(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
2015 年 9 月 17 日(17.09.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/136971 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 19/05 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050944

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 15 日(15.01.2015)

(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 2014-052819 2014 年 3 月 14 日(14.03.2014) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社(OMRON CORPORATION) [JP/JP]; 〒6008530 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 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 稲目幸生(INAME, Yukio). 矢尾板宏心(YAOITA, Koji). 武内良峰(TAKEUCHI, Yoshitaka). 植田貴雅(UEDA, Takamasa).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町１丁目４番１９号 サウスホレストビル Osaka (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.

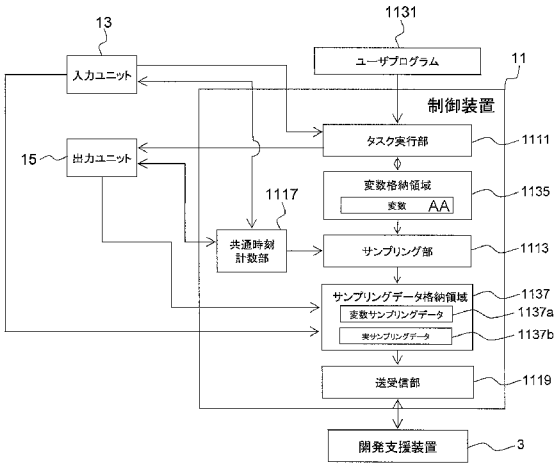
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) **Title**: CONTROL SYSTEM

(54) 発明の名称 : 制御システム

[図4]



3 Development support device
11 Control device
13 Input unit
15 Output unit
1111 Task execution unit
1113 Sampling unit
1117 Common time calculation unit
1119 Transmission/reception unit
1131 User program
1135 Variable storage region
1137 Sampling data storage region
1137a Variable sampling data
1137b Actual sampling data
AA Variables

(57) **Abstract**: In order to facilitate the adjustment of a device in a control system, an input unit (13) in a PLC system (1) in a control system (100) acquires actual sampling data (1137b), and an output unit (15) outputs an output signal on the basis of output designation data which includes a designated output time and a designated output signal value. A task execution unit (1111) of a control device (11) executes a task repeatedly in a prescribed period. A sampling unit (1113) acquires variable sampling data (1137a). A same-time-series data creation unit (313) of a development support device (3) creates same-time-series data. A same-time-series data display unit (315) displays the same-time-series data on the same time axis.

(57) 要約: 制御システムにおいて、装置の調整を容易にする。制御システム（１００）において、ＰＬＣシステム（１）の入力ユニット（１３）は実サンプリングデータ（１１３７ｂ）を取得する。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。制御装置（１１）のタスク実行部（１１１１）は、タスクを所定の周期にて繰り返し実行する。サンプリング部（１１１３）は、変数サンプリングデータ（１１３７ａ）を取得する。開発支援装置（３）の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。

WO 2015/136971 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、入出力信号及び内部変数をサンプリング可能な制御システムに関する。

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

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第５２５２０１４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リ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リングされていた。そのため、トレース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。

[0005] 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、ＰＬＣ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。

[0006] 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

[0007] 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、ＰＬＣシステムと開発支援装置とを備える。

ＰＬＣ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。

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。

[0008] 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。

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] 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。

[0024] 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。

[0025] 本発明の他の見地に係る制御システムは、ＰＬＣシステムと開発支援装置とを備える。

ＰＬＣ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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[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。

[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。

[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。

[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] 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。

[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。

[図11]予測入力信号及び予測入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。

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の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。

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ユニットである。制御装置１１においては、入力ユニット１３（後述）に入力される入力信号が制御装置１１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１５（後述）への出力信号が制御装置１１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。

[0044] また、制御装置１１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１３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１５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１１３１及び／又はシステムプログラム１１５ａ（後述）を実行する処理とを含む処理単位のことである。

[0045] 制御装置１１において実行されるユーザプログラム１１３１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１１３１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１５（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。

[0046] 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１１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。

[0047] 入力ユニット１３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１１に当該入力信号を出力する。入力ユニット１３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１３として用いることができる。また、例えば、信号入力部５が電気スイッチにより構成されている場合には、当該スイッチのＯＮ／ＯＦＦ状態を入力信号とする入力ユニットを入力ユニット１３として用いることができる。

[0048] また、入力ユニット１３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１３において、入力ユニット１３における実際の入力信号の時間的変化をサンプリングできる。なお、入力ユニット１３の構成の詳細は、後ほど説明する。

[0049] さらに、入力ユニット１３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。

[0050] 出力ユニット１５は、制御装置１１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１１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１５は、制御装置１１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。

[0051] 出力ユニット１５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。

[0052] さらに、出力ユニット１５は、入力ユニット１３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１５において、出力ユニット１５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きる。なお、出力ユニット１５の構成の詳細は、後ほど説明する。

[0053] 電源ユニット１７は、制御装置１１、入力ユニット１３、及び出力ユニット１５に電力を供給する。

なお、ＰＬＣ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ＰＬＣシステムとしてもよい。特に、入力ユニット１３及び出力ユニット１５を個別の構成要素とすることにより、ＰＬＣ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。

[0054] なお、ＰＬＣシステム１における入力ユニット１３及び出力ユニット１５

は、図２Ａに示すように、制御装置１１のＩ／ＯバスＢ上に制御装置１１と通信可能に配置されていてもよい。図２Ａ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。

[0055] または，図２Ｂに示すように、入力ユニット１３及び出力ユニット１５は、制御装置１１の通信インターフェース１１７（後述）を介して、通信ネットワークＮＷにより制御装置１１と通信可能に接続されていてもよい。図２Ｂ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１５を示す図である。

[0056] （３）制御装置の構成

次に、制御装置１１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１１はＰＬＣシステムにおけるＣＰＵユニットである。図３に示すように、制御装置１１は、プログラムの実行などの演算処理を行うＣＰＵ１１１と、書き込みと読み出しとが可能な記憶領域を提供するＲＡＭ１１３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ＲＯＭ１１５と、開発支援装置３、及び／又は、入力ユニット１３及び出力ユニット１５とデータ通信を行う通信インターフェース１１７と、を有する。

[0057] 通信インターフェース１１７は、例えば、ＴＣＰ／ＩＰ（Ｔｒａｎｓｍｉｓｓｉｏｎ Ｃｏｎｔｒｏｌ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ／Ｉｎｔｅｒｎｅｔ Ｐｒｏｔｏｃｏｌ）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。

[0058] 次に、制御装置１１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１１の各部の機能は、図３に示す制御装置１１のＣＰＵ１１１において、ＲＯＭ１１５に記憶されたシステムプログラム１１５ａを実行することにより実現されている。

[0059] 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。

[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。

[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×（所定の周期／ｎ）とし、・・・と、ｎ個の出力指示時刻が生成される。

[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。

[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×（所定の周期／ｎ）とし、・・・と、ｎ個の入力指示時刻が算出される。

[0069] 一方、時刻指定入力ユニット１３（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１３（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。

[0070] サンプリング部１１１３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１１１３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１１３７ａに記憶する。

[0071] 具体的には、サンプリング部１１１３は、第２タイミングにおいて、変数格納領域１１３５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１１１３は、上記の変数値を変数格納領域１１３５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１１１３は、変数をサンプリングした際の共通時刻計数部１１１７（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変化と上記の変数の時間的変化との関係を、より正確に比較できる。

[0072] その後、サンプリング部１１１３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、ＲＡＭ１１３に領域が確保されたサンプリングデータ格納領域１１３７に記憶する。サンプリング部１１１３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１１３７ａが取得される。

[0073] 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１１３１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。

[0074] また、サンプリング部１１１３は、Ｉ／Ｏリフレッシュ処理の実行時に、入力ユニット１３（出力ユニット１５）から送信された入力信号データ１３５ａ（出力信号データ１５５ａ）を、実サンプリングデータ１１３７ｂとして、サンプリングデータ格納領域１１３７に格納する。

