが有向非循環グラフ形態で複数連結されたオブジェクト群から直列に連結された複数のオブジェクトを抽出する抽出部と、抽出部により抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を、複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させる実行部と、を備えている。

[0009] なお、本発明の第２の態様の画像処理装置は、第１の態様の画像処理装置において、抽出部が、直列に連結された複数のオブジェクトとして、前段に連結されたオブジェクト数が０又は１の複数のオブジェクトを抽出してもよい。

[0010] また、本発明の第３の態様の画像処理装置は、第１の態様又は第２の態様の画像処理装置において、実行部が、抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像が複数の領域に分割された分割領域単位で、抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を同一のプロセッサ・コアに実行させ、かつ分割領域毎に抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を異なるプロセッサ・コアに実行させてもよい。

[0011] また、本発明の第４の態様の画像処理装置は、第３の態様の画像処理装置において、抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像を、プロセッサ・コアの数以下の複数の分割領域に分割する分割部をさらに備えてもよい。

[0012] また、本発明の第５の態様の画像処理装置は、第３の態様の画像処理装置において、抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像を、画像処理を実行する演算部が有するキャッシュメモリの容量以下のサイズで、複数の分割領域に分割する分割部をさらに備えてもよい。

[0013] また、本発明の第６の態様の画像処理装置は、第１の態様から第５の態様の何れか１つの態様の画像処理装置において、複数のプロセッサ・コアが、画像処理に用いられるキャッシュメモリを有してもよい。

[0014] 本発明の第７の態様の画像処理方法は、複数のプロセッサ・コアを備えた画像処理装置による画像処理方法であって、画像処理を実行するためのオブジェクトが有向非循環グラフ形態で複数連結されたオブジェクト群から直列に連結された複数のオブジェクトを抽出し、抽出した複数のオブジェクトの各々による画像処理を、複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させるものである。

[0015] 本発明の第８の態様の画像処理プログラムは、コンピュータを、本発明の第１の態様から第６の態様の何れか１つの態様の画像処理装置の抽出部、及び実行部として機能させるためのものである。

発明の効果

[0016] 本発明の一実施形態によれば、複数の画像処理の各々を異なるプロセッサ・コアにより実行する場合に比較して、高速に画像処理を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]実施の形態に係る画像処理装置として機能するコンピュータの構成の一例を示すブロック図である。

[図2A]画像処理ＤＡＧの一例を示す概略図である。

[図2B]画像処理ＤＡＧに入出力用のメモリを加えた場合の概略図である。

[図3]実施の形態に係る処理制御部の機能的な構成の一例を示すブロック図である。

[図4]実施の形態に係る合成モジュールの一例の説明に供する概略図である。

[図5]実施の形態に係る合成モジュールの一例の説明に供する概略図である。

[図6]実施の形態に係る合成モジュールの一例の説明に供する概略図である。

[図7]実施の形態に係る合成モジュールの一例の説明に供する概略図である。

[図8]入力画像の分割処理の説明に供する概略図である。

[図9]画像処理モジュールが部分処理に分割された画像処理ＤＡＧの一例を示す概略図である。

[図10]画像処理モジュールが部分処理に分割された画像処理ＤＡＧの一例を示す概略図である。

[図11]実施の形態に係る画像処理プログラムの処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、図面を参照して、本開示の技術を実施するための形態例を詳細に説明する。

[0019] まず、図１を参照して、画像処理装置として機能するコンピュータ１０の構成を説明する。なお、コンピュータ１０は、複写機、プリンタ、ファクシミリ装置、これらの装置の機能を兼ね備えた複合機、及びスキャナ等の内部

で画像処理を行う画像取扱機器に組み込まれたコンピュータであってもよい。また、コンピュータ１０は、ＰＣ（Personal Computer）等の独立したコンピュータであってもよく、ＰＤＡ（Personal Digital Assistant）及び携帯電話機等の携帯機器に組み込まれたコンピュータであってもよい。

[0020] 図１に示すように、本実施の形態に係るコンピュータ１０は、第１演算部１２Ａ、第２演算部１２Ｂ、メモリ１４、表示部１６、操作部１８、記憶部２０、画像データ供給部２２、及び画像出力部２４を備えている。また、第１演算部１２Ａ、第２演算部１２Ｂ、メモリ１４、表示部１６、操作部１８、記憶部２０、画像データ供給部２２、及び画像出力部２４の各部は、バス２６を介して互いに接続されている。

[0021] 本実施の形態に係る第１演算部１２Ａは、コンピュータ１０のメイン・プロセッサであり、一例としてＣＰＵ（Central Processing Unit）である。また、本実施の形態に係る第２演算部１２Ｂは、一例として内部にローカルメモリ１３を有するＧＰＵ（Graphics Processing Unit）である。また、本実施の形態に係る第２演算部１２Ｂは、キャッシュメモリ、及び複数（本実施の形態では４つ）のプロセッサ・コアを有する。なお、第２演算部１２Ｂは、第１演算部１２Ａと同じ種類のＣＰＵでもよいし、異なる種類のＣＰＵでもよい。また、第２演算部１２Ｂは、第１演算部１２Ａに内蔵されたＧＰＵでもよい。また、第２演算部１２Ｂは内部にローカルメモリ１３を有さないＧＰＵでもよい。また、第１演算部１２Ａ及び第２演算部１２Ｂは、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）等の演算器でもよい。

[0022] メモリ１４は、第１演算部１２Ａ及び第２演算部１２Ｂが一時的にデータを記憶する不揮発性の記憶手段である。本実施の形態に係る第２演算部１２Ｂにより画像処理を行う場合、第１演算部１２Ａはメモリ１４又は記憶部２０の記憶領域に記憶された画像データを第２演算部１２Ｂにバス２６を介して転送する。そして、第２演算部１２Ｂは、第１演算部１２Ａから転送された画像データをローカルメモリ１３に記憶し、記憶した画像データに対して画像処理を行う。なお、第２演算部１２Ｂは、メモリ１４又は記憶部２０に

記憶された画像データを直接読み出して画像処理を行ってもよい。

[0023] コンピュータ１０が前述した画像取扱機器に組み込まれている場合、表示部１６及び操作部１８は、例えば画像取扱機器に設けられたＬＣＤ（Liquid Crystal Display）等の表示パネル及びテンキー等が適用される。また、コンピュータ１０が独立したコンピュータである場合、表示部１６及び操作部１８は、例えばコンピュータ１０に接続されたディスプレイ、及びキーボード、マウス等が適用される。また、表示部１６及び操作部１８は、タッチパネル及びディスプレイが一体化して構成されたタッチパネルディスプレイ等でもよい。また、記憶部２０は、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）、ＳＳＤ（Solid State Drive）、及びフラッシュメモリ等の不揮発性の記憶媒体が適用される。

