

(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
2016 年 12 月 15 日(15.12.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/199432 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 9/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/002815
- (22) 国際出願日: 2016 年 6 月 10 日(10.06.2016)
- (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 2015-118197 2015 年 6 月 11 日(11.06.2015) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 西原 康介(NISHIHARA, Kosuke); 〒
1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気
株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 下坂 直樹(SHIMOSAKA, Naoki); 〒
1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号日本電気
株式会社内 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, 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, KN, KP, KR, 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.

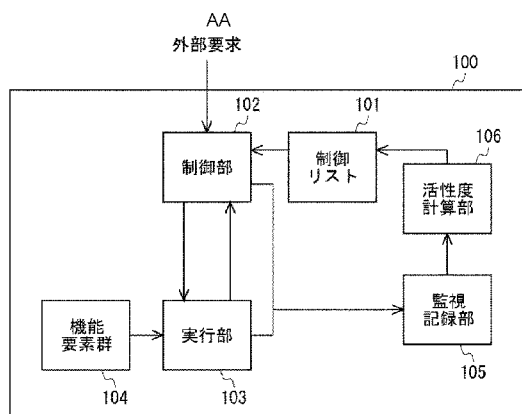
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, 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))

(54) Title: SERVICE CONTROL DEVICE, SERVICE CONTROL METHOD, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: サービス制御装置、サービス制御方法及び記録媒体



- 101 Control list
102 Control unit
103 Execution unit
104 Functional element group
105 Monitoring and recording unit
106 Activity calculation unit
AA External request

(57) Abstract: Provided are a service control device, a service control method, and a program that make it possible to shorten the response time for provided services, and to save processing time and reduce resource consumption. The service control device has the following: a control unit 102 that receives an external request or the execution results of a functional element, references a control list 101 which retains a plan comprising a combination of functional elements, and indicates the functional element that is to be executed next; an execution unit 103 that executes the functional element indicated by the control unit 102; a monitoring and recording unit 105 that monitors and records the execution state of the functional element; and an activity calculation unit 106 that calculates the activity of the functional element on the basis of the execution state of the functional element which has been recorded, and that updates the control list 101 on the basis of such activity.

(57) 要約: 提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができるサービス制御装置、サービス制御方法及びプログラムを提供する。サービス制御装置は、外部要求又は機能要素の実行結果を受け取り、機能要素の組合せの計画を保持する制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を指示する制御部102と、制御部102から指示された機能要素を実行する実行部103

と、機能要素の実行状況を監視し記録する監視記録部105と、記録された機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、活性度に基づいて制御リスト101を更新する活性度計算部106とを有している。

明 細 書

発明の名称： サービス制御装置、サービス制御方法及び記録媒体
技術分野

[0001] 本発明は、サービス制御装置、サービス制御方法及び記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 実世界の情報を集め埋もれた価値を見出すことや、環境や個人に応じたサービスを提供するなどの、ビッグデータ活用やＩｏＴ（Internet of Things）の取り組みが注目を集めている。実際の環境から広く情報を集めるためには、センシングデバイスを備えたエッジノードの機能が重要になる。このようなエッジノードでは、単一の情報収集機能だけではなく、複数の情報収集機能を持つことや、エッジノード側で高度な情報処理を行う必要がある。

[0003] しかし、一般的にエッジノードではリソースに制限があることが多い。エッジノードが備える電池容量や計算能力、データ転送能力は、クラウドに比べ低く、従来クラウド側で行っていた情報処理をそのままエッジノードで行うことは難しい。このため、処理の一部を省略することや、別ノードにオフロードすることにより、リソース制限のあるエッジノードで高度情報処理を行う工夫がなされている。例えば、サービスを複数のサービス機能要素の組合せで実現し、その機能要素の配置や組合せを選択することなどである。特許文献１には、複数のノードに処理機能を配置してサービスを行う手法が開示されている。また、特許文献２には、処理機能の一部を別ノードにオフロードする手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００６－１７１９２１号公報

特許文献２：特表２００２－５１７８５５号公報

特許文献３：特開２０１０－２６８３４６号公報

特許文献４：特開平０７－２９５９１７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] フィールドに展開された複数のエッジノードでは、それぞれに機能要素の最適な組み合わせが異なることが考えられる。しかしながら、特許文献1及び2においては、各ノードの環境に適した機能要素の必要性度合いを考慮していなかった。このため、各ノードの環境によっては、提供するサービスのレスポンス時間が長く、処理時間やリソース消費が大きいという問題点があった。

[0006] 本発明は、このような問題点を解決するためになされたものであり、提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができるサービス制御装置、サービス制御方法及び記録媒体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明にかかるサービス制御装置は、外部要求又は機能要素の実行結果を受け取り、機能要素の組合せの計画を保持する制御リストを参照し、次に実行する機能要素を指示する制御手段と、前記制御手段から指示された機能要素を実行する実行手段と、機能要素の実行状況を監視し記録する監視記録手段と、記録された前記機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、前記活性度に基づいて前記制御リストを更新する活性度計算手段とを有するものである。

[0008] 他方、本発明にかかるサービス制御方法は、外部要求又は機能要素の実行結果に対し、機能要素の組合せの計画を保持する制御リストを参照して、次に実行する機能要素を決定し、決定した前記次に実行する機能要素を実行し、機能要素の実行状況を監視して記録し、記録された前記機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、前記活性度に基づいて前記制御リストを更新するものである。

発明の効果

[0009] 本発明により、提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができるサービス制御装置、サービス制御方法及び記録媒体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態1にかかるサービス制御装置の構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の実施の形態1にかかる制御リストが保持する機能要素の組合せの計画の例を示す図である。

[図3]本発明の実施の形態1にかかる計画1及び2の平均実行時間の比較の例を示すグラフである。

[図4]本発明の実施の形態1にかかるサービス制御装置の処理を示すフローチャートである。

[図5]本発明の実施の形態2にかかるサービス制御装置の構成を示すブロック図である。

[図6]本発明の実施の形態2にかかる制御リストが保持する機能要素の組合せの計画の例を示す図である。

[図7]本発明の実施の形態2にかかるサービス制御装置の処理を示すフローチャートである。

[図8]一般的なコンピュータのハードウェア構成例を示すブロック図である。

[図9]本発明の実施の形態にかかる制御リストが保持する機能要素の組合せの計画の例を示す図である。

[図10]本発明の実施の形態にかかる制御リストが保持する機能要素の組合せの計画の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態1

まず、図1を用いて本発明の実施の形態1にかかるサービス制御装置100の構成について説明する。サービス制御装置100は、例えば、エッジノード内にあるセンシングデバイスを備えた装置である。サービス制御装置1

００は、制御リスト１０１、制御部１０２、実行部１０３、機能要素群１０４、監視記録部１０５、活性度計算部１０６を備えている。

[0012] 制御リスト１０１は、機能要素の組合せの計画を保持している。制御リスト１０１が保持する機能要素の組合せの計画については後に詳述する。

[0013] 制御部１０２は、外部要求や実行部１０３による機能要素の実行結果を受け取る。ここで、外部要求とは、外部からの機能要素の実行要求、又は外部からの複数の機能要素からなるサービスの実行要求である。また、外部要求は、サービス制御装置１００を有するノード内で発生する外部要求、及び別ノードで発生する外部要求を含む。また、受け取った外部要求や実行部１０３による機能要素の実行結果を、制御部１０２への入力信号と呼ぶ。また、制御部１０２は、制御リスト１０１を参照し、制御部１０２への入力信号に対して次に実行する機能要素を決定する。制御部１０２が次に実行する機能要素を決定する手法については後に詳述する。さらに、制御部１０２は、次に実行する機能要素の指示を実行部１０３へ供給する。

[0014] 実行部１０３は、次に実行する機能要素の指示を制御部１０２から受け取る。機能要素群１０４は、複数の機能要素を保持している。実行部１０３は、次に実行する機能要素の指示に基づいて、機能要素群１０４から次に実行する機能要素を選択する。また、実行部１０３は、選択した機能要素を実行する。さらに、実行部１０３は、機能要素の実行結果を制御部１０２へ出力する。

[0015] 監視記録部１０５は、実行部１０３による機能要素の実行状況を監視して記録する。例えば、機能要素の実行状況は、機能要素の実行結果、機能要素の実行時間、特定の機能要素を実行したか否かの情報などである。なお、機能要素の実行結果と、特定の機能要素を実行したか否かの情報は、機能要素の活性度として、例えば特定の機能要素の実行頻度を計算するために必要な情報であり、少なくともいずれか一方を監視して記録すればよい。

また、監視記録部１０５は、記録した機能要素の実行状況を活性度計算部１０６へ出力する。

[0016] 特定の機能要素を実行したか否かの情報を監視して記録することについて説明する。監視記録部 105 は、制御部 102 が外部要求又は機能要素の実行結果を受け取ることにより始まる複数の機能要素の組合せのうち、特定の機能要素を実行したか否かを監視する。

また、監視記録部 105 は、特定の機能要素を実行したか否かを外部要求に対応付けて記録する。また、監視記録部 105 は、特定の機能要素を実行したか否かを、特定の機能要素より前に実行した機能要素に対応付けて記録してもよい。いずれにしても、1度の外部要求に対して、特定の機能要素を実行したのか、実行しなかったのかが判別可能な情報を、特定の機能要素を実行したか否かの情報として記録する。なお、監視記録部 105 は、制御部 102 が外部要求を受け取ったこと、又は特定の機能要素より前に実行される機能要素が実行されたことについて、制御部 102 と実行部 103 のどちらを監視することにより検知してもよい。

[0017] 活性度計算部 106 は、機能要素の実行状況を監視記録部 105 から受け取る。また、活性度計算部 106 は、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算する。