[0075] 共通時刻計数部１１１７は、共通時刻を計数する。後述するように、入力ユニット１３及び出力ユニット１５においても、共通時刻計数部１１１７と同様の機能を有する共通時刻計数部１３３、１５３（図６Ａ）が備わってお

り、制御装置１１の共通時刻計数部１１１７と、入力ユニット１３における共通時刻計数部１３３（図６Ａ）と、出力ユニットにおける共通時刻計数部１５３（図６Ａ）とは、互いに同期が取られている。これにより、制御装置１１と、入力ユニット１３と、出力ユニット１５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１１において計数される時刻と、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において計数とのずれが少なくなる。

[0076] 送受信部１１１９は、通信インターフェース１１７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１３及び出力ユニット１５が通信ネットワークＮＷにより制御装置１１と接続されている場合には、送受信部１１１９は、入力ユニット１３及び出力ユニット１５ともデータの送受信を行う。

[0077] 本実施形態の制御装置１１が上記の構成要素を有することにより、制御装置１１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１１３１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１１３７ｂを取得することにより、入力ユニット１３及び出力ユニット１５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１１内に保持できる。その結果、実サンプリングデータ１１３７ｂを、開発支援装置３に出力できる。

[0078]（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ＣＰＵ３１と、記憶領域を提供する記憶部３３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３５と、制御

装置１１との通信を行う通信インターフェース３７と、トレース結果などを表示する表示部３９と、を有する。

[0079] 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ＣＰＵ３１において、記憶部３３に記憶された開発支援プログラム３３ａ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３１１と、同一時系列データ作成部３１３と、同一時系列データ表示部３１５と、を有する。

[0080] サンプリングデータ受信部３１１は、通信インターフェース３７に接続された制御装置１１から、サンプリングデータ格納領域１１３７に格納された変数サンプリングデータ１１３７ａと実サンプリングデータ１１３７ｂとを受信し、開発支援装置３の記憶部３３に記憶する。

[0081] 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、変数サンプリングデータ１１３７ａ中のサンプリング値と、実サンプリングデータ１１３７ｂ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１１３７ｂ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。

[0082] これにより、実サンプリングデータ１１３７ｂと、変数サンプリングデータ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できる。

[0083] 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。具体的には、同一時系列データ表示部３１５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１１３７ｂ、変数サンプリングデータ１１３７ａ、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１００における各装置を調整できる。

[0084] （５）入力ユニット及び出力ユニットの構成

次に、ＰＬＣシステム１における入力ユニット１３及び出力ユニット１５の構成について、図６Ａ及び６Ｂを用いて説明する。図６Ａ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６Ｂ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。

[0085] Ｉ．入力ユニットの構成

まず、入力ユニット１３の構成について説明する。入力ユニット１３は、入力信号入力部１３１と、共通時刻計数部１３３と、入力データ保存部１３５と、入力信号サンプリング部１３７と、を有する。

入力信号入力部１３１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１３１は、制御装置１１のタスク実行部１１１１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１１へ送信する。これにより、制御装置１１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。

[0086] また、入力信号入力部１３１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１３１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。

[0087] 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。

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。

[0088] 共通時刻計数部１３３は、共通時刻を計数する。共通時刻計数部１３３は、制御装置１１の共通時刻計数部１１１７と出力ユニットの共通時刻計数部１５３（後述）と互いに同期を取られており、制御装置１１と、入力ユニット１３と、出力ユニット１５との間で同じ時刻（共通時刻）を共有できる。

[0089] 入力データ保存部１３５は、入力信号データ１３５ａを保存する。入力データ保存部１３５に保存された入力信号データ１３５ａは、制御装置１１の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。

[0090] 入力信号サンプリング部１３７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１３７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１３３において計数されている共通時刻にて取得する。

[0091] さらに、入力信号サンプリング部１３７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１３５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１３５ａに保存される。

[0092] なお、入力信号サンプリング部１３７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。

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。

[0093] 上記の高速サンプリング入力ユニット１３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１３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。

[0094] ＩＩ．出力ユニットの構成

次に、出力ユニット１５の構成について説明する。出力ユニット１５は、信号出力部１５１と、共通時刻計数部１５３と、を有する。

[0095] 信号出力部１５１は、制御装置１１のタスク実行部１１１１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１５１は、Ｉ／Ｏリフレッシュ処理の実行時に制御装置１１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。

[0096] 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。

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。

[0097] 高速出力ユニット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、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。

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６Ｂ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。

[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。

[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。

[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）。

[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することを避けられる。その結果、入力ユニット１３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１１においては、サンプリング部１１１３が、変数格納領域１１３５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Ｓ２）。ここで説明する例においては、サンプリング部１１１３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１１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１１３１により作成された出力指示データを用いる。

なお、図６Ｂの変形例に示したように、出力ユニット１５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１５５ａ）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。

[0109] また、サンプリング部１１１３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１３５ａ（出力信号データ１５５ａ）を、実サンプリングデータ１１３７ｂとして、サンプリングデータ格納領域１１３７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１１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Ｓ３）。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。

[0111] 制御装置１１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Ｓ３において「Ｎｏ」の場合）、ステップＳ１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１１がサンプリングを終了したと判断した場合（ステップＳ３において「Ｙｅｓ」の場合）、ステップＳ４（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１１３７ａ及び実サンプリングデータ１１３７ｂを生成後、同一時系列データを作成する（ステップＳ４）。具体的には、まず、サンプリングデータ格納領域１１３７に格納された変数サンプリングデータ１１３７ａと実サンプリングデータ１１３７ｂと出力指示データとが、送受信部１１１９を介して、開発支援装置３へと送信される。

[0114] 開発支援装置３において、変数サンプリングデータ１１３７ａと実サンプリングデータ１１３７ｂ（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３１３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３１３が、実サンプリングデータ１１３７ｂ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１１３７ｂ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。

[0115] 次に、同一時系列データ作成部３１３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１１３７ｂ、変数サンプリングデータ１１３７ａ、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１１３７ｂ、変数サンプリングデータ１１３７ａ、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] 上記のステップＳ１～Ｓ４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３１５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。

[0117] 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。

[0118] ２．第２実施形態

第１実施形態に係る制御システム１００においては、入力ユニット１３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１３における実際の入力信号の時間的変化を確認していた。

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２００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２００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２００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１００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。

[0119] なお、第１実施形態に係る入力ユニット１３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１３７、出力信号サンプリング部１５７、入力データ保存部１３５

、出力データ保存部１５５）は有していてもよいし有していなくてもよい。

[0120] 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３１１’と、入出力変化時刻予測部３１３’と、予測入出力信号生成部３１５’と、同一時系列データ表示部３１７’と、入出力時刻調整部３１９’を有する。

サンプリングデータ受信部３１１’は、通信インターフェース３７に接続された制御装置１１から、サンプリングデータ格納領域１１３７に格納された変数サンプリングデータ１１３７ａを受信し、開発支援装置３の記憶部３３に記憶する。

[0121] 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、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。

[0122] 入出力変化時刻予測部３１３’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１１と入力ユニット１３及び出力ユニット１５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３１３’は、入力ユニット１３及び／出力ユニット１５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１３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１３５ａの送信を要求する信号を受信した時点から、入力ユニット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。

[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。

[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。

[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入力信号を同一時間軸上に表示した例を示す図である。

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ず、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] 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] 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。

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。

[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、実サンプリングデータ１１３７ｂと、変数サンプリングデータ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。

[0141] 入力ユニット１３は、高速サンプリング入力ユニット１３（高速サンプリング入力ユニットの一例）を含んでいてもよい。高速サンプリング入力ユニット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。

[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。

[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、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。

[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。

[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。

[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。

[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。

[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] 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３１９’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。

