

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-194683

(P2012-194683A)

(43) 公開日 平成24年10月11日(2012.10.11)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
G05B 19/05 (2006.01) G05B 19/05 F 5H220

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-56872 (P2011-56872)
 (22) 出願日 平成23年3月15日 (2011. 3. 15)

(71) 出願人 000002945
 オムロン株式会社
 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町
 801番地
 (74) 代理人 110000947
 特許業務法人あーく特許事務所
 (72) 発明者 太田 政則
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町801番地 オムロン株式会社内
 (72) 発明者 阪口 泰規
 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
 動堂町801番地 オムロン株式会社内

最終頁に続く

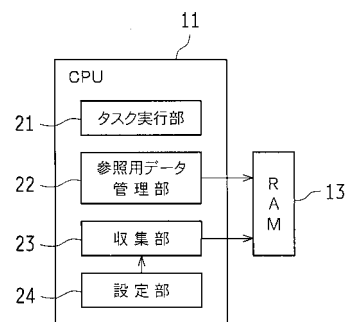
(54) 【発明の名称】 制御装置およびシステムプログラム

(57) 【要約】

【課題】変数に対して複数のタスクがアクセスする場合にも、一貫性のある演算を行うことが可能な制御装置を提供する。

【解決手段】CPUユニットは、複数のタスクを並行に実行し、かつ、複数のタスクの各タスクを各タスクに応じた周期で実行するタスク実行部21と、更新タスクにより更新および参照されるグローバル変数と、グローバル変数に対応し、参照タスクにより参照される参照用データとを記憶するRAM13と、タスク実行部21により複数のタスクが実行されているときに、グローバル変数および参照用データを収集する収集部23とを備える。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

制御対象機器を制御する制御装置であって、
プログラムを含むタスクを実行するタスク実行手段と、
プログラムにおいて参照および更新することが可能な変数を記憶する記憶手段と、
前記タスク実行手段によりプログラムを含むタスクが実行されているときに、前記変数を収集する収集手段とを備え、
前記タスク実行手段は、複数の前記タスクを並行に実行し、かつ、前記複数のタスクの各タスクを前記各タスクに応じた周期で実行するように構成され、
前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが記憶され、
前記複数のタスクは、前記変数を更新および参照することが可能な更新タスクと、前記参照用データを参照することが可能な参照タスクとを含み、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記参照用データを収集するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の制御装置であって、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記更新タスクにより更新および参照される変数を収集するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の制御装置であって、
前記複数のタスクは、1 個の前記更新タスクと、複数の前記参照タスクとを含み、
前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが前記複数の参照タスク毎に記憶され、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、複数の前記参照用データを収集するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一つに記載の制御装置であって、
前記記憶手段に記憶される参照用データを管理する参照用データ管理手段を備え、
前記参照用データ管理手段は、前記参照タスクが実行される前に、前記参照用データの値を前記変数の値に変更するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一つに記載の制御装置であって、
前記収集手段による収集対象を設定する設定手段を備え、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記設定手段により設定された収集対象の値を収集するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

40

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一つに記載の制御装置であって、
前記収集手段による収集対象と、前記収集対象の値を収集する収集周期とをツール装置から受信するための通信手段を備え、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記通信手段により受信した収集対象の値を、前記通信手段により受信した収集周期で収集するように構成されていること
を特徴とする制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の制御装置であって、

50

前記通信手段は、前記収集手段により収集された収集結果を前記ツール装置に送信する機能を有すること

を特徴とする制御装置。

【請求項 8】

請求項 1 から請求項 7 までのいずれか一つに記載の制御装置であって、前記記憶手段は、前記収集手段により収集された収集結果を記憶することを特徴とする制御装置。

【請求項 9】

制御対象機器を制御する制御装置を、
プログラムを含むタスクを実行するタスク実行手段と、
プログラムにおいて参照および更新することが可能な変数を記憶する記憶手段と、
前記タスク実行手段によりプログラムを含むタスクが実行されているときに、前記変数を収集する収集手段として機能させるシステムプログラムであって、
前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが記憶され、
前記タスク実行手段は、前記変数を更新および参照することが可能な更新タスクと、前記参照用データを参照することが可能な参照タスクとを含む複数のタスクを並行に実行し、
かつ、前記複数のタスクの各タスクを前記各タスクに応じた周期で実行し、
前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記参照用データを収集すること
を特徴とするシステムプログラム。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制御対象機器を制御する制御装置およびその制御装置で実行されるシステムプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、工場の生産ラインに設置される産業用機械などを制御する P L C (Programmable Logic Controller : プログラマブルロジックコントローラ) が知られている。

【0003】

P L C は、P L C を制御する C P U ユニットと、センサからの信号が入力される入力ユニットと、産業用機械などに制御信号を出力する出力ユニットとを備えている。C P U ユニットは、産業用機械などを制御するためのユーザプログラムを記憶するメモリを有する。このユーザプログラムは、C P U ユニットに接続されるツール装置により編集可能に構成されている。

30

【0004】

そして、P L C では、入力ユニットに入力された信号を C P U ユニットのメモリに取り込む処理と、ユーザプログラムを実行する処理と、ユーザプログラムの実行結果 (演算結果) をメモリに書き込んで出力ユニットに送り出す処理と、ツール装置との間でデータの送受信を行うなどの周辺処理とが繰り返し行われる。これにより、P L C は、センサからの入力に基づいて産業用機械などを制御する。

40

【0005】

また、従来では、パーソナルコンピュータの高度なソフトウェア機能と、P L C の信頼性とを備える P A C (Programmable Automation Controller : プログラマブルオートメーションコントローラ) も知られている (たとえば、特許文献 1 参照)。

【0006】

上記特許文献 1 の P A C は、時分割により複数のタスクを並行して実行し、かつ、複数のタスクの各タスクを各タスクに応じた周期で実行するように構成されている。すなわち、この P A C では、マルチタスクで処理が行われる。なお、タスクには、各タスクに応じたユーザプログラムの実行などが含まれている。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-181443号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に開示された従来のPACにおいて、プログラム全体に対して定義されるグローバル変数（広域変数）に対して複数のタスクがアクセスする場合には、たとえば、所定のタスクの実行が開始されてから終了されるまでの間に、所定のタスク以外のタスクが実行されることによりグローバル変数の値が更新された場合に、所定のタスクがグローバル変数を用いた一貫性のある演算を行うことができなくなるという問題点がある。

