

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6399082号
(P6399082)

(45) 発行日 平成30年10月3日(2018. 10. 3)

(24) 登録日 平成30年9月14日(2018. 9. 14)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 5 B 19/05 (2006.01)

G 0 5 B 19/05

F

請求項の数 24 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2016-507379 (P2016-507379)	(73) 特許権者	000002945
(86) (22) 出願日	平成27年1月15日 (2015. 1. 15)		オムロン株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/050944		京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不
(87) 国際公開番号	W02015/136971		動堂町801番地
(87) 国際公開日	平成27年9月17日 (2015. 9. 17)	(74) 代理人	100129012
審査請求日	平成28年12月13日 (2016. 12. 13)		弁理士 元山 雅史
(31) 優先権主張番号	特願2014-52819 (P2014-52819)	(74) 代理人	100121382
(32) 優先日	平成26年3月14日 (2014. 3. 14)		弁理士 山下 託嗣
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	稲目 幸生
			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	矢尾板 宏心
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力信号を第1タイミングにおいてサンプリングした第1サンプリング値と、前記入力信号をサンプリングした時刻である第1サンプリング時刻とを関連づけて記憶する実サンプリングデータを取得する入力ユニットと、

出力指示時刻と前記出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて、出力信号を出力する出力ユニットと、

前記入力信号に関連づけられた入力変数の値を前記入力信号に基づいて更新し、前記出力信号に関連づけられた出力変数に基づいて前記出力信号を更新するI/Oリフレッシュ処理と、前記入力変数に基づいてユーザプログラムを実行することにより前記出力変数の値を算出し、前記出力変数の値に基づいて前記出力指示時刻と前記指示出力信号値とを算出し、前記出力指示データを前記出力ユニットに送信するユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行するタスク実行部と、

前記入力変数、前記出力変数、及び/又は前記ユーザプログラムにおいて用いられた内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした第2サンプリング値と、前記入力変数、前記出力変数、及び/又は前記内部変数をサンプリングした時刻である第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶する変数サンプリングデータとして取得するサンプリング部と、

を有する制御装置と、

を有するPLCシステムと、

前記第 1 サンプリング時刻と前記第 2 サンプリング時刻と前記出力指示時刻とが同一時系列上に配置され、前記第 1 サンプリング値と前記第 2 サンプリング値と前記指示出力信号値とが、それぞれ、前記第 1 サンプリング時刻と前記第 2 サンプリング時刻と前記出力指示時刻に対応する前記同一時系列上の時刻に関連づけられて記憶される同一時系列データを作成する同一時系列データ作成部と、

前記同一時系列データを、同一時間軸上に表示する同一時系列データ表示部と、

を有する開発支援装置と、

を備える制御システム。

【請求項 2】

前記入力ユニットは、前記タスクが実行される前記所定の周期より短い高速サンプリング周期毎に前記第 1 サンプリング値をサンプリングし、前記高速サンプリング周期により決定される時刻を前記第 1 サンプリング時刻とする高速サンプリング入力ユニットを含む、請求項 1 に記載の制御システム。

10

【請求項 3】

前記入力ユニットは、前記入力信号が所定の変化をしたタイミングを前記第 1 タイミングとし、前記所定の変化をした後の前記入力信号の信号値を前記第 1 サンプリング値とし、前記第 1 タイミングにより決定される時刻を前記第 1 サンプリング時刻とする変化時刻取得入力ユニットを含む、請求項 1 又は 2 に記載の制御システム。

【請求項 4】

前記入力ユニットは、指示された入力指示時刻において前記入力信号を入力する、請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の制御システム。

20

【請求項 5】

前記入力ユニットは、前記所定の周期よりも短い高速入力周期により決定される時刻を前記入力指示時刻として入力信号を入力する、請求項 4 に記載の制御システム。

【請求項 6】

前記出力ユニットは、前記タスクが実行される前記所定の周期より短い高速出力周期により決定される時刻を前記出力指示時刻とし、前記高速出力周期毎に出力すべき信号値を前記指示出力信号値として前記出力信号を出力する、高速出力ユニットを含む請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の制御システム。

【請求項 7】

30

前記出力ユニットは、予め決められた時刻を前記出力指示時刻とし、前記予め決められた時刻に出力すべき信号値を前記指示出力信号値として前記出力信号を出力する、時刻指定出力ユニットを含む請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の制御システム。

【請求項 8】

前記第 1 サンプリング時刻と、前記第 2 サンプリング時刻と、前記出力指示時刻とを共通時刻にて計数する共通時刻計数部をさらに備える、請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の制御システム。

【請求項 9】

前記出力ユニットは、さらに、所定のタイミングにおいて前記出力信号をサンプリングしたサンプリング出力信号値と、前記所定のタイミングによって決定される出力サンプリング時刻とを関連づけて前記実サンプリングデータに記憶する、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の制御システム。

40

【請求項 10】

前記同一時系列データ作成部は、さらに、前記同一時系列上に前記出力サンプリング時刻を配置し、前記サンプリング出力信号値を前記出力サンプリング時刻に対応する前記同一時系列上の時刻に関連づけて記憶して前記同一時系列データを作成する、請求項 9 に記載の制御システム。

【請求項 11】

入力信号を入力する入力ユニットと、

出力信号を出力する出力ユニットと、

50

前記入力信号に関連づけられた入力変数を前記入力信号に基づいて更新し、前記出力信号に関連づけられた出力変数に基づいて前記出力信号を更新するI/Oリフレッシュ処理と、前記入力変数に基づいてユーザプログラムを実行することにより前記出力変数の値を算出するユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行するタスク実行部と、

前記入力変数、前記出力変数、及び/又は前記ユーザプログラムにおいて用いられた内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした第2サンプリング値と、前記入力変数、前記出力変数、及び/又は前記内部変数をサンプリングした時刻である第2サンプリング時刻とを変数サンプリングデータとして取得するサンプリング部と、を有する制御装置と、

10

を有するPLCシステムと、

前記入力信号の信号値が前記第2サンプリング時刻における前記入力変数の値に対応する値となる入力変化時刻、及び/又は、前記出力信号の信号値が前記第2サンプリング時刻における前記出力変数の値に対応する値となる出力変化時刻を、前記入力ユニット及び/又は前記出力ユニットと前記制御装置との接続関係、通信速度、前記入力ユニット及び/又は前記出力ユニットにおける所定の動作を行う動作速度、及び前記第2サンプリング時刻に基づいて予測する、入出力変化時刻予測部と、

前記入力変化時刻に前記第2サンプリング時刻における前記入力変数の値を関連づけて予測入力信号データを生成し、及び/又は、前記出力変化時刻に前記第2サンプリング時刻における前記出力変数の値を関連づけて予測出力信号データを生成する、予測入出力信号生成部と、

20

前記変数サンプリングデータ、前記予測入力信号データ、及び/又は前記予測出力信号データを同一時間軸上に表示する同一時系列データ表示部と、

を有する開発支援装置と、

を備える制御システム。

【請求項12】

前記開発支援装置は、前記入力変化時刻及び/又は前記出力変化時刻を調整する入出力時刻調整部をさらに有する、請求項11に記載の制御システム。

【請求項13】

前記出力ユニットは、出力指示時刻と前記出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて前記出力信号を出力する、請求項11又は12に記載の制御システム。

30

【請求項14】

前記出力指示時刻を前記出力変化時刻とし、前記指示出力信号値を前記第2サンプリング時刻における前記出力変数の値とする、請求項13に記載の制御システム。

【請求項15】

前記出力ユニットは、前記タスクが実行される前記所定の周期より短い高速出力周期により決定される時刻を前記出力指示時刻とし、前記高速出力周期毎に出力すべき信号値を前記指示出力信号値として前記出力信号を出力する、高速出力ユニットを含む請求項13又は14に記載の制御システム。

40

【請求項16】

前記出力ユニットは、予め決められた時刻を前記出力指示時刻とし、前記予め決められた時刻に出力すべき信号値を前記指示出力信号値として前記出力信号を出力する、時刻指定出力ユニットを含む請求項13～15のいずれかに記載の制御システム。

【請求項17】

前記出力ユニットは、所定のタイミングにおいて前記出力信号をサンプリングしたサンプリング出力信号値と、前記所定のタイミングによって決定される出力サンプリング時刻とを関連づけて実サンプリングデータに記憶する、請求項11～16のいずれかに記載の制御システム。

【請求項18】

50

前記入力ユニットは指示された入力指示時刻において前記入力信号を入力する、請求項 11 ~ 17 のいずれかに記載の制御システム。

【請求項 19】

前記入力指示時刻は前記入力変化時刻である、請求項 18 に記載の制御システム。

【請求項 20】

前記入力ユニットは、前記所定の周期よりも短い高速入力周期により決定される時刻を前記入力指示時刻として入力信号を入力する、請求項 18 又は 19 に記載の制御システム。

【請求項 21】

前記入力変化時刻と、前記出力変化時刻と、前記第 2 サンプルング時刻とを共通時刻にて計数する共通時刻計数部をさらに備える、請求項 11 ~ 20 のいずれかに記載の制御システム。

10

【請求項 22】

前記入力ユニットは、前記入力信号を第 1 タイミングにおいてサンプルングした第 1 サンプルング値と、前記入力信号をサンプルングした時刻である第 1 サンプルング時刻とを関連づけて記憶する実サンプルングデータを取得する、請求項 11 ~ 21 のいずれかに記載の制御システム。

【請求項 23】

前記入力ユニットは、前記タスクが実行される前記所定の周期より短い高速サンプルング周期毎に前記第 1 サンプルング値をサンプルングし、前記高速サンプルング周期により決定される時刻を前記第 1 サンプルング時刻とする高速サンプルング入力ユニットを含む、請求項 22 に記載の制御システム。

20

【請求項 24】

前記入力ユニットは、前記入力信号が所定の変化をしたタイミングを前記第 1 タイミングとし、前記所定の変化をした後の前記入力信号の信号値を前記第 1 サンプルング値とし、前記第 1 タイミングにより決定される時刻を前記第 1 サンプルング時刻とする時刻取得入力ユニットを含む、請求項 22 又は 23 のいずれかに記載の制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、入出力信号及び内部変数をサンプルング可能な制御システムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

従来、ユーザプログラムを含むタスクを所定の周期にて実行することにより、外部からの入力信号に基づいて出力信号を算出及び出力し制御対象機器を制御する制御装置（PLC システム）が知られている。このような制御装置において、上記の入力信号及び出力信号（入出力信号）の時間的な変化を追跡する機能（トレース機能）が知られている。

例えば、特許文献 1 には、ユーザプログラムを含むタスクを実行しているときに、ユーザプログラムにおいて参照および更新される変数を収集する制御装置が開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 5 2 5 2 0 1 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の制御装置のトレース機能は、制御装置内部において用いられ、上記の入出力信号に関連づけられた変数をサンプルングすることにより、上記の入出力信号を取得している。一方、制御装置に入力される実際の入力信号、及び、制御装置から出力される実際の出力信号は、上記のトレース機能とは個別にサンプルングされていた。そのため、トレース

50

機能により得られたデータと、実際の入力信号及び出力信号のサンプリング結果（サンプリングデータ）とを比較して、制御装置内部において用いられている変数の変化と、実際の入力信号及び出力信号とを比較することが困難であった。

【 0 0 0 5 】

上記のように、制御装置内部において用いられている変数と実際の入力信号及び出力信号とを比較することが困難であると、制御装置、入力信号を取得する装置（例えば、入力ユニット）、及び出力信号を出力する装置（例えば、出力ユニット）の調整の効率が低くなる。また、機器の調整を行うのは、装置（制御システム）の完成後であるため、機構や制御対象機器の変更は避けることが好ましい。そのため、P L Cシステム上の入力ユニット、制御装置、及び、出力ユニットの範囲内にて調整を行うことが重要である。この問題は、制御装置にて制御されるシステムが大規模化すると、無視できない問題となる。

10

【 0 0 0 6 】

本発明の課題は、制御システムにおいて、装置の調整を容易にすることにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