[0163] 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せ可能である。

産業上の利用可能性

[0164] 入出力信号及び内部変数をサンプリング可能なＰＬＣシステム及び制御システムに広く適用できる。

符号の説明

[0165] １００、２００　制御システム

１　ＰＬＣシステム

１１　制御装置

１１１　ＣＰＵ

１１１１　タスク実行部

１１１３　サンプリング部

１１１７　共通時刻計数部

１１１９　送受信部

１１３　ＲＡＭ

１１３１　ユーザプログラム

１１３５　変数格納領域

１１３７　サンプリングデータ格納領域

１１３７ａ　変数サンプリングデータ

１１３７ｂ　実サンプリングデータ

１１５　ＲＯＭ

１１５ａ　システムプログラム

１１７　通信インターフェース

１３　入力ユニット

１３１　入力信号入力部

１３３　共通時刻計数部

１３５　入力データ保存部

１３５ａ　入力信号データ

１３７　入力信号サンプリング部

１５　　出力ユニット

１５１　信号出力部

１５３　共通時刻計数部

１５５　出力データ保存部

１５５ａ　　出力信号データ

１５７　出力信号サンプリング部

１７　　電源ユニット

３　　開発支援装置

３１　　ＣＰＵ

３１１　　サンプリングデータ受信部

３１１’　　サンプリングデータ受信部

３１３　　同一時系列データ作成部

３１３’　　入出力変化時刻予測部

３１５　　同一時系列データ表示部

３１５’　　予測入出力信号生成部

３１７’　　同一時系列データ表示部

３１９’　　入出力時刻調整部

３３　記憶部

３３ａ　開発支援プログラム

３５　　操作部

３７　　通信インターフェース

３９　　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

ＮＷ　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

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。

[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。

[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] 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。

[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、

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、

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、

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。

[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１

３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。

[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] 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サンプリ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。

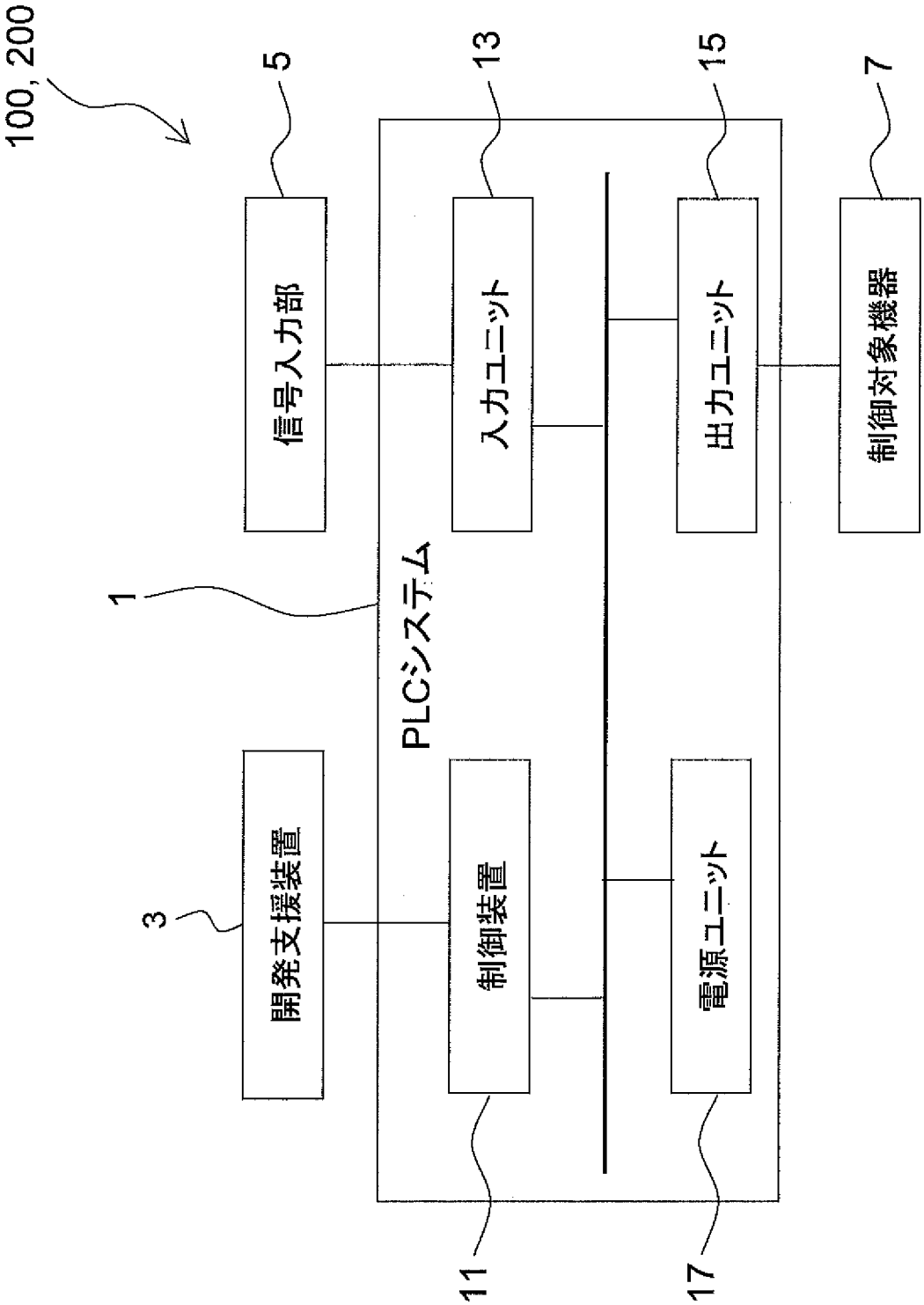
[請求項22] 前記入力ユニットは、前記入力信号を第１タイミングにおいてサンプリングした第１サンプリング値と、前記入力信号をサンプリングした時刻である第１サンプリング時刻とを関連づけて記憶する実サンプ

リングデータを取得する、請求項１１～２１のいずれかに記載の制御システム。

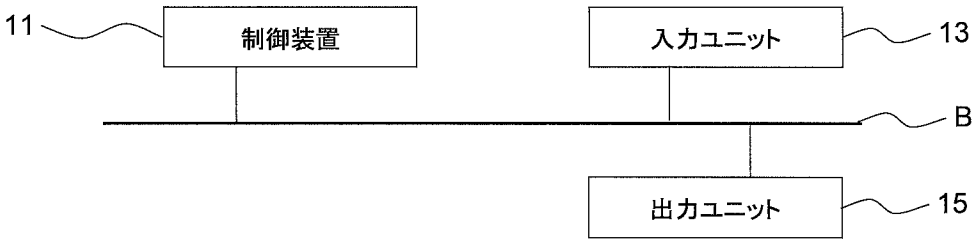
[請求項23] 前記入力ユニットは、前記タスクが実行される前記所定の周期より短い高速サンプリング周期毎に前記第１サンプリング値をサンプリングし、前記高速サンプリング周期により決定される時刻を前記第１サンプリング時刻とする高速サンプリング入力ユニットを含む、請求項２２に記載の制御システム。

[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。

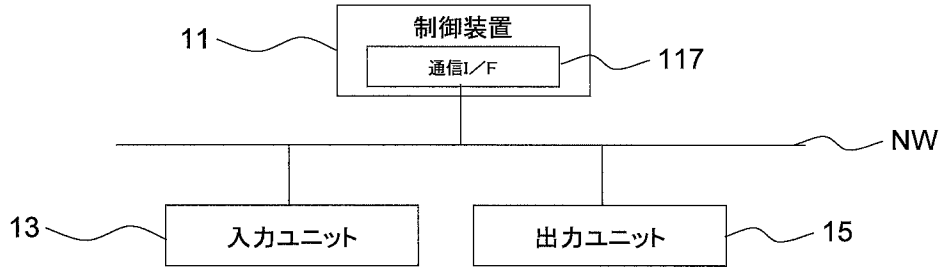
[図1]