[0024] 画像データ供給部２２は、処理対象の画像データを供給するものであればよく、例えば紙や写真フィルム等の記録材料に記録されている画像を読み取って画像データを出力する画像読取部が適用される。また、画像データ供給部２２は、例えば通信回線を介して外部装置から画像データを受信する受信部、及び画像データを記憶する画像記憶部（メモリ１４又は記憶部２０）等が適用される。

[0025] 画像出力部２４は、画像処理を経た画像データ又は画像処理を経た画像データが表す画像を出力するものであればよく、例えば画像データが表す画像を紙や感光材料等の記録材料に記録する画像記録部が適用される。また、画像出力部２４は、画像データが表す画像をディスプレイ等に表示する表示部（表示部１６）、画像データをＣＤ－ＲＯＭ（Compact Disk Read Only Memory）等の記録媒体に書き込む書込装置が適用される。また、画像出力部２４は、画像処理を経た画像データを、通信回線を介して外部装置に送信する送信部が適用される。また、画像出力部２４は、画像処理を経た画像データを記憶する画像記憶部（メモリ１４又は記憶部２０）であってもよい。

[0026] 図１に示すように、記憶部２０には、第１演算部１２Ａ及び第２演算部１２Ｂによって実行される各種プログラムが記憶されている。記憶部２０には

、各種プログラムとして、リソースの管理、プログラムの実行の管理、及びコンピュータ１０と外部装置との通信等を司るオペレーティングシステム３０のプログラムが記憶されている。また、記憶部２０には、各種プログラムとして、コンピュータ１０を画像処理装置として機能させるための画像処理プログラム群３４が記憶されている。また、記憶部２０には、各種プログラムとして、上記画像処理装置に対して所望の画像処理を行わせる各種のアプリケーションプログラム群３２（以下、「アプリケーション３２」という。）が記憶されている。

[0027] 画像処理プログラム群３４は、前述した画像取扱機器、携帯機器、及びＰＣ等で実行される画像処理プログラムを開発する際の負荷を軽減することを目的として開発されたプログラムである。また、画像処理プログラム群３４は、前述した画像取扱機器、携帯機器、及びＰＣ等の各種機器（プラットフォーム）で共通に実行可能に開発されたプログラムである。

[0028] 画像処理プログラム群３４によって実現される画像処理装置は、アプリケーション３２からの構築指示に従い、アプリケーション３２が指示した画像処理を行う画像処理ＤＡＧ５０Ａ（詳細は後述）を構築する。そして、上記画像処理装置は、アプリケーション３２からの実行指示に従い画像処理ＤＡＧ５０Ａの処理を実行する。このため、画像処理プログラム群３４は、所望の画像処理を行う画像処理ＤＡＧ５０Ａの構築を指示したり、構築された画像処理ＤＡＧ５０Ａによる画像処理の実行を指示したりするためのインタフェースをアプリケーション３２に提供している。

[0029] 以上の構成により、内部で画像処理を行う必要のある任意の機器を新規に開発する場合等にも、上記画像処理を行うプログラムの開発に関しては、以下に示すように開発すればよい。この場合、上記任意の機器で必要とされる画像処理を、上記インタフェースを利用して画像処理プログラム群３４に行わせるアプリケーション３２を開発すればよい。従って、開発者は、実際に画像処理を行うプログラムを新たに開発する必要が無くなり、開発者の負荷が軽減される。

[0030] 次に、本実施の形態に係る画像処理プログラム群３４について詳細に説明する。図１に示すように、画像処理プログラム群３４は、モジュールライブラリ３６、処理構築部４２のプログラム、及び処理制御部４６のプログラムを含む。

[0031] モジュールライブラリ３６は、予め定められた互いに異なる画像処理を行う複数種類の画像処理モジュール３８のプログラムが各々登録されている。この画像処理としては、例えば、入力処理、フィルタ処理、色変換処理、拡大・縮小処理（図１では「拡縮処理」と表記）、スキュー角検知処理、画像回転処理、画像合成処理、及び出力処理等が挙げられる。

[0032] また、モジュールライブラリ３６には、画像処理の種類が同一で、かつ実行する画像処理の内容が異なる画像処理モジュール３８も登録されている。図１では、この種の画像処理モジュールを「モジュール１」、「モジュール２」と、末尾に数字を付して区別している。例えば、拡大・縮小処理を行う画像処理モジュール３８については、入力された画像データを、水平方向及び垂直方向の各方向ともに１画素おきに間引くことで画像の縦横のサイズを５０％に縮小する縮小処理を行う画像処理モジュール３８が用意されている。さらに、例えば、拡大・縮小処理を行う画像処理モジュール３８については、入力された画像データに対して指定された拡大・縮小率で拡大・縮小処理を行う画像処理モジュール３８等が用意されている。

[0033] また、例えば、色変換処理を行う画像処理モジュール３８については、ＲＧＢ（Red Green Blue）色空間の画像をＣＭＹＫ（Cyan Magenta Yellow Key-Plate（黒））色空間の画像へ変換する画像処理モジュール３８、及びＣＭＹＫ色空間の画像をＲＧＢ色空間の画像へ変換する画像処理モジュール３８が用意されている。さらに、例えば、色変換処理を行う画像処理モジュール３８については、ＲＧＢ色空間の画像をＹＣｂＣｒ色空間の画像へ変換する画像処理モジュール３８、及びＹＣｂＣｒ色空間の画像をＲＧＢ色空間の画像へ変換する画像処理モジュール３８等が用意されている。

[0034] また、モジュールライブラリ３６には、画像データを記憶するための記憶

領域（バッファ）を備えたバッファモジュール４０も登録されている。

[0035] 本実施の形態に係る処理構築部４２は、アプリケーション３２からの指示により、ＤＡＧ形態の画像処理ＤＡＧ５０Ａを構築する。画像処理ＤＡＧ５０Ａは、一例として図２Ａに示すように、１つ以上の画像処理モジュール３８が、個々の画像処理モジュール３８の前段及び後段の少なくとも一方に配置されたバッファモジュール４０を介して連結される。