活性度計算部 106 は、機能要素の活性度として、例えば、特定の機能要素の実行頻度を算出する。

[0018] ここで、特定の機能要素を実行したか否かの情報に基づいて、特定の機能要素の実行頻度を算出することについて説明する。監視記録部 105 は、1度の外部要求に対して、特定の機能要素を実行したのか、実行しなかったのかが判別可能な情報を、特定の機能要素を実行したか否かの情報として記録している。活性度計算部 106 は、この情報を受け取り、各外部要求に対して、特定の機能要素を実行したのか、実行しなかったのかを判別する。そして、活性度計算部 106 は、外部要求の回数と特定の機能要素を実行した回数とから特定の機能要素の実行頻度を算出する。なお、外部要求の回数と特定の機能要素を実行した回数とを監視記録部 105 が記録し、活性度計算部 106 は、この情報を受け取り、特定の機能要素の実行頻度を算出するよう

にしてもよい。

[0019] また、活性度計算部 106 は、算出した機能要素の活性度に基づいて、制御リスト 101 を更新するか否かを決定する。制御リスト 101 を更新するか否かの決定は、例えば、機能要素の活性度が所定の閾値を超えるか否かの判定により行うようにしてもよい。また、例えば、機能要素の活性度と機能要素の実行時間を用いて、機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、制御リスト 101 の更新により平均実行時間が短くなるか否かを判定することにより行ってもよい。

[0020] さらに、活性度計算部 106 は、制御リスト 101 を更新すると決定した場合、制御リスト 101 の更新を実行する。つまり、制御リスト 101 が保持する機能要素の組合せの計画を変更する。活性度計算部 106 の処理については後に詳述する。

[0021] 図 1 の実施の形態 1 にかかるサービス制御装置 100 では、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算し、活性度に基づいて制御リスト 101 を更新することにより、サービス制御装置 100 を有するノードが配置された環境に適した機能要素の組合せを実現することができ、提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができる。

[0022] 続いて、図 2 を用いて、本発明の実施の形態 1 にかかる制御リスト 101 が保持する機能要素の組合せの計画について説明する。制御リスト 101 は、外部要求や機能要素の実行結果に対し、どの機能要素を実行するかを示す機能要素の組合せの計画を保持する。例えば、制御リスト 101 は、機能要素 a, b, c を図 2 の実線の矢印で示すように直列に配置した計画を保持する。この計画を、計画 1 と呼ぶ。計画 1 では、機能要素 a が実行されると次に機能要素 b が実行されることが決められている。また、機能要素 b からは、Yes/No の判断が出力され、Yes の場合は次に機能要素 c が実行され、No の場合は機能要素 c が実行されずに終了することが決められている。

[0023] 図 2 の計画 1 を実行する場合の動作について説明する。制御部 102 は、

外部要求として、外部からの機能要素aの実行要求、又は外部からの機能要素a, b, cからなるサービスの実行要求を受け取った場合、制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を機能要素aに決定する。また、制御部102は、機能要素aの実行結果を受け取った場合、制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を機能要素bに決定する。また、制御部102は、機能要素bからYesの結果を受け取った場合、制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を機能要素cに決定する。

[0024] 活性度計算部106は、制御リスト101を更新することができる。例えば、図2の点線の矢印で示すように機能要素bを実行せずにスキップし、機能要素aの次に機能要素cを実行する計画に変更することができる。この変更後の計画を、計画2と呼ぶ。

[0025] 図2の計画2を実行する場合の動作について説明する。制御部102は、外部要求として、外部からの機能要素aの実行要求、又は外部からの機能要素a, b, cからなるサービスの実行要求を受け取った場合、制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を機能要素aに決定する。また、制御部102は、機能要素aの実行結果を受け取った場合、制御リスト101を参照し、次に実行する機能要素を機能要素cに決定する。

[0026] ここで、計画1から計画2へ変更するか否かの判定手法について説明する。活性度計算部106は、計画の変更を、機能要素cの活性度に基づいて行う。活性度計算部106は、機能要素cの活性度として、例えば機能要素cの実行頻度を計算する。そして、活性度計算部106は、機能要素cの実行頻度に基づいて、計画1から計画2へ変更するか否かの判定を行う。具体的には、活性度計算部106は、機能要素cの実行頻度と、機能要素b及びcの実行時間とを用いて、計画1の平均実行時間と、xの確率で計画2を実行する平均実行時間を計算する。ここで、xの確率は、機能要素cの実行頻度とする。また、機能要素bがYesを出力すると次に機能要素cが実行されるため、xの確率は、機能要素bがYesを出力する確率とも言える。また、xの確率で計画2を実行する平均実行時間は、 $1-x$ の確率で計画1を実行し、xの確率で計画2を実行す

る場合の平均実行時間とする。そして、 x の確率で計画2を実行する平均実行時間が、計画1の平均実行時間より短くなる場合に、計画1から計画2へ変更する。

[0027] ここで、 x の確率として機能要素bがYesを出力する確率を用いる場合の計算手法を説明する。監視記録部105は、実行部103による機能要素bの実行結果として、機能要素bの出力がYesであったか、Noであったかを監視する。また、監視記録部105は、1度の外部要求に対して、機能要素bの出力がYesであったか、Noであったかが判別可能な情報を記録する。活性度計算部106は、この情報を受け取り、各外部要求に対して、機能要素bの出力がYesであったか、Noであったかを判別する。そして、活性度計算部106は、外部要求の回数と機能要素bの出力がYesであった回数とから機能要素bがYesを出力する確率を算出する。なお、外部要求の回数と機能要素bの出力がYesであった回数とを監視記録部105が記録し、活性度計算部106は、この情報を受け取り、機能要素bがYesを出力する確率を算出するようにしてもよい。

[0028] 続いて、図3を用いて、計画の平均実行時間について説明する。図3の実線は、 x と計画1の平均実行時間との関係を示す。また、図3の点線は、 x と x の確率で計画2を実行する平均実行時間との関係を示す。ここで、説明のため、機能要素b及びcの実行時間をそれぞれ $T_b=10s$ 、 $T_c=20s$ とする。また、機能要素bは当該ノードが配置されている環境に応じYes/Noを出力することとする。

[0029] x が0に近い、つまり機能要素bがNoを出力する確率が高い場合は、計画1の平均実行時間は T_b に近いが、Yesの確率が高くなる(x が1に近づく)と計画1の平均実行時間は増加する。図3に示す例の場合、 x が1/2を超えると、 x の確率で計画2を実行する平均実行時間が、計画1の平均実行時間より短くなる。計画1の平均実行時間を T_1 、 x の確率で計画2を実行する平均実行時間を T_2 とすると、 T_1 と T_2 は以下の式で算出することができる。

$$[0030] \quad T_1 = (1-x) \cdot T_b + x \cdot (T_b + T_c) = T_c \cdot x + T_b$$

$$T_2 = (1-x) \cdot (T_c \cdot x + T_b) + x \cdot T_c = -T_c \cdot x^2 + (-T_b + 2T_c) \cdot x + T_b$$

[0031] 上記の式において、 $T1 > T2$ が満たされるのは、

$$x > 1 - T\_b / T\_c$$

の場合である。つまり、 x が $1 - T\_b / T\_c$ という閾値を超えた場合に、 x の確率で計画2を実行する平均実行時間が、計画1の平均実行時間より短くなる。よって、本例の場合、活性度計算部106は、 x が $1 - T\_b / T\_c$ という閾値を超えた場合に、計画1から計画2へ変更する。これにより、平均実行時間を削減することができる。

[0032] 続いて、図4のフローチャートを用いて、本発明の実施の形態1にかかるサービス制御装置の処理について説明する。まず、外部要求として、外部からの機能要素の実行要求、又は外部からの複数の機能要素からなるサービスの実行要求が発生する(S101)。外部要求は、サービス制御装置100の外部からの要求であればどのような要求でもよい。

例えば、外部要求は、サービス制御装置100を有するノード内で発生する外部要求であってもよいし、別ノードで発生する外部要求であってもよい。また、外部要求として、サービス制御装置100を有するノードを起動した場合の初期設定による機能要素が要求されてもよい。

[0033] 次に、制御部102は、外部要求又は機能要素の実行結果を受け取る(S102)。S102では、S101に続いて行われる場合は、外部要求を受け取る。また、S102では、機能要素の実行後に行われる場合は、機能要素の実行結果を受け取る。

[0034] 次に、制御部102は、制御リスト101を参照し、次の機能要素を実行するか否かを判定する(S103)。S103により、次の機能要素を実行しないと判定された場合は、外部要求により始まる複数の機能要素からなるサービスの実行を終了する(S104)。ここで、次の機能要素を実行しないと判定される例としては、図2における機能要素cの実行結果を受け取った場合や、機能要素bの実行結果がNoであった場合などである。

[0035] S103により、次の機能要素を実行すると判定された場合、実行部103は、次の機能要素を実行する(S105)。実行部103による機能要素

の実行は、次に実行する機能要素の指示を制御部１０２から受け取ることに
より行われる。また、次に実行する機能要素の指示は、制御部１０２が制御
リスト１０１を参照して次に実行する機能要素を決定して行う。さらに、実
行部１０３は、機能要素の実行結果を制御部１０２へ出力する。

[0036] 次に、監視記録部１０５は、実行部１０３による機能要素の実行状況を監
視して記録する（Ｓ１０６）。ここで、機能要素の実行状況は、機能要素の
実行結果、機能要素の実行時間、特定の機能要素を実行したか否かの情報な
どである。なお、機能要素の実行結果と、特定の機能要素を実行したか否か
の情報は、機能要素の活性度として、例えば機能要素cの実行頻度を計算する
ために必要な情報であり、少なくともいずれか一方を監視して記録すればよ
い。

[0037] 次に、活性度計算部１０６は、機能要素の実行状況に基づく活性度を計算
するか否かを判定する（Ｓ１０７）。活性度は、１つの機能要素を実行する
毎に計算してもよいが、一定数の機能要素を実行する毎、又は一定時間毎に
計算してもよい。