本発明の一見地に係る制御システムは、P L Cシステムと開発支援装置とを備える。

P L Cシステムは、入力ユニットと、出力ユニットと、制御装置と、を有する。入力ユニットは、第1サンプリング値と第1サンプリング時刻とを関連づけて記憶する実サンプリングデータを取得する。第1サンプリング値は、入力信号を第1タイミングにおいてサンプリングした値である。第1サンプリング時刻は、入力信号をサンプリングした時刻である。

20

出力ユニットは、出力指示時刻と指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて、出力信号を出力する。指示出力信号値は、出力指示時刻において出力すべき出力信号値である。

【 0 0 0 8 】

制御装置は、タスク実行部とサンプリング部とを有する。

タスク実行部は、I / Oリフレッシュ処理とユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行する。I / Oリフレッシュ処理は、入力信号に関連づけられた入力変数の値を入力信号に基づいて更新し、出力信号に関連づけられた出力変数に基づいて出力信号を更新する処理のことである。ユーザプログラム実行処理は、入力変数に基づいてユーザプログラムを実行することにより出力変数の値を算出し、出力変数の値に基づいて出力指示時刻と指示出力信号値とを算出し、出力指示データを出力ユニットに送信する処理である。

30

【 0 0 0 9 】

サンプリング部は、第2サンプリング値と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶する変数サンプリングデータを取得する。第2サンプリング値は、入力変数、出力変数、及び／又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値である。内部変数は、ユーザプログラムにおいて用いられた変数である。第2サンプリング時刻は、入力変数、出力変数、及び／又は内部変数をサンプリングした時刻である。

40

【 0 0 1 0 】

開発支援装置は、同一時系列データ作成部と同一時系列データ表示部と、を有する。

同一時系列データ作成部は、同一時系列データを作成する。同一時系列データは、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻とが同一時系列上に配置され、第1サンプリング値と第2サンプリング値と指示出力信号値とが、それぞれ、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけられて記憶されるデータである。

同一時系列データ表示部は、同一時系列データを、同一時間軸上に表示する。

【 0 0 1 1 】

50

上記の制御システムにおいては、入力ユニットが、入力信号を第1タイミングにおいてサンプリングして第1サンプリング値とするとともに、入力信号をサンプリングした時刻を第1サンプリング時刻としてサンプリングし、第1サンプリング値と第1サンプリング時刻とを関連づけて記憶して実サンプリングデータを取得する。

【0012】

また、その一方、制御装置のサンプリング部が、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値を第2サンプリング値とするともに、上記の変数をサンプリングした時刻を第2サンプリング時刻としてサンプリングし、第2サンプリング時刻と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶して変数サンプリングデータを取得する。

10

【0013】

さらに、制御装置のタスク実行部がユーザプログラム実行処理を実行する際に、ユーザプログラムが入力変数に基づいて出力変数の値を算出し、当該出力変数の値に基づいて出力指示時刻と、出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを算出し、出力指示時刻及び指示出力信号値とを含んだ出力指示データを出力ユニットに送信する。

【0014】

開発支援装置においては、同一時系列データ作成部が、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻とを同一時系列上に配置し、第1サンプリング値と第2サンプリング値と指示出力信号値とを、それぞれ、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけて記憶して同一時系列データを作成する。そして、同一時系列データ表示部が、同一時系列データを表示する。

20

【0015】

このように、上記の制御システムにおいては、実サンプリングデータと、変数サンプリングデータと、出力指示データとが、同一時系列上にまとめられて、1つの同一時系列データが作成される。そして、開発支援装置において、同一時系列データが同一時間軸上に表示される。これにより、個別のデータを整理する手順を経ることなく、上記のサンプリング結果と、指示出力信号値との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

【0016】

入力ユニットは、高速サンプリング入力ユニットを含んでいてもよい。高速サンプリング入力ユニットは、タスクが実行される所定の周期より短い高速サンプリング周期毎に第1サンプリング値をサンプリングし、高速サンプリング周期により決定される時刻を第1サンプリング時刻とする入力ユニットである。これにより、タスクの実行周期である所定の周期よりも短い周期にて、より高精度に入力信号をサンプリングできる。

30

【0017】

入力ユニットは、変化時刻取得入力ユニットを含んでいてもよい。変化時刻取得入力ユニットは、入力信号が所定の変化をしたタイミングを第1タイミングとし、所定の変化をした後の入力信号の信号値を第1サンプリング値とし、第1タイミングにより決定される時刻を第1サンプリング時刻とする入力ユニットである。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されず、入力信号が所定の変化をした時刻を、当該変化をしたときの入力信号値とともに正確にサンプリングできる。

40

【0018】

入力ユニットは指示された入力指示時刻において入力信号を入力してもよい。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されることなく、入力信号を入力できる。

【0019】

入力ユニットは、所定の周期よりも短い高速入力周期により決定される時刻を入力指示時刻として入力信号を入力してもよい。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されることなく、タスクの実行周期よりも高速に入力信号を入力できる。

【0020】

出力ユニットは、高速出力ユニットを含んでいてもよい。高速出力ユニットは、タスク

50

が実行される所定の周期より短い高速出力周期により決定される時刻を出力指示時刻とし、高速出力周期毎に出力すべき信号値を指示出力信号値として出力信号を出力する出力ユニットのことである。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、所定の周期よりも短い周期にてより細かく出力信号を制御して出力できる。

【 0 0 2 1 】

出力ユニットは、時刻指定出力ユニットを含んでいてもよい。時刻指定出力ユニットは、予め決められた時刻を出力指示時刻とし、予め決められた時刻に出力すべき信号値を指示出力信号値として出力信号を出力する出力ユニットである。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、予め決められた任意の時刻にて、任意の信号値の出力信号を出力できる。

10

【 0 0 2 2 】

上記の制御システムは、共通時刻計数部をさらに備えていてもよい。共通時刻計数部は、第1サンプリング時刻と、第2サンプリング時刻と、出力指示時刻と、を共通時刻にて計数する。これにより、上記の制御システムにおいて、入力ユニットにおいて計数される時刻と、出力ユニットにおいて計数される時刻と、制御装置において計数される時刻とのずれが少なくなる。

【 0 0 2 3 】

出力ユニットは、所定のタイミングにおいて出力信号をサンプリングしたサンプリング出力信号値と、所定のタイミングによって決定される出力サンプリング時刻とを関連づけて実サンプリングデータに記憶してもよい。これにより、実際の出力信号をサンプリングできる。

20

【 0 0 2 4 】

時系列データ作成部は、さらに、同一時系列上に出力サンプリング時刻を配置し、サンプリング出力信号値を出力サンプリング時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけて記憶して同一時系列データを作成してもよい。これにより、実際の出力信号のサンプリング結果を同一時間軸上に表示できる。

【 0 0 2 5 】

本発明の他の見地に係る制御システムは、P L Cシステムと開発支援装置とを備える。

P L Cシステムは、入力ユニットと、出力ユニットと、制御装置とを有する。入力ユニットは入力信号を入力する。出力信号は、出力信号を出力する。

30

【 0 0 2 6 】

制御装置は、タスク実行部とサンプリング部とを有する。

タスク実行部は、I / Oリフレッシュ処理とユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行する。I / Oリフレッシュ処理は、入力信号に関連づけられた入力変数の値を入力信号に基づいて更新し、出力信号に関連づけられた出力変数の値に基づいて出力信号を更新する処理のことである。ユーザプログラム実行処理は、入力変数に基づいてユーザプログラムを実行することにより出力変数の値を算出する処理である。

【 0 0 2 7 】

サンプリング部は、第2サンプリング値と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶する変数サンプリングデータを取得する。第2サンプリング値は、入力変数、出力変数、及び / 又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値である。内部変数は、ユーザプログラムにおいて用いられた変数である。第2サンプリング時刻は、入力変数、出力変数、及び / 又は内部変数をサンプリングした時刻である。

40

【 0 0 2 8 】

開発支援装置は、入出力変化時刻予測部と、予測入出力信号生成部と、同一時系列データ表示部と、を有する。

入出力変化時刻予測部は、入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を、入力ユニット及び / 又は出力ユニットと制御装置との接続関係、通信速度、入力ユニット及び / 又は出力ユニットにおける所定の動作を行う動作速度、及び第2サンプリング時刻に基づいて予測す

50

る。入力変化時刻は、入力信号の信号値が第2サンプリング時刻における入力変数の値に対応する値となる時刻である。出力変化時刻は、出力信号の信号値が第2サンプリング時刻における出力変数の値に対応する値となる時刻である。

【0029】

予測入出力信号生成部は、予測入力信号データ及び/又は予測出力信号データを生成する。予測入力信号データは、入力変化時刻に第2サンプリング時刻における入力変数の値を関連づけて生成されたデータである。予測出力信号データは、出力変化時刻に第2サンプリング時刻における出力変数の値を関連づけて生成されたデータである。

同一時系列データ表示部は、変数サンプリングデータ、予測入力信号データ、及び/又は予測出力信号データを同一時間軸上に表示する。

10

【0030】

上記の制御システムにおいては、制御装置において、サンプリング部が、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングして第2サンプリングとし、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数をサンプリングした時刻を第2サンプリング時刻としてサンプリングし、変数サンプリングデータを取得する。

【0031】

一方、開発支援装置において、入出力変化時刻予測部が、入力信号の信号値が第2サンプリング時刻における入力変数の値に対応する値となる時刻である入力変化時刻、及び/又は、出力信号の信号値が第2サンプリング時刻における出力変数の値に対応する値となる時刻である出力変化時刻を、入力ユニット及び/又は出力ユニットと制御装置との接続関係、通信速度、入力ユニット及び/又は出力ユニットにおける所定の動作を行う動作速度、及び第2サンプリング時刻に基づいて予測する。

20

【0032】

また、予測入出力信号生成部が、入力変化時刻に第2サンプリング時刻における入力変数の値を関連づけて予測入力信号データを作成し、出力変化時刻に第2サンプリング時刻における出力変数の値を関連づけて予測出力信号データを作成する。

さらに、同一時系列データ表示部が、変数サンプリングデータ、予測入力信号データ、及び/又は予測出力信号データを同一時間軸上に表示する。

【0033】

これにより、入力信号及び/又は出力信号をサンプリングすることなく、制御装置において用いられている変数に基づいて、入力ユニットに入力される入力信号の取込/ラッチのタイミング及び/又は出力ユニットから出力される実際の出力信号を予測でき、個別のデータを整理する手順を経ることなく、変数のサンプリング結果と、予測された入力信号及び/又は出力信号との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

30

【0034】

開発支援装置は、入出力時刻調整部をさらに有していてもよい。入出力時刻調整部は、入力変化時刻及び/又は出力変化時刻を調整する。これにより、入力ユニット及び出力ユニット単位にて、それぞれ、入力信号が入力される時刻(入力変化時刻)及び出力信号を出力する時刻(出力変化時刻)を調整できる。その結果、制御システムにおいて、より精度よく、かつ、より細かく装置を調整できる。

40

【0035】

出力ユニットは、出力指示時刻と出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて出力信号を出力してもよい。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されることなく、出力信号を出力できる。

【0036】

出力指示時刻を出力変化時刻とし、指示出力信号値を第2サンプリング時刻における出力変数の値としてもよい。これにより、入出力時刻調整部において調整した出力変化時刻を出力ユニットにおいて反映できる。

【0037】

50

入力指示時刻は入力変化時刻であってもよい。これにより、入出力時刻調整部において調整された入力変化時刻を入力ユニットにおいて反映できる。

【発明の効果】

【0038】

制御システムにおいて、容易に装置を調整できる。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】制御システムの全体構成を示す図。