[0036] なお、個々の画像処理モジュール３８は、入力画像データに対して画像処理を実行して出力画像データを出力するオブジェクトの一例である。また、画像処理ＤＡＧ５０Ａは、画像処理モジュール３８が複数連結されたオブジェクト群の一例である。また、図２Ａに示す例では、バッファモジュール４０を介して前段に画像処理モジュール３８が連結された画像処理モジュール３８は、前段の画像処理モジュール３８による画像処理が終了した場合に、自身の画像処理の実行が可能となることを示している。また、バッファモジュール４０を介して前段に複数の画像処理モジュール３８が連結された画像処理モジュール３８は、前段の複数の画像処理モジュール３８の全ての画像処理が終了した場合に、自身の画像処理の実行が可能となることを示している。

[0037] また、図２Ａでは、各モジュールのみが処理の順に接続されたＤＡＧを示しているが、このＤＡＧが実行される際には、図２Ｂに示すようにメモリ１４に記憶された画像データが入力されてＤＡＧに従って画像処理が行われる。そして、最終的にメモリ１４に処理済みの画像データ等の処理結果が記憶される。なお、各画像処理モジュール３８で実行される画像処理を第２演算部１２Ｂにより実行する場合は、図２Ｂに示したメモリ１４がローカルメモリ１３となる。

[0038] 次に、図３を参照して、本実施の形態に係る処理制御部４６の機能的な構成を説明する。図３に示すように、処理制御部４６は、抽出部６０、合成部６２、分割部６４、実行部６６、及び出力部６８を備えている。

[0039] 本実施の形態に係る抽出部６０は、処理構築部４２により構築された画像

処理ＤＡＧ５０Ａから直列に連結された複数の画像処理モジュール３８を抽出する。本実施の形態では、抽出部６０は、直列に連結された複数の画像処理モジュール３８として、前段に連結された画像処理モジュール３８の数が０又は１の複数の画像処理モジュール３８を抽出する。

[0040] 本実施の形態に係る合成部６２は、抽出部６０により抽出された複数の画像処理モジュール３８を、抽出された複数の画像処理モジュール３８を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する。図４～図７を参照して、抽出部６０及び合成部６２による処理について詳細に説明する。なお、図４～図７は、各々合成部６２による処理後の画像処理ＤＡＧ５０Ｂの一例を示している。

[0041] ３つの画像処理モジュール３８が、図４に示すようにバッファモジュール４０を介して一列に連結されている場合、抽出部６０は直列に連結された３つの画像処理モジュール３８を抽出する。そして、合成部６２は、抽出部６０により抽出された３つの画像処理モジュール３８を、抽出された３つの画像処理モジュール３８を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する。

[0042] 一方、５つの画像処理モジュール３８が、図５に示すようにバッファモジュール４０を介して連結されている場合、抽出部６０は図５の破線で囲まれた直列に連結された３つの画像処理モジュール３８を抽出する。そして、合成部６２は、抽出部６０により抽出された３つの画像処理モジュール３８を、抽出された３つの画像処理モジュール３８を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する。

[0043] また、４つの画像処理モジュール３８が、図６に示すようにバッファモジュール４０を介して連結されている場合、抽出部６０は図６の破線で囲まれた直列に連結された３つの画像処理モジュール３８を抽出する。そして、合成部６２は、抽出部６０により抽出された３つの画像処理モジュール３８を、抽出された３つの画像処理モジュール３８を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する。なお、この場合、抽出部６

０は図６の一点鎖線で囲まれた直列に連結された３つの画像処理モジュール３８を抽出してもよい。

[0044] 図６に示すように、抽出部６０が抽出対象とする直列に連結された複数の画像処理モジュール３８であって、一部の画像処理モジュール３８が重複する複数の画像処理モジュール３８が複数組存在する場合、抽出部６０による抽出方法は特に限定されない。この場合、例えば、抽出部６０は、複数組の画像処理モジュール３８群のうち、ランダムに何れか１つの画像処理モジュール３８群を抽出してもよい。

[0045] また、この場合、例えば、抽出部６０は、複数組の画像処理モジュール３８群のうち、画像処理モジュール３８の個数が最も多い画像処理モジュール３８群を抽出してもよい。また、この場合、例えば、画像処理モジュール３８毎に優先度を予め付与しておき、抽出部６０は、複数組の画像処理モジュール３８群のうち、優先度の合計値が最も大きい画像処理モジュール３８群を抽出してもよい。

[0046] さらに、６つの画像処理モジュール３８が、図７に示すようにバッファモジュール４０を介して連結されている場合、抽出部６０は図７の破線で囲まれた直列に連結された３つの画像処理モジュール３８を抽出する。また、この場合、抽出部６０は図７の一点鎖線で囲まれた直列に連結された２つの画像処理モジュール３８も抽出する。そして、合成部６２は、抽出部６０により抽出された２組の画像処理モジュール３８群を、各々抽出された画像処理モジュール３８群を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する。

[0047] 本実施の形態に係る分割部６４は、入力画像データの処理対象とする部分により示される画像を複数の分割画像（分割領域）に分割する。一例として図８に示すように、分割部６４は、入力画像データの処理対象とする部分により示される画像Ｇを、複数（図８に示す例では３つ）の分割画像Ｂ１～Ｂ３に分割する。なお、以下では分割画像を示す画像データを「分割画像データ」という。また、入力画像データの処理対象とする部分とは、色変換処理

のように入力画像全体を処理対象とする画像処理では、入力画像データ全体が処理対象とする部分を意味する。また、入力画像データの処理対象とする部分とは、切り抜き（トリミング）処理のように、入力画像の一部を対象とする画像処理では、入力画像の一部を意味する。以下では、錯綜を回避するために、入力画像データの処理対象とする部分を、単に「入力画像データ」という。

[0048] また、図８に示した例では、分割部６４が画像Ｇを上下に分割しているが、これに限定されない。例えば分割部６４は画像Ｇを左右に分割してもよいし、上下左右に分割してもよい。

[0049] 本実施の形態では、分割部６４は、画像処理ＤＡＧ５０Ｂによる画像処理を実行する演算部（本実施の形態では第２演算部１２Ｂ）が有するプロセッサ・コア数以下で、かつ２以上の数に入力画像データを分割する。なお、分割部６４は、予め定められた数又はサイズで入力画像データを分割してもよい。

[0050] また、分割部６４は、画像処理ＤＡＧ５０Ｂによる画像処理を実行する演算部が有するキャッシュメモリの容量以下のサイズで入力画像データを分割してもよい。この場合、例えば、分割部６４は、画像処理ＤＡＧ５０Ｂによる画像処理を実行する演算部のプロセッサから最も遠いレベルのキャッシュメモリ、所謂ＬＬＣ（Last Level Cache）の容量以下で、かつＬＬＣの容量に極力一致するサイズで入力画像データを分割する形態が例示される。