100, 200
5
13
15
7
信号入力部
入力ユニット
出力ユニット
制御対象機器
1
PLCシステム
3
開発支援装置
制御装置
電源ユニット
11
17

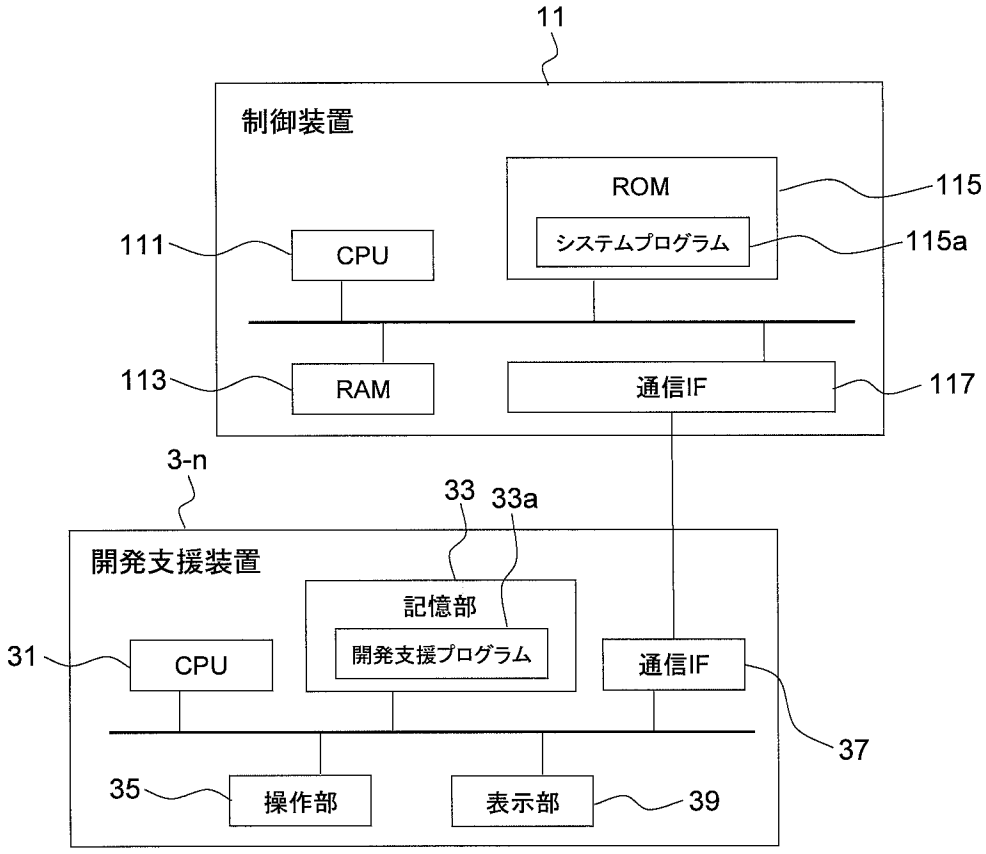
[図2A]


11
制御装置
入力ユニット
13
B
出力ユニット
15

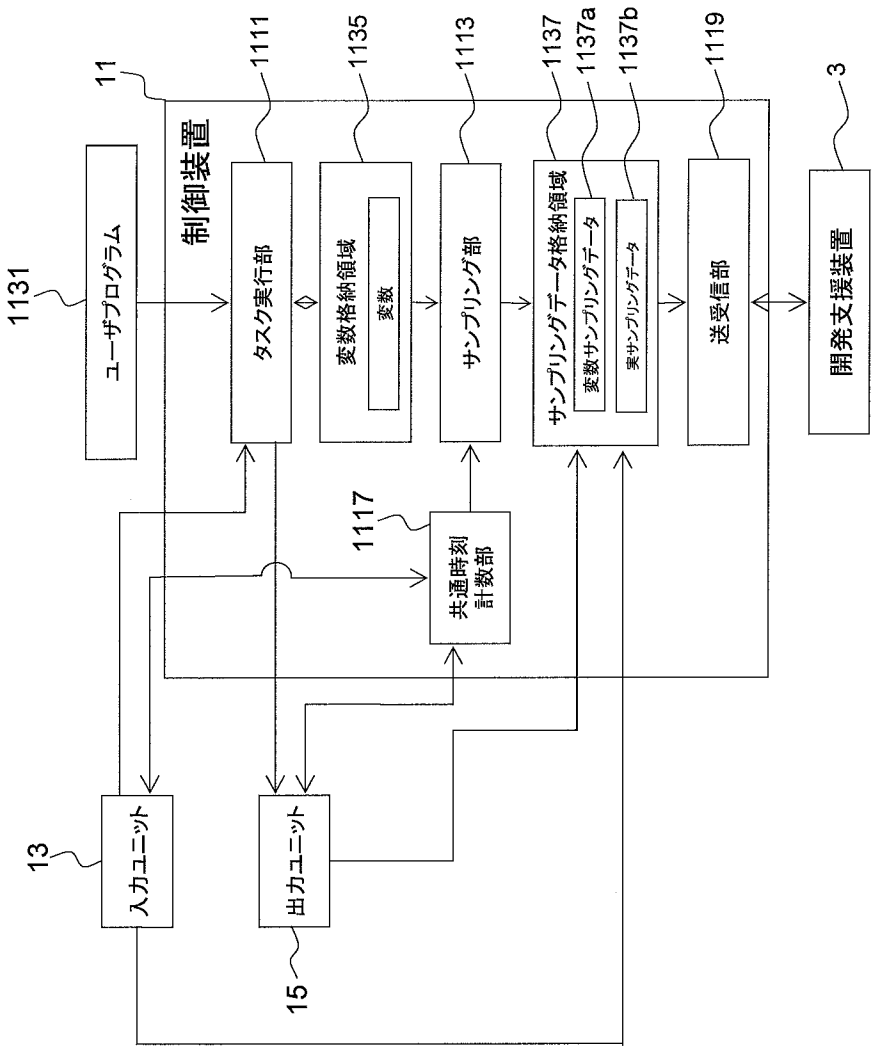
[図2B]


11
制御装置
通信I／F
117
NW
13
入力ユニット
出力ユニット
15

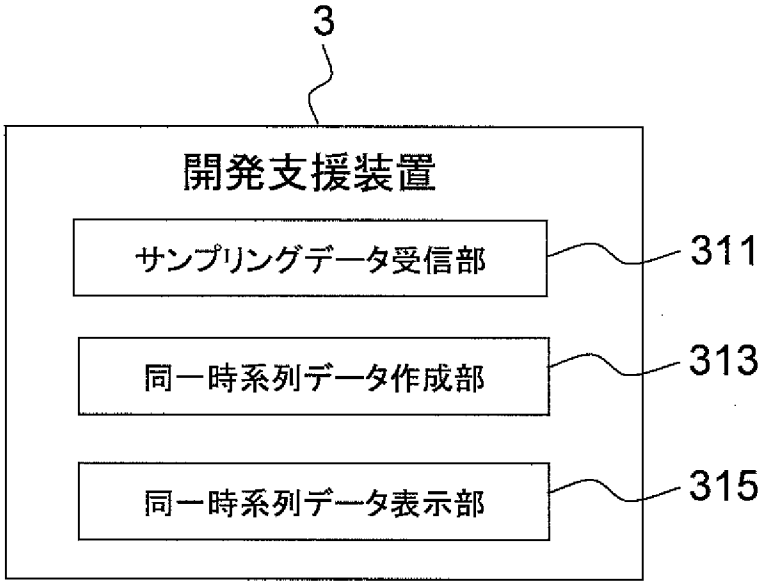
[図3]