[0038] Ｓ１０７により、活性度を計算すると判定された場合、活性度計算部１０
６は、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算する（Ｓ１
０８）。例えば、機能要素の活性度として、機能要素cの実行頻度を計算する
。また、Ｓ１０７により、活性度を計算しないと判定された場合、Ｓ１０２
に戻り、制御部１０２は、Ｓ１０５にて実行部１０３から出力された機能要
素の実行結果に基づく処理を行う。

[0039] Ｓ１０８の後、活性度計算部１０６は、機能要素の活性度に基づいて、制
御リスト１０１が保持する機能要素の組合せの計画を変更するか否かを判定
する（Ｓ１０９）。例えば、機能要素cの実行頻度と機能要素の実行時間とを
用いて、制御リスト１０１が保持する機能要素の組合せの計画の平均実行時
間を計算する。そして、計画を変更することにより平均実行時間が短くなる
場合に、計画を変更すると判定する。

[0040] Ｓ１０９により、機能要素の組合せの計画を変更すると判定された場合、

活性度計算部106は、制御リスト101が保持する機能要素の組合せの計画を変更する(S110)。また、S109により、機能要素の組合せの計画を変更しないと判定された場合、S102に戻り、制御部102は、S105にて実行部103から出力された機能要素の実行結果に基づく処理を行う。

[0041] S110の後、S102に戻り、制御部102は、S105にて実行部103から出力された機能要素の実行結果に基づく処理を行う。

[0042] 続いて、実施の形態1の具体例について説明する。この具体例は、本実施の形態にかかるサービス制御装置を、スマートフォンなどのモバイルデバイスが有するようにし、人物や動物などの移動体の検出を行うものである。なお、本実施の形態にかかるサービス制御装置を有するモバイルデバイスは、フューチャーフォン(例えば、折り畳み式の携帯電話端末)タブレットPC(Personal Computer)、ノートPCなどであっても良い。また、本実施の形態にかかるサービス制御装置を、モバイルデバイス以外が有するようにすることも可能である。例えば、本実施の形態にかかるサービス制御装置を、IoTデバイスや、基地局、アクセスポイントが有するようにしてもよい。

[0043] 機能要素aは、モバイルデバイスが備える赤外線センサや振動センサなどの低消費電力のセンサモジュールにより、簡易に移動体を感知する処理を行う。この処理は、処理時間は短いものの検知精度も悪い。機能要素bは、加速度センサなどのセンシングデータを基に特徴量を抽出し対象物の検出を行う。この処理は、処理時間や検知精度は中程度である。機能要素cは、カメラ画像から対象物の検出を行う。この処理は、電力消費も多く処理時間も長い、検知精度は高い。

[0044] ここで、機能要素bにより、特徴量を抽出し対象物が検出できた場合の出力をYesとし、検出できない場合の出力をNoとする。例えば、外乱が多い環境では、機能要素bの出力はNoとなる。機能要素bの出力がYesの場合は機能要素cを実行し、機能要素bの出力がNoの場合は機能要素cを実行せずに終了する。また、機能要素bがYesを出力する確率が、閾値より高い場合には、機能要素b

を実行せずにスキップし、機能要素aの次に機能要素cを実行するように機能要素の組合せの計画を変更する。なお、例えば、機能要素bがYesを出力する確率と比較する閾値は、計画の平均実行時間を用いて算出される。

[0045] この具体例では、外乱が多い環境では、不必要に高負荷の機能要素cを動作させることがないため、平均的なリソース消費を抑えることができる。また、外乱が少なく常に機能要素bがYesを出力する場合には、機能要素bを実行しないよう計画を変更するため、機能要素bの処理時間を省くことができる。

[0046] 以上、説明したように、本発明の実施の形態1にかかるサービス制御装置100では、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算し、活性度に基づいて制御リスト101を更新することにより、サービス制御装置100を有するノードが配置された環境に適した機能要素の組合せを実現することができ、提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができる。

[0047] また、機能要素の活性度と機能要素の実行時間を用いて、機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、制御リスト101の更新により平均実行時間が短くなる場合に制御リスト101を更新することにより、計画の平均実行時間が削減できる。

[0048] 実施の形態2

続いて、図5を用いて本発明の実施の形態2にかかるサービス制御装置200の構成について説明する。サービス制御装置200は、制御リスト201、制御部202、実行部203、機能要素群204、監視記録部205、活性度計算部206、通信部207、入力変換部208を備えている。

[0049] 制御リスト201は、機能要素の組合せの計画を保持している。また、制御リスト201は、入力変換部208による入力の変換が必要か否かの情報も保持している。また、制御リスト201は、機能要素を自ノードで実行するか否かの情報も保持している。制御リスト201が保持する機能要素の組合せの計画については後に詳述する。

[0050] 制御部202は、外部要求や実行部203による機能要素の実行結果を受

け取る。ここで、外部要求は、サービス制御装置 200 を有するノード内で発生する外部要求、及び通信部 207 から受け取る外部要求を含む。また、外部要求は、外部からの機能要素の実行要求でもよいし、外部からの複数の機能要素からなるサービスの実行要求でもよい。また、受け取った外部要求や実行部 203 による機能要素の実行結果を、制御部 202 への入力信号と呼ぶ。

[0051] また、制御部 202 は、制御リスト 201 を参照し、制御部 202 への入力信号に対して次に実行する機能要素を決定する。また、制御部 202 は、制御リスト 201 を参照し、次に実行する機能要素への入力について、入力の変換が必要か否かを判定する。入力の変換については後に詳述する。そして、制御部 202 は、次に実行する機能要素の指示と、制御部 202 への入力信号と、入力の変換が必要か否かの指示を、入力変換部 208 へ供給する。

[0052] また、制御部 202 は、制御リスト 201 を参照し、次の機能要素が別ノードで実行されるか否かも判定する。また、制御部 202 は、次の機能要素が別ノードで実行されると判定した場合、当該機能要素の実行を要求する外部要求を生成する。そして、生成した外部要求と、次の機能要素を実行するノードを示す情報とを、通信部 207 へ供給する。

[0053] 入力変換部 208 は、次に実行する機能要素の指示と、制御部 202 への入力信号と、入力の変換が必要か否かの指示を、制御部 202 から受け取る。また、入力変換部 208 は、入力の変換が必要ない場合、制御部 202 への入力信号の関係を学習する。入力信号の関係を学習については後に詳述する。

[0054] また、入力変換部 208 は、入力の変換が必要な場合、過去の学習から得られた制御部 202 への入力信号の関係をを用いて、受け取った制御部 202 への入力信号を、次に実行する機能要素への入力信号に変換する。

[0055] そして、入力変換部 208 は、次に実行する機能要素の指示を実行部 203 へ供給する。また、入力変換部 208 は、入力の変換を行った場合、次に

実行する機能要素の指示とともに、次に実行する機能要素への入力信号を実行部 203 へ供給する。

[0056] 実行部 203 は、次に実行する機能要素の指示を入力変換部 208 から受け取る。機能要素群 204 は、複数の機能要素を保持している。実行部 203 は、次に実行する機能要素の指示に基づいて、機能要素群 204 から次に実行する機能要素を選択する。また、実行部 203 は、選択した機能要素を実行する。また、実行部 203 は、次に実行する機能要素への入力信号を入力変換部 208 から受け取った場合、当該入力信号を用いて、選択した機能要素を実行する。さらに、実行部 203 は、機能要素の実行結果を制御部 202 へ出力する。

[0057] 通信部 207 は、別ノードで発生する外部要求を受信する。そして、通信部 207 は、受信した外部要求を制御部 202 へ出力する。また、通信部 207 は、制御部 202 で生成された外部要求と、次の機能要素を実行するノードを示す情報とを受け取る。そして、通信部 207 は、制御部 202 から受け取った外部要求を、次の機能要素を実行するノードへ送信する。

[0058] 監視記録部 205 は、実行部 203 による機能要素の実行状況に加え、通信部 207 による通信にかかる時間、実行部 203 による機能要素の実行及び通信部 207 による通信にかかる消費電力を、監視して記録する。そして、監視記録部 205 は、記録した機能要素の実行状況と、通信にかかる時間と、機能要素の実行及び通信にかかる消費電力とを、活性度計算部 206 へ出力する。

[0059] 活性度計算部 206 は、機能要素の実行状況と、通信にかかる時間と、機能要素の実行及び通信にかかる消費電力とを、監視記録部 205 から受け取る。また、活性度計算部 206 は、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算する。活性度計算部 206 は、機能要素の活性度として、例えば、特定の機能要素の実行頻度を算出する。実行頻度の算出手法については、実施の形態 1 と同様である。

[0060] また、活性度計算部 206 は、算出した機能要素の活性度に基づいて、制

御リスト201を更新するか否かを決定する。制御リスト201を更新するか否かの決定は、例えば、機能要素の活性度と通信時間を含む機能要素の実行時間を用いて、機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、制御リスト201の更新により平均実行時間が短くなるか否かを判定することにより行ってもよい。また、機能要素の活性度と機能要素の実行及び通信にかかる消費電力を用いて、機能要素の組合せの計画の平均消費電力を計算し、制御リスト201の更新により平均消費電力が小さくなるか否かを判定することにより行ってもよい。また、平均実行時間が短くなり、且つ平均消費電力が小さくなる場合に、制御リスト201を更新すると決定してもよい。

[0061] さらに、活性度計算部206は、制御リスト201を更新すると決定した場合、制御リスト201の更新を実行する。つまり、制御リスト201が保持する機能要素の組合せの計画を変更する。活性度計算部206の処理については後に詳述する。

[0062] 続いて、図6を用いて、本発明の実施の形態2にかかる制御リスト201が保持する機能要素の組合せの計画について説明する。制御リスト201は、外部要求や機能要素の実行結果に対し、どの機能要素を実行するかを示す機能要素の組合せの計画を保持する。例えば、制御リスト201は、機能要素a, b, c' を図6の実線の矢印で示すように直列に配置した計画を保持する。この計画を、計画3と呼ぶ。計画3では、機能要素c' が自ノードで実行されるか別ノードで実行されるかについて決められている。それ以外は、計画3は実施の形態1の計画1と同じである。ここで、別ノードは、機能要素a, bが実行されるエッジノードとは別のエッジノードやサーバなどである。