【図2A】I/Oバス上に配置された入力ユニット及び出力ユニットを示す図。

【図2B】通信ネットワークにより制御装置と接続された入力ユニット及び出力ユニット15を示す図。

10

【図3】制御装置及び開発支援装置の構成を示す図。

【図4】制御装置の詳細構成を示す図。

【図5】開発支援装置の詳細構成を示す図。

【図6A】入力ユニット及び出力ユニットの構成を示す図。

【図6B】入力ユニット及びサンプリング機能を有する出力ユニットの構成を示す図。

【図7】制御システムにおけるデータサンプリング動作を示すフローチャート。

【図8】同一時系列データを同一時間軸上に表示したときの表示例を示す図。

【図9】第2実施形態に係る制御システムの開発支援装置の詳細構成を示す図。

【図10】予測入出力信号の生成を模式的に示す図。

20

【図11】予測入力信号及び予測出力信号を同一時間軸上に表示した例を示す図。

【図12】入出力変化時刻の調整方法を模式的に示す図。

【図13】調整後入出力変化時刻を、実際の制御システムの動作に反映させるための方法を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0040】

1. 第1実施形態

(1) 制御システムの全体構成

まず、第1実施形態に係る制御システム100の全体構成について、図1を用いて説明する。図1は、制御システムの全体構成を示す図である。制御システム100は、PLCシステム1と開発支援装置3とを備える。

30

PLCシステム1は、例えば、センサやスイッチなどにより構成される信号入力部5から信号を入力する。また、PLCシステム1は、信号入力部5（後述）からの入力信号を必要に応じて用いプログラム（ユーザプログラム1131）を実行して、制御対象機器7を制御する出力信号を算出する。

【0041】

開発支援装置3は、PLCシステム1の制御装置11において実行されるユーザプログラム1131（図4）を作成するための各種機能を実現する。また、PLCシステム1に接続可能な開発支援装置3の数は1に限られず、例えば、開発支援装置3に割当可能なアドレス数などが許す限り、任意の数の開発支援装置3を接続できる。

40

以下に、PLCシステム1、制御装置11、及び開発支援装置3の詳細な構成についてそれぞれ説明する。

【0042】

(2) PLCシステムの構成

次に、PLCシステム1の詳細な構成について図1を用いて説明する。本実施形態に係るPLCシステム1は、制御装置11と、入力ユニット13と、出力ユニット15と、電源ユニット17と、を有する。

【0043】

本実施形態に係る制御装置11は、プログラマブル・ロジック・コントローラ（Programmable Logic Controller、PLC）のCPUユニットで

50

ある。制御装置 1 1 においては、入力ユニット 1 3（後述）に入力される入力信号が制御装置 1 1 内部において用いられる入力変数に関連づけられている。また、出力ユニット 1 5（後述）への出力信号が制御装置 1 1 内部において用いられる出力変数に関連づけられている。

【 0 0 4 4 】

また、制御装置 1 1 においては、所定のタスクが所定の周期にて繰り返し実行されている。ここで、タスクとは、入力ユニット 1 3 からの入力信号に基づいて入力変数を更新し、出力変数に基づいて出力ユニット 1 5 へ出力する出力信号を更新する I / O リフレッシュ処理と、ユーザプログラム 1 1 3 1 及び / 又はシステムプログラム 1 1 5 a（後述）を実行する処理とを含む処理単位のことである。

10

【 0 0 4 5 】

制御装置 1 1 において実行されるユーザプログラム 1 1 3 1 は、上記の入力変数と必要に応じて内部変数とを用いて、上記の出力変数を算出している。そのため、タスクが所定の周期にて繰り返し実行されることにより、入力信号及び出力信号（入出力信号）、及び、入力変数と出力変数と内部変数とを含む変数は時間的に変化している。

また、ユーザプログラム実行処理中、ユーザプログラム 1 1 3 1 は、上記の出力変数を用いて出力指示データ（後述）を作成している。出力指示データは、出力ユニット 1 5（後述）においてどのタイミングにおいて、どのような出力信号値を出力するかを指示するデータである。

【 0 0 4 6 】

20

よって、実行中のユーザプログラムが適切に動作しているかどうかを確認することを主な目的として、制御装置 1 1 は、入出力信号に関連づけられた入力変数値及び出力変数値と、内部変数値の時間的な変化を、上記の変数をサンプリングして記憶することにより追跡する機能（トレース機能）を有している。

【 0 0 4 7 】

入力ユニット 1 3 は、センサやスイッチなどの信号入力部 5 から入力信号を入力し、制御装置 1 1 に当該入力信号を出力する。入力ユニット 1 3 としては、信号入力部 5 から入力される信号種類に応じた入力ユニットを使用できる。具体的には、例えば、信号入力部 5 が温度を測定する熱電対により構成されている場合には、熱電対において発生する電圧を入力信号とする入力ユニットを入力ユニット 1 3 として用いることができる。また、例

30

【 0 0 4 8 】

また、入力ユニット 1 3 は、入力信号の入力のみでなく、上記の入力信号をサンプリングする機能を有している。これにより、入力ユニット 1 3 において、入力ユニット 1 3 における実際の入力信号の時間的な変化をサンプリングできる。なお、入力ユニット 1 3 の構成の詳細は、後ほど説明する。

【 0 0 4 9 】

さらに、入力ユニット 1 3 は、指示された時刻（入力指示時刻）において入力信号を入力できる。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されることなく、入力信号を入力できる。

40

【 0 0 5 0 】

出力ユニット 1 5 は、制御装置 1 1 の出力変数に関連づけられた出力信号を、対応する制御対象機器 7 に出力する。これにより、制御装置 1 1 は、プログラムを実行することにより算出された出力変数に基づいて、制御対象機器 7 を制御できる。

また、出力ユニット 1 5 は、制御装置 1 1 から送信される出力指示データにおいて指示された時刻（出力指示時刻）に指示された信号値（指示出力信号値）の出力信号を出力する。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されることなく、出力信号を出力できる。

50

【 0 0 5 1 】

出力ユニット 1 5 は、出力信号の種類に応じた出力ユニットとして構成できる。例えば、制御対象機器 7 がモータであり、モータの位置制御などを行う場合には、モーションコントローラ機能を有した出力ユニットを用いることができる。また、例えば、制御対象機器 7 が電気炉である場合には、電気炉を制御するリレーを制御する信号（例えば、ON / OFF デューティ比を制御する信号）を出力する出力ユニットを用いることができる。

【 0 0 5 2 】

さらに、出力ユニット 1 5 は、入力ユニット 1 3 と同様、出力信号の出力のみでなく、上記の出力信号をサンプリングする機能を有していてもよい。これにより、出力ユニット 1 5 において、出力ユニット 1 5 における実際の出力信号の時間的変化をサンプリングで

10

【 0 0 5 3 】

電源ユニット 1 7 は、制御装置 1 1、入力ユニット 1 3、及び出力ユニット 1 5 に電力を供給する。

なお、P L C システム 1 は、上記の構成要素の全てを 1 の筐体内に組み込んだシステムであってもよいし、各構成要素を個別の筐体に組み込んで当該構成要素を接続して P L C システムとしてもよい。特に、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 を個別の構成要素とすることにより、P L C システム 1 は、所望する制御対象機器及び信号入力部を所望の数接続できる。

【 0 0 5 4 】

20

なお、P L C システム 1 における入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 は、図 2 A に示すように、制御装置 1 1 の I / O バス B 上に制御装置 1 1 と通信可能に配置されていてもよい。図 2 A は、I / O バス上に配置された入力ユニット及び出力ユニットを示す図である。

【 0 0 5 5 】

または、図 2 B に示すように、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 は、制御装置 1 1 の通信インターフェース 1 1 7（後述）を介して、通信ネットワーク N W により制御装置 1 1 と通信可能に接続されていてもよい。図 2 B は、通信ネットワークにより制御装置と接続された入力ユニット及び出力ユニット 1 5 を示す図である。

【 0 0 5 6 】

30

(3) 制御装置の構成

次に、制御装置 1 1 の構成の詳細について、図 3 及び図 4 を用いて説明する。図 3 は、制御装置及び開発支援装置の構成を示す図である。図 4 は、制御装置の詳細構成を示す図である。

上記のように、制御装置 1 1 は P L C システムにおける C P U ユニットである。図 3 に示すように、制御装置 1 1 は、プログラムの実行などの演算処理を行う C P U 1 1 1 と、書き込みと読み出しとが可能な記憶領域を提供する R A M 1 1 3 と、読み出しのみを主目的としている記憶領域を提供する R O M 1 1 5 と、開発支援装置 3、及び / 又は、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 とデータ通信を行う通信インターフェース 1 1 7 と、を有する。

40

【 0 0 5 7 】

通信インターフェース 1 1 7 は、例えば、T C P / I P (T r a n s m i s s i o n C o n t r o l P r o t o c o l / I n t e r n e t P r o t o c o l) などのデータ通信プロトコルを用いてデータ送受信を実行する。

【 0 0 5 8 】

次に、制御装置 1 1 の各種機能を実現する各部について、図 4 を用いてさらに詳しく説明する。本実施形態において、以下に説明する制御装置 1 1 の各部の機能は、図 3 に示す制御装置 1 1 の C P U 1 1 1 において、R O M 1 1 5 に記憶されたシステムプログラム 1 1 5 a を実行することにより実現されている。

【 0 0 5 9 】

50

図4に示すように、制御装置11は、タスク実行部1111と、サンプリング部1113と、共通時刻計数部1117と、送受信部1119と、を有する。

タスク実行部1111は、RAM113に記憶されたユーザプログラム1131を参照し、ユーザプログラム1131の実行処理と上記のI/Oリフレッシュ処理とを含んだ所定のタスクを所定の周期にて繰り返し実行する。

【0060】

なお、上記のI/Oリフレッシュ処理の実行時には、入力ユニット13（場合によっては、出力ユニット15も）においてサンプリングされた入力信号データ135a（後述）（場合によって、出力信号データ155a）が、入力ユニット13（及び出力ユニット15）から制御装置11へと送信される。

10

【0061】

また、タスク実行部1111は、タスクを実行することにより、入力ユニット13から入力した入力信号に基づいて入力信号に関連づけられた入力変数の値と、ユーザプログラム1131の実行により算出された出力信号に関連づけられた出力変数の値と、必要に応じて、ユーザプログラム1131において用いられる内部変数の値とを、RAM113の記憶領域の一部に確保された変数格納領域1135に格納する。

【0062】

すなわち、上記のタスクを所定の周期にて繰り返し実行することにより、入力ユニット13からの入力信号に基づいて入力変数が更新された際、及び/又は、ユーザプログラム1131の実行により出力変数及び/又は内部変数が更新された際に、更新されたこれらの変数値は、変数格納領域1135に格納される。

20

【0063】

一方、タスク実行部1111がユーザプログラム1131の実行処理を行っているとき、ユーザプログラム1131は、変数格納領域1135に格納されている出力変数の値に基づいて、出力指示時刻と指示出力信号値とを算出し出力指示データを作成する。そして、ユーザプログラム1131は、作成した出力指示データを出力ユニット15に送信する。

【0064】

ユーザプログラム1131は、出力ユニット15の種類に応じた出力指示データを作成する。高速出力ユニット15（後述）のための出力指示データは、次のようにして作成できる。例えば、出力指示時刻は、タスクの実行周期（所定の周期）を所定の数だけ分割して、分割することにより決定される時刻を出力指示時刻とする。具体的には、例えば、所定の周期を n 分割する場合は、最初の出力指示時刻を所定の周期/ n とし、次の出力指示時刻を $2 \times (\text{所定の周期} / n)$ とし、・・・と、 n 個の出力指示時刻が生成される。

30

【0065】

一方、それぞれの出力指示時刻における指示出力信号値は、前回のタスク実行時の出力変数値と今回のタスク実行時の出力変数値とを線形補完することにより算出できる。

【0066】

一方、時刻指定出力ユニット15（後述）のための出力指示データは、例えば、今回のタスク実行時の出力変数値を指示出力信号値とし、当該指示出力信号値を出力したい時刻を出力指示時刻とすることにより作成できる。