11
制御装置
ROM
115
111
CPU
システムプログラム
115a
113
RAM
通信IF
117
3-n
33
33a
開発支援装置
記憶部
開発支援プログラム
31
CPU
通信IF
37
35
操作部
表示部
39

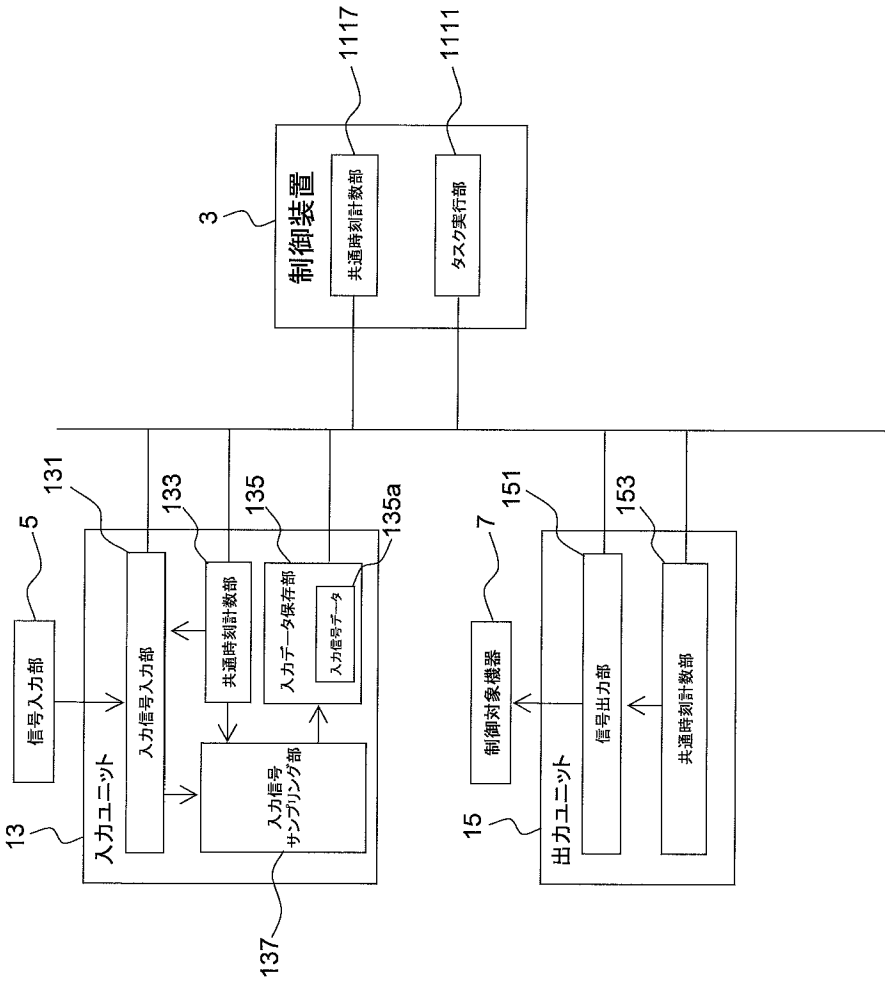
[図4]


11
制御装置
1111
1135
1113
1137
1137a
1137b
1119
3
1131
ユーザプログラム
タスク実行部
変数格納領域
変数
サンプリング部
サンプリングデータ格納領域
変数サンプリングデータ
実サンプリングデータ
送受信部
開発支援装置
1117
共通時刻計数部
13
入力ユニット
出力ユニット
15

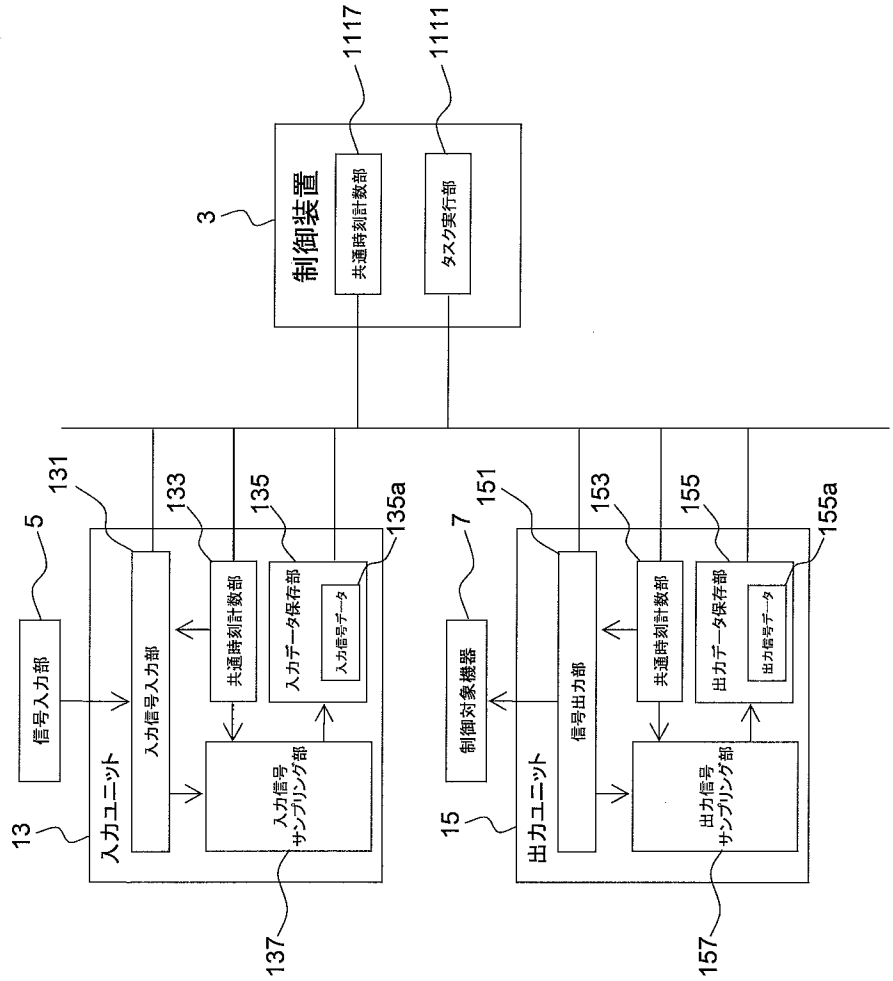
[図5]


3
開発支援装置
サンプリングデータ受信部
311
同一時系列データ作成部
313
同一時系列データ表示部
315

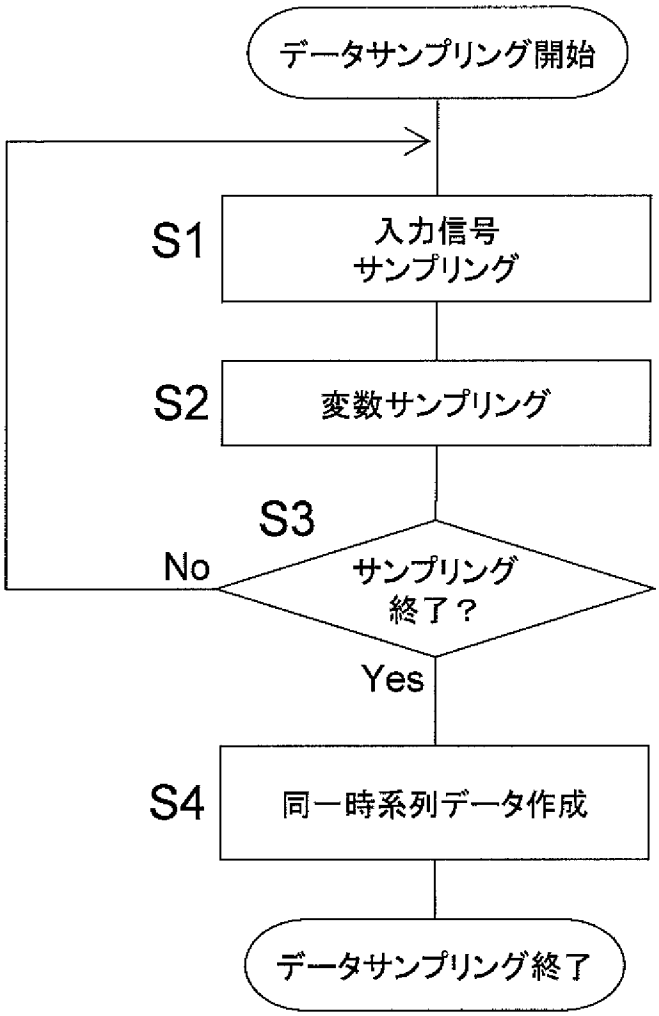
[図6A]