[0063] また、活性度計算部206は、制御リスト201を更新することができる。例えば、図6の点線の矢印で示すように機能要素aの出力を、入力変換209を介して機能要素c' へ入力する計画に変更することができる。この変更後の計画を、計画4と呼ぶ。

[0064] 続いて、図6を用いて、制御リスト201が保持する入力の変換が必要か否かの情報について説明する。機能要素の出力が、入力変換209を介さず

に次の機能要素へ入力される場合、入力の変換は必要ない。つまり、計画3における実線の矢印は、入力変換209を介さずに次の機能要素へ入力されるため、入力の変換は必要ない。また、機能要素の出力が、入力変換209を介して次の機能要素へ入力される場合、入力の変換は必要である。つまり、計画4における機能要素aの出力は、入力変換209を介して機能要素c'へ入力されるため、入力の変換が必要である。

[0065] 続いて、図6の計画3を実行する場合の動作について説明する。制御部202は、外部要求として、外部からの機能要素aの実行要求、又は外部からの機能要素a, b, c' からなるサービスの実行要求を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素aに決定する。そして、制御部202は、次に実行する機能要素aの指示と、入力の変換が必要ないことを示す指示を、入力変換部208へ供給する。また、制御部202は、機能要素aの実行結果を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素bに決定する。そして、制御部202は、次に実行する機能要素bの指示と、機能要素aの実行結果と、入力の変換が必要ないことを示す指示を、入力変換部208へ供給する。また、制御部202は、機能要素bからYesの結果を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素c' に決定する。また、制御部202は、制御リスト201を参照し、機能要素c' が別ノードで実行されるか否かを判定する。そして、制御部202は、機能要素c' が別ノードで実行されると判定した場合、機能要素c' の実行を要求する外部要求を生成する。そして、生成した外部要求と、機能要素c' を実行するノードを示す情報とを、通信部207へ供給する。また、制御部202は、機能要素c' が別ノードではなく、自ノードで実行されると判定した場合、次に実行する機能要素c' の指示と、機能要素bの実行結果と、入力の変換が必要ないことを示す指示を、入力変換部208へ供給する。

[0066] 続いて、図6の計画4を実行する場合の動作について説明する。制御部202は、外部要求として、外部からの機能要素aの実行要求、又は外部からの

機能要素a, b, c' からなるサービスの実行要求を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素aに決定する。そして、制御部202は、次に実行する機能要素aの指示と、入力の変換が必要ないことを示す指示を、入力変換部208へ供給する。また、制御部202は、機能要素aの実行結果を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素c' に決定する。また、制御部202は、制御リスト201を参照し、機能要素c' が別ノードで実行されるか否かを判定する。そして、制御部202は、機能要素c' が別ノードで実行されると判定した場合、機能要素c' の実行を要求する外部要求を生成する。そして、生成した外部要求と、機能要素c' を実行するノードを示す情報とを、通信部207へ供給する。また、制御部202は、機能要素c' が自ノードで実行されると判定した場合、次に実行する機能要素c' の指示と、機能要素aの実行結果と、入力の変換が必要であることを示す指示を、入力変換部208へ供給する。なお、図6の計画3及び4において、制御部202は、通信部207から機能要素c' の外部要求を受け取った場合、制御リスト201を参照し、次に実行する機能要素を機能要素c' に決定する。また、この場合、機能要素c' が自ノードで実行されると判定する。

[0067] 続いて、図6を用いて、制御部202への入力信号の関係の学習について説明する。この学習は、入力の変換が必要ない場合に行うものである。また、学習した情報は、後に入力変換を行う際に使用される。例えば、機能要素の実行結果の入力から始まる2以上の機能要素の組合せのうち、始めの機能要素の実行結果の入力と最後の機能要素への入力の関係を学習する。具体的には、機能要素aの実行結果が制御部202へ入力され、その後、機能要素bの実行結果が制御部202へ入力される場合、入力変換部208には、機能要素aの実行結果及び入力の変換が必要ないことを示す指示が供給され、その後、機能要素bの実行結果及び入力の変換が必要ないことを示す指示が供給される。入力変換部208は、この供給された情報から機能要素aの実行結果と機能要素bの実行結果との関係を学習する。

- [0068] 続いて、図6を用いて、入力の変換について説明する。この入力変換は、機能要素 c' への入力、つまり実線の矢印における機能要素 b の出力と、点線の矢印における入力変換209の出力とを、同様の内容とするために行うものである。このために、上述の学習した関係を使用して入力変換を行う。例えば、機能要素の実行結果の入力から始まる2以上の機能要素の組合せのうち、始めの機能要素の実行結果の入力が最後の機能要素に直接入力される場合に、過去に学習した関係を用いて、始めの機能要素の実行結果の入力を対応する最後の機能要素への入力に変換する。具体的には、入力変換部208は、過去に学習した機能要素 a の実行結果と機能要素 b の実行結果との関係を使用して、機能要素 a の実行結果を機能要素 b の実行結果へ変換する。そして、変換後の機能要素 b の実行結果を機能要素 c' の入力信号とする。
- [0069] ここで、計画3から計画4へ変更するか否かの判定手法について説明する。活性度計算部206は、計画の変更を、機能要素 c' の活性度に基づいて行う。活性度計算部206は、機能要素 c' の活性度として、例えば機能要素 c' の実行頻度を計算する。そして、活性度計算部206は、機能要素 c' の実行頻度に基づいて、計画3から計画4へ変更するか否かの判定を行う。具体的には、機能要素 c' が自ノードで実行される場合、活性度計算部206は、機能要素 c' の実行頻度と、機能要素 b 及び c' の実行時間とを用いて、計画3の平均実行時間と、 x の確率で計画4を実行する平均実行時間を計算する。ここで、 x の確率は、機能要素 c' の実行頻度とする。また、機能要素 b がYesを出力すると次に機能要素 c' が実行されるため、 x の確率は、機能要素 b がYesを出力する確率とも言える。また、 x の確率で計画4を実行する平均実行時間は、 $1-x$ の確率で計画3を実行し、 x の確率で計画4を実行する場合の平均実行時間とする。そして、 x の確率で計画4を実行する平均実行時間が、計画3の平均実行時間より短くなる場合に、計画3から計画4へ変更する。
- なお、機能要素 c' が自ノードで実行される場合における計画の平均実行時間は、実施の形態1と同様に算出することができる。
- [0070] また、機能要素 c' が別ノードで実行される場合、活性度計算部206は、

機能要素c'の実行頻度と、機能要素bの実行時間と、通信時間を含めた機能要素c'の実行時間とを用いて、計画3の平均実行時間と、xの確率で計画4を実行する平均実行時間を計算する。

また、機能要素c'が別ノードで実行される場合、活性度計算部206は、機能要素c'の実行頻度と、機能要素bの実行に必要な電力と、機能要素c'の通信にかかる消費電力とを用いて、計画3の平均消費電力と、xの確率で計画4を実行する平均消費電力を計算する。そして、xの確率で計画4を実行する平均実行時間が、計画3の平均実行時間より短くなり、且つ、xの確率で計画4を実行する平均消費電力が、計画3の平均消費電力より小さくなる場合に、計画3から計画4へ変更する。また、平均実行時間の条件と平均消費電力の条件のいずれか一方を満たした場合に、計画3から計画4へ変更するようにしてもよい。

[0071] 図6の機能要素c'が別ノードで実行される場合における平均実行時間及び平均消費電力について説明する。計画3の平均実行時間をT3、xの確率で計画4を実行する平均実行時間をT4、計画3の平均消費電力をP3、xの確率で計画4を実行する平均消費電力をP4、機能要素bの実行時間をT_b、通信時間を含めた機能要素c'の実行時間をT_{c'}、機能要素bの実行にかかる消費電力をP_b、機能要素c'の通信にかかる消費電力をP_{c'}、とすると、T3、T4、P3、P4はそれぞれ以下の式で算出することができる。

$$\begin{aligned}
 [0072] \quad T3 &= (1-x) \cdot T_b + x \cdot (T_b + T_{c'}) = T_{c'} \cdot x + T_b \\
 T4 &= (1-x) \cdot (T_{c'} \cdot x + T_b) + x \cdot T_{c'} = -T_{c'} \cdot x^2 + (-T_b + 2T_{c'}) \cdot x + T_b \\
 P3 &= (1-x) \cdot P_b + x \cdot (P_b + P_{c'}) = P_{c'} \cdot x + P_b \\
 P4 &= (1-x) \cdot (P_{c'} \cdot x + P_b) + x \cdot P_{c'} = -P_{c'} \cdot x^2 + (-P_b + 2P_{c'}) \cdot x + P_b
 \end{aligned}$$

[0073] 上記の式において、T3>T4が満たされるのは、

$$x > 1 - T_b / T_{c'}$$

の場合である。つまり、xが $1 - T_b / T_{c'}$ という閾値を超えた場合に、xの確率で計画4を実行する平均実行時間が、計画3の平均実行時間より短くなる。

[0074] また、上記の式において、P3>P4が満たされるのは、

$$x > 1 - P\_b / P\_c'$$

の場合である。つまり、 x が $1 - P\_b / P\_c'$ という閾値を超えた場合に、 x の確率で計画4を実行する平均消費電力が、計画3の平均消費電力より小さくなる。

[0075] よって、本例の場合、活性度計算部206は、 x が $1 - T\_b / T\_c'$ という閾値を超えること、及び、 x が $1 - P\_b / P\_c'$ という閾値を超えることの両方、又はいずれか一方が満たされた場合に、計画3から計画4へ変更する。これにより、平均実行時間及び平均消費電力の少なくともいずれか一方を削減することができる。

[0076] 続いて、図7のフローチャートを用いて、本発明の実施の形態2にかかるサービス制御装置の処理について説明する。まず、外部要求として、外部からの機能要素の実行要求、又は外部からの複数の機能要素からなるサービスの実行要求が発生する（S201）。