10

【0009】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、変数に対して複数のタスクがアクセスする場合にも、一貫性のある演算を行うことが可能な制御装置およびその制御装置で実行されるシステムプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明による制御装置は、制御対象機器を制御する制御装置であって、プログラムを含むタスクを実行するタスク実行手段と、プログラムにおいて参照および更新することが可能な変数を記憶する記憶手段と、前記タスク実行手段によりプログラムを含むタスクが実行されているときに、前記変数を収集する収集手段とを備え、前記タスク実行手段は、複数の前記タスクを並行に実行し、かつ、前記複数のタスクの各タスクを前記各タスクに応じた周期で実行するように構成され、前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが記憶され、前記複数のタスクは、前記変数を更新および参照することが可能な更新タスクと、前記参照用データを参照することが可能な参照タスクとを含み、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記参照用データを収集するように構成されている。

20

【0011】

なお、複数のタスクを並行に実行するとは、複数のタスクを同時に並行して実行する場合と、時分割により複数のタスクを並行して実行する場合とを含む。また、変数に対応する参照用データとは、変数の参照用のバッファである。

30

【0012】

このように構成することによって、更新タスクのみが変数に対して更新および参照するとともに、参照タスクが変数に対応する参照用データを参照することにより、参照タスクの実行中（参照タスクのプログラムが開始されてから完了されるまでの間）に、更新タスクにより変数の値が更新された場合にも、参照タスクが参照用データを参照するので、参照タスクにおいて一貫性のある演算を行うことができる。すなわち、参照タスクの実行中に、参照タスクにより参照される参照用データが更新タスクにより更新されることがないので、参照タスクにおいて一貫性のある演算を行うことができる。また、更新タスクでは、更新タスクのみが変数に対して更新および参照することにより、更新タスクにおいて一貫性のある演算を行うことができる。したがって、変数に対して複数のタスクがアクセスする場合にも、参照タスクに参照用データを参照させることにより、一貫性のある演算を行うことができる。さらに、収集手段により、タスクが実行されているときに、参照用データを収集することによって、参照タスクにより参照される参照用データについてデータトレースすることができる。これにより、変数に対して複数のタスクがアクセスする場合において、一貫性のある演算を行うために、参照タスクに参照用データを参照させる場合にも、参照タスクの参照先である参照用データを適切にデータトレースすることができる。

40

50

【0013】

上記制御装置において、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記更新タスクにより更新および参照される変数を収集するように構成されていてもよい。

【0014】

このように構成すれば、収集手段により、タスクが実行されているときに、変数を収集することによって、更新タスクにより更新および参照される変数についてデータトレースすることができる。

【0015】

上記制御装置において、前記複数のタスクは、1個の前記更新タスクと、複数の前記参照タスクとを含み、前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが前記複数の参照タスク毎に記憶され、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、複数の前記参照用データを収集するように構成されていてもよい。

10

【0016】

このように構成すれば、参照タスクが複数ある場合にも、各参照タスクにおいて一貫性のある演算を行うことができる。さらに、参照タスクが複数ある場合にも、各参照タスクの参照先である参照用データを適切にデータトレースすることができる。

【0017】

上記制御装置において、前記記憶手段に記憶される参照用データを管理する参照用データ管理手段を備え、前記参照用データ管理手段は、前記参照タスクが実行される前に、前記参照用データの値を前記変数の値に変更するように構成されていてもよい。

20

【0018】

このように構成すれば、参照用データを変数に対応させながら、更新タスクにおいて一貫性のある演算を行うことができる。

【0019】

上記制御装置において、前記収集手段による収集対象を設定する設定手段を備え、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記設定手段により設定された収集対象の値を収集するように構成されていてもよい。

【0020】

このように構成すれば、設定手段により、データトレースの対象を容易に設定することができる。

30

【0021】

上記制御装置において、前記収集手段による収集対象と、前記収集対象の値を収集する収集周期とをツール装置から受信するための通信手段を備え、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記通信手段により受信した収集対象の値を、前記通信手段により受信した収集周期で収集するように構成されていてもよい。

【0022】

このように構成すれば、利用者がツール装置を用いてデータトレースの収集対象および収集周期を設定することができる。

40

【0023】

この場合において、前記通信手段は、前記収集手段により収集された収集結果を前記ツール装置に送信する機能を有していてもよい。

【0024】

このように構成すれば、ツール装置が収集結果を得ることができるので、利用者がツール装置を用いて収集結果を確認することができる。

【0025】

上記制御装置において、前記記憶手段は、前記収集手段により収集された収集結果を記憶するようにしてもよい。

50

【 0 0 2 6 】

このように構成すれば、収集結果を記憶手段に蓄積することができる。

【 0 0 2 7 】

本発明によるシステムプログラムは、制御対象機器を制御する制御装置を、プログラムを含むタスクを実行するタスク実行手段と、プログラムにおいて参照および更新することが可能な変数を記憶する記憶手段と、前記タスク実行手段によりプログラムを含むタスクが実行されているときに、前記変数を収集する収集手段として機能させるシステムプログラムであって、前記記憶手段には、前記変数に対応する参照用データが記憶され、前記タスク実行手段は、前記変数を更新および参照することが可能な更新タスクと、前記参照用データを参照することが可能な参照タスクとを含む複数のタスクを並行に実行し、かつ、前記複数のタスクの各タスクを前記各タスクに応じた周期で実行し、前記収集手段は、前記タスク実行手段により前記複数のタスクが実行されているときに、前記参照用データを収集する。

10

【 0 0 2 8 】

このように構成することによって、制御装置に、参照タスクに参照用データを参照させることにより、一貫性のある演算を行わせながら、参照タスクの参照先である参照用データを適切にデータトレースさせることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 9 】

本発明によれば、変数に対して複数のタスクがアクセスする場合にも、一貫性のある演算を行うことが可能な制御装置およびその制御装置で実行されるシステムプログラムを提供することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】本発明の一実施形態による CPU ユニットの備える P A C の構成を示したハードウェアブロック図である。

【 図 2 】図 1 に示した P A C の CPU ユニットの構成を示したハードウェアブロック図である。

【 図 3 】図 2 に示した CPU ユニットの R O M に記憶されるタスクに関する情報を説明するための図である。

30

【 図 4 】図 2 に示した CPU ユニットの R O M に記憶されるグローバル変数に対する設定情報を説明するための図である。

【 図 5 】図 2 に示した CPU ユニットの CPU の機能ブロック図である。

【 図 6 】図 2 に示した CPU ユニットのグローバル変数に対するタスク間の排他制御を説明するための図である。

【 図 7 】図 2 に示した CPU ユニットのツール装置から送信されるデータトレース情報を説明するための図である。

【 図 8 】図 2 に示したツール装置においてトレース結果がグラフ表示された状態を示した図である。

【 図 9 】本発明の一実施形態による CPU ユニットのデータトレース時の動作を説明するためのタイムチャートである。

40

【 図 1 0 】図 2 に示した CPU ユニットの R A M に記憶されるトレース結果を説明するための図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 1 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 3 2 】