1117
1111
3
制御装置
共通時刻計数部
タスク実行部
131
133
135
135a
5
信号入力部
入力信号入力部
共通時刻計数部
入力データ保存部
入力信号データ
入力信号サンプリング部
入力ユニット
13
137
151
153
7
制御対象機器
信号出力部
共通時刻計数部
出力ユニット
15

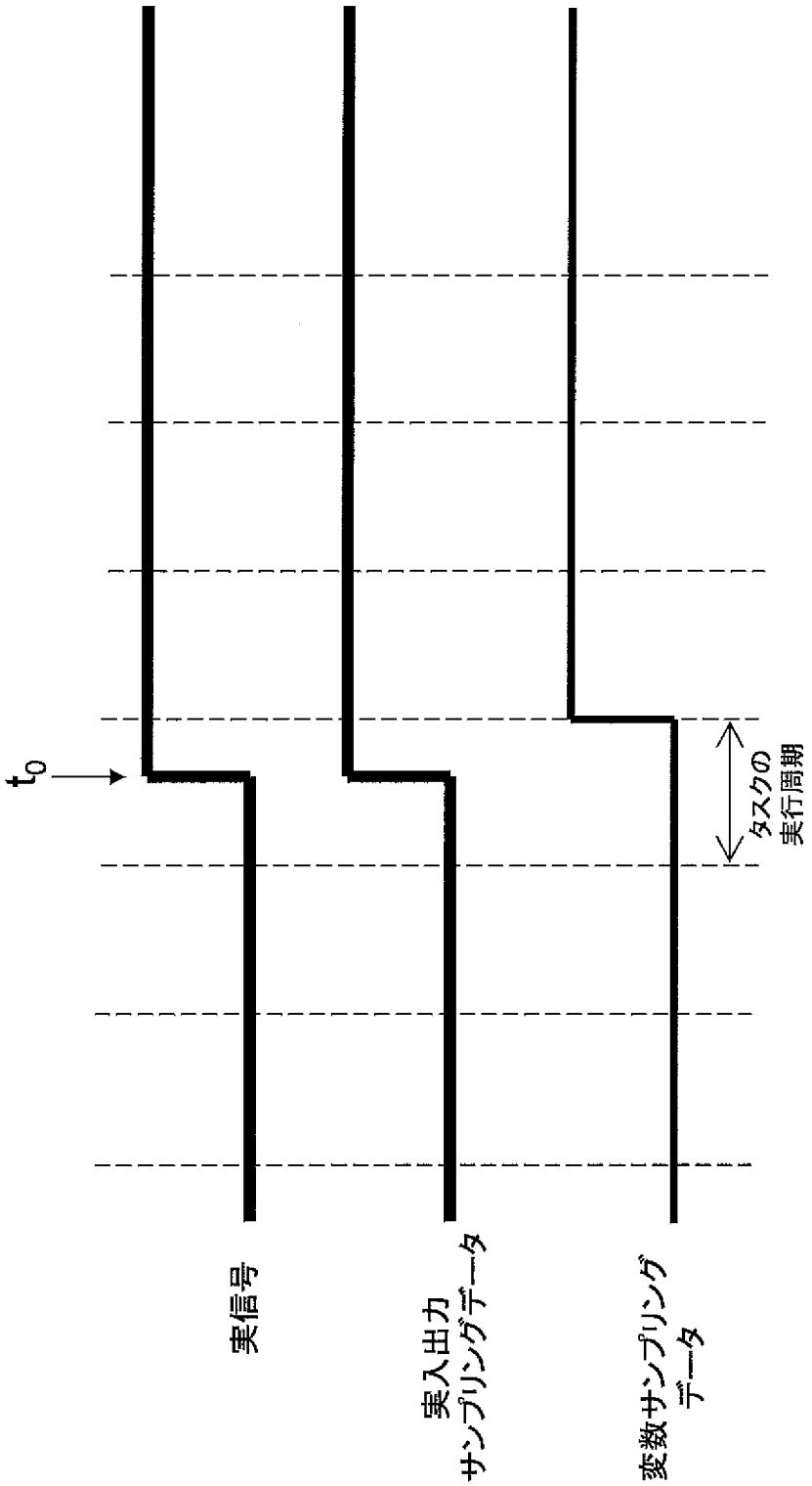
[図6B]


制御装置
3
共通時刻計数部
1117
タスク実行部
1111
入力ユニット
13
信号入力部
5
入力信号入力部
131
共通時刻計数部
133
入力データ保存部
135
入力信号データ
135a
入力信号サンプリング部
137
出力ユニット
15
制御対象機器
7
信号出力部
151
共通時刻計数部
153
出力データ保存部
155
出力信号データ
155a
出力信号サンプリング部
157

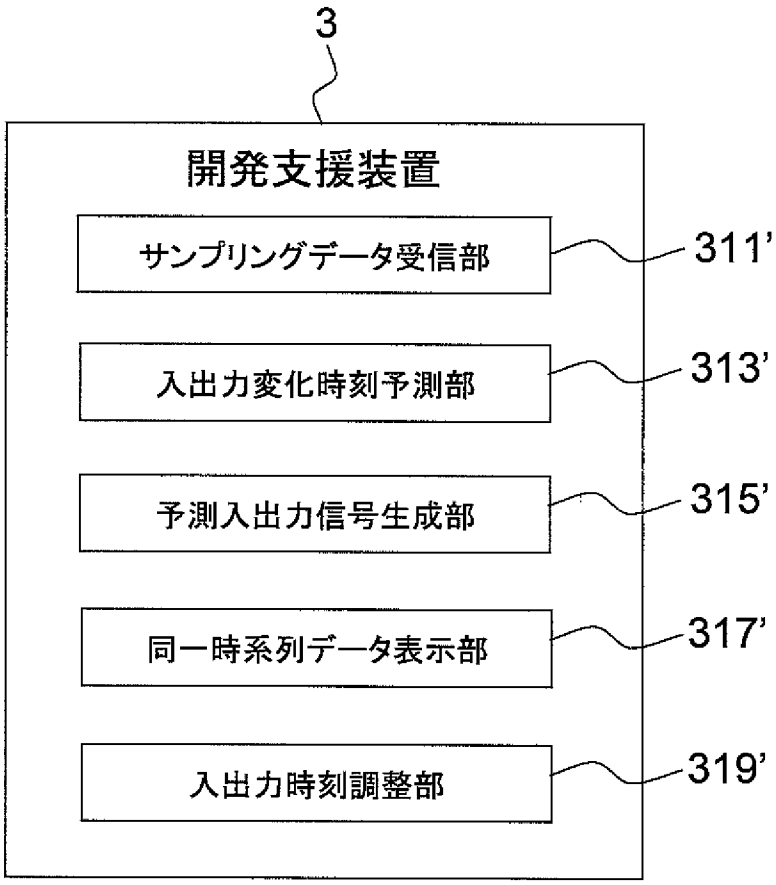
[図7]