[0077] 次に、制御部202は、外部要求又は機能要素の実行結果を受け取る（S202）。S202では、S201に続いて行われる場合は、外部要求を受け取る。また、S202では、機能要素の実行後に行われる場合は、機能要素の実行結果を受け取る。

[0078] 次に、制御部202は、制御リスト201を参照し、次の機能要素を自ノードで実行するか否かを判定する（S203）。S203により、次の機能要素を自ノードで実行しないと判定された場合、次の機能要素を別ノードで実行するか否かを判定する（S204）。S204により、次の機能要素を別ノードでも実行しないと判定された場合、外部要求により始まる複数の機能要素からなるサービスの実行を終了する（S205）。ここで、次の機能要素を別ノードでも実行しないと判定される例としては、図6における機能要素 c' の実行結果を受け取った場合や、機能要素 b の実行結果がNoであった場合などである。

[0079] S204により、次の機能要素を別ノードで実行すると判定された場合、外部要求を生成し、通信部207により、生成した外部要求を別ノードへ送

信する（S206）。ここで、次の機能要素を別ノードで実行すると判定される例としては、図6において、次の機能要素が機能要素c'であり、機能要素c'が別ノードで実行されると決められている場合などである。

[0080] S203により、次の機能要素を自ノードで実行すると判定された場合、制御部202は、制御リスト201を参照し、次の機能要素への入力の変換が必要か否かを判定する（S207）。S207により、入力の変換が必要と判定された場合、入力変換部208は、入力の変換を実行する（S208）。また、S207により、入力の変換が必要ないと判定された場合、入力変換部208は、制御部202への入力信号の関係の学習を行う（S209）。

[0081] S208又はS209の後、実行部203は、次の機能要素を実行する（S210）。

実行部203による機能要素の実行は、次に実行する機能要素の指示を入力変換部208から受け取ることにより行われる。また、次に実行する機能要素の指示は、制御部202が制御リスト201を参照して次に実行する機能要素を決定して行う。また、入力変換部208により入力の変換が行われた場合、実行部203は、入力変換部208から受け取った、次に実行する機能要素への入力信号を用いて機能要素の実行を行う。さらに、実行部203は、機能要素の実行結果を制御部202へ出力する。

[0082] 次に、監視記録部205は、実行部203による機能要素の実行状況と、通信部207による通信にかかる時間と、実行部203による機能要素の実行及び通信部207による通信にかかる消費電力とを、監視して記録する（S211）。S211では、S210に続いて行われる場合は、実行部203による機能要素の実行状況と、実行部203による機能要素の実行にかかる消費電力とを、監視して記録する。また、S211では、S206に続いて行われる場合は、通信部207による通信にかかる時間と、通信部207による通信にかかる消費電力とを、監視して記録する。

[0083] 次に、活性度計算部206は、機能要素の実行状況に基づく活性度を計算

するか否かを判定する（S 2 1 2）。活性度は、1つの機能要素を実行する毎に計算してもよいが、一定数の機能要素を実行する毎、又は一定時間毎に計算してもよい。

[0084] S 2 1 2により、活性度を計算すると判定された場合、活性度計算部 2 0 6は、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算する（S 2 1 3）。例えば、機能要素の活性度として、機能要素c'の実行頻度を計算する。また、S 2 1 2により、活性度を計算しないと判定された場合、S 2 0 2に戻り、制御部 2 0 2は、S 2 1 0にて実行部 2 0 3から出力された機能要素の実行結果に基づく処理を行う。

[0085] S 2 1 3の後、活性度計算部 2 0 6は、機能要素の活性度に基づいて、制御リスト 2 0 1が保持する機能要素の組合せの計画を変更するか否かを判定する（S 2 1 4）。例えば、機能要素c'が別ノードで実行される場合、機能要素c'の実行頻度と、機能要素bの実行時間と、通信時間を含めた機能要素c'の実行時間とを用いて、制御リスト 2 0 1が保持する機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算する。そして、計画を変更することにより平均実行時間が短くなる場合に、計画を変更すると判定する。また、機能要素c'が別ノードで実行される場合、機能要素c'の実行頻度と、機能要素bの実行に必要な電力と、機能要素c'の通信にかかる消費電力とを用いて、制御リスト 2 0 1が保持する機能要素の組合せの計画の平均消費電力を計算し、計画を変更することにより平均消費電力が小さくなる場合に、計画を変更すると判定してもよい。さらに、計画を変更することにより、平均実行時間が短くなり、且つ平均消費電力が小さくなる場合に、計画を変更すると判定してもよい。

[0086] S 2 1 4により、機能要素の組合せの計画を変更すると判定された場合、活性度計算部 2 0 6は、制御リスト 2 0 1が保持する機能要素の組合せの計画を変更する（S 2 1 5）。また、S 2 1 4により、機能要素の組合せの計画を変更しないと判定された場合、S 2 0 2に戻り、制御部 2 0 2は、S 2 1 0にて実行部 2 0 3から出力された機能要素の実行結果に基づく処理を行

う。

[0087] S 2 1 5 の後、S 2 0 2 に戻り、制御部 2 0 2 は、S 2 1 0 にて実行部 2 0 3 から出力された機能要素の実行結果に基づく処理を行う。

[0088] なお、上述の例では、通信部 2 0 7 にて生成した外部要求を送信することを例示して示したが、これに限らず、通信部 2 0 7 は、生成した外部要求とともに入力変換部 2 0 8 により変換した入力信号を送信してもよい。

[0089] 続いて、実施の形態 2 の具体例について説明する。この具体例は、本実施の形態にかかるサービス制御装置 2 0 0 を、例えば、センサノードなどの I o T デバイスが有するようにして動物の検出を行うものである。機能要素 a は、実施の形態 1 の具体例と同様、赤外線センサや振動センサ等で低負荷、低精度の検出を行う。機能要素 b は、加速度センサ等で中程度の負荷、精度で検出を行う。また、機能要素 b は、検出対象の種別まで判別し出力するものとする。機能要素 c' は、入力種別に特化した画像を用いた検出である。

[0090] ここで、機能要素 b により、検出対象の種別が判別できた場合の出力を Yes とし、種別が判別できない場合の出力を No とする。機能要素 b の出力が Yes の場合は機能要素 c' を実行し、機能要素 b の出力が No の場合は機能要素 c' を実行せずに終了する。また、機能要素 b が Yes を出力する確率が、閾値より高い場合には、機能要素 b を実行せずにスキップし、機能要素 a の次に機能要素 c' を実行するように機能要素の組合せの計画を変更する。なお、機能要素 b が Yes を出力する確率と比較する閾値は、計画の平均実行時間を用いて算出されるものとする。

[0091] I o T デバイスが備える入力変換部は、機能要素 a の次に機能要素 b を実行する場合、機能要素 a の検出結果と、機能要素 b により判別した種別との関係を学習する。また、入力変換部は、機能要素 a の次に機能要素 c' を実行する場合、過去の学習から得られた関係を用いて、機能要素 a の検出結果を、学習に基づく種別へ変換する。そして、変換後の学習に基づく種別を機能要素 c' へ入力する。

[0092] この具体例では、実環境において、常に、機能要素 b により検出対象の種別

が判別できる場合、つまり常に機能要素bがYesを出力する場合に、機能要素bを実行しないよう計画を変更するため、機能要素bの処理時間を省くことができる。また、機能要素bを実行しない場合であっても、機能要素aの検出結果を、学習に基づく種別へ変換して機能要素c'へ入力するため、機能要素bを実行する場合と同様の正しい結果を得ることができる。

[0093] また、機能要素bにより、判別した検出対象の種別が特定の種別であった場合の出力をYesとし、それ以外の出力をNoとすることもできる。この場合、入力変換部は、機能要素aの次に機能要素c'を実行する場合、過去の学習から得られた関係を用いて、機能要素aの検出結果を、学習に基づく特定の種別へ変換する。そして、変換後の特定の種別を機能要素c'へ入力する。これは、実環境において、特定の種別のみの出沒がある場合に効果的である。

[0094] また、機能要素c'は、サーバ等の別ノードで実行されるものとしてすることができる。この場合、機能要素bがYesを出力する確率と比較する閾値を、計画の平均消費電力を用いて算出してもよい。また、機能要素bは、検出種別を特定した後、種別に特化した画像圧縮まで行い圧縮データを出力してもよい。この場合、IoTデバイスが備える入力変換部が圧縮データに変換し出力してもよい。一般的にノード間の転送データ量は小さい方がよく、検出種別まで特定し種別に特化したデータ圧縮を行うことにより、データ量が削減できる可能性がある。

[0095] 以上、説明したように、本発明の実施の形態2にかかるサービス制御装置では、機能要素の実行状況に基づいて、機能要素の活性度を計算し、活性度に基づいて制御リスト201を更新することにより、サービス制御装置200を有するノードが配置された環境に適した機能要素の組合せを実現することができ、提供するサービスのレスポンス時間の短縮、処理時間やリソース消費の節約を行うことができる。

[0096] また、機能要素の活性度と機能要素の実行時間を用いて、機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、制御リスト201の更新により平均実行時間が短くなる場合に制御リスト201を更新することにより、計画の平均

実行時間が削減できる。

[0097] また、ある機能要素をスキップする計画を実行する際、入力変換を行うことにより、ある機能要素をスキップすると正しい結果が得られないことがあるサービスであっても、機能要素をスキップしない場合と同様の正しい結果を得ることができる。

[0098] さらに、通信時間を含めた機能要素の実行時間や通信にかかる消費電力等を用いて計画を変更するか否かを判定することにより、別ノードへ機能要素の実行を指示する計画についても適切に計画の変更を行うことができる。