まず、図 1 ~ 図 8 を参照して、本発明の一実施形態による CPU ユニット 1 を備える P A C 1 0 0 の構成について説明する。

【 0 0 3 3 】

50

P A C 1 0 0 は、図 1 に示すように、P A C 1 0 0 を制御する C P U ユニット 1 と、センサ 5 0 からの信号が入力される入力ユニット 2 と、産業用機械などの制御対象機器 6 0 に制御信号を出力する出力ユニット 3 と、各ユニットに電力を供給する電源ユニット 4 と、各ユニットを接続する内部バス 5 とを備えている。なお、C P U ユニット 1 は、本発明の「制御装置」の一例である。

【 0 0 3 4 】

P A C 1 0 0 は、タスクを実行することにより、センサ 5 0 からの入力に基づいて制御対象機器 6 0 を制御するように構成されている。ここで、タスクには、制御対象機器 6 0 を制御するためのユーザプログラムの実行が含まれている。

【 0 0 3 5 】

C P U ユニット 1 では、ユーザプログラムを含むシステムプログラム 1 2 1 (図 2 参照) がインストールされており、そのシステムプログラム 1 2 1 が実行されることにより C P U ユニット 1 の動作が制御されるように構成されている。

【 0 0 3 6 】

なお、システムプログラム 1 2 1 には、入力ユニット 2 に入力された信号を C P U ユニット 1 に取り込む処理を実行するためのプログラムや、C P U ユニット 1 による演算結果を出力ユニット 3 に送り出す処理を実行するためのプログラムなどが含まれている。また、システムプログラム 1 2 1 には、プログラム全体に対して定義されるグローバル変数 (広域変数) が含まれている。グローバル変数は、複数のタスク (プログラム) からアクセス可能な変数である。

【 0 0 3 7 】

C P U ユニット 1 は、図 2 に示すように、C P U 1 1 と、R O M 1 2 と、R A M 1 3 と、通信インターフェース (以下、「通信 I F」という) 1 4 および 1 5 とを含んでいる。なお、R A M 1 3 は、本発明の「記憶手段」の一例であり、通信 I F 1 5 は、本発明の「通信手段」の一例である。

【 0 0 3 8 】

C P U 1 1 は、システムプログラム 1 2 1 を実行する機能を有する。C P U 1 1 は、時分割により複数のタスクを並行して実行するように構成されている。すなわち、C P U 1 1 では、マルチタスクで処理が実行される。

【 0 0 3 9 】

R O M 1 2 は、不揮発性のメモリであり、たとえば、フラッシュメモリである。R O M 1 2 には、システムプログラム 1 2 1 が記憶されるとともに、C P U ユニット 1 において実行されるタスクに関する情報 L 1 (図 3 参照) が記憶されている。タスクに関する情報 L 1 には、各タスクの名称と、各タスクの優先度と、各タスクが実行される周期と、各タスクで実行されるプログラムとが含まれている。なお、タスクは、優先度の値が小さいタスクが優先的に実行される。また、C P U ユニット 1 では、予め設定された時間間隔 (たとえば、1 m s) の制御サイクルを処理全体の共通サイクルとして採用している。また、プログラムは、たとえば、ユーザプログラムであり、ラダー言語で記述されている。

【 0 0 4 0 】

図 3 の例では、タスク A は、タスク B および C よりも優先的に実行されるとともに、1 m s の周期でプログラム P 1 および P 2 を実行する。すなわち、タスク A は、1 回分の制御サイクル (1 m s の時間間隔) を実行サイクルとしている。また、タスク B は、タスク C よりも優先的に実行されるとともに、2 m s の周期でプログラム P 3 および P 4 を実行する。すなわち、タスク B は、2 回分の制御サイクル (2 m s の時間間隔) を実行サイクルとしている。また、タスク B の周期は、タスク A の周期の整数倍 (2 倍) に設定されている。また、タスク C は、タスク A および B よりも劣後して実行されるとともに、4 m s の周期でプログラム P 5 を実行する。すなわち、タスク C は、4 回分の制御サイクル (4 m s の時間間隔) を実行サイクルとしている。また、タスク C の周期は、タスク A の周期の整数倍 (4 倍) に設定されている。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

また、ROM 12には、システムプログラム 121で定義されたグローバル変数に対する設定情報 L2 (図4参照)が記憶されている。設定情報 L2には、グローバル変数の名称と、更新タスクの名称と、参照タスクの名称とが含まれている。ここで、更新タスクとは、グローバル変数を更新および参照することが可能なタスクであり、参照タスクとは、グローバル変数を参照することが可能であるが、更新することが不可能なタスクである。更新タスクは、1個のグローバル変数に対して1個だけ設定可能であり、参照タスクは、1個のグローバル変数に対して1個以上設定可能である。なお、参照タスクは、実際には、後述するようにグローバル変数に対応する参照用データを参照する。

【0042】

図4の例では、グローバル変数GV1の更新タスクとしてタスクAが設定され、グローバル変数GV1の参照タスクとしてタスクBおよびCが設定されている。すなわち、タスクAでは、グローバル変数GV1に対して更新および参照することが可能である。その一方、タスクBおよびCでは、グローバル変数GV1に対して参照のみが可能であり、グローバル変数GV1に対して更新することができない。

10

【0043】

RAM 13は、揮発性のメモリであり、たとえば、DRAMである。RAM 13は、CPU 11により実行されるシステムプログラム 121などを一時的に記憶する機能を有する。具体的には、RAM 13は、システムプログラム 121が実行される際に、更新タスクであるタスクAにより更新および参照されるグローバル変数GV1 (図6参照)と、参照タスクであるタスクBおよびCにより参照される参照用データRD1およびRD2 (図6参照)とを記憶する機能を有する。ここで、参照用データRD1およびRD2は、グローバル変数GV1の参照用のバッファであり、参照タスクであるタスクBおよびCにそれぞれ対応するように設けられる。

20

【0044】

通信IF 14は、内部バス5に接続されており、CPUユニット1が内部バス5を介して各ユニットと通信するために設けられている。通信IF 15は、ツール装置70に接続されており、CPUユニット1がツール装置70と通信するために設けられている。