データサンプリング開始
S1
入力信号
サンプリング
S2
変数サンプリング
S3
No
サンプリング
終了？
Yes
S4
同一時系列データ作成
データサンプリング終了

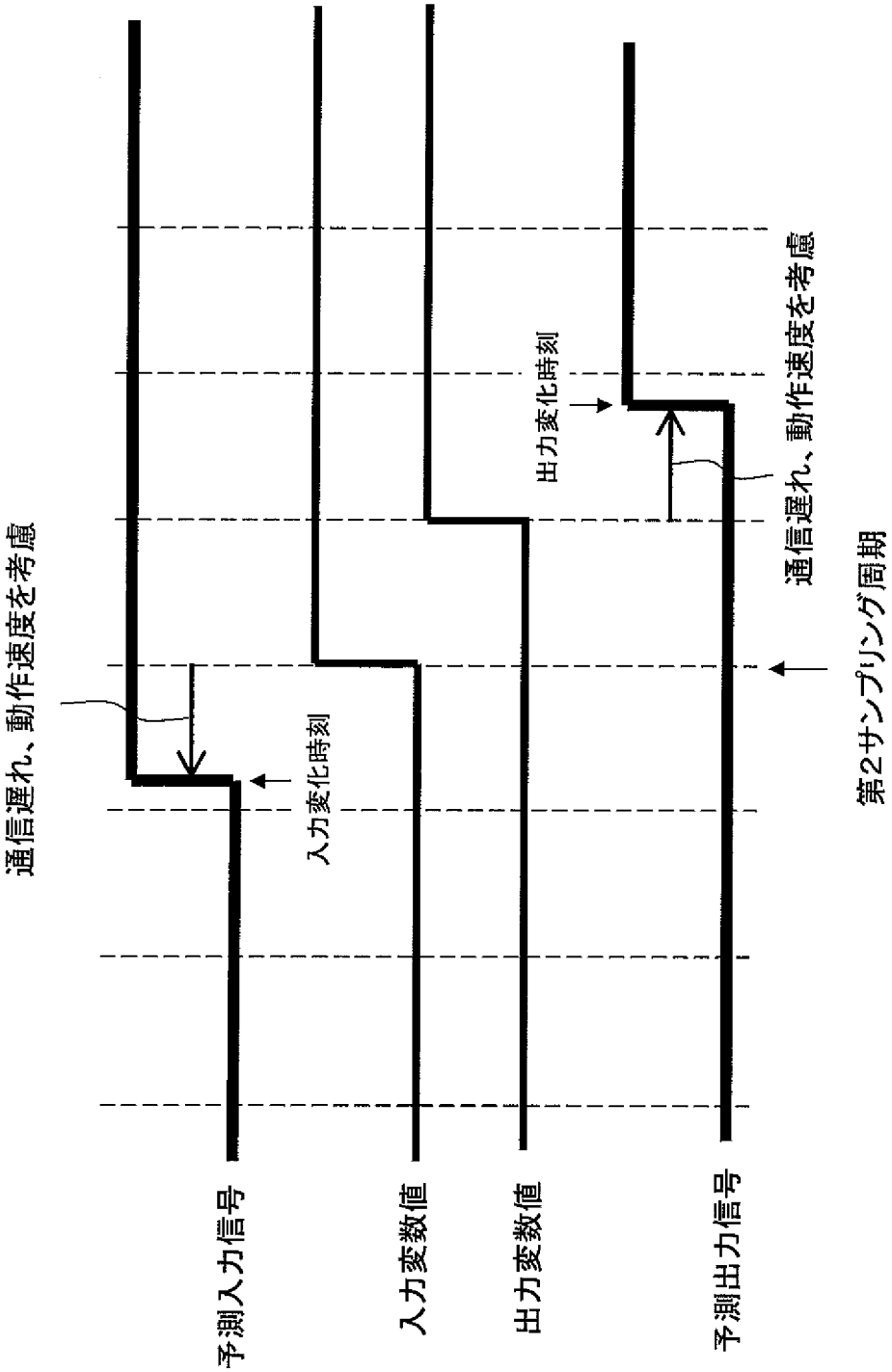
[図8]



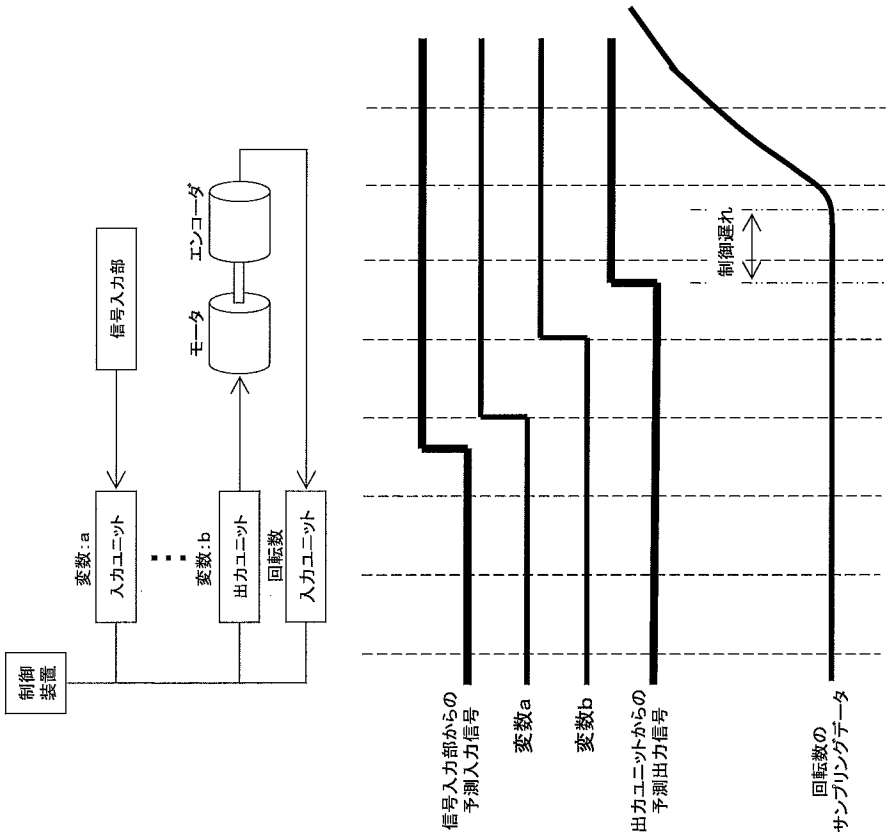
[図9]


3
開発支援装置
サンプリングデータ受信部
311'
入出力変化時刻予測部
313'
予測入出力信号生成部
315'
同一時系列データ表示部
317'
入出力時刻調整部
319'