[0051] また、一例として図９及び図１０に示すように、分割部６４は、画像処理ＤＡＧ５０Ｂに対し、各画像処理モジュール３８で実行される画像処理を、分割画像データの各々に対応する部分処理３９（タスク）に分割して画像処理ＤＡＧ５０Ｃを構築する。なお、図９は、図４に示した画像処理ＤＡＧ５０Ｂにおいて、入力画像データを２つの分割画像データに分割した場合の画像処理ＤＡＧ５０Ｃを示している。また、図１０は、図５に示した画像処理ＤＡＧ５０Ｂにおいて、入力画像データを４つの分割画像データに分割した場合の画像処理ＤＡＧ５０Ｃを示している。なお、図９及び図１０では、錯

綜を回避するために、バッファモジュール４０の図示を省略している。

[0052] さらに、分割部６４は、画像処理モジュール３８で実行される画像処理の種類に応じて、前段に連結された画像処理モジュール３８の部分処理３９と、後段に連結された画像処理モジュール３８の部分処理３９との間で依存関係を付与する。なお、図９及び図１０では、この依存関係を破線の矢印で示している。

[0053] 例えば、色変換処理のように、処理対象とする画素のみに対して画像処理を行う処理は、各部分処理３９も１対１の依存関係となる。一方、例えば、フィルタ処理のように、処理対象とする画素の周辺画素も必要な画像処理では、周辺画素に対して画像処理を行う前段の部分処理３９にも依存関係を付与することとなる。各部分処理３９は、前段に依存関係のある部分処理３９が存在しない場合か、又は依存関係のある全ての部分処理３９が終了した場合に実行可能となる。

[0054] 本実施の形態に係る実行部６６は、画像処理ＤＡＧ５０Ｃに従って、第２演算部１２Ｂに画像処理を実行させる。本実施の形態では、実行部６６は、合成モジュール５２に内包される複数の画像処理モジュール３８の各々による画像処理を、第２演算部１２Ｂの複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させる。具体的には、本実施の形態では、実行部６６は、分割画像データ単位で合成モジュール５２に内包される複数の画像処理モジュール３８の各々による画像処理を同一のプロセッサ・コアに実行させる。また、実行部６６は、分割画像データ毎に、合成モジュール５２に内包される複数の画像処理モジュール３８の各々による画像処理を異なるプロセッサ・コアに実行させる。なお、以下では、合成モジュール５２における個々の分割画像データを処理する複数の部分処理３９を「部分処理群５４」という（図９及び図１０も参照）。

[0055] 例えば、図９に示した画像処理ＤＡＧ５０Ｃが構築された場合、実行部６６は、個々の部分処理群５４に内包される部分処理３９の各々を、第２演算部１２Ｂの同一のプロセッサ・コアに実行させる。また、この場合、実行部

６６は、各部分処理群５４間では部分処理群５４に内包される部分処理３９を異なるプロセッサ・コアで実行させる。なお、合成モジュール５２以外の画像処理モジュール３８については、実行部６６は、貪欲スケジュール等の予め定められたスケジュール方針で第２演算部１２Ｂのプロセッサ・コアに実行させればよい。

[0056] 本実施の形態に係る出力部６８は、画像処理ＤＡＧ５０Ｃの最終段の画像処理モジュール３８により実行された画像処理の結果得られた出力画像データを出力する。本実施の形態では、出力部６８は、得られた出力画像データを表示部１６に表示する。なお、出力部６８は、出力画像データを外部装置に出力（送信）してもよい。また、コンピュータ１０がプリンタに組み込まれている場合は、出力部６８は、出力画像データにより示される出力画像を紙等の記録材料に出力（形成）してもよい。

[0057] 次に、図１１を参照して、本実施の形態に係るコンピュータ１０の作用を説明する。なお、図１１は、アプリケーション３２により画像処理の実行開始の指示が入力された場合に第１演算部１２Ａによって実行される画像処理プログラムの処理の流れを示すフローチャートである。また、画像処理プログラムは記憶部２０に予めインストールされている。また、第１演算部１２Ａが画像処理プログラムを実行することにより、第１演算部１２Ａが前述した処理構築部４２、抽出部６０、合成部６２、分割部６４、実行部６６、及び出力部６８として機能する。

[0058] 図１１のステップ１００で、処理構築部４２は、アプリケーション３２からの構築指示に従い、アプリケーション３２が指示した画像処理を行う画像処理ＤＡＧ５０Ａを構築する。次のステップ１０２で、抽出部６０は、前述したように、ステップ１００で構築された画像処理ＤＡＧ５０Ａから直列に連結された複数の画像処理モジュール３８を抽出する。

[0059] 次のステップ１０４で、合成部６２は、ステップ１０２で抽出された複数の画像処理モジュール３８を、抽出された複数の画像処理モジュール３８を内包する合成モジュール５２に置き換えた画像処理ＤＡＧ５０Ｂを構築する

。

[0060] 次のステップ１０６で、分割部６４は、前述したように、入力画像データを複数の分割画像データに分割する。そして、分割部６４は、画像処理モジュール３８で実行される画像処理の種類に応じて、前段に連結された画像処理モジュール３８の部分処理３９と、後段に連結された画像処理モジュール３８の部分処理３９との間で依存関係を付与する。本ステップ１０６の処理により、分割部６４は画像処理ＤＡＧ５０Ｃを構築する。

[0061] ステップ１０８で、実行部６６は、前述したように、画像処理ＤＡＧ５０Ｃに従って、第２演算部１２Ｂに画像処理を実行させる。第２演算部１２Ｂは、第１演算部１２Ａから転送された入力画像データをローカルメモリ１３に記憶し、画像処理ＤＡＧ５０Ｃに従って画像処理を実行する。第２演算部１２Ｂは、画像処理ＤＡＧ５０Ｃによる画像処理が終了すると、最終的に得られた（すなわち画像処理ＤＡＧ５０Ｃの最終段の画像処理モジュール３８から出力された）出力画像データをローカルメモリ１３から第１演算部１２Ａに転送する。

[0062] そこで、ステップ１１０で、出力部６８は、出力画像データの受信待ちを行う。出力部６８が出力画像データを受信するとステップ１１０が肯定判定となり、処理がステップ１１２に移行する。ステップ１１２で、出力部６８は、ステップ１１０で受信された出力画像データを表示部１６に出力した後、本画像処理を終了する。