【0045】

また、CPUユニット1は、図5に示すように、タスク実行部21と、参照用データ管理部22と、収集部23と、設定部24とを含んでいる。なお、タスク実行部21、参照用データ管理部22、収集部23および設定部24は、CPU 11がシステムプログラム 121を実行することにより実現される。また、タスク実行部21は、本発明の「タスク実行手段」の一例であり、参照用データ管理部22は、本発明の「参照用データ管理手段」の一例である。また、収集部23は、本発明の「収集手段」の一例であり、設定部24は、本発明の「設定手段」の一例である。

30

【0046】

タスク実行部21は、複数のタスクを並行に実行し、かつ、複数のタスクの各タスクを各タスクに応じた周期で実行するように構成されている。具体的には、タスク実行部21は、時分割によりタスクA、BおよびCを並行に実行する。また、タスク実行部21は、タスクAを1msの周期で実行し、タスクBを2msの周期で実行し、タスクCを4msの周期で実行する。

40

【0047】

参照用データ管理部22は、システムプログラム 121が実行されるときに、RAM 13に記憶される参照用データを管理する機能を有する。具体的には、参照用データ管理部22は、参照タスクが実行される前(参照タスクのプログラムの実行が開始される前)に、参照用データの値をグローバル変数の値に変更するように構成されている。すなわち、参照用データ管理部22は、参照タスクであるタスクBが実行される前に、参照用データRD1の値をグローバル変数GV1の値に変更し、参照タスクであるタスクCが実行される前に、参照用データRD2をグローバル変数GV1の値に変更するように構成されている。

50

【 0 0 4 8 】

収集部 2 3 は、タスク実行部 2 1 によりタスクが実行されているときに、グローバル変数の値を収集する機能を有する。また、収集部 2 3 は、タスク実行部 2 1 によりタスクが実行されているときに、参照用データの値を収集する機能を有する。具体的には、収集部 2 3 は、グローバル変数 G V 1、参照用データ R D 1 および R D 2 の値を収集する機能を有する。これにより、C P U ユニット 1 では、システムプログラム 1 2 1 が実行されているときの変数（グローバル変数 G V 1 や参照用データ R D 1 および R D 2 など）の経時変化を収集することが可能である。すなわち、C P U ユニット 1 では、システムプログラム 1 2 1 が実行されているときに、変数をデータトレースすることが可能である。

【 0 0 4 9 】

設定部 2 4 は、収集部 2 3 による収集対象を設定する機能を有する。すなわち、設定部 2 4 は、データトレースされる変数を設定する機能を有する。具体的には、設定部 2 4 は、後述するデータトレース情報 T（図 7 参照）に基づいて、データトレースされる変数を設定するように構成されている。

【 0 0 5 0 】

また、C P U ユニット 1 は、グローバル変数に対するタスク間の排他制御を行うように構成されている。たとえば、C P U ユニット 1 では、図 6 に示すように、グローバル変数 G V 1 に対して、更新タスクであるタスク A と、参照タスクであるタスク B および C とがアクセスする。

【 0 0 5 1 】

具体的には、タスク A のプログラム P 1 に外部変数（グローバル変数）G V 1 が登録されている。このプログラム P 1 の外部変数 P 1 . G V 1 は、タスク A が更新タスクであることから、R A M 1 3 のグローバル変数 G V 1 の本体に直接アクセスする。

【 0 0 5 2 】

また、タスク B のプログラム P 4 に外部変数 G V 1 が登録されている。このプログラム P 4 の外部変数 P 4 . G V 1 は、タスク B が参照タスクであることから、R A M 1 3 のタスク B 用の参照用データ R D 1 にアクセスする。このタスク B 用の参照用データ R D 1 の値は、タスク実行部 2 1（図 5 参照）によりタスク B が実行されるときに、参照用データ管理部 2 2（図 5 参照）によりグローバル変数 G V 1 の値に変更（更新）される。

【 0 0 5 3 】

また、タスク C のプログラム P 5 に外部変数 G V 1 が登録されている。このプログラム P 5 の外部変数 P 5 . G V 1 は、タスク C が参照タスクであることから、R A M 1 3 のタスク C 用の参照用データ R D 2 にアクセスする。このタスク C 用の参照用データ R D 2 の値は、タスク実行部 2 1 によりタスク C が実行されるときに、参照用データ管理部 2 2 によりグローバル変数 G V 1 の値に変更（更新）される。

【 0 0 5 4 】

ツール装置 7 0 は、たとえば、パーソナルコンピュータであり、P A C 1 0 0 において実行されるユーザプログラムの作成・編集機能を有する。また、ツール装置 7 0 は、ユーザプログラムを P A C 1 0 0 からダウンロードする機能を有するとともに、ユーザプログラムを P A C 1 0 0 にアップロードする機能を有する。

【 0 0 5 5 】

また、ツール装置 7 0 は、R O M 1 2 に記憶されたグローバル変数に対する設定情報 L 2（図 4 参照）を変更する機能を有する。これにより、利用者は、ツール装置 7 0 を用いて、グローバル変数に対する更新タスクおよび参照タスクを設定することが可能である。

【 0 0 5 6 】

また、ツール装置 7 0 は、C P U ユニット 1 に対してデータトレースの実行を指示する機能を有する。具体的には、ツール装置 7 0 は、データトレースの対象となる変数名と、データトレースのサンプリング周期（収集周期）とを含むデータトレース情報 T（図 7 参照）を C P U ユニット 1 に送信するように構成されている。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

また、ツール装置 70 は、利用者がデータトレースの結果を確認するために、図 8 に示すように、CPU ユニット 1 によるトレース結果のグラフを表示部（図示省略）に表示する機能を有する。

【0058】

次に、図 9 および図 10 を参照して、本実施形態による CPU ユニット 1 のデータトレース時の動作について説明する。なお、以下の動作は、CPU ユニット 1（図 2 参照）の CPU 11 によりシステムプログラム 121 が実行されることにより行われる。すなわち、システムプログラム 121 は、CPU ユニット 1 に以下の動作を実行させるためのシステムプログラムである。また、データトレースは、プログラムをデバッグする際に、プログラムの動作を確認するために行われる。すなわち、データトレースは、プログラムの欠陥を検出するために行われる。

10

【0059】

なお、以下では、データトレースが開始される前において、グローバル変数 GV 1 が「0」に設定されるとともに、参照用データ RD 1 および RD 2 が「0」に設定されている場合を例に説明する。

【0060】

まず、ツール装置 70（図 2 参照）からデータトレース情報 T（図 7 参照）が CPU ユニット 1 に送信される。なお、このデータトレース情報 T には、データトレースによるデータ（値）の収集対象（変数名）と、収集対象のデータを収集する収集周期（サンプリング周期）とが含まれている。図 7 の例では、収集対象として、プログラム P 1 の外部変数 P 1 . GV 1 と、プログラム P 4 の外部変数 P 4 . GV 1 と、プログラム P 5 の外部変数 P 5 . GV 1 とが指定され、収集周期として 1 ms が指定されている。