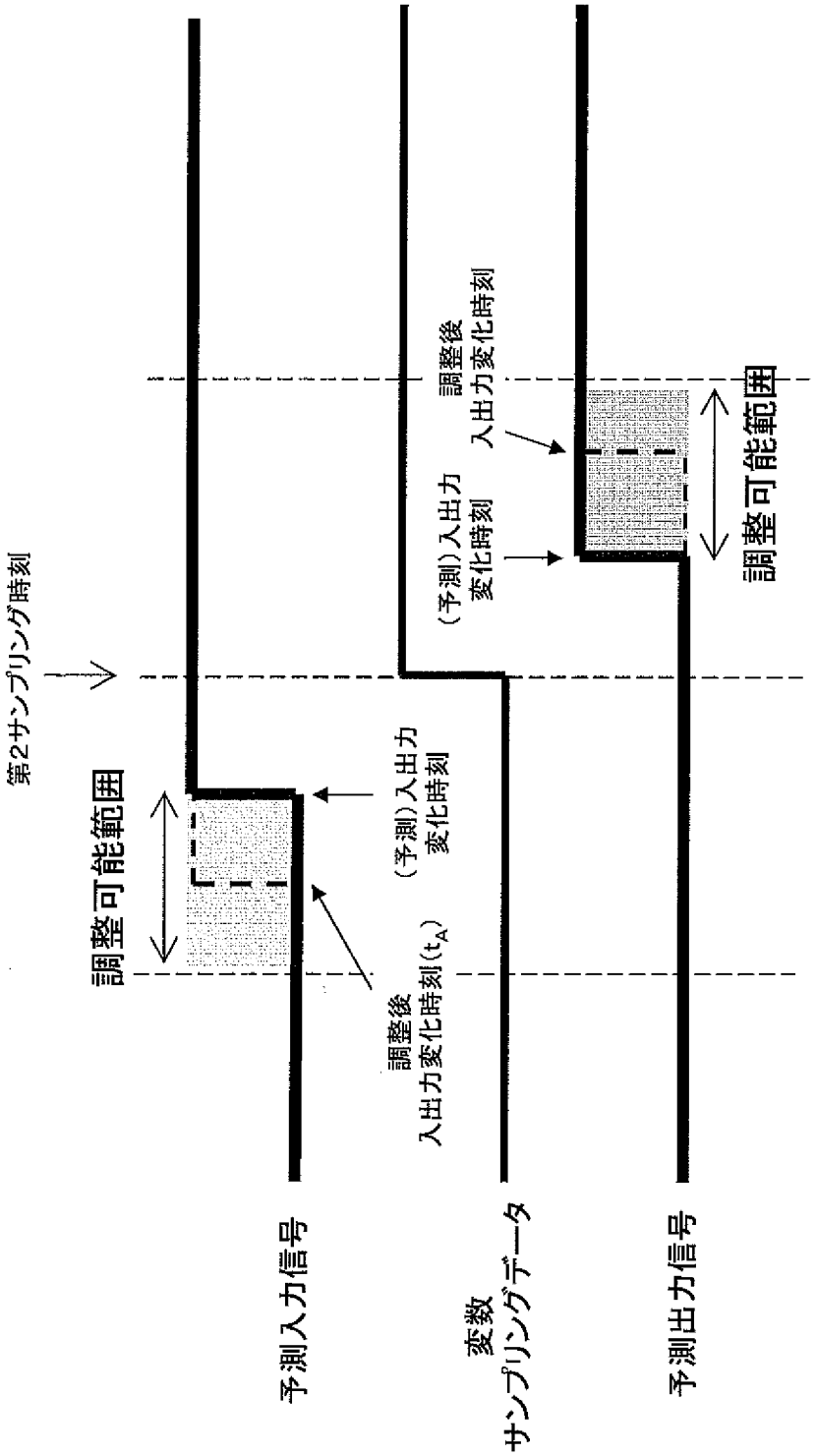
[図10]


通信遅れ、動作速度を考慮
入力変化時刻
出力変化時刻
通信遅れ、動作速度を考慮
第2サンプリング周期
予測入力信号
入力変数値
出力変数値
予測出力信号

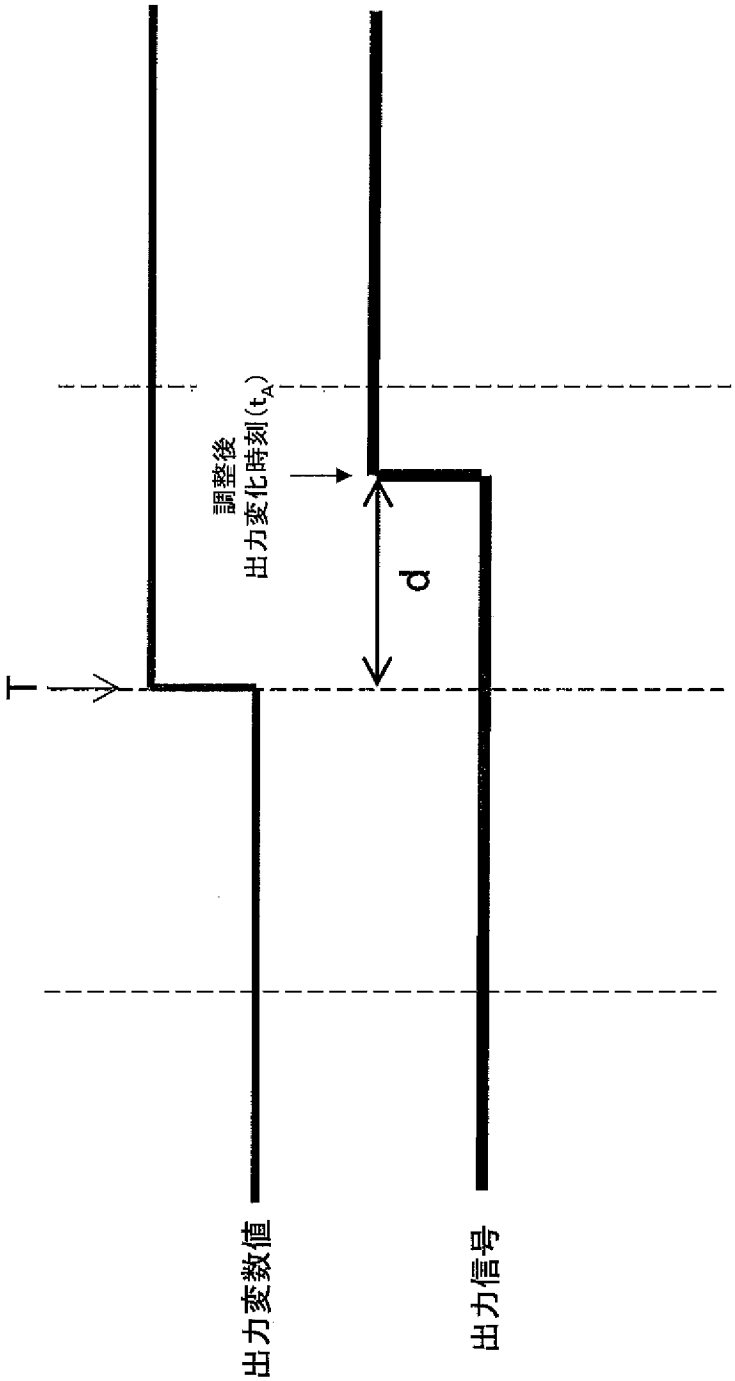
[図11]


制御装置
入力ユニット
変数:a
変数:b
出力ユニット
回転数
入力ユニット
信号入力部
モータ
エンコーダ
制御遅れ
信号入力部からの予測入力信号
変数a
変数b
出力ユニットからの予測出力信号
回転数のサンプリングデータ

[図12]


第2サンプリング時刻
調整可能範囲
(予測)入出力
変化時刻
調整後
入出力変化時刻(t_A)
予測入力信号
(予測)入出力
変化時刻
調整後
入出力変化時刻
変数
サンプリングデータ
調整可能範囲
予測出力信号

[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G05B19/05(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)
G05B19/05

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
P,A	WO 2014/167726 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 16 October 2014 (16.10.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2000-293208 A (Hitachi, Ltd.), 20 October 2000 (20.10.2000), entire text; all drawings (Family: none)	1-24
A	JP 2003-248504 A (Digital Electronics Corp.), 05 September 2003 (05.09.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 February 2015 (02.02.15)	10 February 2015 (10.02.15)

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５０９４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B19/05(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G05B19/05

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｐ、Ａ	WO 2014/167726 A1 (三菱電機株式会社) 2014.10.16, 全文、全図（ファミリーなし）	1-24
Ａ	JP 2000-293208 A (株式会社日立製作所) 2000.10.20, 全文、全図（ファミリーなし）	1-24
Ａ	JP 2003-248504 A (株式会社デジタル) 2003.09.05, 全文、全図（ファミリーなし）	1-24

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０２．０２．２０１５	１０．０２．２０１５

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

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　４１３５
川東　孝至
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４