[0099] なお、上述の各実施の形態における、制御リスト１０１、２０１、制御部１０２、２０２、実行部１０３、２０３、機能要素群１０４、２０４、監視記録部１０５、２０５、活性度計算部１０６、２０６、通信部２０７、入力変換部２０８は、IC (Integrated Circuit) などのハードウェア若しくはソフトウェア、又はその両方を併用して構成される。例えば、サービス制御装置１００、２００は、一般的なコンピュータを用いて構成される。

図８は、一般的なコンピュータ３００のハードウェア構成例を示す。

[0100] コンピュータ３００は、バス３０４を介して接続された、プロセッサ３０１、インターフェース３０２、メインメモリ３０３を備える。

[0101] プロセッサ３０１は、メインメモリ３０３に格納されたプログラムを実行する。また、プロセッサ３０１は、インターフェース３０２を介して、各種情報を入出力する。インターフェース３０２は、データ入出力手段によりデータのやり取りに使われる。メインメモリ３０３は、プロセッサ３０１によって実行されるプログラムを記憶する。記憶されているプログラムには、各機能部の処理を実行するために、プロセッサ３０１に処理させるための命令群が記載されている。サービス制御装置１００、２００の各機能部は、各機能部の処理のためのプログラムがプロセッサ３０１で実行されることにより実現することができる。例えば、制御リスト１０１、２０１、機能要素群１０４、２０４は、メインメモリ３０３により実現される。また、制御部１０２、２０２、実行部１０３、２０３、監視記録部１０５、２０５、活性度計

算部106、206、通信部207、入力変換部208は、各機能部の処理のためのプログラムがプロセッサ301で実行されることにより実現することができる。

[0102] このプログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータに供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記録媒体 (tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記録媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記録媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EEPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (Random Access Memory)) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0103] なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。例えば、活性度の高い機能要素を優先的に実行するように計画を変更してもよい。

[0104] また、実施の形態では、3つの機能要素からなる組合せの計画について説明したが、2つ以上の機能要素からなる組合せの計画であれば機能要素の数はいくつでもよい。例えば2つの機能要素d,eからなる組合せの計画の例を図9に示す。実線の矢印で示す計画では、外部要求があると機能要素dが実行され、機能要素dからは、Yes/Noの判断が出力され、Yesの場合は次に機能要素eが実行され、Noの場合は機能要素eが実行されずに終了する。

また、点線の矢印で示す計画では、外部要求があると機能要素dが実行されず

にスキップされ、機能要素eが直接実行される。また、2つの機能要素d, e'からなる組合せの計画の例を図10に示す。この場合、点線の矢印で示す計画では、入力変換210を介して入力変換が行われる。入力変換は、過去の学習から得られた関係を用いて、外部要求の入力を機能要素dの出力に変換することにより行われる。つまり、外部要求の入力が機能要素e'の入力に変換される。

[0105] 以上、上述した実施形態を模範的な例として本発明を説明した。しかしながら、本発明は、上述した実施形態には限定されない。即ち、本発明は、本発明のスコープ内において、当業者が理解し得る様々な態様を適用することができる。

[0106] この出願は、2015年6月11日に提出された日本出願特願2015-118197を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0107] 100、200 サービス制御装置
101、201 制御リスト
102、202 制御部
103、203 実行部
105、205 監視記録部
106、206 活性度計算部
207 通信部
208 入力変換部

請求の範囲

- [請求項1] 外部要求又は機能要素の実行結果を受け取り、機能要素の組合せの計画を保持する制御リストを参照し、次に実行する機能要素を指示する制御手段と、
- 前記制御手段から指示された機能要素を実行する実行手段と、
- 機能要素の実行状況を監視し記録する監視記録手段と、
- 記録された前記機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、前記活性度に基づいて前記制御リストを更新する活性度計算手段と
- を有するサービス制御装置。
- [請求項2] 前記活性度計算手段は、前記記録された前記機能要素の実行状況を用いて、特定の機能要素の実行頻度を前記活性度として計算し、前記活性度と機能要素の実行時間とを用いて、前記機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、前記制御リストの更新により前記平均実行時間が短くなる場合に前記制御リストを更新する、請求項1に記載のサービス制御装置。
- [請求項3] 次に実行する機能要素の指示を別ノードへ送信する通信手段をさらに有し、
- 前記活性度計算手段は、前記活性度と前記通信手段による通信時間を含めた前記機能要素の実行時間とを用いて、前記機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算する、請求項2に記載のサービス制御装置。
- [請求項4] 前記活性度計算手段は、前記活性度と前記通信手段による通信にかかる消費電力と機能要素の実行にかかる消費電力とを用いて、前記機能要素の組合せの計画の平均消費電力を計算し、前記制御リストの更新により、前記平均消費電力が小さくなること、及び前記平均実行時間が短くなることの少なくとも一方を満たす場合に、前記制御リストを更新する、請求項3に記載のサービス制御装置。

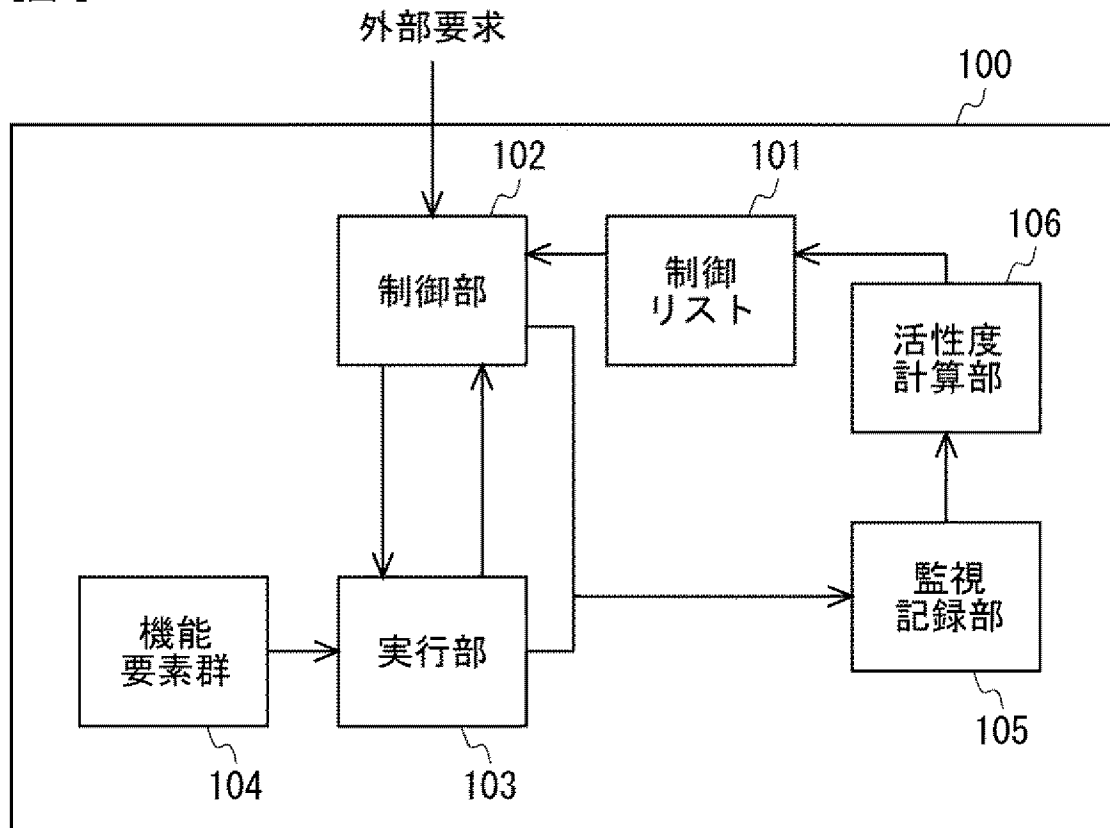
- [請求項5] 入力変換手段をさらに有し、
- 前記入力変換手段は、前記外部要求又は前記機能要素の実行結果の入力から始まる2以上の機能要素の組合せのうち、始めの入力と前記2以上の機能要素の組合せの最後の機能要素への入力との関係を学習し、前記始めの入力が前記最後の機能要素に直接入力される場合に、前記関係を用いて前記始めの入力を対応する前記最後の機能要素への入力に変換する、請求項1乃至4のいずれかに記載のサービス制御装置。
- [請求項6] 外部要求又は機能要素の実行結果に対し、機能要素の組合せの計画を保持する制御リストを参照して、次に実行する機能要素を決定し、
- 決定した前記次に実行する機能要素を実行し、
- 機能要素の実行状況を監視して記録し、
- 記録された前記機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、
- 前記活性度に基づいて前記制御リストを更新する
- サービス制御方法。
- [請求項7] 前記記録された前記機能要素の実行状況を用いて、特定の機能要素の実行頻度を前記活性度として計算し、
- 前記活性度と機能要素の実行時間とを用いて、前記機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算し、
- 前記制御リストの更新により前記平均実行時間が短くなる場合に前記制御リストを更新する、請求項6に記載のサービス制御方法。
- [請求項8] 次に実行する機能要素の指示を別ノードへ送信し、
- 前記活性度と前記送信による通信時間を含めた前記機能要素の実行時間とを用いて、前記機能要素の組合せの計画の平均実行時間を計算する、請求項7に記載のサービス制御方法。
- [請求項9] 前記外部要求又は前記機能要素の実行結果の入力から始まる2以上の機能要素の組合せのうち、始めの入力と前記2以上の機能要素の組

合せの最後の機能要素への入力関係を学習し、

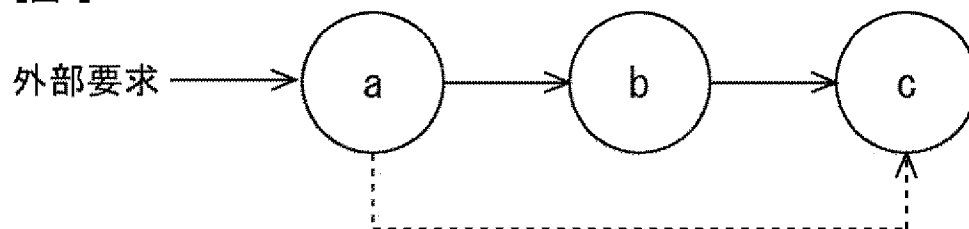
前記始めの入力が前記最後の機能要素に直接入力される場合に、前記関係を用いて前記始めの入力を対応する前記最後の機能要素への入力に変換する、請求項6乃至8のいずれかに記載のサービス制御方法。