[0063] 以上説明したように、本実施の形態によれば、画像処理ＤＡＧ５０Ａから直列に連結された複数の画像処理モジュール３８を抽出する。そして、抽出した複数の画像処理モジュール３８を合成モジュール５２に置き換えて、合成モジュール５２を同一のプロセッサ・コアに実行させる。これにより、同じ領域の画像データを処理対象とする画像処理モジュール３８による画像処理は同一のプロセッサ・コアにより実行される結果、プロセッサ・コア間でのスレッドの移送、及び画像データの転送の頻度が抑制される。従って、複数の画像処理の各々を異なるプロセッサ・コア上で実行する場合に比較して

、高速に画像処理を行うことができる。

[0064] さらに、本実施の形態によれば、合成モジュール５２を同一のプロセッサ・コアに実行させているので、キャッシュメモリのヒット率も向上する。これにより、複数の画像処理の各々を異なるプロセッサ・コア上で実行する場合に比較して、高速に画像処理を行うことができる。

[0065] また、本実施の形態によれば、入力画像データを複数の分割画像データに分割して、分割画像データ単位で画像処理を実行している。これにより、画像処理が並列に実行される度合が向上する結果、より高速に画像処理を行うことができる。

[0066] なお、上記実施の形態では、入力画像データを複数の分割画像データに分割する場合について説明したが、これに限定されない。例えば、入力画像データを分割せずに入力画像データに対して画像処理を行う形態としてもよい。この場合の形態例として、画像処理ＤＡＧ５０Ｂに従って画像処理を実行する形態が例示される。

[0067] また、上記実施の形態では、画像処理ＤＡＧ５０Ｃによる画像処理を第２演算部１２Ｂに実行させる場合について説明したが、これに限定されない。例えば、画像処理ＤＡＧ５０Ｃによる画像処理を第１演算部１２Ａに実行させる形態としてもよいし、第１演算部１２Ａ及び第２演算部１２Ｂの双方に実行させる形態としてもよい。

[0068] また、上記実施の形態では、各種プログラムが記憶部２０に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。各種プログラムは、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ（Digital Versatile Disk Read Only Memory）、ＵＳＢ（Universal Serial Bus）メモリ等の記録媒体に記録された形態で提供されてもよい。また、各種プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

[0069] ２０１６年３月２４日出願の日本国特許出願２０１６－０６０５２３号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。

本明細書に記載された全ての文献、特許出願、及び技術規格は、個々の文

献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

符号の説明

[0070] １０　コンピュータ

１２Ａ　第１演算部

１２Ｂ　第２演算部

１３　ローカルメモリ

１４　メモリ

１６　表示部

１８　操作部

２０　記憶部

２２　画像データ供給部

２４　画像出力部

２６　バス

３０　オペレーティングシステム

３２　アプリケーションプログラム群

３４　画像処理プログラム群

３６　モジュールライブラリ

３８　画像処理モジュール

３９　部分処理

４０　バッファモジュール

４２　処理構築部

４６　処理制御部

５０Ａ、５０Ｂ、５０Ｃ　画像処理ＤＡＧ

５２　合成モジュール

５４　部分処理群

６０　抽出部

６２　合成部

６４　分割部

６６　実行部

６８　出力部

Ｂ１～Ｂ３　分割画像

Ｇ　画像

請求の範囲

[請求項1] 複数のプロセッサ・コアを備えた画像処理装置であって、

画像処理を実行するためのオブジェクトが有向非循環グラフ形態で複数連結されたオブジェクト群から直列に連結された複数のオブジェクトを抽出する抽出部と、

前記抽出部により抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を、前記複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させる実行部と、

を備えた画像処理装置。

[請求項2] 前記抽出部は、前記直列に連結された複数のオブジェクトとして、前段に連結されたオブジェクト数が０又は１の複数のオブジェクトを抽出する

請求項１記載の画像処理装置。

[請求項3] 前記実行部は、前記抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像が複数の領域に分割された分割領域単位で、該抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を同一のプロセッサ・コアに実行させ、かつ分割領域毎に該抽出された複数のオブジェクトの各々による画像処理を異なるプロセッサ・コアに実行させる

請求項１又は請求項２記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像を、前記プロセッサ・コアの数以下の複数の前記分割領域に分割する分割部をさらに備えた

請求項３記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記抽出部により抽出された複数のオブジェクトによる画像処理の実行対象とされる画像を、前記画像処理を実行する演算部が有するキャッシュメモリの容量以下のサイズで、複数の前記分割領域に分割する分割部をさらに備えた

請求項３記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記複数のプロセッサ・コアは、前記画像処理に用いられるキャッシュメモリを有する