40

【0067】

また、入力ユニット13が指示された時刻（入力指示時刻）において入力信号を入力できる場合、ユーザプログラム1131は、入力指示時刻を算出して入力ユニット13に送信する。このとき、ユーザプログラム1131は、入力ユニット13の種類に応じた入力指示時刻を算出する。

【0068】

高速入力ユニット13（後述）及び高速サンプリング入力ユニット13（後述）のための入力指示時刻は、タスクの実行周期（所定の周期）を所定の数だけ分割して、分割することにより決定される時刻を入力指示時刻とする。具体的には、例えば、所定の周期を n

50

分割する場合は、最初の入力指示時刻を所定の周期 / n とし、次の入力指示時刻を $2 \times$ (所定の周期 / n) とし、・・・と、n 個の入力指示時刻が算出される。

【 0 0 6 9 】

一方、時刻指定入力ユニット 1 3 (後述) のための入力指示時刻は、入力信号を入力したい時刻を入力指示時刻とする。

また、変化時刻取得入力ユニット 1 3 (後述) の場合は、入力指示時刻として、変化時刻を取得したい入力信号値の変化を指定する。

【 0 0 7 0 】

サンプリング部 1 1 1 3 は、上記の入力変数、出力変数、及び / 又は内部変数を第 2 タイミングにおいてサンプリングする。また、サンプリング部 1 1 1 3 は、サンプリングした変数の値 (第 2 サンプリング値) と、入力変数、出力変数、及び / 又は内部変数をサンプリングした時刻である第 2 サンプリング時刻とを関連づけて、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a に記憶する。

10

【 0 0 7 1 】

具体的には、サンプリング部 1 1 1 3 は、第 2 タイミングにおいて、変数格納領域 1 1 3 5 に格納されている上記の入力変数、出力変数、及び / 又は内部変数の変数値を取得し、第 2 サンプリング値とする。次に、サンプリング部 1 1 1 3 は、上記の変数値を変数格納領域 1 1 3 5 から取得した時刻を、第 2 サンプリング時刻とする。なお、サンプリング部 1 1 1 3 は、変数をサンプリングした際の共通時刻計数部 1 1 1 7 (後述) において計数される共通時刻を、上記の第 2 サンプリング時刻とする。これにより、入出力信号の時間的变化と上記の変数の時間的变化との関係を、より正確に比較できる。

20

【 0 0 7 2 】

その後、サンプリング部 1 1 1 3 は、取得した第 2 サンプリング値と第 2 サンプリング時刻とを関連づけて、RAM 1 1 3 に領域が確保されたサンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に記憶する。サンプリング部 1 1 1 3 が上記の動作を繰り返すことにより、第 2 サンプリング時刻の時間列と第 2 サンプリング値のサンプリング値列とにより構成される変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a が取得される。

【 0 0 7 3 】

なお、本実施形態において、上記の第 2 タイミングは、タスクが実行される所定の周期毎である。しかし、第 2 タイミングはこれに限られず、例えば、所定のトリガが発生したタイミング、ユーザプログラム 1 1 3 1 中の指定されたタイミングなど、所望のタイミングとすることができる。

30

【 0 0 7 4 】

また、サンプリング部 1 1 1 3 は、I / O リフレッシュ処理の実行時に、入力ユニット 1 3 (出力ユニット 1 5) から送信された入力信号データ 1 3 5 a (出力信号データ 1 5 5 a) を、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b として、サンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に格納する。

【 0 0 7 5 】

共通時刻計数部 1 1 1 7 は、共通時刻を計数する。後述するように、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 においても、共通時刻計数部 1 1 1 7 と同様の機能を有する共通時刻計数部 1 3 3、1 5 3 (図 6 A) が備わっており、制御装置 1 1 の共通時刻計数部 1 1 1 7 と、入力ユニット 1 3 における共通時刻計数部 1 3 3 (図 6 A) と、出力ユニットにおける共通時刻計数部 1 5 3 (図 6 A) とは、互いに同期が取られている。これにより、制御装置 1 1 と、入力ユニット 1 3 と、出力ユニット 1 5 とにおいて、同一の時刻 (共通時刻) にて時刻が計数される。その結果、制御装置 1 1 において計数される時刻と、入力ユニット 1 3 において計数される時刻と、出力ユニット 1 5 において計数とのずれが少なくなる。

40

【 0 0 7 6 】

送受信部 1 1 1 9 は、通信インターフェース 1 1 7 を用いて、開発支援装置 3 とデータの送受信を行う。なお、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 が通信ネットワーク NW

50

により制御装置 1 1 と接続されている場合には、送受信部 1 1 1 9 は、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 とともにデータの送受信を行う。

【 0 0 7 7 】

本実施形態の制御装置 1 1 が上記の構成要素を有することにより、制御装置 1 1 は、内部において用いられている、入力信号に関連づけられている入力変数と、出力信号に関連づけられている出力変数と、ユーザプログラム 1 1 3 1 において用いられている内部変数とを、第 2 タイミングにおいてサンプリングできる。また、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b を取得することにより、入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 における入力信号及び出力信号のサンプリング結果を、制御装置 1 1 内に保持できる。その結果、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b を、開発支援装置 3 に出力できる。

10

【 0 0 7 8 】

(4) 開発支援装置の構成

I . 全体構成

次に、開発支援装置 3 の構成の詳細について、図 3 及び図 5 を用いて説明する。図 5 は、開発支援装置の詳細構成を示す図である。

開発支援装置 3 は、例えば、パーソナルコンピュータなどのコンピュータである。よって、図 3 に示すように、開発支援装置 3 は、プログラムの実行などの演算処理を行う CPU 3 1 と、記憶領域を提供する記憶部 3 3 と、キーボードやマウスなどの入力手段により構成されている操作部 3 5 と、制御装置 1 1 との通信を行う通信インターフェース 3 7 と、トレース結果などを表示する表示部 3 9 と、を有する。

20

【 0 0 7 9 】

次に、開発支援装置 3 の詳細構成について、図 5 を用いて説明する。以下に説明する開発支援装置 3 の各部の機能は、図 2 に示す開発支援装置 3 の CPU 3 1 において、記憶部 3 3 に記憶された開発支援プログラム 3 3 a を実行することにより実現されている。

図 5 に示すように、開発支援装置 3 は、サンプリングデータ受信部 3 1 1 と、同一時系列データ作成部 3 1 3 と、同一時系列データ表示部 3 1 5 と、を有する。

【 0 0 8 0 】

サンプリングデータ受信部 3 1 1 は、通信インターフェース 3 7 に接続された制御装置 1 1 から、サンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に格納された変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a と実サンプリングデータ 1 1 3 7 b とを受信し、開発支援装置 3 の記憶部 3 3 に記憶する。

30

【 0 0 8 1 】

同一時系列データ作成部 3 1 3 は、同一時系列データを作成する。同一時系列データは、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a 中のサンプリング値と、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b 中の第 1 サンプリング値と、出力指示データ中の指示出力信号値（又は、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b のサンプリング出力信号値）とを、同一時系列に並び替えたデータである。具体的には、同一時系列データは、第 1 サンプリング時刻（後述）と第 2 サンプリング時刻と出力指示時刻（又は、出力サンプリング時刻）とが同一時系列上に配置され、第 1 サンプリング値（後述）と第 2 サンプリング値と指示出力信号値（又は、サンプリング出力信号値）とが、それぞれ、第 1 サンプリング時刻と第 2 サンプリング時刻と出力指示時刻（又は、出力サンプリング時刻）に対応する同一時系列上の時刻に関連づけられて記憶されるデータである。

40

【 0 0 8 2 】

これにより、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b と、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a と、出力指示データとが、同一時系列上にまとめられて、1 つの同一時系列データが作成できる。

【 0 0 8 3 】

同一時系列データ表示部 3 1 5 は、同一時系列データを同一時間軸上に表示する。具体的には、同一時系列データ表示部 3 1 5 は、同一時系列データを時間 - サンプリング値座標のグラフとして表示する。これにより、個別のデータ（実サンプリングデータ 1 1 3 7

50

b、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a、及び出力指示データ)を整理する手順を経ることなく、上記のサンプリング結果と、指示出力信号値との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に制御システム 1 0 0 における各装置を調整できる。

【 0 0 8 4 】

(5) 入力ユニット及び出力ユニットの構成

次に、P L C システム 1 における入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 の構成について、図 6 A 及び 6 B を用いて説明する。図 6 A は、入力ユニット及び出力ユニットの構成を示す図である。図 6 B は、入力ユニット及びサンプリング機能を有する出力ユニットの構成を示す図である。

10

【 0 0 8 5 】

I . 入力ユニットの構成

まず、入力ユニット 1 3 の構成について説明する。入力ユニット 1 3 は、入力信号入力部 1 3 1 と、共通時刻計数部 1 3 3 と、入力データ保存部 1 3 5 と、入力信号サンプリング部 1 3 7 と、を有する。

入力信号入力部 1 3 1 は、信号入力部 5 に接続されており、信号入力部 5 から入力信号を入力する。入力信号入力部 1 3 1 は、制御装置 1 1 のタスク実行部 1 1 1 1 において I / O リフレッシュ処理が実行された際に、入力した入力信号を、制御装置 1 1 へ送信する。これにより、制御装置 1 1 においては、I / O リフレッシュ処理時において、入力した入力信号の値を入力変数へ反映できる。

20

【 0 0 8 6 】

また、入力信号入力部 1 3 1 は、指示された入力指示時刻において入力信号を入力可能となっている。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されることなく、入力信号を入力できる。入力信号入力部 1 3 1 は、以下の 2 つの方法のいずれかにより、指示された時刻において入力信号を入力できる。

【 0 0 8 7 】

1 つめは、所定の周期よりも短い高速入力周期により決定される時刻を入力指示時刻として入力信号を入力する方法である。この方法においては、タスクの実行周期よりも高速に入力信号を入力できる。この方法にて入力信号を入力する入力ユニットを、「高速入力ユニット」と呼ぶことにする。

30

2 つめは、予め決められた時刻を入力指示時刻とする方法である。この方法においては、指定された任意の時刻にて入力信号を入力できる。この方法にて入力信号を入力する入力ユニットを、「時刻指定入力ユニット」と呼ぶことにする。これにより、タスクの実行周期(所定の周期)に束縛されることなく、タスクの実行周期よりも高速に入力信号を入力できる。

【 0 0 8 8 】

共通時刻計数部 1 3 3 は、共通時刻を計数する。共通時刻計数部 1 3 3 は、制御装置 1 1 の共通時刻計数部 1 1 1 7 と出力ユニットの共通時刻計数部 1 5 3 (後述)と互いに同期を取られており、制御装置 1 1 と、入力ユニット 1 3 と、出力ユニット 1 5 との間で同じ時刻(共通時刻)を共有できる。

40

【 0 0 8 9 】

入力データ保存部 1 3 5 は、入力信号データ 1 3 5 a を保存する。入力データ保存部 1 3 5 に保存された入力信号データ 1 3 5 a は、制御装置 1 1 の I / O リフレッシュ処理の実行時に制御装置 1 1 へと送信される。

【 0 0 9 0 】

入力信号サンプリング部 1 3 7 は、入力信号取得タイミング(第 1 タイミングの一例)において、入力信号をサンプリングして入力信号サンプリング値(第 1 サンプリング値の一例)とする。また、入力信号サンプリング部 1 3 7 は、入力信号サンプリング値をサンプリングした時刻を入力信号サンプリング時刻(第 1 サンプリング時刻の一例)とする。ここで、上記の入力信号サンプリング時刻は、共通時刻計数部 1 3 3 において計数されて

50

いる共通時刻にて取得する。

【 0 0 9 1 】

さらに、入力信号サンプリング部 1 3 7 は、上記の入力信号サンプリング値と入力信号サンプリング時刻とを、入力データ保存部 1 3 5 に送信する。送信された入力信号サンプリング値と入力信号サンプリング時刻とは、関連づけられて、入力信号データ 1 3 5 a に保存される。