- [請求項10] 外部要求又は機能要素の実行結果に対し、機能要素の組合せの計画を保持する制御リストを参照して、次に実行する機能要素を決定し、決定した前記次に実行する機能要素を実行し、機能要素の実行状況を監視して記録し、記録された前記機能要素の実行状況に基づいて機能要素の活性度を計算し、前記活性度に基づいて前記制御リストを更新することをコンピュータに実行させるプログラムを格納する記録媒体。

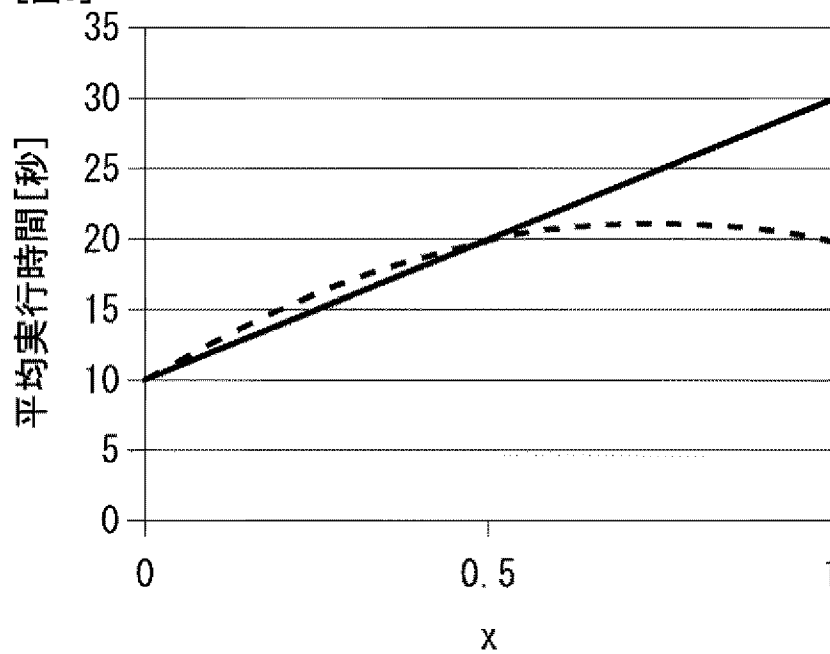
[図1]



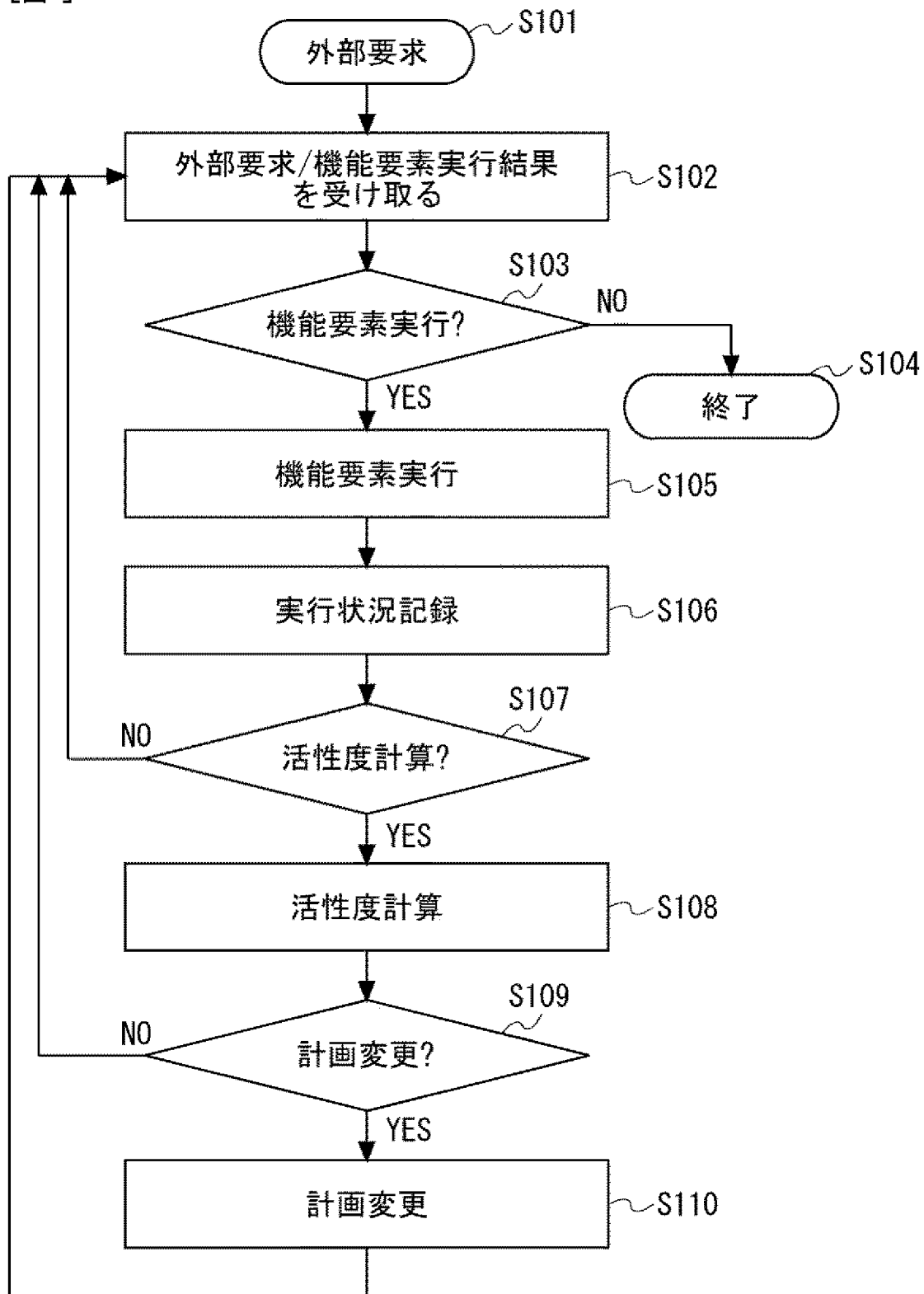
[図2]



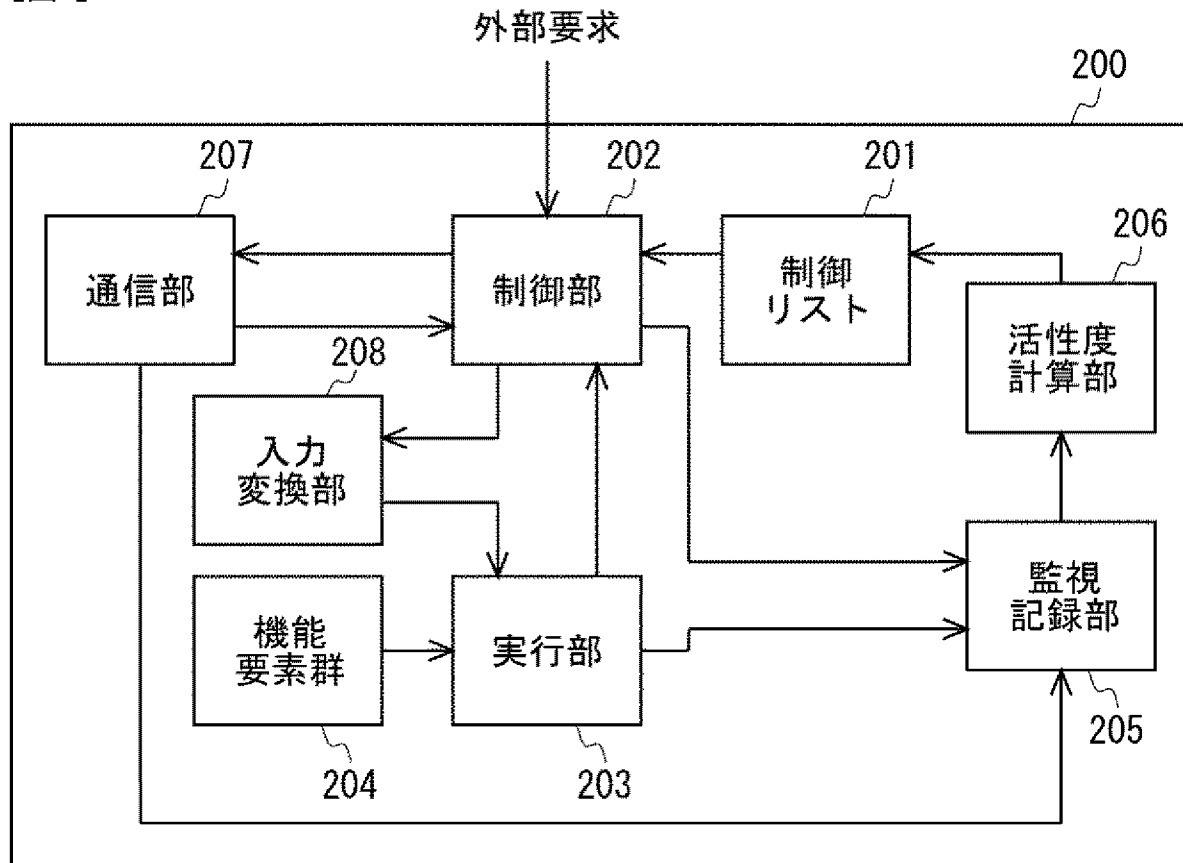
[図3]