請求項１から請求項５の何れか１項記載の画像処理装置。

[請求項7] 複数のプロセッサ・コアを備えた画像処理装置による画像処理方法であって、

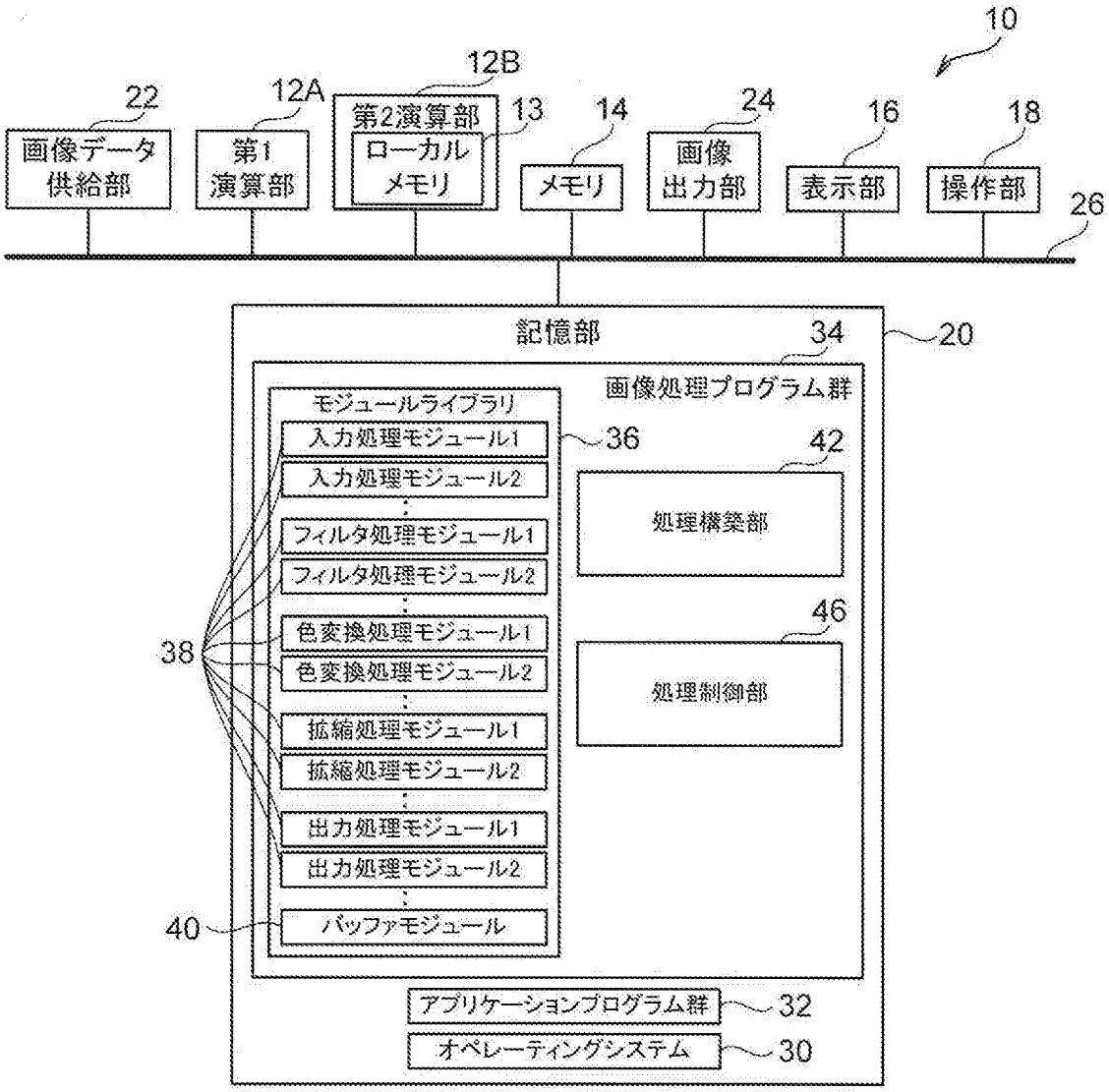
画像処理を実行するためのオブジェクトが有向非循環グラフ形態で複数連結されたオブジェクト群から直列に連結された複数のオブジェクトを抽出し、

抽出した複数のオブジェクトの各々による画像処理を、前記複数のプロセッサ・コアの中の同一のプロセッサ・コアに実行させる

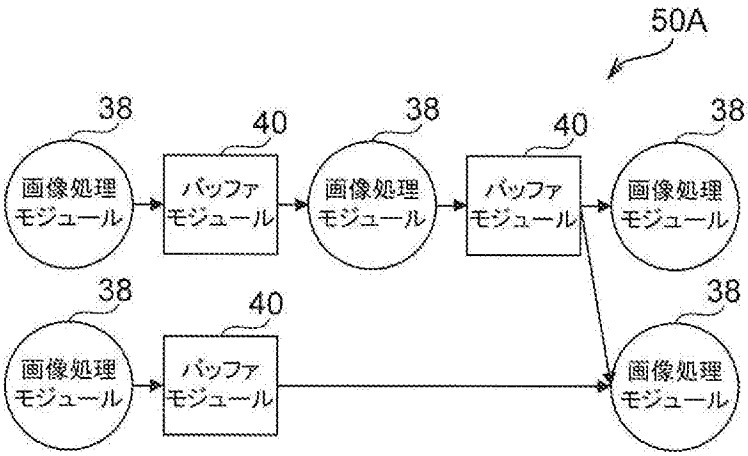
画像処理方法。

[請求項8] コンピュータを、請求項１から請求項６の何れか１項記載の画像処理装置の抽出部、及び実行部として機能させるための画像処理プログラム。

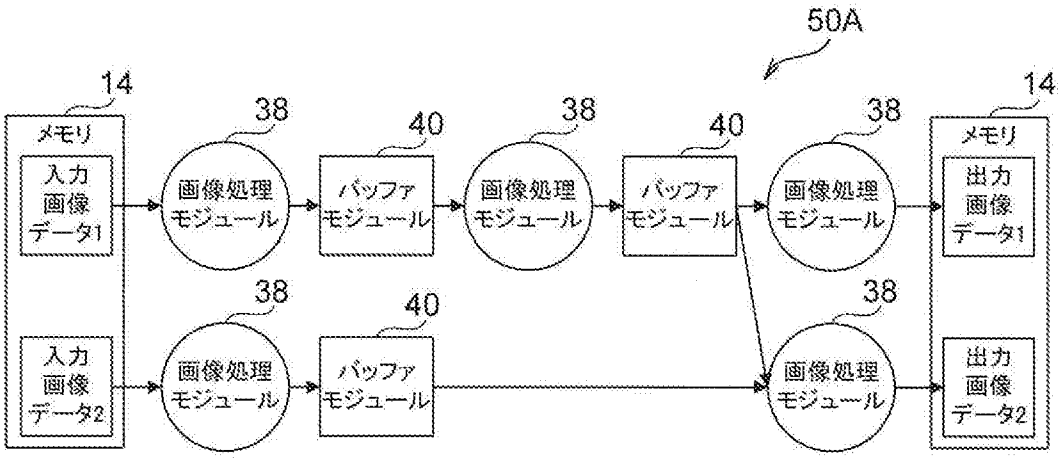
[図1]


10
12B
22
12A
第2演算部
13
14
24
16
18
画像データ供給部
第1演算部
ローカルメモリ
メモリ
画像出力部
表示部
操作部
26
記憶部
34
20
画像処理プログラム群
モジュールライブラリ
入力処理モジュール1
36
42
入力処理モジュール2
処理構築部
フィルタ処理モジュール1
フィルタ処理モジュール2
色変換処理モジュール1
46
38
色変換処理モジュール2
処理制御部
拡縮処理モジュール1
拡縮処理モジュール2
出力処理モジュール1
出力処理モジュール2
40
バッファモジュール
アプリケーションプログラム群
32
オペレーティングシステム
30

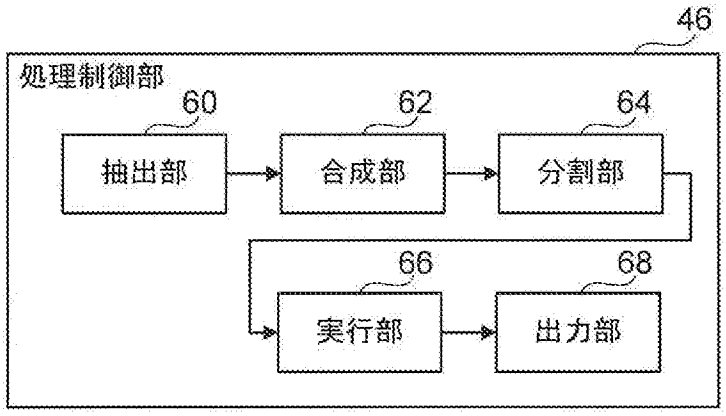
[図2A]