【 0 0 9 2 】

なお、入力信号サンプリング部 1 3 7 は、以下の 2 つの方法のいずれかにより入力信号をサンプリングする。

1 つめは、タスクが実行される所定の周期より短い周期（高速サンプリング周期）毎に
入力信号サンプリング値をサンプリングし、高速サンプリング周期により決定される時刻
を入力信号サンプリング時刻としてサンプリングする方法（高速サンプリング方法）であ
る。このように、所定の周期よりも短い周期にて入力信号をサンプリングする入力ユニ
ットを、「高速サンプリング入力ユニット」と呼ぶことにする。

10

2 つめは、入力信号取得タイミングを入力信号が所定の変化をしたタイミングとし、所
定の変化をした後の入力信号の信号値を入力信号サンプリング値とし、入力信号が所定
の変化をしたタイミングである入力信号取得タイミングにより決定される時刻を入力信号
サンプリング時刻としてサンプリングする方法（変化時刻取得サンプリング方法）である。
このように、入力信号が所定の変化をした際の時刻と所定の変化をした後の入力信号の値
をサンプリングする入力ユニットを、「変化時刻取得入力ユニット」と呼ぶことにする。

20

【 0 0 9 3 】

上記の高速サンプリング入力ユニット 1 3 により入力信号をサンプリングすることによ
り、タスクの実行周期である所定の周期よりも短い周期にて、より高精度に入力信号を
サンプリングできる。

一方、変化時刻取得入力ユニット 1 3 により入力信号をサンプリングすることにより、
タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、入力信号が所定の変化をした時刻を、当
該変化をしたときの入力信号値とともに正確にサンプリングできる。

【 0 0 9 4 】

II . 出力ユニットの構成

次に、出力ユニット 1 5 の構成について説明する。出力ユニット 1 5 は、信号出力部 1
5 1 と、共通時刻計数部 1 5 3 と、を有する。

30

【 0 0 9 5 】

信号出力部 1 5 1 は、制御装置 1 1 のタスク実行部 1 1 1 1 において I / O リフレッシュ
処理が実行された際に、上記の出力変数に基づいて、制御対象機器 7 に出力信号を出力
する。本実施形態においては、信号出力部 1 5 1 は、I / O リフレッシュ処理の実行時に
制御装置 1 1 から送信される、上記の出力信号に基づき生成された出力指示データに基づ
いて、出力信号を出力する。本実施形態においては、以下の 2 つの方法のいずれかにより
出力信号を出力する。

【 0 0 9 6 】

1 つめは、出力指示データにおいて、所定の周期より短い高速出力周期により決定され
る時刻を出力指示時刻とし、高速出力周期毎に出力すべき信号値を指示出力信号値として
出力信号を出力する方法である。この方法により出力信号を出力する出力ユニットを、「
高速出力ユニット」と呼ぶことにする。

40

2 つめは、予め決められた時刻を出力指示時刻とし、予め決められた時刻に出力すべき
信号値を指示出力信号値として出力信号を出力する方法である。この方法により出力信号
を出力する出力ユニットを、「時刻指定出力ユニット」と呼ぶことにする。

【 0 0 9 7 】

高速出力ユニット 1 5 により出力信号を出力することにより、タスクの実行周期（所定
の周期）に束縛されず、所定の周期よりも短い周期にてより細かく出力信号を制御して出
力できる。

50

一方、時刻指定出力ユニット 15 により出力信号を出力することにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、予め決められた任意の時刻にて、任意の信号値の出力信号を出力できる。

【0098】

共通時刻計数部 153 は、入力ユニット 13 の共通時刻計数部 133 に対応する構成であるため、説明を省略する。

【0099】

なお、本実施形態の出力ユニット 15 はサンプリング機能を有さないが、これに限られない。変形例として、図 6 B に示すように、出力ユニット 15 はサンプリング機能を有してもよい。

10

【0100】

この場合、出力ユニット 15 は、出力データ保存部 155 と、出力信号サンプリング部 157 をさらに有する。出力データ保存部 155 は、出力信号データ 155a を保存する。出力データ保存部 155 に保存された出力信号データ 155a は、I/Oリフレッシュ処理の実行時に、制御装置 11 へと送信される。

【0101】

出力信号サンプリング部 157 は、所定のタイミングにおいて、出力信号をサンプリングしてサンプリング出力信号値とする。また、出力信号サンプリング部 157 は、所定のタイミングによって決定される、サンプリング出力信号値をサンプリングした時刻を出力サンプリング時刻とする。

20

【0102】

さらに、出力信号サンプリング部 157 は、上記のサンプリング出力信号値と出力サンプリング時刻とを、出力データ保存部 155 に送信する。送信されたサンプリング出力信号値と出力サンプリング時刻とは、関連づけられて、出力信号データ 155a に保存される。

【0103】

なお、出力ユニット 15 においても入力ユニット 13 と同様、上記の高速サンプリング出力ユニット 15 と、変化時刻取得出力ユニット 15 とが存在する。

【0104】

入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 が上記の構成を有することにより、入力ユニット 13 及び出力ユニットにおいて、入力信号及び出力信号をサンプリングするとともに、当該信号をサンプリングした時刻をサンプリングできる。

30

【0105】

（6）制御システムにおけるデータサンプリング動作

次に、本実施形態に係る制御システム 100 におけるデータサンプリング動作について、図 7 を用いて説明する。図 7 は、制御システムにおけるデータサンプリング動作を示すフローチャートである。

制御システム 100 においてデータサンプリングが開始されると、まず、入力ユニット 13 において、入力信号サンプリング部 137 が入力信号をサンプリングする（ステップ S1）。

40

【0106】

入力ユニット 13 においては、上記の高速サンプリング方法、及び / 又は、変化時刻取得サンプリング方法により、入力信号がサンプリングされている。また、入力ユニット 13 が複数ある場合などは、それぞれの入力ユニット 13 において、入力信号をサンプリングする周期（タイミング）を異ならせてもよい。

【0107】

例えば、変化が遅いか反応が遅い信号入力部 5 の入力信号をサンプリング場合にはサンプリング周期を大きくする一方、変化が速い又は反応が速い信号入力部 5 の入力信号をサンプリング場合にはサンプリング周期を小さくできる。

これにより、全ての入力信号に対して周期の短いサンプリング周期にて入力信号を取得

50

することを避けられる。その結果、入力ユニット 1 3 における動作負荷が無駄に上昇することを低減できる。

【0108】

一方、制御装置 1 1 においては、サンプリング部 1 1 1 3 が、変数格納領域 1 1 3 5 に格納された、入力変数の値、出力変数の値、及び / 又は出力変数の値をサンプリングする (ステップ S 2)。ここで説明する例においては、サンプリング部 1 1 1 3 は、タスクが実行される所定の周期毎に上記の変数をサンプリングしている。また、制御装置 1 1 においては、出力信号のサンプリング値のサンプリングデータとしてユーザプログラム 1 1 3 1 により作成された出力指示データを用いる。

なお、図 6 B の変形例に示したように、出力ユニット 1 5 がサンプリング機能を有する場合には、サンプリング機能にて得られたサンプリングデータ (出力信号データ 1 5 5 a) を出力信号のサンプリング値のサンプリングデータとしてもよい。

10

【0109】

また、サンプリング部 1 1 1 3 は、I / O リフレッシュ処理の実行時に送信される入力信号データ 1 3 5 a (出力信号データ 1 5 5 a) を、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b として、サンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に格納する。この結果、入力信号 (出力信号) のサンプリングデータが取得される。

【0110】

次に、制御装置 1 1 がサンプリングを終了したかどうかを確認する (ステップ S 3)。例えば、サンプリングを開始してから、予め決められたサンプリング時間だけ経過したかどうかにより、サンプリングが終了したかどうかを判断できる。

20

【0111】

制御装置 1 1 がサンプリングを終了していないと判断した場合 (ステップ S 3 において「No」の場合)、ステップ S 1 に戻り、データのサンプリングを継続する。

【0112】

一方、制御装置 1 1 がサンプリングを終了したと判断した場合 (ステップ S 3 において「Yes」の場合)、ステップ S 4 (同一時系列データ作成) に進む。

【0113】

変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a 及び実サンプリングデータ 1 1 3 7 b を生成後、同一時系列データを作成する (ステップ S 4)。具体的には、まず、サンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に格納された変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a と実サンプリングデータ 1 1 3 7 b と出力指示データとが、送受信部 1 1 1 9 を介して、開発支援装置 3 へと送信される。

30

【0114】

開発支援装置 3 において、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a と実サンプリングデータ 1 1 3 7 b (と必要に応じて出力指示データ) とが受信されると、同一時系列データ作成部 3 1 3 が、同一時系列データを作成する。具体的には、まず、同一時系列データ作成部 3 1 3 が、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b における入力信号サンプリング時刻 (第 1 サンプリング時刻) と第 2 サンプリング時刻と出力指示時刻 (又は、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b における出力サンプリング時刻) とを同一時系列上に配置する。すなわち、入力信号サンプリング時刻と、第 2 サンプリング時刻と、出力指示時刻 (又は、出力サンプリング時刻) とを、時刻順に並び替えて、同一時系列データにおける時刻データとする。

40

【0115】

次に、同一時系列データ作成部 3 1 3 が、時刻順に並べ替えられた入力信号サンプリング時刻、第 2 サンプリング時刻、及び出力指示時刻 (又は、出力サンプリング時刻) のそれぞれに、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a、及び出力指示データの対応するサンプリング値及び指示出力信号値を関連づけて記憶する。これにより、実サンプリングデータ 1 1 3 7 b、変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a、及び出力指示データを同一時系列データに統一できる。

【0116】

50

上記のステップ S 1 ~ S 4 を実行することにより生成された同一時系列データは、必要に応じて、同一時系列データ表示部 3 1 5 において表示できる。

例えば、図 8 に示す例においては、実信号が時刻 t_0 のときに 0 から 1 へと変化している場合に、実サンプリングデータにおいては、時刻 t_0 のときに信号値が 0 から 1 へと変化している。一方、上記の実信号に関連づけられている変数（入力変数）は、時刻 t_0 の後の次のタスクの実行周期が開始されるときに、値が 0 から 1 へと変化している。

図 8 は、同一時系列データを同一時間軸上に表示したときの表示例を示す図である。

【 0 1 1 7 】

このように、同一時系列データを同一時間軸上に表示することにより、個別のデータを整理する手順を経ることなく、上記のサンプリング結果と、指示出力信号値との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

【 0 1 1 8 】

2 . 第 2 実施形態

第 1 実施形態に係る制御システム 1 0 0 においては、入力ユニット 1 3 において入力信号のサンプリング時刻とサンプリング値とを取得することにより、入力ユニット 1 3 における実際の入力信号の時間的变化を確認していた。

しかし、これに限られず、第 2 実施形態に係る制御システム 2 0 0 においては、実際の入力信号及び出力信号を取得することなく、実際の入力信号及び出力信号を予測している。以下に、第 2 実施形態に係る制御システム 2 0 0 について説明する。なお、第 2 実施形態に係る制御システム 2 0 0 において、開発支援装置 3 以外の構成については、第 1 実施形態に係る制御システム 1 0 0 と同じであるため、ここでは説明を省略し、開発支援装置 3 の構成についてのみ、図 9 を用いて説明する。図 9 は、第 2 実施形態に係る制御システムの開発支援装置の詳細構成を示す図である。

【 0 1 1 9 】

なお、第 1 実施形態に係る入力ユニット 1 3 及び出力ユニットの構成のうち、入力信号及び出力信号をサンプリングするための構成（入力信号サンプリング部 1 3 7、出力信号サンプリング部 1 5 7、入力データ保存部 1 3 5、出力データ保存部 1 5 5）は有していてもよいし有していなくてもよい。

【 0 1 2 0 】

図 9 に示すように、第 2 実施形態に係る開発支援装置 3 は、サンプリングデータ受信部 3 1 1' と、入出力変化時刻予測部 3 1 3' と、予測入出力信号生成部 3 1 5' と、同一時系列データ表示部 3 1 7' と、入出力時刻調整部 3 1 9' を有する。