20

【0061】

CPU ユニット 1 では、通信 IF 15（図 2 参照）により、ツール装置 70 からデータトレース情報 T を受信した場合に、データトレースが開始される。このとき、設定部 24（図 5 参照）により、通信 IF 15 が受信したデータトレース情報 T に基づいて、収集部 23（図 5 参照）によるデータの収集対象が設定される。具体的には、プログラム P 1 の外部変数 P 1 . GV 1 と、プログラム P 4 の外部変数 P 4 . GV 1 と、プログラム P 5 の外部変数 P 5 . GV 1 とが収集対象として設定される。

【0062】

そして、CPU 11 により、制御サイクルと同時にタスク A、B および C の実行サイクルが開始される。なお、タスク A は 1 ms の周期で実行され、タスク B は 2 ms の周期で実行され、タスク C は 4 ms の周期で実行される。

30

【0063】

具体的には、まず、タスク実行部 21（図 5 参照）により、最も優先度の高いタスク A の処理が開始される。このとき、タスク B および C は、タスク A よりも優先度が低いことから、実際の処理が開始されることなく待機状態になる。

【0064】

そして、更新タスクであるタスク A のプログラム P 1 が実行され、そのプログラム P 1 において外部変数（グローバル変数）GV 1 に対して「1」が書き込まれる。これにより、RAM 13 に記憶されるグローバル変数 GV 1 の値が「0」から「1」に更新される。このとき、タスク A は、更新タスクであることから、RAM 13 のグローバル変数 GV 1 の本体に直接アクセスする。その後、タスク A のプログラム P 2 が実行され、タスク A の処理が完了する。

40

【0065】

そして、タスク C よりも優先度の高いタスク B が実行される前に、参照用データ管理部 22 により、タスク B に用いられる参照用データ RD 1 の値がグローバル変数 GV 1 の値に変更される。このとき、グローバル変数 GV 1 の値が「1」であることから、参照用データ RD 1 の値が「0」から「1」に更新される。

【0066】

50

その後、タスク実行部 2 1 により、参照タスクであるタスク B のプログラム P 3 および P 4 が実行される。なお、プログラム P 4 において外部変数 G V 1 の読み出しが行われる。このとき、タスク B は、参照タスクであることから、R A M 1 3 の参照用データ R D 1 にアクセスする。これにより、参照用データ R D 1 の「 1 」が読み出される。

【 0 0 6 7 】

次に、タスク A、B および C の実行サイクルが同時に開始されてから 1 m s 経過すると、タスク B のプログラム P 4 が中断される。そして、収集部 2 3 (図 5 参照) により、設定部 2 4 により設定されたプログラム P 1 の外部変数 P 1 . G V 1、プログラム P 4 の外部変数 P 4 . G V 1、および、プログラム P 5 の外部変数 P 5 . G V 1 の値が収集される。このとき、グローバル変数 G V 1 が「 1 」であり、参照用データ R D 1 が「 1 」であり、参照用データ R D 2 が「 0 」であることから、外部変数 P 1 . G V 1 が「 1 」であり、外部変数 P 4 . G V 1 が「 1 」であり、外部変数 P 5 . G V 1 が「 0 」である。そして、C P U 1 1 により、収集部 2 3 による収集結果が、データトレースが開始されてからの経過時間 (1 m s) と関連付けられて R A M 1 3 に格納されることにより、R A M 1 3 にトレース結果 L 3 (図 1 0 参照) が蓄積される。

10

【 0 0 6 8 】

そして、タスク A の実行サイクルが経過することから、タスク実行部 2 1 により、タスク A が実行される。このとき、タスク B および C は待機状態である。このため、更新タスクであるタスク A のプログラム P 1 が実行され、そのプログラム P 1 において外部変数 (グローバル変数) G V 1 に対して「 2 」が書き込まれる。これにより、R A M 1 3 に記憶されるグローバル変数 G V 1 の値が「 1 」から「 2 」に更新される。その後、タスク A のプログラム P 2 が実行され、タスク A の処理が完了すると、中断されたタスク B の処理が再開される。なお、このとき、タスク B が中断されていたことにより、参照用データ R D 1 の値は更新されない。そして、タスク実行部 2 1 によりタスク B のプログラム P 4 の残りが実行され、タスク B の処理が完了する。

20

【 0 0 6 9 】

そして、タスク C が実行される前に、参照用データ管理部 2 2 により、タスク C に用いられる参照用データ R D 2 の値がグローバル変数 G V 1 の値に変更される。このとき、グローバル変数 G V 1 の値が「 2 」であることから、参照用データ R D 2 の値が「 0 」から「 2 」に更新される。

30

【 0 0 7 0 】

その後、タスク実行部 2 1 により、参照タスクであるタスク C のプログラム P 5 が実行される。なお、プログラム P 5 において外部変数 G V 1 の読み出しが行われる。このとき、タスク C は、参照タスクであることから、R A M 1 3 の参照用データ R D 2 にアクセスする。これにより、参照用データ R D 2 の「 2 」が読み出される。

【 0 0 7 1 】

次に、タスク A、B および C の実行サイクルが同時に開始されてから 2 m s 経過すると、タスク C のプログラム P 5 が中断される。そして、収集部 2 3 により、プログラム P 1 の外部変数 P 1 . G V 1、プログラム P 4 の外部変数 P 4 . G V 1、および、プログラム P 5 の外部変数 P 5 . G V 1 の値が収集される。このとき、グローバル変数 G V 1 が「 2 」であり、参照用データ R D 1 が「 1 」であり、参照用データ R D 2 が「 2 」であることから、外部変数 P 1 . G V 1 が「 2 」であり、外部変数 P 4 . G V 1 が「 1 」であり、外部変数 P 5 . G V 1 が「 2 」である。そして、C P U 1 1 により、収集部 2 3 による収集結果が、データトレースが開始されてからの経過時間 (2 m s) と関連付けられて R A M 1 3 に格納されることにより、R A M 1 3 にトレース結果 L 3 が蓄積される。

40

【 0 0 7 2 】

そして、タスク A の実行サイクルが経過することから、タスク実行部 2 1 により、タスク A が実行される。このとき、タスク B の実行サイクルも経過することから、タスク B および C が待機状態である。このため、更新タスクであるタスク A のプログラム P 1 が実行され、そのプログラム P 1 において外部変数 (グローバル変数) G V 1 に対して「 3 」が