50A
38
40
38
40
38
画像処理モジュール
バッファモジュール
画像処理モジュール
バッファモジュール
画像処理モジュール
38
40
38
画像処理モジュール
バッファモジュール
画像処理モジュール

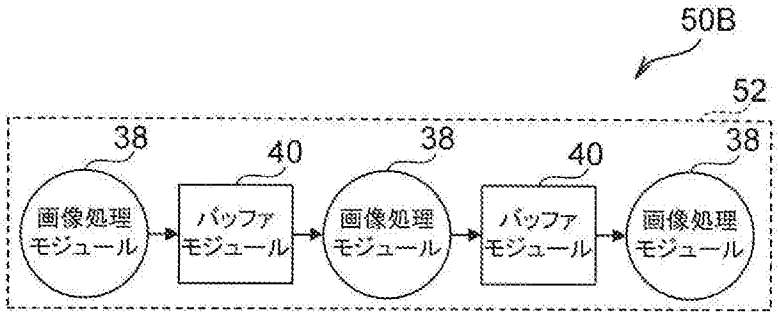
[図2B]


50A
14
メモリ
入力画像データ1
入力画像データ2
38
画像処理モジュール
40
バッファモジュール
38
画像処理モジュール
40
バッファモジュール
38
画像処理モジュール
38
画像処理モジュール
40
バッファモジュール
14
メモリ
出力画像データ1
出力画像データ2

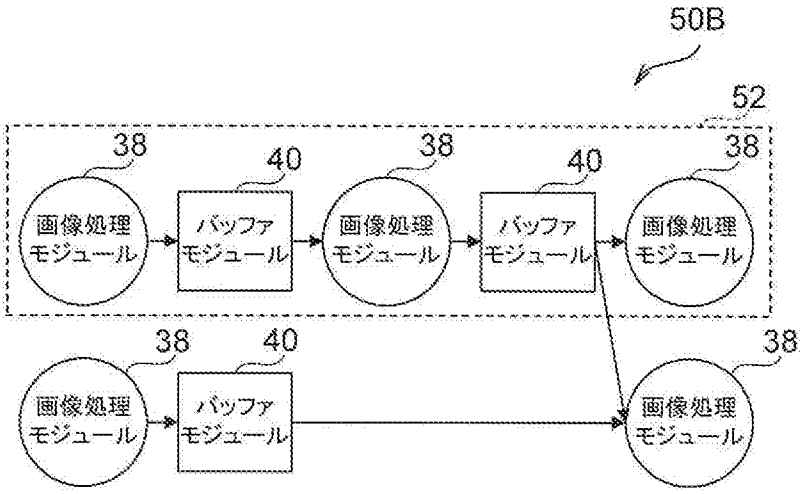
[図3]


46
処理制御部
60
抽出部
62
合成部
64
分割部
66
実行部
68
出力部

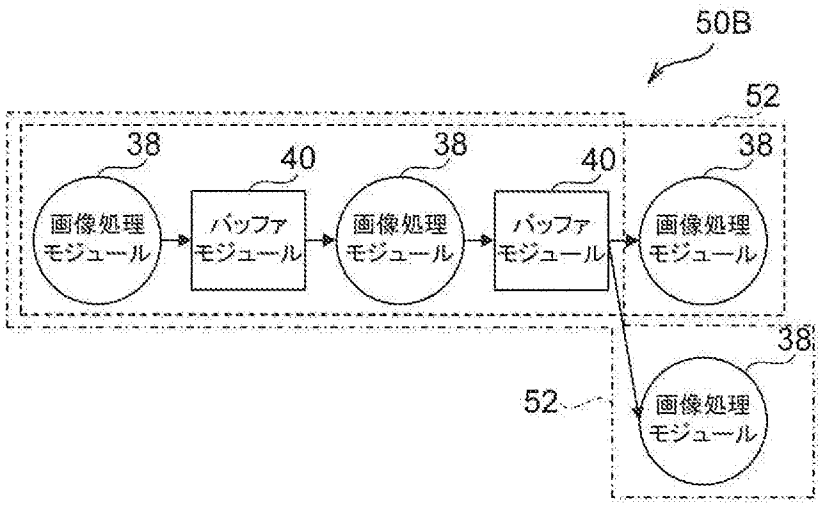
[図4]


50B
52
38
画像処理モジュール
40
バッファモジュール
38
画像処理モジュール
40
バッファモジュール
38
画像処理モジュール

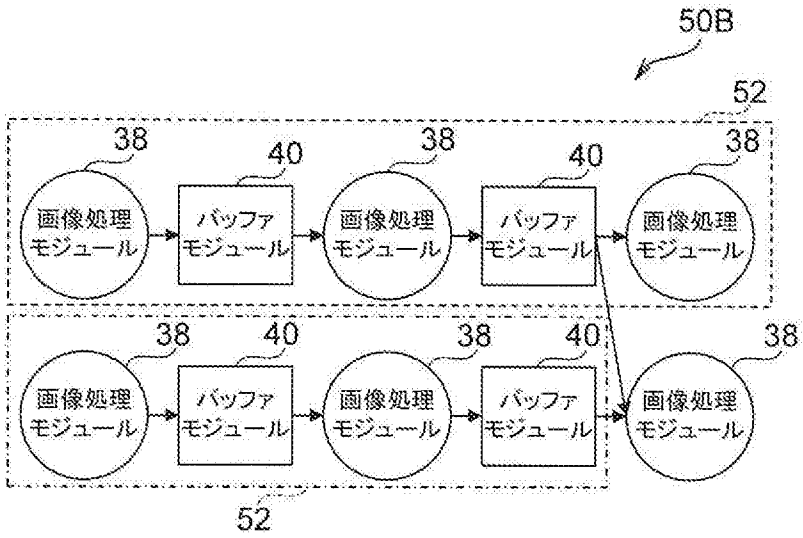
[図5]


50B
52
38
40
画像処理モジュール
バッファモジュール

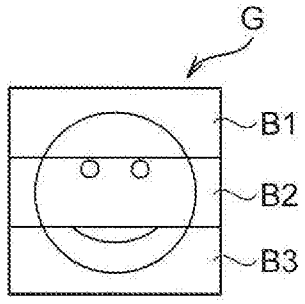
[図6]