サンプリングデータ受信部 3 1 1' は、通信インターフェース 3 7 に接続された制御装置 1 1 から、サンプリングデータ格納領域 1 1 3 7 に格納された変数サンプリングデータ 1 1 3 7 a を受信し、開発支援装置 3 の記憶部 3 3 に記憶する。

【 0 1 2 1 】

入出力変化時刻予測部 3 1 3' は、入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を、それぞれ、入力ユニット及び / 又は出力ユニットと制御装置との接続関係、通信速度、及び第 2 サンプリング時刻に基づいて予測する。入力変化時刻は、入力信号の信号値が第 2 サンプリング時刻における入力変数の値に対応する値となる時刻である。出力変化時刻は、出力信号の信号値が第 2 サンプリング時刻における出力変数の値に対応する値となる時刻である。

【 0 1 2 2 】

入出力変化時刻予測部 3 1 3' においては、上記の接続関係及び通信速度により、制御装置 1 1 と入力ユニット 1 3 及び出力ユニット 1 5 との間の通信遅れが算出される。また、入出力変化時刻予測部 3 1 3' は、入力ユニット 1 3 及び / 出力ユニット 1 5 における所定の動作を行う動作時間も加味して入力変化時刻及び出力変化時刻を算出する。

例えば、入力ユニット 1 3 において所定のサンプリング時間だけ入力信号をサンプリングする際に、入力信号データ 1 3 5 a の送信を要求する信号を受信した時点から、入力ユ

10

20

30

40

50

ニット 13 においてサンプリング時間と入力信号データ 135a を作成するために必要な動作時間より時間的に前の時刻において、入力信号のサンプリングが開始されると予測される。また、入力ユニット 13 が入力信号データ 135a の送信要求信号をある決まった時刻（送信要求信号受信時刻）に受信するためには、制御装置 11 から送信要求信号を送信しなくてはならない時刻（第 2 サンプリング時刻に対応）は、送信要求信号受信時刻から通信遅れ時間だけ前の時刻となる。

このようにして、制御装置 11 と入力ユニット 13 及び / 又は出力ユニット 15 との間の通信遅れ（制御装置 11 と入力ユニット 13 及び / 又は出力ユニット 15 との接続関係と、通信速度により決定される）と、入力ユニット 13 及び / 又は出力ユニット 15 における動作時間とを考慮して、入力変化時刻及び出力変化時刻を予測できる。

10

【0123】

予測入出力信号生成部 315' は、予測入出力信号データを生成する。予測入力信号データは、入力変化時刻に、第 2 サンプリング時刻における入力変数の値を関連づけて生成されたデータである。具体的には、予測入出力信号生成部 315' は、例えば、図 10 に示すように、変数サンプリングデータ 1137a の時刻を上記の通信遅れ及び動作時間分時間的に前へシフトさせて第 2 サンプリング時刻を入力変化時刻に一致させることにより得られる。

一方、予測出力信号は、出力変化時刻に第 2 サンプリング時刻における出力変数の値を関連づけて生成されたデータである。具体的には、予測入出力信号生成部 315' は、例えば、変数サンプリングデータ 1137a の時刻を上記の通信遅れ及び動作時間分時間的に後ろへシフトさせて第 2 サンプリング時刻を入出力変化時刻に一致させることにより得られる。図 10 は、予測入出力信号の生成を模式的に示す図である。

20

【0124】

入出力変化時刻予測部 313' において予測した入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を用いて、予測入出力信号生成部 315' において予測入力信号データ及び / 又は予測出力信号データを生成することにより、入力信号及び出力信号をサンプリングすることなく、制御装置 11 において用いられている変数に基づいて、入力ユニット 13 に入力される実際の入力信号及び / 又は出力ユニットから出力される実際の出力信号を予測できる。

【0125】

同一時系列データ表示部 317' は、変数サンプリングデータ 1137a、予測入力信号データ、及び / 又は予測出力信号データを同一時間軸上に表示する。これにより、個別のデータを整理する手順を経ることなく、変数のサンプリング結果と、予測された入力信号及び / 又は出力信号との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

30

【0126】

例えば、図 11 に示すように、信号入力部 5 に接続された入力ユニット 13 に入力変数 a が関連づけられ、モータ（制御対象機器 7）に接続された出力ユニット 15 に出力変数 b が関連づけられており、モータの回転軸に接続されたエンコーダからのエンコーダ入力信号に基づいて、回転数をサンプリングする場合を考える。図 11 は、予測入力信号及び予測出力信号を同一時間軸上に表示した例を示す図である。

40

入力変数 a 及び出力変数 b のサンプリングデータと、入力信号のサンプリングデータと、予測入力信号データ及び / 又は予測出力信号データとを同一時間軸上に表示することにより、例えば、出力ユニット 15 からの出力信号に対する制御対象機器の応答時間（制御遅れ）、及び、信号入力部 5 からの入力信号に対する、変数の値の変化、出力信号タイミング、及び、入力信号に対する制御対象機器の応答時間を視覚的に確認できる。

また、後述するように、入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を調整する際にも、上記のデータを同一時間軸上に表示することにより、調整をしやすくなる。

【0127】

入出力時刻調整部 319' は、入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を調整する。具体的には、図 12 に示すように、入出力時刻調整部 319' は、予測入力信号における信号

50

変化タイミングを、予測入力信号の信号変化タイミングよりも前の時刻側にずらす、又は、予測出力信号における信号変化タイミングを、予測出力信号の信号変化タイミングよりも後の時刻側にずらす。これにより、入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 単位にて、それぞれ、入力信号が入力される時刻（入力変化時刻）及び出力信号を出力する時刻（出力変化時刻）を調整できる。その結果、制御システムにおいて、より精度よく、かつ、より細かく装置を調整できる。図 12 は、入出力変化時刻の調整方法を模式的に示す図である。

【0128】

なお、上記の入出力時刻調整部 319' における信号変化タイミングの調整は、予測入力信号データ及び / 又は予測出力信号データと、変数サンプリングデータ 1137a とを、同一時系列データ表示部 317' において同一時間軸上に表示して行ってもよい。また、予測入力信号データ及び / 又は予測出力信号データと、変数サンプリングデータ 1137a とを、同一時系列データ表示部 317' において表示する際に、入出力変化時刻の調整可能範囲を表示しておいてもよい（図 12）。これにより、どの程度の範囲にて入出力変化時刻が調整できるかを視覚的に知ることができる。

【0129】

上記の入出力時刻調整部 319' において調整した入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻（調整後入力変化時刻 / 調整後出力変化時刻）を、実際の制御システム 200 の動作に反映させるためには、入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 として、時刻指定入力ユニット 13 及び時刻指定出力ユニット 15 を用いる。

【0130】

時刻指定出力ユニット 15 を用いて、所定の出力信号を出力変化時刻において出力する場合について、図 13 を用いて説明すると、例えば、タスク開始時刻 T から調整後時間差 d だけ後の時刻を出力指示時刻とし、上記の所定の出力信号を指示出力信号値として出力指示データを作成し、時刻指定出力ユニット 15 に送信する。

この出力指示データ受信した時刻指定出力ユニット 15 は、タスク開始時刻 T から時間差 d だけ後ろの時刻（調整後入出力変化時刻 t_A ）において、出力信号を出力する。図 13 は、調整後出力変化時刻を、実際の制御システムの動作に反映させるための方法を示す図である。

【0131】

このように、入出力時刻調整部 319' が入力変化時刻及び / 又は出力変化時刻を調整可能となり、時刻指定入力ユニット 13 及び / 又は時刻指定出力ユニット 15 により調整後の入力変化時刻及び / 又は調整後の出力変化時刻を制御システム 200 の動作に反映させることにより、入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 単位にて、それぞれ、入力信号が入力される時刻（入力変化時刻）及び出力信号を出力する時刻（出力変化時刻）を調整できる。その結果、制御システムにおいて、より精度よく、かつ、より細かく装置を調整できる。すなわち、各入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 の動作などの速度に基づいて、各入力ユニット 13 及び出力ユニット 15 毎に個別に入力変化時刻及び出力変化時刻を調整できる。

例えば、入力ユニット 13 における入力信号取得タイミング、及び、出力ユニット 15 における出力信号出力タイミングなどを調整する場合に、制御システム 200 における、最終的な処理が終了するまでに最も時間がかかる入力ユニット 13 及び / 又は出力ユニット 15（これは、予測入力信号データ、予測出力信号データ、変数サンプリングデータ 1137a を同一時間軸上に表示することにより視覚的に確認できる）に合わせて、上記のタイミングを容易に調整できる。

【0132】

3. 実施形態の効果

第 1 実施形態及び第 2 実施形態は、下記の構成及び機能を有している。

第 1 実施形態の制御システム 100（制御システムの一例）は、PLC システム 1（PLC システムの一例）と開発支援装置 3（開発支援装置の一例）とを備える。

PLCシステム1は、入力ユニット13（入力ユニットの一例）と、出力ユニット15（出力ユニットの一例）と、制御装置11（制御装置の一例）と、を有する。入力ユニット13は、第1サンプリング値と第1サンプリング時刻とを関連づけて記憶する実サンプリングデータ1137b（実サンプリングデータの一例）を取得する。第1サンプリング値は、入力信号を第1タイミングにおいてサンプリングした値である。第1サンプリング時刻は、入力信号をサンプリングした時刻である。

出力ユニット15は、出力指示時刻と指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて、出力信号を出力する。指示出力信号値は、出力指示時刻において出力すべき出力信号値である。

【0133】

10

制御装置11は、タスク実行部1111（タスク実行部の一例）と、サンプリング部1113（サンプリング部の一例）と、を有する。

タスク実行部1111は、I/Oリフレッシュ処理とユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行する。I/Oリフレッシュ処理は、入力信号に関連づけられた入力変数の値を入力信号に基づいて更新し、出力信号に関連づけられた出力変数に基づいて出力信号を更新する処理のことである。ユーザプログラム実行処理は、入力変数に基づいてユーザプログラム1131（ユーザプログラムの一例）を実行することにより出力変数の値を算出するし、出力変数の値に基づいて出力指示時刻と指示出力信号値とを算出し、出力指示データを出力ユニット15に送信する処理である。

【0134】

20

サンプリング部1113は、第2サンプリング値と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶する変数サンプリングデータ1137a（変数サンプリングデータの一例）を取得する。第2サンプリング値は、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値である。内部変数は、ユーザプログラム1131において用いられた変数である。第2サンプリング時刻は、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数をサンプリングした時刻である。

【0135】

開発支援装置3は、同一時系列データ作成部313（同一時系列データ作成部の一例）と同一時系列データ表示部315（同一時系列データ表示部の一例）と、を有する。

同一時系列データ作成部313は、同一時系列データを作成する。同一時系列データは、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻とが同一時系列上に配置され、第1サンプリング値と第2サンプリング値と指示出力信号値とが、それぞれ、第1サンプリング時刻と第2サンプリング時刻と出力指示時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけられて記憶されるデータである。

30

同一時系列データ表示部315は、同一時系列データを、同一時間軸上に表示する。

【0136】

制御システム100においては、入力ユニット13が、入力信号を第1タイミングにおいてサンプリングして第1サンプリング値とするとともに、入力信号をサンプリングした時刻を第1サンプリング時刻としてサンプリングし、第1サンプリング値と第1サンプリング時刻とを関連づけて記憶して実サンプリングデータを取得する。

40

【0137】

また、その一方、制御装置11のサンプリング部1113が、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値を第2サンプリング値とするとともに、上記の変数をサンプリングした時刻を第2サンプリング時刻としてサンプリングし、第2サンプリング時刻と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶して変数サンプリングデータ1137aを取得する。

【0138】

さらに、制御装置11のタスク実行部1111がユーザプログラム実行処理を実行する際に、ユーザプログラムが入力変数に基づいて出力変数の値を算出し、当該出力変数の値に基づいて、出力指示時刻と、出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを算出