50

書き込まれる。これにより、RAM 13に記憶されるグローバル変数GV1の値が「2」から「3」に更新される。その後、タスクAのプログラムP2が実行され、タスクAの処理が完了する。

【0073】

そして、タスクCよりも優先度の高いタスクBが実行される前に、参照用データ管理部22により、タスクBに用いられる参照用データRD1の値がグローバル変数GV1の値に変更される。このとき、グローバル変数GV1の値が「3」であることから、参照用データRD1の値が「1」から「3」に更新される。

【0074】

その後、タスク実行部21により、参照タスクであるタスクBのプログラムP3およびP4が実行される。なお、プログラムP4において外部変数GV1の読み出しが行われる。このとき、タスクBは、参照タスクであることから、RAM13の参照用データRD1にアクセスする。これにより、参照用データRD1の「3」が読み出される。

10

【0075】

次に、タスクA、BおよびCの実行サイクルが同時に開始されてから3ms経過すると、タスクBのプログラムP4が中断される。そして、収集部23により、プログラムP1の外部変数P1・GV1、プログラムP4の外部変数P4・GV1、および、プログラムP5の外部変数P5・GV1の値が収集される。このとき、グローバル変数GV1が「3」であり、参照用データRD1が「3」であり、参照用データRD2が「2」であることから、外部変数P1・GV1が「3」であり、外部変数P4・GV1が「3」であり、外部変数P5・GV1が「2」である。そして、CPU11により、収集部23による収集結果が、データトレースが開始されてからの経過時間(3ms)と関連付けられてRAM13に格納されることにより、RAM13にトレース結果L3が蓄積される。

20

【0076】

そして、タスクAの実行サイクルが経過することから、タスク実行部21により、タスクAが実行される。このとき、タスクBおよびCは待機状態である。このため、更新タスクであるタスクAのプログラムP1が実行され、そのプログラムP1において外部変数(グローバル変数)GV1に対して「4」が書き込まれる。これにより、RAM13に記憶されるグローバル変数GV1の値が「3」から「4」に更新される。その後、タスクAのプログラムP2が実行され、タスクAの処理が完了すると、中断されたタスクBの処理が再開される。なお、このとき、タスクBが中断されていたことにより、参照用データRD1の値は更新されない。このとき、タスクCは待機状態である。そして、タスク実行部21により、タスクBのプログラムP4の残りが実行される。その後、タスクBの処理が完了すると、中断されたタスクCの処理が開始される。なお、このとき、タスクCが中断されていたことにより、参照用データRD2の値は更新されない。

30

【0077】

そして、タスク実行部21により、参照タスクであるタスクCのプログラムP5の残りが実行される。なお、プログラムP5において外部変数GV1の読み出しが行われる。このとき、タスクCは、参照タスクであることから、RAM13の参照用データRD2にアクセスする。これにより、参照用データRD2の「2」が読み出される。

40

【0078】

そして、タスクCの処理が完了した後、タスクA、BおよびCの実行サイクルが同時に開始されてから4ms経過すると、収集部23により、プログラムP1の外部変数P1・GV1、プログラムP4の外部変数P4・GV1、および、プログラムP5の外部変数P5・GV1の値が収集される。このとき、グローバル変数GV1が「4」であり、参照用データRD1が「3」であり、参照用データRD2が「2」であることから、外部変数P1・GV1が「4」であり、外部変数P4・GV1が「3」であり、外部変数P5・GV1が「2」である。そして、CPU11により、収集部23による収集結果が、データトレースが開始されてからの経過時間(4ms)と関連付けられてRAM13に格納されることにより、RAM13にトレース結果L3が蓄積される。

50

【 0 0 7 9 】

そして、タスク A の実行サイクルが経過することから、タスク実行部 2 1 により、タスク A が実行される。このとき、タスク B および C の実行サイクルも経過することから、タスク B および C が待機状態である。

【 0 0 8 0 】

そして、上記した動作と同様の動作が繰り返し行われる。

【 0 0 8 1 】

その後、CPU ユニット 1 によるデータトレースが終了されると、CPU 1 1 により、通信 IF 1 5 からトレース結果 L 3 がツール装置 7 0 に送信される。これにより、ツール装置 7 0 では、受信したトレース結果 L 3 に基づいて、図 8 に示すようグラフを表示部 (図示省略) に表示することが可能になる。図 8 に示すグラフでは、データトレースの対象であったプログラム P 1 の外部変数 P 1 . G V 1、プログラム P 4 の外部変数 P 4 . G V 1、および、プログラム P 5 の外部変数 P 5 . G V 1 について、データトレースが開始されてからの経過時間と、各外部変数の値との関係が折れ線で示されている。

10

【 0 0 8 2 】

本実施形態では、上記のように、更新タスクであるタスク A のみがグローバル変数 G V 1 に対して更新および参照するとともに、参照タスクであるタスク B がグローバル変数 G V 1 に対応する参照用データ R D 1 を参照することによって、タスク B のプログラム P 3 が開始されてからプログラム P 4 が完了されるまでの間に、タスク A によりグローバル変数 G V 1 の値が更新された場合にも、タスク B が参照用データ R D 1 を参照するので、タスク B において一貫性のある演算を行うことができる。すなわち、タスク B のプログラム P 3 が開始される前にグローバル変数 G V 1 と対応するように更新され、プログラム P 3 が開始されてからプログラム P 4 が完了されるまでの間は一定である参照用データ R D 1 をタスク B が参照することにより、プログラム P 3 が開始されてからプログラム P 4 が完了されるまでの間に、タスク B が予期しない更新が参照用データ R D 1 に対して行われることがないので、タスク B において一貫性のある演算を行うことができる。

20

【 0 0 8 3 】

同様に、更新タスクであるタスク A のみがグローバル変数 G V 1 に対して更新および参照するとともに、参照タスクであるタスク C がグローバル変数 G V 1 に対応する参照用データ R D 2 を参照することによって、タスク C のプログラム P 5 が開始されてから完了されるまでの間に、タスク A によりグローバル変数 G V 1 の値が更新された場合にも、タスク C が参照用データ R D 2 を参照するので、タスク C において一貫性のある演算を行うことができる。すなわち、タスク C のプログラム P 5 が開始される前にグローバル変数 G V 1 と対応するように更新され、プログラム P 5 が開始されてから完了されるまでの間は一定である参照用データ R D 2 をタスク C が参照することにより、プログラム P 5 が開始されてから完了されるまでの間に、タスク C が予期しない更新が参照用データ R D 2 に対して行われることがないので、タスク C において一貫性のある演算を行うことができる。