50B
52
38
40
画像処理モジュール
バッファモジュール

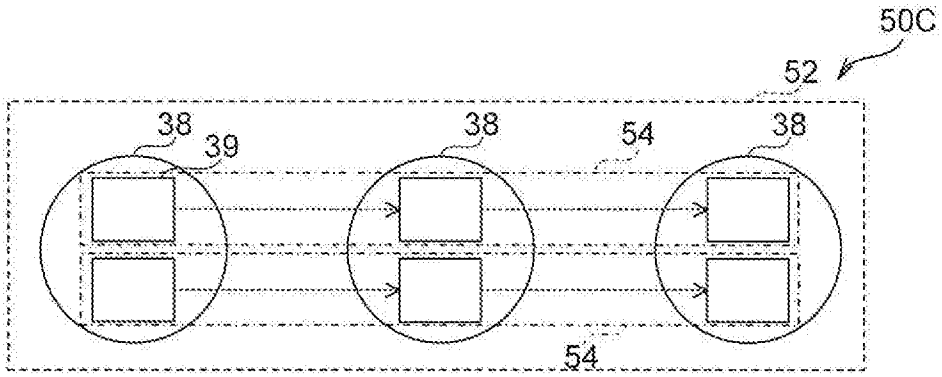
[図7]


50B
52
38
40
画像処理モジュール
バッファモジュール

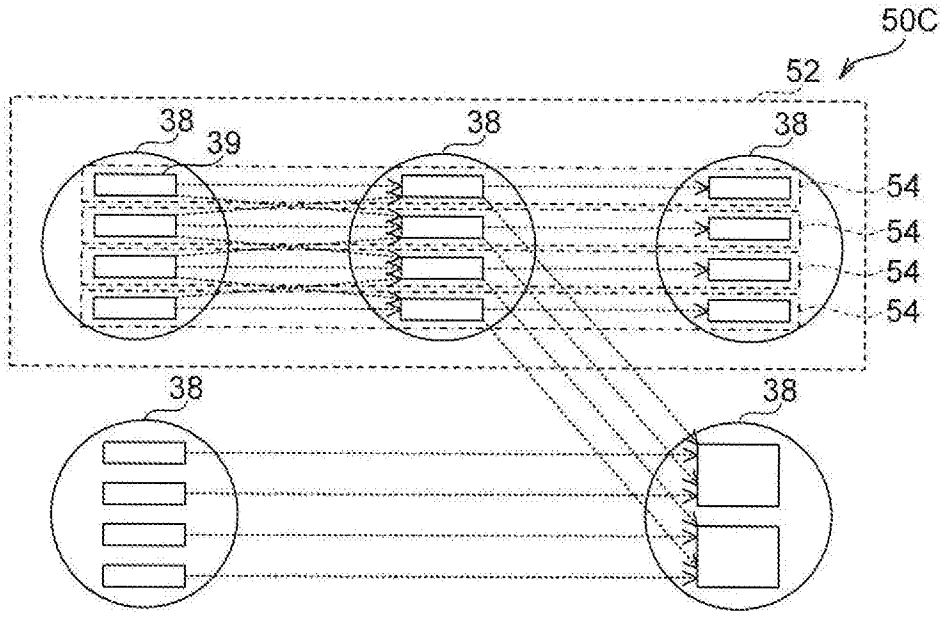
[図8]



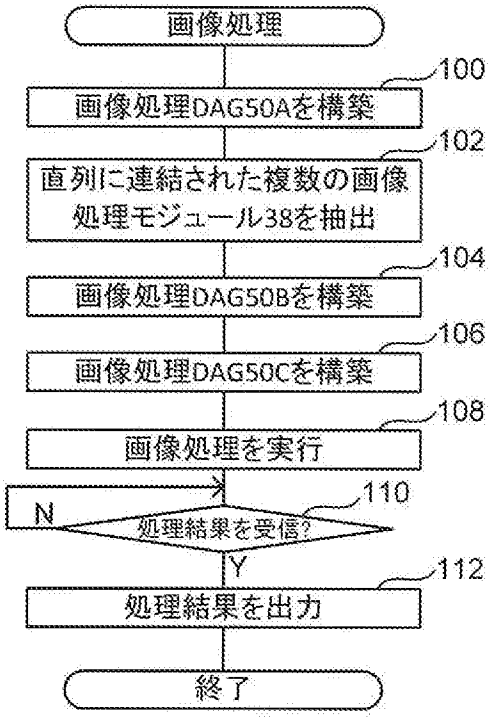
[図9]



[図10]



[図11]


画像処理
100
画像処理DAG50Aを構築
102
直列に連結された複数の画像処理モジュール38を抽出
104
画像処理DAG50Bを構築
106
画像処理DAG50Cを構築
108
画像処理を実行
110
N
処理結果を受信?
Y
112
処理結果を出力
終了

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002573

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T1/00(2006.01)i, *G06F9/50*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06T1/00, G06F9/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2013-20580 A (International Business Machines Corp.), 31 January 2013 (31.01.2013), paragraphs [0030], [0071] to [0078], [0099]; fig. 8, 13 (Family: none)	1-2,7 3-6,8
Y	JP 2008-181386 A (International Business Machines Corp.), 07 August 2008 (07.08.2008), paragraphs [0005], [0024], [0058] & US 2008/0183792 A1 paragraphs [0007], [0042], [0077]	3-6,8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
21 February 2017 (21.02.17)	07 March 2017 (07.03.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002573

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-54001 A (Fujifilm Corp., Fuji Xerox Co., Ltd.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraph [0060]; fig. 5 (Family: none)	3-6,8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００２５７３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G06T1/00(2006.01)i, G06F9/50(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G06T1/00, G06F9/50

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2013-20580 A（インターナショナル・ビジネス・マシーン・コーポレーション）2013.01.31, 段落［００３０］, ［００７１］－［００７８］, ［００９９］, 図８, 図１３（ファミリーなし）	1-2,7 3-6,8
Y	JP 2008-181386 A（インターナショナル・ビジネス・マシーン・コーポレーション）2008.08.07, 段落［０００５］, ［００２４］, ［００５８］ & US 2008/0183792 A1, 段落［０００７］, ［００４２］, ［００７７］	3-6,8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２１．０２．２０１７	０７．０３．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｈ　８３８３
新井　則和
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５３１

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2009-54001 A (富士フィルム株式会社, 富士ゼロックス株式会社) 2009.03.12, 段落［００６０］, 図５（ファミリーなし）	3-6,8