50

し、出力指示時刻及び指示出力信号値とを含んだ出力指示データを出力ユニット 15 に送信する。

【0139】

開発支援装置 3 においては、同一時系列データ作成部 313 が、第 1 サンプルング時刻と第 2 サンプルング時刻と出力指示時刻とを同一時系列上に配置し、第 1 サンプルング値と第 2 サンプルング値と指示出力信号値とを、それぞれ、第 1 サンプルング時刻と第 2 サンプルング時刻と出力指示時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけて記憶して同一時系列データを作成する。そして、同一時系列データ表示部 315 が、同一時系列データを表示する。

【0140】

このように、上記の制御システムにおいては、実サンプルングデータ 1137b と、変数サンプルングデータ 1137a と、出力指示データとが、同一時系列上にまとめられて、1 つの同一時系列データが作成される。そして、開発支援装置 3 において、同一時系列データが同一時間軸上に表示される。これにより、個別のデータを整理する手順を経ることなく、上記のサンプルング結果と、指示出力信号値との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

【0141】

入力ユニット 13 は、高速サンプルング入力ユニット 13（高速サンプルング入力ユニットの一例）を含んでいてもよい。高速サンプルング入力ユニット 13 は、タスクが実行される所定の周期より短い高速サンプルング周期毎に第 1 サンプルング値をサンプルングし、高速サンプルング周期により決定される時刻を第 1 サンプルング時刻とする入力ユニットである。これにより、タスクの実行周期である所定の周期よりも短い周期にて、より高精度に入力信号をサンプルングできる。

【0142】

入力ユニット 13 は、変化時刻取得入力ユニット 13（変化時刻取得入力ユニットの一例）を含んでいてもよい。変化時刻取得入力ユニット 13 は、入力信号が所定の変化をしたタイミングを第 1 タイミングとし、所定の変化をした後の入力信号の信号値を第 1 サンプルング値とし、第 1 タイミングにより決定される時刻を第 1 サンプルング時刻とする入力ユニットである。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、入力信号が所定の変化をした時刻を、当該変化をしたときの入力信号値とともに正確にサンプルングできる。

【0143】

入力ユニット 13 は指示された入力指示時刻において入力信号を入力してもよい。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されることなく、入力信号を入力できる。

【0144】

入力ユニット 13 は、所定の周期よりも短い高速入力周期により決定される時刻を入力指示時刻として入力信号を入力してもよい。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されることなく、タスクの実行周期よりも高速に入力信号を入力できる。

【0145】

出力ユニット 15 は、高速出力ユニット 15（高速出力ユニットの一例）を含んでいてもよい。高速出力ユニット 15 は、タスクが実行される所定の周期より短い高速出力周期により決定される時刻を出力指示時刻とし、高速出力周期毎に出力すべき信号値を指示出力信号値として出力信号を出力する出力ユニットのことである。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、所定の周期よりも短い周期にてより細かく出力信号を制御して出力できる。

【0146】

出力ユニット 15 は、時刻指定出力ユニット 15（時間し低出力ユニットの一例）を含んでいてもよい。時刻指定出力ユニット 15 は、予め決められた時刻を出力指示時刻とし

10

20

30

40

50

、予め決められた時刻に出力すべき信号値を指示出力信号値として出力信号を出力する出力ユニットである。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されず、予め決められた任意の時刻にて、任意の信号値の出力信号を出力できる。

【0147】

第1実施形態の制御システム100は、共通時刻計数部1117、133、153（共通時刻計数部の一例）をさらに備えていてもよい。共通時刻計数部1117、133、153は、第1サンプリング時刻と、第2サンプリング時刻と、出力指示時刻と、を共通時刻にて計数する。これにより、上記の制御システムにおいて、入力ユニット13において計数される時刻と、出力ユニット15において計数される時刻と、制御装置11において計数される時刻とのずれが少なくなる。

10

【0148】

出力ユニット15は、所定のタイミングにおいて出力信号をサンプリングしたサンプリング出力信号値と、所定のタイミングによって決定される出力サンプリング時刻とを関連づけて実サンプリングデータ1137bに記憶してもよい。これにより、実際の出力信号をサンプリングできる。

【0149】

同一時系列データ作成部313は、さらに、同一時系列上に出力サンプリング時刻を配置し、サンプリング出力信号値を出力サンプリング時刻に対応する同一時系列上の時刻に関連づけて記憶して同一時系列データを作成してもよい。これにより、実際の出力信号のサンプリング結果を同一時間軸上に表示できる。

20

【0150】

第2実施形態の制御システム200（制御システムの一例）は、PLCシステム1（PLCシステムの一例）と開発支援装置3（開発支援装置の一例）とを備える。

PLCシステム1は、入力ユニット13（入力ユニットの一例）と、出力ユニット15（出力ユニットの一例）と、制御装置11（制御装置の一例）とを有する。入力ユニット13は入力信号を入力する。出力ユニット15は、出力信号を出力する。

【0151】

制御装置11は、タスク実行部1111（タスク実行部の一例）とサンプリング部1113（サンプリング部の一例）とを有する。

タスク実行部1111は、I/Oリフレッシュ処理とユーザプログラム実行処理とを含むタスクを、所定の周期にて繰り返し実行する。I/Oリフレッシュ処理は、入力信号に関連づけられた入力変数の値を入力信号に基づいて更新し、出力信号に関連づけられた出力変数の値に基づいて出力信号を更新する処理のことである。ユーザプログラム実行処理は、入力変数に基づいてユーザプログラム1131（ユーザプログラムの一例）を実行することにより出力変数の値を算出する処理である。

30

【0152】

サンプリング部1113は、第2サンプリング値と第2サンプリング時刻とを関連づけて記憶する変数サンプリングデータ1137a（変数サンプリングデータの一例）を取得する。第2サンプリング値は、入力変数、出力変数、及び／又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングした値である。内部変数は、ユーザプログラムにおいて用いられた変数である。第2サンプリング時刻は、入力変数、出力変数、及び／又は内部変数をサンプリングした時刻である。

40

【0153】

開発支援装置3は、入出力変化時刻予測部313'（入出力変化時刻湯側部の一例）と、予測入出力信号生成部315'（予測入出力信号生成部の一例）と、同一時系列データ表示部317'（同一時系列データ表示部の一例）と、を有する。

入出力変化時刻予測部313'は、入力変化時刻及び／又は出力変化時刻を、入力ユニット13及び／又は出力ユニット15と制御装置11との接続関係、通信速度、入力ユニット13及び／又は出力ユニット15における所定の動作を行う動作速度、及び第2サンプリング時刻に基づいて予測する。入力変化時刻は、入力信号の信号値が第2サンプリ

50

グ時刻における入力変数の値に対応する値となる時刻である。出力変化時刻は、出力信号の信号値が第2サンプリング時刻における出力変数の値に対応する値となる時刻である。

【0154】

予測入出力信号生成部315'は、予測入力信号データ及び/又は予測出力信号データを生成する。予測入力信号データは、入力変化時刻に第2サンプリング時刻における入力変数の値を関連づけて生成されたデータである。予測出力信号データは、出力変化時刻に第2サンプリング時刻における出力変数の値を関連づけて生成されたデータである。

同一時系列データ表示部317'は、変数サンプリングデータ、予測入力信号データ、及び/又は予測出力信号データを同一時間軸上に表示する。

【0155】

上記の制御システムにおいては、制御装置11において、サンプリング部1113が、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数を第2タイミングにおいてサンプリングして第2サンプリングとし、入力変数、出力変数、及び/又は内部変数をサンプリングした時刻を第2サンプリング時刻としてサンプリングし、変数サンプリングデータ1137aを取得する。

【0156】

一方、開発支援装置3において、入出力変化時刻予測部313'が、入力信号の信号値が第2サンプリング時刻における入力変数の値に対応する値となる時刻である入力変化時刻、及び/又は、出力信号の信号値が第2サンプリング時刻における出力変数の値に対応する値となる時刻である出力変化時刻を、入力ユニット及び/又は出力ユニットと制御装置との接続関係、通信速度、及び第2サンプリング時刻に基づいて予測する。

【0157】

また、予測入出力信号生成部315'が、入力変化時刻に第2サンプリング時刻における入力変数の値を関連づけて予測入力信号データを作成し、出力変化時刻に第2サンプリング時刻における出力変数の値を関連づけて予測出力信号データを作成する。

さらに、同一時系列データ表示部317'が、変数サンプリングデータ1137a、予測入力信号データ、及び/又は予測出力信号データを同一時間軸上に表示する。

【0158】

これにより、入力信号及び/又は出力信号をサンプリングすることなく、制御装置11において用いられている変数に基づいて、入力ユニット13に入力される入力信号の取込/ラッチのタイミング及び/又は出力ユニット15から出力される実際の出力信号を予測でき、個別のデータを整理する手順を経ることなく、変数のサンプリング結果と、予測された入力信号及び/又は出力信号との関係を同一の時間軸上にて確認できる。その結果、システム開発者などに大きな負担をかけることなく、容易に装置を調整できる。

【0159】

開発支援装置3は、入出力時刻調整部319'（入出力時刻調整部の一例）をさらに有していてもよい。入出力時刻調整部319'は、入力変化時刻及び/又は出力変化時刻を調整する。これにより、入力ユニット13及び出力ユニット15単位にて、それぞれ、入力信号が入力される時刻（入力変化時刻）及び出力信号を出力する時刻（出力変化時刻）を調整できる。その結果、制御システム200において、より精度よく、かつ、より細かく装置を調整できる。

【0160】

出力ユニット15は、出力指示時刻と出力指示時刻において出力すべき指示出力信号値とを含む出力指示データに基づいて出力信号を出力してもよい。これにより、タスクの実行周期（所定の周期）に束縛されることなく、出力信号を出力できる。

【0161】

出力指示時刻を出力変化時刻とし、指示出力信号値を第2サンプリング時刻における出力変数の値としてもよい。これにより、入出力時刻調整部319'において調整した出力変化時刻を出力ユニットにおいて反映できる。