30

【 0 0 8 4 】

また、更新タスクであるタスク A では、タスク A のみがグローバル変数 G V 1 に対して更新および参照することにより、タスク A において一貫性のある演算を行うことができる。したがって、グローバル変数 G V 1 に対して複数のタスク A、B および C がアクセスする場合にも、参照タスクであるタスク B および C にそれぞれ参照用データ R D 1 および R D 2 を参照させることにより、一貫性のある演算を行うことができる。その結果、グローバル変数 G V 1 に対するタスク A、B および C 間の排他制御を適切に行うことができる。

40

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態では、収集部 2 3 により、タスク A、B および C が実行されているときに、グローバル変数 G V 1 の値を収集することによって、更新タスクであるタスク A により更新および参照されるグローバル変数 G V 1 (外部変数 P 1 . G V 1) についてデータトレースすることができる。また、収集部 2 3 により、タスク A、B および C が実行されているときに、参照用データ R D 1 および R D 2 の値を収集することによって、参照タ

50

スクであるタスク B および C により参照されるグローバル変数 G V 1 (外部変数 P 4 . G V 1 および P 5 . G V 1) についてデータトレースすることができる。これにより、グローバル変数 G V 1 に対してタスク A、B および C がアクセスする場合において、一貫性のある演算を行うために、参照タスクであるタスク B および C にそれぞれ参照用データ R D 1 および R D 2 を参照させる場合にも、タスク B および C の参照先である参照用データ R D 1 および R D 2 を適切にデータトレースすることができる。

【 0 0 8 6 】

また、本実施形態では、参照タスクであるタスク B が実行されるときに、参照用データ R D 1 の値をグローバル変数 G V 1 の値に変更し、参照タスクであるタスク C が実行されるときに、参照用データ R D 2 の値をグローバル変数 G V 1 の値に変更することによって、参照用データ R D 1 および R D 2 をグローバル変数 G V 1 に対応させながら、更新タスクであるタスク B および C において一貫性のある演算を行うことができる。

10

【 0 0 8 7 】

また、本実施形態では、通信 I F 1 5 がツール装置 7 0 から受信したデータトレース情報 T に基づいて、データトレースの収集対象と収集周期とを設定することによって、利用者がツール装置 7 0 を用いて収集対象および収集周期を設定することができる。

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態では、通信 I F 1 5 からツール装置 7 0 にトレース結果 L 3 が送信されることによって、ツール装置 7 0 がトレース結果 L 3 を得ることができるので、利用者がツール装置 7 0 を用いてトレース結果 L 3 を確認することができる。

20

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態では、C P U 1 1 が、時分割により複数のタスクを並行して実行することによって、C P U 1 1 の処理能力を効率的に利用することができる。

【 0 0 9 0 】

なお、今回開示した実施形態は、すべての点で例示であって、限定的な解釈の根拠となるものではない。したがって、本発明の技術的範囲は、上記した実施形態のみによって解釈されるものではなく、特許請求の範囲の記載に基づいて画定される。また、本発明の技術的範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。

【 0 0 9 1 】

たとえば、本実施形態では、P A C 1 0 0 が C P U ユニット 1 と、入力ユニット 2 と、出力ユニット 3 と、電源ユニット 4 とを備える例を示したが、これに限らず、P A C が通信ユニットなどのその他のユニットを備えていてもよいし、P A C に入力ユニットが設けられていなくてもよい。

30

【 0 0 9 2 】

また、本実施形態では、P A C 1 0 0 が複数のユニットにより構成される例を示したが、これに限らず、P A C が 1 つの筐体により構成され、その筐体に各ユニットの機能が組み込まれていてもよい。

【 0 0 9 3 】

また、本実施形態において、タスク A のプログラム P 2 に外部変数 (グローバル変数) G V 1 が登録されていてもよい。この場合、このプログラム P 2 の外部変数 P 2 . G V 1 では、タスク A が更新タスクであることから、R A M 1 3 のグローバル変数 G V 1 の本体に直接アクセスする。

40

【 0 0 9 4 】

また、本実施形態において、タスク B のプログラム P 3 に外部変数 G V 1 が登録されていてもよい。この場合、このプログラム P 3 の外部変数 P 3 . G V 1 は、タスク B が参照タスクであることから、R A M 1 3 のタスク B 用の参照用データ R D 1 にアクセスする。

【 0 0 9 5 】

また、本実施形態では、C P U 1 1 が時分割により複数のタスクを並行して実行する例を示したが、これに限らず、C P U がマルチコアであり、複数のタスクを同時に並行して実行するようにしてもよい。このように構成すれば、タスクの処理能力の向上を図ること

50

ができる。

【0096】

また、本実施形態では、CPU 11がシステムプログラム121を実行することにより、タスク実行部21、参照用データ管理部22、収集部23および設定部24が実現される例を示したが、これに限らず、タスク実行部21、参照用データ管理部22、収集部23および設定部24がそれぞれハードウェアで構成されていてもよい。

【0097】

また、本実施形態では、データトレース情報Tに含まれるサンプリング周期が時間間隔で設定される例を示したが、これに限らず、指定されるタスクの周期によりサンプリング周期が設定されるようにしてもよい。

10

【0098】

また、本実施形態では、説明を簡略化するために、1ms～8msまでのトレース結果L3を示したが、実際には、データトレースはより長い期間実行される。たとえば、データトレースは10秒(10000ms)間実行される。

【0099】

また、本実施形態では、トレース結果L3に収集結果と経過時間が含まれる例を示したが、これに限らず、トレース結果に、データが収集された時刻情報や、収集された順番を示すインデックス情報などが含まれていてもよい。

【0100】

また、本実施形態では、トレース結果L3がRAM13に記憶される例を示したが、これに限らず、トレース結果L3がROM12に記憶されるようにしてもよい。

20

【0101】

また、本実施形態では、複数のタスクに、1個の更新タスク(タスクA)と、2個の参照タスク(タスクBおよびC)とが含まれる例を示したが、これに限らず、更新タスクが1個であれば、参照タスクが1個であってもよいし、参照タスクが3個以上であってもよい。

【0102】

また、本実施形態において、タスクには、定期的に行われるタスク(定周期タスク)に加えて、予め設定された実行条件が成立した場合に行われるタスク(イベントタスク)が含まれていてもよい。