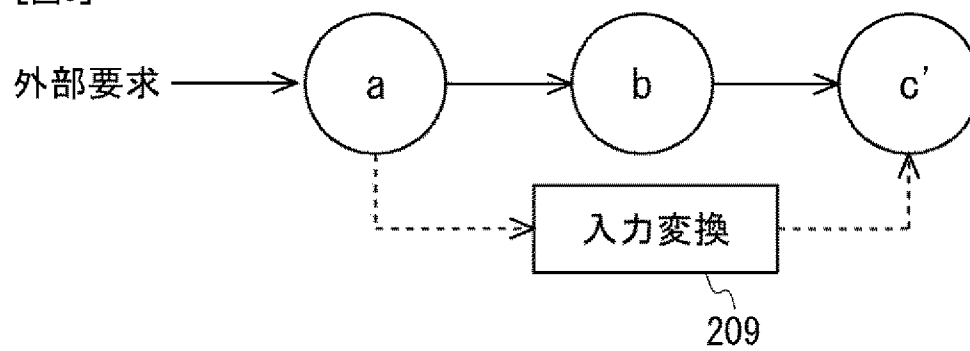
[図4]



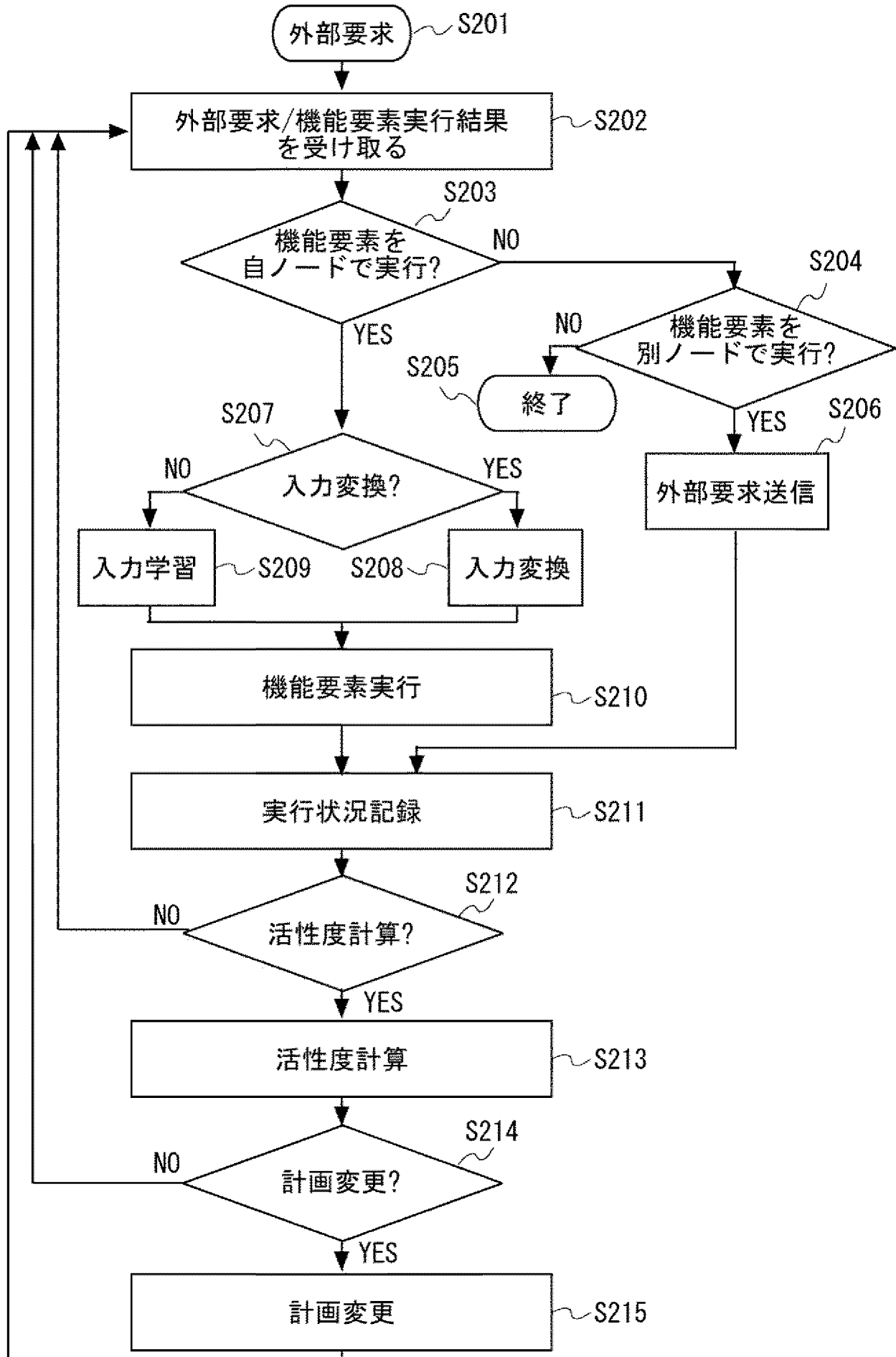
[図5]



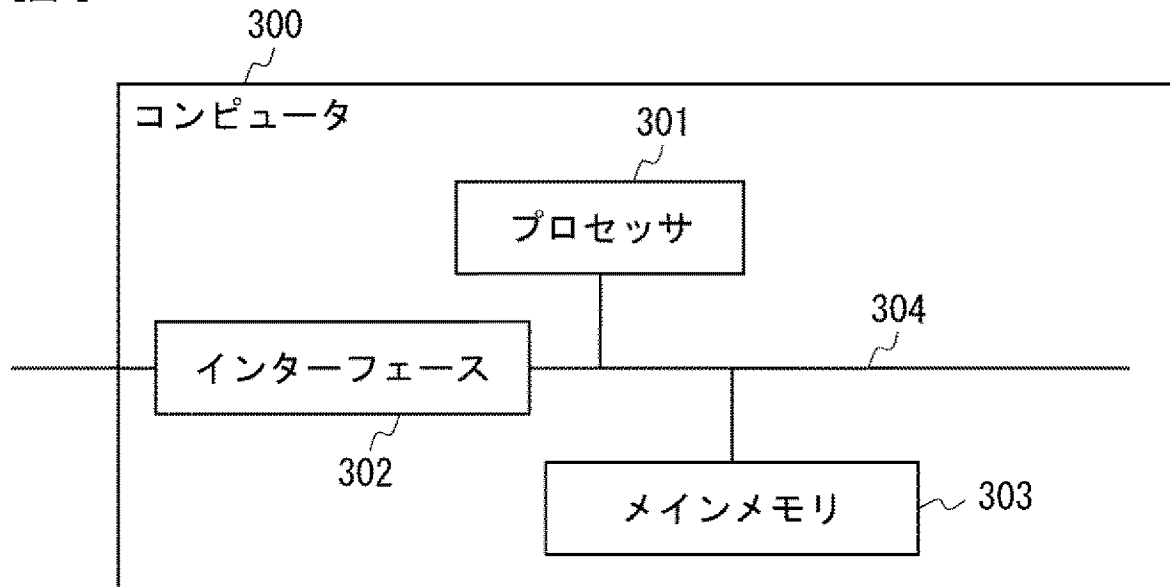
[図6]



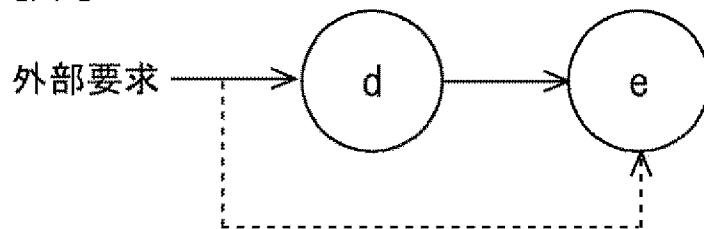
[図7]



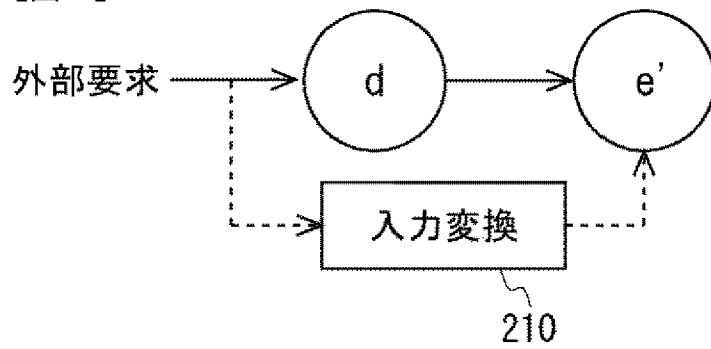
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/002815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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) 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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
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.
A	JP 2012-159913 A (Seiko Epson Corp.), 23 August 2012 (23.08.2012), paragraphs [0008] to [0019]; fig. 1 to 4, 11 to 12 (Family: none)	1-10
A	JP 2010-528359 A (Videotec S.p.A.), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraphs [0001] to [0028]; fig. 1 & US 2010/0293220 A1 paragraphs [0001] to [0024]; fig. 1 & WO 2008/142502 A2 & CN 101755432 A	1-10
A	WO 2010/098268 A1 (NEC Corp.), 02 September 2010 (02.09.2010), page 2, line 12 to page 3, line 24; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-10
☐ 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 31 August 2016 (31.08.16)		Date of mailing of the international search report 13 September 2016 (13.09.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で利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
A	JP 2012-159913 A（セイコーエプソン株式会社）2012.08.23, 段落[0008] - [0019], 図1-4, 11-12（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2010-528359 A（ビデオテック・ソシエタ・ペル・アチオニ） 2010.08.19, 段落[0001] - [0028], 図1 & US 2010/0293220 A1, 段落[0001] - [0024], 図1 & WO 2008/142502 A2 & CN 101755432 A	1-10

☒ 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

31.08.2016

国際調査報告の発送日

13.09.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

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）

原 忠

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

5B

5880

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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	WO 2010/098268 A1 (日本電気株式会社) 2010.09.02, 第2頁第12行－第3頁第24行, 図1－5 (ファミリーなし)	1-10