【0162】

10

20

30

40

50

入力指示時刻は入力変化時刻であってもよい。これにより、入出力時刻調整部 3 1 9 ' において調整された入力変化時刻を入力ユニットにおいて反映できる。

【 0 1 6 3 】

4 . 他の実施形態

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 6 4 】

入出力信号及び内部変数をサンプリング可能な P L C システム及び制御システムに広く 10
適用できる。

【符号の説明】

【 0 1 6 5 】

1 0 0、2 0 0 制御システム

1 P L C システム

1 1 制御装置

1 1 1 C P U

1 1 1 1 タスク実行部

1 1 1 3 サンプリング部

1 1 1 7 共通時刻計数部

1 1 1 9 送受信部

1 1 3 R A M

1 1 3 1 ユーザプログラム

1 1 3 5 変数格納領域

1 1 3 7 サンプリングデータ格納領域

1 1 3 7 a 変数サンプリングデータ

1 1 3 7 b 実サンプリングデータ

1 1 5 R O M

1 1 5 a システムプログラム

1 1 7 通信インターフェース

1 3 入力ユニット

1 3 1 入力信号入力部

1 3 3 共通時刻計数部

1 3 5 入力データ保存部

1 3 5 a 入力信号データ

1 3 7 入力信号サンプリング部

1 5 出力ユニット

1 5 1 信号出力部

1 5 3 共通時刻計数部

1 5 5 出力データ保存部

1 5 5 a 出力信号データ

1 5 7 出力信号サンプリング部

1 7 電源ユニット

3 開発支援装置

3 1 C P U

3 1 1 サンプリングデータ受信部

3 1 1 ' サンプリングデータ受信部

3 1 3 同一時系列データ作成部

3 1 3 ' 入出力変化時刻予測部

3 1 5 同一時系列データ表示部

10

20

30

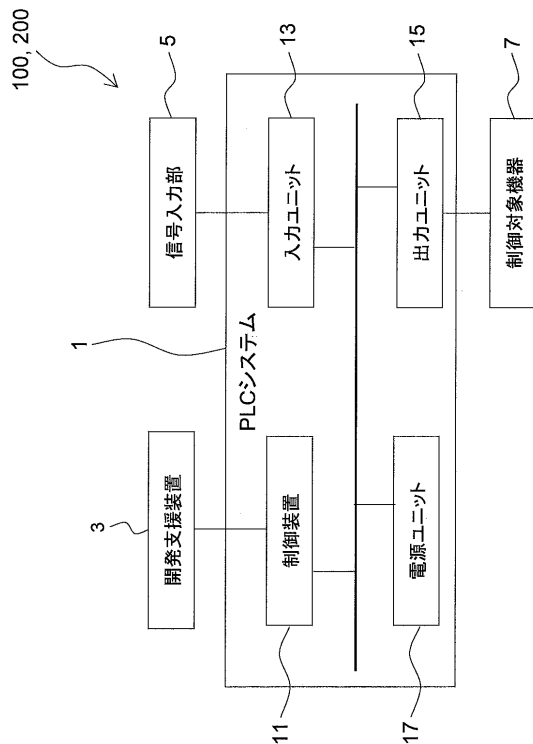
40

50

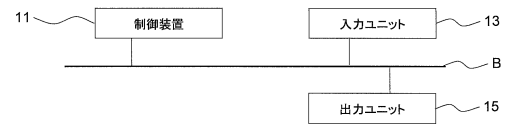
- 3 1 5 ' 予測入出力信号生成部
 3 1 7 ' 同一時系列データ表示部
 3 1 9 ' 入出力時刻調整部
 3 3 記憶部
 3 3 a 開発支援プログラム
 3 5 操作部
 3 7 通信インターフェース
 3 9 表示部
 5 信号入力部
 7 制御対象機器
 a 入力変数
 b 出力変数
 B I / O バス
 N W 通信ネットワーク
 T タスク開始時刻
 d 調整後時間差
 t_A 調整後入出力変化時刻

10

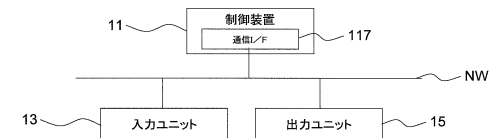
【図 1】



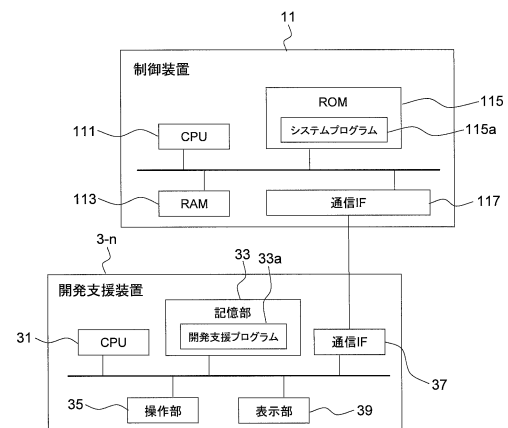
【図 2 A】



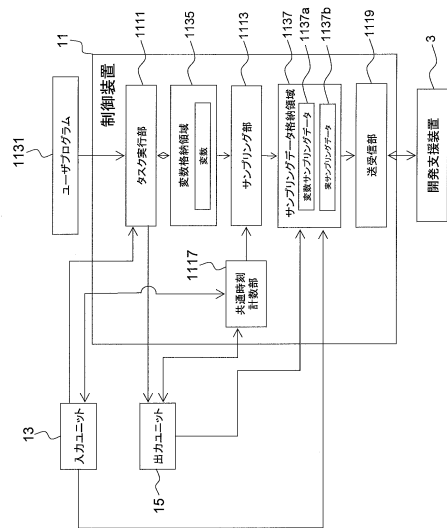
【図 2 B】



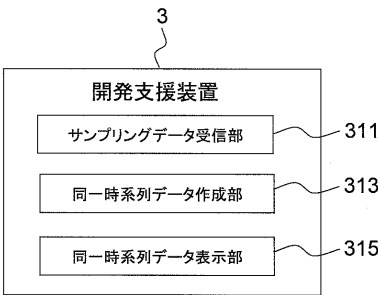
【図 3】



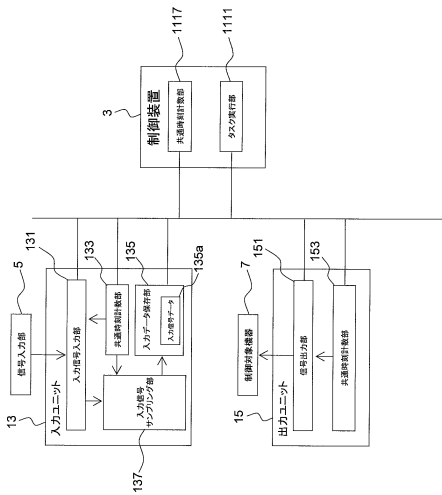
【図 4】



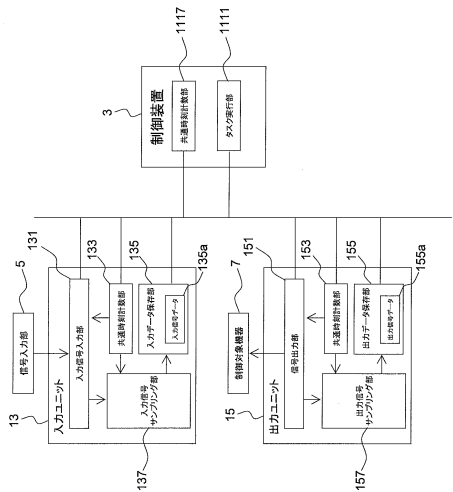
【図 5】



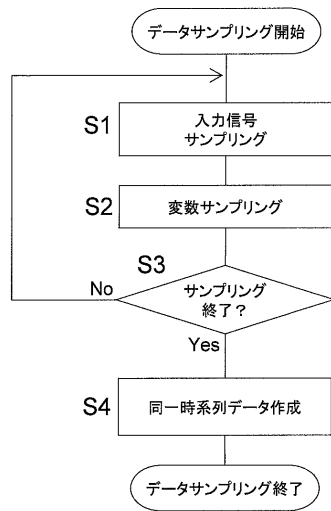
【図 6 A】



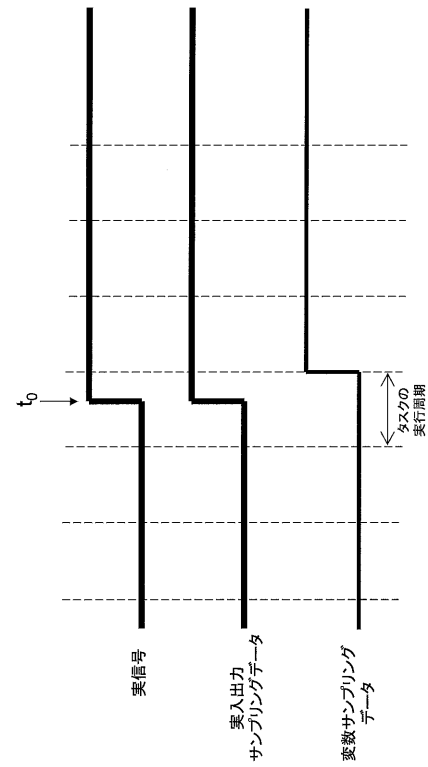
【図 6 B】



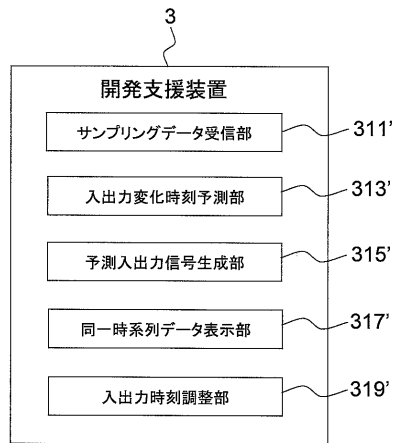
【図 7】



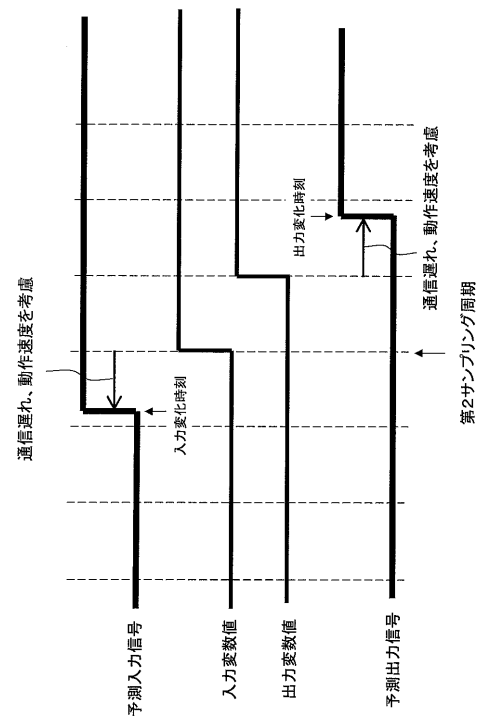
【図 8】



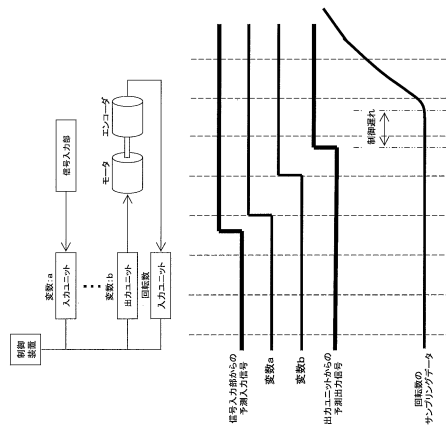
【図 9】



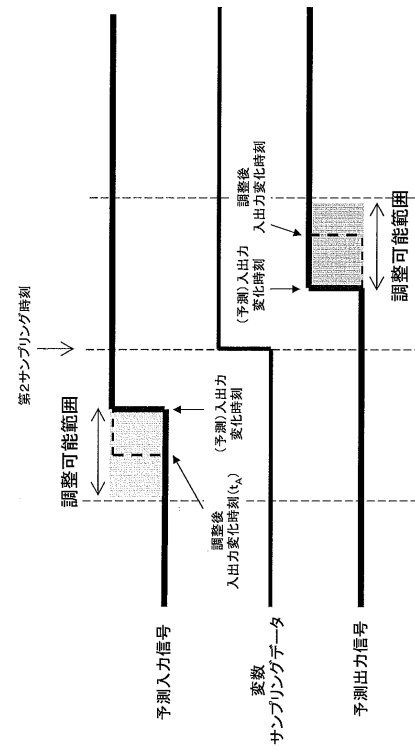
【図 10】



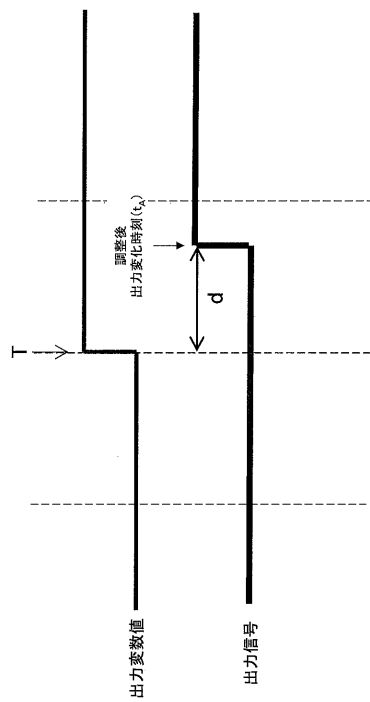
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 武内 良峰

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロン株式会社内

(72)発明者 植田 貴雅

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地 オムロンソフトウェア株式会社内

審査官 影山 直洋

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 1 6 7 7 2 6 (W O , A 1)

特開 2 0 0 0 - 2 9 3 2 0 8 (J P , A)

特開 2 0 0 3 - 2 4 8 5 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 5 B 1 9 / 0 5