30

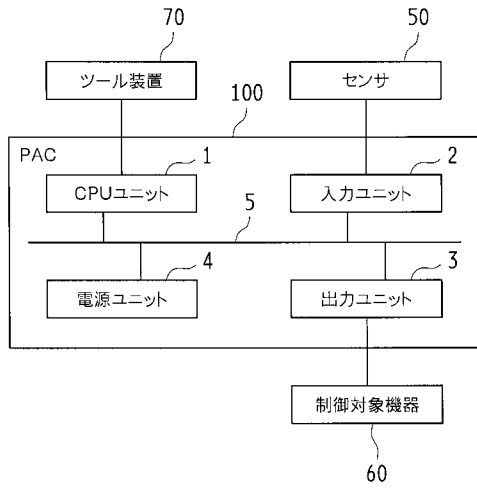
【符号の説明】

【0103】

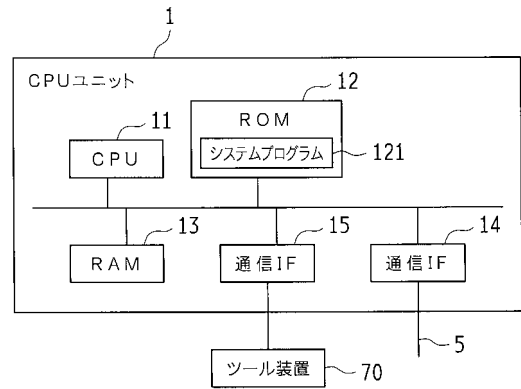
- 1 CPUユニット(制御装置)
- 13 RAM(記憶手段)
- 15 通信IF(通信手段)
- 21 タスク実行部(タスク実行手段)
- 22 参照用データ管理部(参照用データ管理手段)
- 23 収集部(収集手段)
- 24 設定部(設定手段)
- 60 制御対象機器
- 70 ツール装置
- 121 システムプログラム

40

【 図 1 】



【 図 2 】



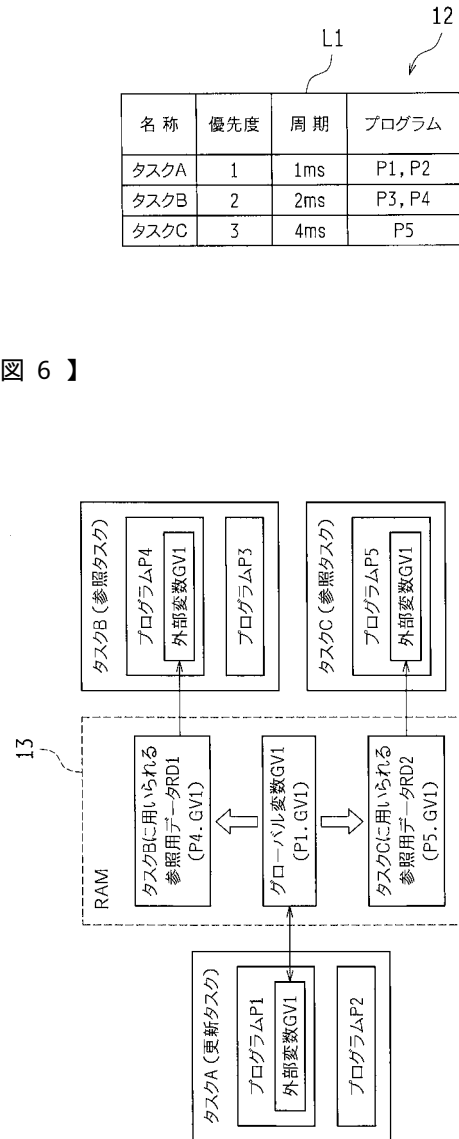
【 図 3 】

名称	優先度	周期	プログラム
タスクA	1	1ms	P1, P2
タスクB	2	2ms	P3, P4
タスクC	3	4ms	P5

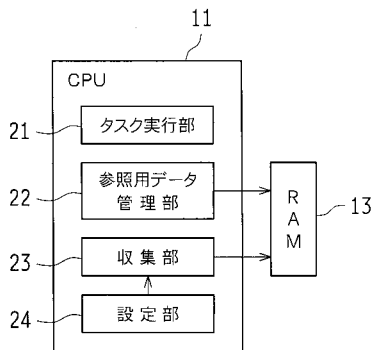
【 図 4 】

グローバル変数	更新タスク	参照タスク
GV1	タスクA	タスクB, タスクC

【 図 6 】



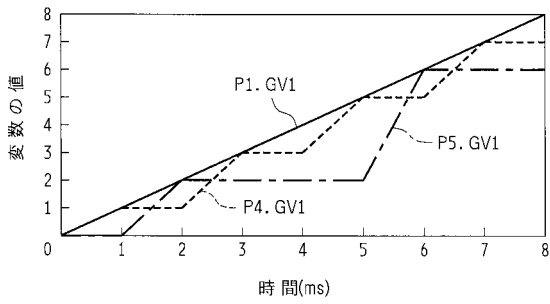
【 図 5 】



【 図 7 】

変数名	サンプリング周期
P1. GV1	1ms
P4. GV1	
P5. GV1	

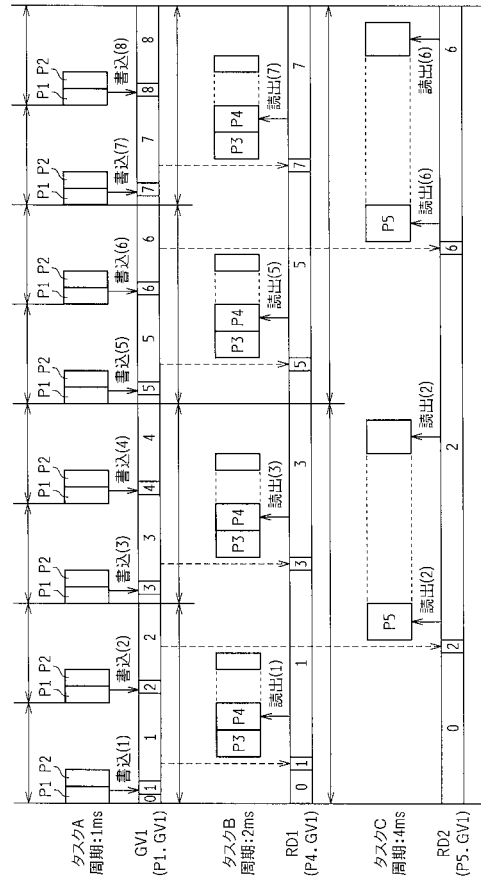
【 図 8 】



【 図 10 】

変数 \ 時間(ms)	1	2	3	4	5	6	7	8
P1. GV1	1	2	3	4	5	6	7	8
P4. GV1	1	1	3	3	5	5	7	7
P5. GV1	0	2	2	2	2	6	6	6

【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 矢尾板 宏心

京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地 オムロンソフトウェア株式会社内
Fターム(参考) 5H220 AA04 BB09 CC07 CX01 JJ12 JJ34